

ALFONSO MULERO MENDIGORRI

Dpto. de Geografía y Ciencias del Territorio. Universidad de Córdoba

## *El problema de las aguas residuales en España: carencias territoriales, gestión reciente y perspectivas*

### RESUMEN

El problema de las aguas residuales es en España de particular interés en el momento actual, a tenor de su deficiente situación y de sus graves repercusiones medioambientales. En primer lugar se evalúa el tratamiento que están recibiendo tanto las de origen urbano como las de procedencia industrial, con especial atención a los numerosos vertidos directos que se siguen produciendo. Se analizan también las principales estrategias correctoras puestas en marcha en los últimos años y, finalmente, se valoran las nuevas políticas de saneamiento diseñadas para solucionar este problema a medio plazo, en el marco de las directrices emanadas de la Unión Europea.

### RÉSUMÉ

*Le problème des eaux résiduaires en Espagne: Manques territoriaux, démarche récente et perspectives.-* Le problème des eaux résiduaires en Espagne est d'un intérêt particulier dans ce moment-ci d'après leur situation insuffisante et leurs graves répercussions environnementales. On évalue d'abord le traitement que ces eaux reçoivent, celles d'origine urbain comme celles industriels, avec une attention spéciale aux nombreux versés directs qui continuent à se produire. On analyse aussi les principales stratégies correctrices mises en marche dans les dernières années et finalement on valore les nouve-

lles politiques d'assainissement dessinées pour solutionner ce problème à mi-terme dans le cadre des directrices émanées de l'Union Européenne.

### ABSTRACT

*The problem of sewage in Spain: territorial shortages, recent management and perspectives.-* The problem of sewage in Spain is now a particularly interesting matter, due to its critical effects on environment and its deficient condition. First, I evaluate the different processings which has been set upon urban and industrial sewage, paying special attention to the frequent direct dumps which take place even now. Then, I analyze the main corrective strategies started in last years and, finally, the article evaluates the new politics on purifying designed to solve this problem within a medium-term, in the framework of the guidelines sent out by the Europe Union.

### Palabras clave / Mots clé / Key words

Medio ambiente, recurso hídrico, aguas residuales, contaminación.

Environnement, ressource hydrique, eaux résiduaires, pollution.

Environment, water resources, sewage, pollution.

### I

#### INTRODUCCIÓN: LA DEFICIENTE CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO EN ESPAÑA

**E**N EL momento actual a nadie escapa que el crecimiento demográfico de las zonas urbanas españolas, y el desarrollo industrial, han tenido efectos desastrosos para la calidad de las aguas superficiales y subte-

rráneas. El problema de la contaminación representa sólo una de las preocupaciones en torno a un recurso hídrico que, en España, se encuentra afectado por dos situaciones delicadas: su escasez en buena parte del territorio y la gran intensidad de utilización del agua disponible (28,7%), una de las más altas de la O.C.D.E. Las extracciones de agua se aproximan a los 31.000 hm<sup>3</sup> anuales,

CUADRO I. Estado de la depuración de aguas residuales en España

Tipo de tratamiento	Municipios con más de 10.000 habs.		Municipios con menos de 10.000 habs.		Total municipios	
	Habitantes	%	Habitantes	%	Habitantes	%
Primario	5.156.711	18	741.273	7	5.897.984	15
Secundario	15.159.730	52	1.959.413	20	17.119.143	44
Sin conectar	8.598.134	30	7.292.908	73	15.891.042	41
TOTAL	28.914.575	100	9.993.594	100	38.908.169	100

Fuente: *Inventario de instalaciones depuradoras de aguas residuales*. MOPT, 1992. Elaboración propia.

el 28% de los cuales se destina a usos urbanos e industriales y el resto a usos agrarios.

El proceso de alteración y pérdida de calidad se agudiza a medida que los núcleos de población dejan de depender de sus ríos para el abastecimiento de agua; a la vez éstos han ido convirtiéndose en cómodos depósitos para las aguas residuales de distinto origen, con unas consecuencias pésimas tanto para la calidad del agua como para los organismos vivos que en ella habitan; los sistemas de tratamiento de aguas residuales se van implantando progresivamente, pero aún no con la suficiente celeridad. Por otra parte, la propia estructura urbana crea dificultades para las redes de alcantarillado y las aguas que reciben, y contribuye a incrementar los efectos nocivos sobre los ríos. Pensemos, por ejemplo, que las superficies impermeables de la ciudad concentran la escorrentía, que llega a alcanzar caudales máximos en tiempos mínimos (MATEU, 1984); esta escorrentía, procedente de zonas asfaltadas, arrastra una mezcla de las sustancias contaminantes que normalmente se encuentran en las calzadas urbanas. También la participación de la industria en este problema es fundamental: las estimaciones oficiales señalan que provoca el 50% de la contaminación del agua, como consecuencia del elevado número de procesos industriales que incorporan este recurso básico como producto de uso permanente o materia prima esencial; por ejemplo, una tonelada de acero o de pasta de papel puede llegar a necesitar en su elaboración varios centenares de metros cúbicos de agua.

Así, mediante tales actuaciones, se mezclan con el agua elementos artificiales que alteran su función ecológica, y que pueden ser «residuos orgánicos», con un alto requerimiento en oxígeno y aceleradores de la eutrofización (ejemplo en los ríos Oria, Urumea, Besaya, Fluvia, etc, degradados por las sustancias procedentes de las fábricas de celulosa y pasta de papel); o «residuos inorgá-

nicos y minerales», como el plomo, el mercurio, el cadmio o el níquel, que incrementan el nivel de salinidad del agua y le confieren un alto índice de toxicidad. La consecuencia inmediata es que, en la actualidad, la calidad las *aguas superficiales* españolas es descrita con un perfil no muy halagüeño (M.O.P.T., 1993; O.C.D.E., 1997), que podemos sintetizar en los siguientes rasgos:

1° Los parámetros en la medición general de la calidad del agua (por ejemplo oxígeno disuelto, pH, demanda bioquímica de oxígeno, nitratos de amonio y detergentes) que se controlan en 251 estaciones, han dado en 1994 estos resultados: el 25% de las estaciones presentó una calidad considerada como excelente o buena; el 36% fue mala o insuficiente; el 19% se situó en los parámetros medios y del 20% restante no se dispuso de datos fiables. En realidad estas cifras vienen a demostrar algo que se conoce genéricamente (COM. INTERMINISTERIAL, 1977), es decir, que muchos ríos españoles están contaminados, alcanzándose niveles preocupantes en las grandes concentraciones industriales y urbanas: el Ebro en los alrededores de Zaragoza, el Llobregat y algunos pequeños ríos de Cataluña, el Tajo entre Madrid y Toledo, el Guadalquivir en buena parte de su recorrido, numerosos tramos de las cuencas del norte, con abundante industria pesada y cuantiosos vertidos, etc.

2° Solamente en las cabeceras de las cuencas es posible encontrar, con carácter general, tramos donde las aguas se pueden utilizar para el abastecimiento con un simple tratamiento físico y desinfección.

3° La aptitud de las aguas para el baño está muy condicionada por los vertidos de ciudades e industrias, de manera que lo más frecuente es que aguas abajo de aquellas no resulten aptas.

4° En cuanto al riego, son muy pocas las aguas con peligros potenciales tan altos de salinización o alcalinización que lo impidan.

5° Atención especial merecen los fosfatos, ya que una concentración excesiva de estas sales significa la eutrofización y posterior contaminación de las aguas, cuya autodepuración es muy lenta. Los fosfatos que los ríos y embalses españoles reciben proceden, amén de las prácticas agrarias, de grandes centros urbanos e industriales, ubicados normalmente en los tramos medios y bajos de los ríos, donde las aguas han sufrido tratamientos incompletos, y, más recientemente, de núcleos rurales de los tramos altos, donde la instalación generalizada de agua corriente y alcantarillado ha ocasionado un aumento considerable del consumo de agua, cuya evacuación residual se concentra normalmente en un único desagüe al río próximo.

6° En términos generales, la calidad de las aguas de las cuencas mediterráneas es inferior a las aguas del resto de España, al disponer de menor caudal para la dilución de la contaminación.

Por otra parte las *aguas subterráneas* también han experimentado procesos contaminantes intensos en las últimas décadas (LLAMAS, M. R., 1982); según la información recogida en el avance del Plan Hidrológico Nacional, alrededor de cincuenta grandes acuíferos presentan problemas de contaminación. Es cierto que las causas básicas de los mismos están especialmente relacionadas con sustancias asociadas a las prácticas agrarias (fitosanitarios, fertilizantes, etc) y con la sobreexplotación y salinización de acuíferos en las zonas costeras (de hecho, en la mayor parte de Europa occidental no preocupa la cantidad de agua, pero sí la calidad de ésta, ya que los acuíferos comunitarios padecen una contaminación importante, derivada de una agricultura muy intensificada). Pero también las dinámicas urbano-industriales en sentido amplio están contribuyendo a la desnaturalización de las aguas subterráneas españolas; cada vez se conoce mejor la incidencia de los vertidos incontrolados de residuos domésticos e industriales sobre los acuíferos próximos, a través de procesos de lixiviado, de las conexiones entre río y acuífero, y de las fugas en la conducción de aguas residuales. En el caso de los efluentes industriales la toxicidad, bioacumulación y persistencia de algunas de las sustancias agrava la magnitud del problema; los vertidos industriales de los sectores petroquímicos, curtidos, textil, y metalúrgicos suelen incrementar los contenidos de metales pesados, tal como está sucediendo en las áreas más industrializadas vascas, catalanas y valencianas, o en los polígonos de Huelva, Algeciras, Cartagena, etc.

En España la contaminación del agua preocupa cada vez más debido a la escasez del recurso, y esta atención

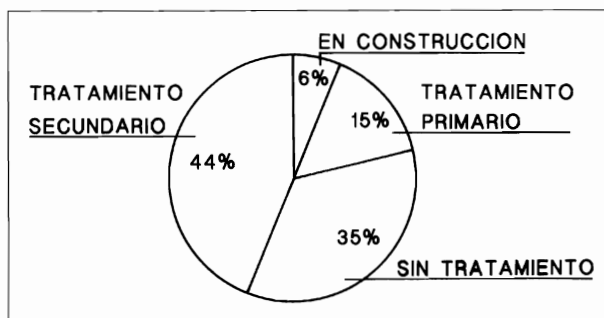


FIG. 1. Tratamiento del agua residual en España (% de población). Fuente: MOPTMA, 1994.

se está extendiendo a las tradicionalmente ignoradas aguas subterráneas, cuya importancia en modo alguno es baladí: abastecen aproximadamente al 30% de la población española y satisfacen las necesidades de la cuarta parte de la superficie agrícola regada. En este caso el enfoque preventivo es el único efectivo, ya que la alteración de las aguas subterráneas se detecta con mucho retraso, debido a la lenta dinámica de éstas y a la carencia de un sistema estable de control en nuestro país, de modo que es relativamente difícil, a posteriori, localizar e inculpar a los responsables de la agresión ambiental.

## II

### SITUACIÓN Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES. CONTRASTES TERRITORIALES

De partida las cifras globales son suficientemente ilustrativas del problema que estamos analizando. En España se contabilizan alrededor de 300.000 puntos de vertido, de los cuales 56.400 tienen carácter directo (a las aguas naturales) y el resto se canaliza a través de redes de alcantarillado y sistemas de depuración (ARCE, R. et al., 1996). Lógicamente los directos son causantes principales de los niveles actuales de contaminación de las aguas españolas; de éstos, 47.000 proceden de actividades productivas y el resto (9.400) son vertidos municipales. Aunque este tipo de vertido directo requiere de autorización previa, lo cierto es que, en 1994, sólo unos 13.000 contaban con ella, y la gran mayoría con carácter provisional.

#### 1. LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS

La situación de las aguas residuales urbanas es sumamente grave en España. A mediados de la década de

los noventa el 41% de la población no dispone de ningún sistema de depuración de sus aguas residuales, es decir, casi 16 millones de habitantes vierten sus «aguas negras» a los cauces sin tratamiento alguno, a través de los 9.400 puntos citados; afortunadamente, en los núcleos mayores de 10.000 habitantes se ha logrado reducir el porcentaje al 30%, pero en los de menor tamaño sobrepasa el 70% (Cuadro I). En cuanto al 59% de la población cuyas aguas son tratadas, hay que diferenciar entre el 15% que tiene únicamente un tratamiento primario<sup>1</sup> y el 44% restante que dispone de tratamiento secundario<sup>2</sup> (Fig. 1). Este lamentable estado no es privativo de España, aunque muchos países de nuestro entorno europeo gozan de porcentajes sensiblemente mejores: Alemania cuenta con tratamiento para el 86% de su población, Francia para el 77%, e Italia para el 61%. Las cifras españolas sobre niveles de depuración de aguas se comprenderán cabalmente si tenemos en cuenta que, en la práctica, no ha existido una estrategia global de control y depuración de las aguas españolas hasta 1991. Ese año se aprobó la directiva comunitaria 91/271, referente al tratamiento de las aguas residuales municipales, con el objetivo fundamental de proteger todas las aguas superficiales contra el deterioro causado por los vertidos provenientes tanto de aglomeraciones urbanas como de ciertas industrias.

El gobierno español, de cara al cumplimiento de la citada norma, ha emprendido la elaboración de un inventario diagnóstico de las «instalaciones de depuración de aguas residuales urbanas existentes», al que ha incorporado la información relativa a los «planes de saneamiento» que las distintas Comunidades Autónomas tienen en marcha. Precisamente la obligada realización de este inventario ha permitido confirmar el escalofriante dato del 41% de la población con aguas residuales sin depuración a que aludíamos antes; una estimación que si es comparada con el 82% de 1980, puede considerarse incluso excelente.

<sup>1</sup> Con el tratamiento primario se logra eliminar hasta un 65% de las partículas en suspensión y un 30% de la materia orgánica en las aguas residuales. Se utilizan métodos físico-químicos, como sedimentación, floculación, flotación, etc.

<sup>2</sup> El tratamiento secundario llega a eliminar hasta el 90% de sólidos y materia orgánica. La clave de su funcionamiento está en la aplicación de procesos biológicos, en los que juegan un papel destacado las bacterias y demás microorganismos presentes en las aguas residuales. En este dato estadístico se incluye el denominado tratamiento terciario, aplicado en un reducido número de depuradoras; su empleo implica que el agua finalmente es sometida a nuevos tratamientos físicos y biológicos que reducen la concentración de nutrientes (fósforo y nitrógeno).

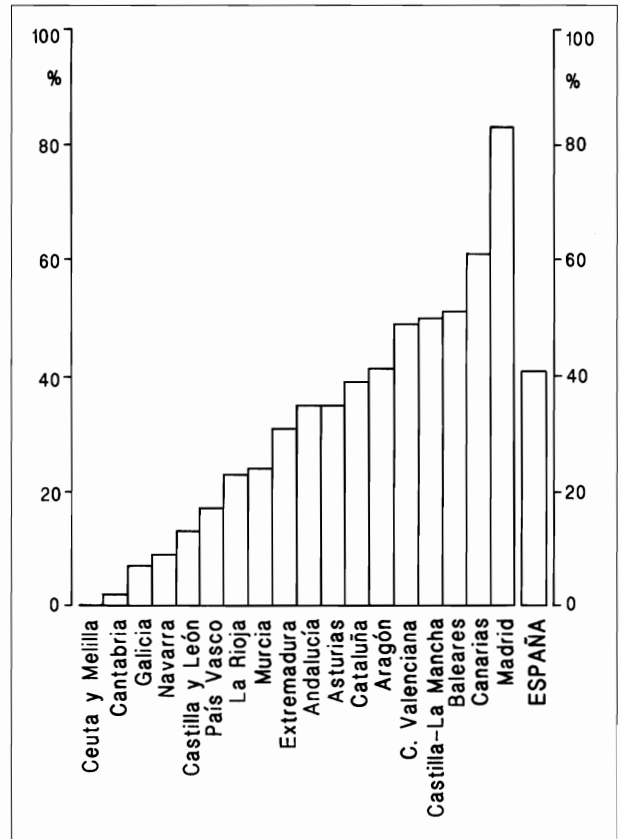


FIG. 2. La depuración en las Comunidades Autónomas, según la Directiva 91/271 CEE. Fuente: MOPTMA, 1994.

No obstante, es preciso distinguir entre población conectada a un sistema de depuración cualquiera y población con un tratamiento de sus aguas que sea «conforme», según los preceptos establecidos en la directiva 91/271/CEE, que exigen unos parámetros de calidad concretos. La aplicación de los nuevos criterios implica una valoración aún más negativa del estado de las aguas residuales españolas, porque del 59% de la población española conectada a sistema de depuración, sólo el 40,6% es estimado ahora «conforme» (Fig. 2), lo que da idea del esfuerzo necesario en materia de aguas residuales urbanas para alcanzar un tratamiento generalizado.

Por otra parte, este preocupante hecho se manifiesta de forma desigual en el territorio español. La realidad que presentan las Comunidades Autónomas es bastante dispar, lo que era de esperar considerando que se ha partido de una compleja situación, derivada de que tanto las tasas de conexión, como los niveles de tratamiento y las normas operacionales varían mucho de unas regiones a otras. La mayoría de los entes autonómicos no alcanzan

CUADRO II. Situación de los vertidos directos por cuencas hidrográficas

Cuenca hidrográfica	Nº vertidos municipales		Nº vertidos industriales		Total vertidos	
	Con permiso	Sin permiso	Con permiso	Sin permiso	Con permiso	Sin permiso
Norte	436	264	862	6.438	1.298	6.702
Duero	4.063	37	187	4.713	4.250	4.750
Tajo	1.248	52	98	4.602	1.346	4.654
Guadiana	564	36	168	4.232	732	4.268
Guadalquivir	456	144	2.420	3.980	2.876	4.124
Sur	206	44	72	2.678	278	2.722
Segura	229	21	97	653	326	674
Jucar	184	316	445	1.755	629	2.071
Ebro	682	518	415	13.185	1.097	13.703
TOTAL	8.968	1.432	4.764	42.236	13.732	43.668

Fuente: MOPTMA, 1994. Elaboración propia.

el porcentaje medio estatal de *tratamiento conforme* a que antes aludíamos (40,6%), y como casos extremos recordemos los de Ceuta (0%), Cantabria (2%), Galicia (7%), Navarra (9%), Castilla y León (14%) y País Vasco (17%). Es decir, las carencias más agudas se concentran en la España húmeda, donde a las dificultades estructurales de gestión (poblamiento muy disperso) hay que sumar la abundancia de agua, aspecto éste que puede explicar una menor sensibilidad y preocupación por las consecuencias de la contaminación hídrica. En el otro extremo, sólo seis Comunidades Autónomas superan el promedio nacional de *tratamiento conforme*, entre las cuales la gestión positiva está encabezada por Madrid (83%) y Canarias (61%), seguidas por Baleares (51%), Castilla-La Mancha (50%), Comunidad Valenciana (49%) y Aragón (41%). También es destacable el deficiente estado de algunas regiones muy pobladas como Andalucía y Cataluña, si bien es cierto que la segunda tiene en construcción infraestructura para dotar de saneamiento a un 40% más de población.

Sin embargo, a cualquier escala se constatan las carencias, y si reparamos en el conjunto de capitales provinciales, algunas como Huelva, Cádiz, Huesca, Teruel, León, Valladolid, Zamora, La Coruña, Pontevedra, San Sebastián y Logroño no contaban en 1992, año de elaboración del Inventario Nacional de Depuradoras, con sistemas de depuración, aunque entre ellas hay que hacer mención especial a Cádiz, La Coruña y Pontevedra que han venido utilizando emisarios submarinos para evacuar sus vertidos directamente al mar. La cuestión es ciertamente grave, incluso teniendo presente que buena parte de las anteriores cuentan ya con alguna so-

lución, o se encuentran en vías de obtenerla. No olvidemos que las consecuencias ecológicas de estos vertidos masivos y directos al mar son, en muchos casos, irreversibles.

## 2. LAS AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

La segunda dimensión del problema está relacionada con las *aguas residuales procedentes de la industria*, cuya situación varía mucho dependiendo de la localización y el género de la industria. La presión de los vertidos industriales ha sido muy fuerte en las cuencas septentrionales del País Vasco, Asturias y Galicia, con origen en los grandes complejos fabriles allí radicados. Por sectores industriales, merecen una singular atención las papeleras, con un enorme impacto ambiental por el empleo de cloro en el blanqueado del papel.

Con carácter general, y de acuerdo con la dimensión del establecimiento industrial, puede afirmarse que el tratamiento de estas aguas en las grandes instalaciones (multinacionales en la mayoría de los casos) es aceptable; sin embargo la pequeña industria presenta mermas considerables sobre todo en sectores como el agroalimentario y el ganadero, así como en regiones concretas (Andalucía, Castilla y León, Extremadura). El pésimo estado del sector industrial en su conjunto se vislumbra mejor si consideramos que sólo el 10% de los 47.000 vertidos directos de origen industrial cuenta con el preceptivo permiso (Cuadro II). Tendremos ocasión de volver sobre los defectos de la regulación actual de los vertidos directos.

### III UNA GESTIÓN INSUFICIENTE FRENTE A UN ANTIGUO Y EXTENDIDO PROBLEMA AMBIENTAL

Antes de pasar a comentar la estrategia reciente de lucha contra el deterioro del recurso hídrico a causa de los vertidos, creemos necesario recordar dos circunstancias aclaratorias básicas: nos referimos al complejo entramado institucional que rodea a la gestión del agua en nuestro país y, en segundo lugar, a los cambios normativos acaecidos desde 1985.

#### 1. UN MARCO INSTITUCIONAL COMPLEJO

Es preciso tener presente esta realidad a la hora de intentar comprender la deficiente situación de las aguas en nuestro país, así como las dificultades que encuentra la aplicación de las políticas correctoras necesarias; por ejemplo, el retraso en la aprobación del Plan Hidrológico Nacional. Administración Central, Consejo Nacional del Agua, Confederaciones Hidrográficas, Comunidades Autónomas, Entidades Locales y empresas privadas colaboradoras participan de una u otra forma en la gestión del recurso, dibujando un panorama verdaderamente intrincado; un rasgo que, con sus propias peculiaridades, comparten diversos países de nuestro entorno europeo (BARRAQUÉ, 1991).

La *Administración Central* tiene la responsabilidad de toda la política marco del agua: problemas de cantidad y calidad, redacción y seguimiento del Plan Hidrológico Nacional, supervisión de las Confederaciones Hidrográficas, etc. Estas funciones se ejercen en la actualidad a través del Ministerio de Medio Ambiente (Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas). El *Consejo Nacional del Agua* ejerce las funciones de órgano consultivo principal, en temas de trascendencia y alcance estatal. Forman parte del mismo representantes de los gobiernos central y autonómicos, confederaciones hidrográficas, y las organizaciones sociales, profesionales y económicas relacionadas con la gestión del agua. Las *Confederaciones Hidrográficas* son los grandes organismos gestores del agua en España. Elaboran los planes de cuenca, a partir de los cuales se diseña el Plan Hidrológico Nacional, y conceden los permisos necesarios para los distintos usos del agua (abastecimiento urbano, industria, agricultura, producción de electricidad, etc) y para los vertidos en aguas naturales. Asimismo son responsables de la seguridad de los embalses y de la protección de las

zonas de captación. Las *Comunidades Autónomas* realizan básicamente una labor de coordinación y apoyo, técnico y financiero, a los servicios municipales de abastecimiento de agua. Los *Ayuntamientos* tienen a su cargo el abastecimiento del agua potable y el tratamiento de las aguas residuales urbanas. En los casos de vertidos industriales en los sistemas de alcantarillado municipales también emiten los correspondientes permisos. Además del apoyo financiero de las restantes administraciones, cuentan para su gestión con tasas establecidas al efecto, que presentan grandes variaciones de unos a otros ayuntamientos. Otro componente del citado engranaje lo constituye la *participación de determinadas empresas privadas* que intervienen en los servicios de suministro de agua a las ciudades, bien en solitario (26% del abastecimiento de agua), bien en combinación con los ayuntamientos mediante empresas mixtas (el 2% del abastecimiento). Sin embargo, en materia de saneamiento de aguas residuales el papel del sector privado es poco importante.

#### 2. CAMBIOS NORMATIVOS ESPERANZADORES

La protección medioambiental de las aguas españolas adquiere un considerable respaldo jurídico desde mediados de la década de los ochenta, en virtud de dos circunstancias de extraordinario alcance. En primer lugar, en 1985 se promulga la nueva y controvertida Ley de Aguas, cuyo preámbulo recoge la necesidad de que el recurso esté disponible en cantidad y en calidad suficiente en función de las directrices de la planificación económica, de acuerdo con las previsiones de la Ordenación Territorial y en la forma que la propia dinámica social demanda. Entre las novedades de mayor trascendencia destacan las relativas a las aguas subterráneas, que pasan a integrarse en el dominio público hidráulico. La nueva ley se ve desarrollada por los Reales Decretos que aprueban el Reglamento de Dominio Público Hidráulico y el de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica. Además, el marco jurídico de protección de los recursos hidráulicos se ve complementado por la nueva normativa básica de impacto ambiental (Real Decreto 1.302/1986) y de Residuos Tóxicos y Peligrosos (Ley 20/1986).

En segundo lugar, y en paralelo a la anterior renovación legislativa, se produce la incorporación de España a la C.E.E. (1 de Enero de 1986), con la obligatoriedad de asumir las directrices comunitarias en materia de aguas.

Sin embargo, los problemas relacionados con la contaminación de las aguas persisten en nuestro país y en algunos casos presentan una magnitud preocupante, reconocida incluso desde la propia administración ambiental. En realidad los datos sobre niveles de tratamiento de las aguas no permiten establecer un diagnóstico optimista, como se desprende de las observaciones recogidas en el apartado anterior. La situación descrita, no obstante, es sustancialmente mejor que la existente a finales de los años setenta, como resultado de un conjunto de medidas adoptadas por la Administración española desde entonces. Éstas pueden ser agrupadas en tres categorías: las destinadas a obras de saneamiento, construcción de colectores y estaciones depuradoras; las dirigidas a intensificar la vigilancia sobre la calidad de las aguas en las diferentes cuencas, y, por último, las orientadas a controlar los vertidos a las aguas, tanto los que cuentan con autorización administrativa como los efectuados ilegalmente.

### 3. LAS INSTALACIONES DE DEPURACIÓN Y TRATAMIENTO

La dotación de este tipo de infraestructura debe ser un objetivo prioritario si se pretende frenar la contaminación del recurso hídrico. A las cuantiosas inversiones necesarias para la instalación de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (E.D.A.R.) hay que añadir los elevados costes de mantenimiento que éstas conllevan. Este último aspecto se pasó por alto en nuestro país a finales de los años setenta, cuando se construyó un considerable número de depuradoras que, al poco tiempo, quedaron fuera de servicio, debido a la imposibilidad de los ayuntamientos para sufragar los gastos anuales de su mantenimiento. Conviene tener presente que las modernas E.D.A.R. necesitan de personal especializado para controlar los procesos técnicos que incorporan y, asimismo, es notable la factura de energía, reactivos, instrumental, etc. De hecho, el mantenimiento anual de una depuradora puede ascender al 15% del coste de su instalación (BURDALO, S., 1993).

En 1992, tras la elaboración del ya citado «Inventario Nacional de Depuradoras de Aguas Residuales Urbanas», el número resultante de E.D.A.R. en servicio fue de 3.253, pero la mayor parte de ellas sólo ofrecía un tratamiento primario (2.007), algo más de la tercera parte lo posibilitaba de tipo secundario, y únicamente veintisiete disponían de tratamientos más avanzados o terciarios. Otro problema radica, como antes apuntába-

mos, en que muchas de estas estaciones no satisfacen las normas de emisión exigidas, y otras no están bien dimensionadas y son incapaces de absorber las aguas residuales que les llegan.

En los últimos años los planes de saneamiento de las Comunidades Autónomas han contemplado como acción prioritaria la inversión en E.D.A.R., además de la renovación o adaptación de las existentes a los requisitos de la norma europea. Los resultados han sido muy dispares, como cabía esperar tras los comentarios efectuados antes sobre la realidad regional, de manera que hoy los contrastes entre autonomías en materia de capacidad de tratamiento de aguas residuales son extremos, ofreciendo una imagen preocupante y difícilmente comprensible en el seno de un mismo Estado. El nuevo Plan Nacional de Saneamiento y Depuración, apadrinado y financiado parcialmente por el gobierno central, quiere ser, como explicaremos posteriormente, un instrumento equilibrador de la desigual situación actual.

En definitiva, gracias a la directiva comunitaria repetidas veces citada ha sido posible conocer con precisión las necesidades en instalaciones de saneamiento que España tiene; el diagnóstico, pues, está hecho. A medio plazo la solución al problema dependerá de la capacidad de gestión e inversión de los poderes públicos.

### 4. LA VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS

El esfuerzo por ampliar la depuración del vertido se complementa con la vigilancia de la calidad de las aguas en los diferentes tramos de la red hidrográfica, al objeto de detectar con rapidez las alteraciones graves y determinar su origen. Hasta 1973 España no contó con un sistema nacional para controlar la calidad de las aguas continentales; ese año se inició la denominada Red COCA (Red de Control de las Aguas Superficiales), basada en el análisis periódico de las aguas de cada cuenca, en determinados puntos estratégicos. Según datos de 1992 la red llegó a contar con 444 estaciones de muestreo, alguna de las cuales analizaba hasta 44 parámetros distintos. Progresivamente esta red se vio complementada con otras dirigidas a controlar diversos aspectos como los caudales en evitación de avenidas (Red Oficial de Estaciones de Aforo, ROEA), o las aguas superficiales destinadas estrictamente a producción de agua potable (Red COAS), o los puntos con vertidos más importantes (Red de Control de Vertidos), entre otras. Sin embargo, los defectos de diseño y de eficacia de es-



CUADRO III. Nº de expedientes sancionadores por vertidos no autorizados (1989-1994)

Cuenca hidrográfica	1989	1990	1991	1992	1993	1994	Total de expedientes
Norte	124	147	157	177	276	166	1.047
Duero	637	312	—	420	366	239	1.974
Tajo	90	370	360	343	226	578	1.967
Guadiana	212	102	147	235	221	32	949
Guadalquivir	225	264	—	280	218	231	1.218
Sur	103	118	—	394	38	15	668
Segura	92	172	—	—	155	401	820
Jucar	175	181	270	906	484	103	2.119
Ebro	110	157	147	125	259	97	895
TOTAL	1.768	1.823	1.081	2.880	2.243	1.862	11.657

Fuente: MOPTMA, 1995.

tas redes han sido numerosos y, en consecuencia, desde 1991 la estrategia de control y vigilancia de las aguas continentales españolas se ve abocada a un cambio profundo, como consecuencia de las carencias puestas de manifiesto durante la década anterior y ratificadas por la directiva 91/271; entre ellas destacan las siguientes: escasa adecuación y aplicación de otras directivas anteriores; deficiencias en las redes de control de algunas cuencas hidrográficas; inexistencia de una red de alerta automática y de una red sistemática de control de las aguas subterráneas, y, finalmente, una gestión obsoleta de los datos referidos a calidad de las aguas.

La racionalización del sistema español pasa ahora por la unificación y mejora de las distintas redes de control existentes, de cara a establecer criterios similares en todas sus cuencas hidrográficas, a partir de los recogidos en la normativa comunitaria. Con esta finalidad se ha creado recientemente la denominada Red ICA (Red Integrada de Calidad de las Aguas), que consta aproximadamente con un millar de estaciones de muestreo periódico (EMP), doscientas estaciones de muestreo ocasional (EMO) y otras doscientas estaciones automáticas de alerta (EAA). Como estandarte tecnológico de apoyo a la nueva red de control se ha diseñado el Proyecto SAICA (Sistema Automático de Información de Calidad de las Aguas), de alcance nacional y dotado con la tecnología punta necesaria, incluidas las prestaciones del satélite HISPASAT; no en balde el presupuesto previsto para el SAICA es de 10.000 millones de pesetas. El centro principal de proceso de datos del SAICA puede recibir información directamente, vía satélite, tanto de los centros de proceso habilitados en cada cuenca, como de las estaciones de alerta automática, convirtiéndose en un instru-

mento ágil y rápido de comunicación. En teoría permitirá disponer de un diagnóstico sistemático sobre la calidad de las aguas superficiales, multiplicará las posibilidades de acceso y manejo de la información obtenida, y, sobre todo, hará posible un control más estrecho de los vertidos que se realicen a los cauces.

Por último, otro avance cualitativo en la planificación consiste en que ahora el «diagnóstico de calidad» de los distintos tramos evaluados es múltiple, es decir, se establece el grado de idoneidad del agua para los diversos usos potenciales, por el siguiente orden: producción de agua potable, baño, vida piscícola, cría de moluscos, uso recreativo, regadío y uso industrial.

##### 5. RACIONALIZACIÓN Y MEJORA DE LOS VERTIDOS

Junto con las actuaciones diseñadas para la depuración de aguas residuales urbanas y la vigilancia de la red hidrográfica, es preciso fijar la atención en la regulación de los vertidos que diariamente se siguen evacuando en los diferentes cauces españoles. La cuestión de los vertidos directos a los cursos de agua ha contado con el beneplácito oficial durante décadas. Una Orden de 1949 sobre regularización de vertidos de aguas residuales clasificó los cauces en: protegidos, vigilados, normales e industriales; en la práctica esto vino a suponer una disponibilidad de cursos de agua industriales en los que se toleró cualquier grado de contaminación, al no exigirse establecimiento de sistema depurador alguno.

Este problema hoy no ha desaparecido del todo, debido en gran parte a la insuficiencia de instalaciones de



saneamiento de aguas residuales urbanas y, también, al hecho de que no se ha encontrado un destino final idóneo para parte de los residuos que generan algunas actividades industriales, agroindustriales en buena medida; su reconocimiento y aceptación son claros en la Ley de Aguas vigente, texto que en su art. 69 posibilita el vertido de aguas y productos residuales susceptibles de contaminar las aguas continentales, siempre y cuando se disponga de la preceptiva licencia administrativa. Lamentablemente el vertido directo autorizado no debe entenderse como excepcional, a tenor de los datos recogidos en el Cuadro II.

La única contrapartida positiva de los vertidos autorizados ha venido siendo la existencia de un canon que los grava, regulado por la Ley de Aguas en su art. 105, y destinado a la protección y mejora del medio receptor de cada cuenca hidrográfica. En la práctica la recaudación por este concepto se torna insuficiente para cubrir los objetivos reseñados, entre otras cosas porque muchos ayuntamientos e industrias no lo abonan; y una actuación prioritaria de la Administración hidráulica en estos momentos es la revisión del canon. Son destacables algunas iniciativas autonómicas —como las efectuadas en Cataluña, Galicia, Asturias, Navarra, Madrid, Valencia e Islas Baleares—, que han creado un canon propio de saneamiento, cuya recaudación va dirigida a la construcción de instalaciones depuradoras; éste se aplica a todo vertido que se efectúa a las aguas naturales.

Pero, en paralelo a las autorizaciones citadas, continúan realizándose numerosísimos vertidos ilegales (la estimación oficial los cifra en 44.000: el 15% de todos los municipales más el 90% de los de origen industrial). En la línea de combatir este extendido problema se han destacado medidas recientes como la colaboración entre las Comisarías de Aguas y el Servicio de Protección de la Naturaleza de la Guardia Civil, la modernización de los laboratorios de control de las Comisarías de Aguas, una mayor dotación de vehículos y guardería fluvial, etc, amén del comentado proyecto SAICA. De éstas y otras actuaciones da cuenta el volumen de expedientes sancionadores tramitados, cuyo número en el período 1989-1994 ha sido de 11.657, con la distribución por cuencas que recoge el Cuadro III; obsérvese que Júcar, Duero y Tajo son las más sancionadas, en contraste con Segura, Sur, Ebro y Guadiana, con un volumen menor de expedientes, siempre por debajo del millar en el período de referencia. Sin embargo, esta última cuenca concentra las sanciones más cuantiosas, que en conjunto ascienden a casi mil millones de pesetas.

Es de interés, asimismo, reparar en la evolución de las sanciones en los últimos años; su descenso continuado puede ser consecuencia de nuevas y positivas circunstancias: por ejemplo, el aumento de la cuantía de las sanciones por vertido ilegal, que ahora pueden ser de hasta 75 millones de pesetas, y el hecho de que la indemnización por daños al dominio público hidráulico ya no tiene límite; este panorama está inclinándose al sector industrial a invertir en instalaciones depuradoras en lugar de decantarse por contaminar y pagar una irrisoria multa, práctica que ha sido muy frecuente en España; otra circunstancia positiva reside en la progresiva, aunque lenta, concienciación del sector empresarial respecto de los problemas medioambientales en su conjunto.

Ahora bien, pese a esta tendencia esperanzadora, el excesivo número de vertidos ilegales y la fragilidad de un sistema que otorga permisos provisionales que, de hecho, se convierten en definitivos, ha obligado recientemente a reorientar la estrategia seguida en los últimos años. Así, la aprobación de un nuevo Real Decreto (484/1995) sobre Medidas de Regulación y Control de Vertidos, trata de superar el vacío legal existente y ordenar definitivamente los vertidos, especialmente los de origen industrial, mucho menos controlados hasta el momento. En virtud de este nuevo texto legal se habrán de producir a corto plazo sustanciales modificaciones en el procedimiento tradicional de los vertidos; por ejemplo, se anulan todas las antiguas autorizaciones provisionales de vertidos otorgadas a empresas que no tenían sistemas de depuración y superaban los límites de contaminación fijados, y se exige a las empresas que aún no tienen permiso para realizar vertidos que regularicen su situación en breve plazo y conforme a los requisitos estipulados en el nuevo Real Decreto; de otra parte se pretende ahora regular estrechamente las autorizaciones concedidas, puesto que sólo tendrán una vigencia de cuatro años, y serán renovables previa revisión de instalaciones de depuración y composición de los vertidos, que será efectuada por una «empresa colaboradora» reconocida y especializada. Finalmente la nueva norma contempla una línea de ayudas económico-financieras para la implantación, muy costosa, de los sistemas de depuración. Además el sector industrial puede acceder a distintas subvenciones con cargo a fondos comunitarios, estatales y autonómicos.

Indudablemente, de lo apuntado se desprende que se abre una nueva etapa en el seguimiento y control de los vertidos a los cauces naturales, con unos objetivos muy considerables y, por lo mismo, de difícil consecución.

## IV

## PERSPECTIVAS A MEDIO PLAZO PARA EL PROBLEMA DE LA CONTAMINACIÓN HÍDRICA DE ORIGEN URBANO-INDUSTRIAL

Hemos tenido ocasión de recordar el alcance de un problema capital en el panorama medioambiental español. Los niveles de contaminación hídrica son cualitativa y cuantitativamente importantes; la proporción de aguas residuales sin tratar es mucho mayor de lo aceptable, y los contrastes regionales son de tal magnitud que cuestionan incluso la existencia de una política ambiental de carácter estatal. A modo de recapitulación, recordemos los problemas esenciales que, a pesar de la gestión reciente, mantienen hoy nuestras aguas residuales, algunos de los cuales ya han sido apuntados en las páginas precedentes:

1º Reducidos niveles medios de «tratamiento conforme» (de acuerdo con las disposiciones comunitarias) y persistencia de situaciones regionales, provinciales y municipales extremadamente deficientes.

2º Redes urbanas de saneamiento y estaciones depuradoras obsoletas, con escapes a las aguas freáticas e incapacidad para tratar los volúmenes actuales de aguas residuales.

3º Los vertidos de las industrias escapan mayoritariamente al control ambiental. No se cumple la normativa relativa a emisiones, el número de vertidos no autorizados es abrumador, y no se pagan los cánones establecidos para buena parte de los vertidos autorizados.

4º Inexistencia o insuficiente cumplimiento de las ordenanzas municipales que regulan el vertido al alcantarillado.

5º No se dispone de un destino idóneo para el importante volumen de fangos procedentes de la depuración de aguas residuales, lo cual es preocupante teniendo en cuenta que, a partir de 1998, la normativa comunitaria prohíbe su vertido a las aguas superficiales.

6º Se desconoce con precisión el alcance de los vertidos urbanos e industriales, es decir, sus efectos negativos globales sobre las aguas superficiales y subterráneas. La escasez de evaluaciones científicas periódicas es patente.

Las causas básicas del panorama descrito son hoy suficientemente conocidas y las medidas necesarias para corregirlas se encuentran diseñadas parcialmente e, incluso, presupuestadas. En lo referido a actuaciones concretas hemos apuntado en páginas anteriores las principales de entre las llevadas a cabo hasta 1995, ya que a

partir de esta fecha las perspectivas del problema que nos ocupa dependerán especialmente de la capacidad de gestión y coordinación de los poderes públicos (y, dentro de éstos, del grado de implicación de las corporaciones locales), de la participación de los sectores industriales —no se olvide que la estrategia óptima pasa por la «prevención»— y del omnipresente escollo presupuestario. En definitiva, sólo si estos tres factores-clave se desenvuelven con una extraordinaria eficacia en los próximos años podrán alcanzarse los ambiciosos objetivos perseguidos; de lo contrario, estaremos asistiendo a un nuevo fracaso en la política ambiental española. Las metas a medio plazo aparecen recogidas en dos grandes instrumentos planificadores que actuarán en este ámbito: el esperado *Plan Hidrológico Nacional* y el reciente *Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de las Aguas Residuales (1995-2005)*.

La obligatoriedad de elaborar un Plan Hidrológico Nacional viene recogida en la Ley de Aguas vigente, a pesar de lo cual no ha sido posible alcanzar un consenso definitivo entre los agentes implicados, si bien es cierto que en 1993 se presentó el primer documento completo para su revisión y debate. Como gran texto marco se espera de él que ponga las bases para resolver los grandes problemas que rodean a la calidad del agua y corrija las deficiencias en la gestión de los recursos hídricos en todos los aprovechamientos relacionados con éstos (FUND. MAPFRE, 1994).

En el año 1995 fue aprobado el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales que esencialmente persigue coordinar la estrategia nacional para el cumplimiento de la directiva de la Unión Europea (91/271) relativa al tratamiento de las aguas residuales de núcleos de población. Las tareas de coordinación se ven completadas con acciones concretas encaminadas a potenciar la infraestructura que exige el saneamiento de las aguas residuales en territorio español; de hecho, a partir del colosal coste estimado para el cumplimiento de los objetivos marcados (en torno a dos billones de pesetas para la década de referencia) la partida dirigida a instalación de nuevas depuradoras sobrepasa la mitad de tal cifra (Cuadro IV). El gasto estipulado es, sin duda, espectacular y más aún si lo consideramos sólo como un capítulo del gran conjunto de macroinversiones previstas para abordar, a medio plazo, los grandes procesos de degradación ambiental que hoy afectan a nuestro país (residuos sólidos, contaminación atmosférica, erosión y deforestación, etc). No obstante, la estimación económica no es exagerada y se limita a reflejar la cuantía precisa para poder ejecutar las me-

didadas que la directiva ha impuesto —la exageración, si acaso, se encuentra en las pretensiones de la norma comunitaria— con la intención de alcanzar los siguientes logros:

Fase 1: Antes de 1998 habrán de contar con depuración de sus aguas residuales todas las aglomeraciones urbanas con más de 10.000 habitantes-equivalentes, en zonas calificadas como sensibles<sup>3</sup>.

Fase 2: Antes del año 2000 todas las aglomeraciones con una población superior a 15.000 habitantes-equivalentes, emplazadas en cualquier zona del Estado.

Fase 3: Antes del año 2005 el resto de las aglomeraciones afectadas por la directiva 217/91.

Pero no sólo habrán de realizarse las nuevas infraestructuras de saneamiento y depuración en zonas donde no existían, sino que el alcance del Plan se amplía a otras actuaciones, igualmente necesarias y costosas: ampliación y rehabilitación de los sistemas colectores y emisarios; modernización de las instalaciones obsoletas, con renovación y adaptación a las nuevas y mayores cargas contaminantes que se están produciendo; incorporación de tratamiento secundario en la mayoría de las instalaciones españolas de depuración, que sólo cuentan con procesos primarios, e, incluso, mejoras para reducir el impacto ambiental de las E.D.A.R. (ruidos, olores, impacto visual, etc).

No obstante, las dificultades para la consecución de los grandes objetivos planteados en el Plan no son sólo de orden financiero. Creemos que el cambio de mentalidad de los poderes municipales —especialmente en las pequeñas poblaciones— será la clave del éxito, pues en la jerarquía actual de las inversiones locales el gasto en mejora medioambiental no disfruta todavía de un lugar prioritario en muchos casos, y no olvidemos que del coste global estimado el Estado aportará como máximo un 25%. De cualquier modo, a tenor de la magnitud de las metas perseguidas, se entiende perfectamente que el Plan haya sido calificado como uno de los mayores compromisos de protección ambiental puestos en marcha en España (MARTÍNEZ CISCAR, 1995).

CUADRO IV. *Inversiones previstas en el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración (1995-2005)*

CONCEPTOS DE INVERSIÓN	MILLONES DE PESETAS
Colectores	795.591
Estaciones depuradoras	1.012.089
Emisarios submarinos	89.305
Desarrollo tecnológico	10.000
TOTAL	1.906.985

Fuente: MOPTMA, 1994.

Finalmente, como complemento del anterior se preparan diversos planes para reforzar el control de los vertidos industriales a los cauces naturales, con la pretensión básica, pero muy complicada, de mejorar el sistema actual de descarga de aguas residuales industriales. Una pieza clave de la estrategia a seguir consiste en implicar a las propias empresas en la medición y control de los vertidos, pero incluso con esta colaboración, la pésima situación de las aguas residuales industriales hace necesarias inversiones próximas al billón de pesetas, que vendría sumarse a los dos billones presupuestados en el Plan de Saneamiento.

## V

### CONSIDERACIONES FINALES

Si bien son llamativos y alarmantes algunos de los indicadores que hemos expuesto para ilustrar el alcance del problema (el 60% de la población española sin un tratamiento adecuado de sus aguas residuales, 47.000 vertidos directos ilegales, etc), en nuestra opinión preocupan aún más la escasa atención que se ha prestado a esta cuestión, tanto desde ámbitos políticos como científicos.

Es cierto que la situación heredada del desarrollismo comportó una pésima gestión de las aguas residuales, pero también es incuestionable que el ritmo de las intervenciones correctoras en los últimos veinte años ha sido demasiado lento, considerando el avance socioeconómico global alcanzado por este país. No podemos ser conformistas en este terreno: las instalaciones de tratamiento residual se han multiplicado, pero igualmente ha crecido el volumen de los residuos emitidos, así como su poder contaminante, cuyos efectos además han sido poco estudiados en ámbitos concretos.

Nos preocupa particularmente el estado actual de la gestión administrativa del agua residual, y en general de todos los residuos, puesto que una vez conocido el fra-

<sup>3</sup> Se consideran zonas sensibles los lagos de agua dulce y otros medios de agua dulce, estuarios y aguas costeras que sean eutróficos o que pudieran llegar a serlo en un futuro próximo, incluida la red de embalses, así como las zonas de alto valor ecológico. A tenor de la amplia red española de embalses, con un nivel alto de eutrofización, y del extenso espacio natural protegido en España, ha resultado finalmente un amplio catálogo de zonas sensibles, elaborado por el MOPTMA y remitido a la Unión Europea, lo que supondrá la realización de un esfuerzo hercúleo para alcanzar la meta de esta primera fase.

caso de la Administración pre-autonómica y la incapacidad del tándem Ministerio-Ayuntamientos para solucionar el problema, hoy nos encontramos con unas actuaciones mediatizadas por las Comunidades Autónomas que, a tenor de lo expresado en el análisis, han derivado en situaciones de clara disparidad territorial, quizás provocadas por la respectiva capacidad financiera o de gestión de cada autonomía, por la distinta sensibilidad ambiental del gobierno regional en ejercicio, o por las relaciones entre éste y el poder central.

En otro orden de cosas, nos inquieta sobremanera el enfoque filosófico que subyace en la gestión española dirigida a combatir tanto éste como otros grandes problemas medioambientales. Lo esencial de aquélla se sostiene permanentemente en la redacción de ambiciosos documentos teóricos, bien en forma de normas legislativas o de macroplanes, en la creencia de que cuanto más extendido esté el problema mayor debe ser el catálogo de objetivos a lograr y más costosa su ejecución; tal vez sea una forma de tranquilizar la conciencia política porque, a posteriori, no importa demasiado que, pasados los años, las previsiones no se hayan cumplido. Creemos que se ha instalado en la Administración ambiental la preferencia por las políticas de buenas e ingentes intenciones, antes que la aspiración a alcanzar resultados efectivos y concretos, por modestos que éstos sean. La prueba palpable de este proceder la encontramos también en las aguas residuales: a la corrección constante de las actuaciones diseñadas (estaciones depuradoras, redes de vigilancia, regulación de los vertidos, etc) se incorpora la publicación del referido macroplán de saneamiento con inversiones de dos billones de pesetas sólo para aguas municipales. Resulta evidente que, en otro contexto, una apuesta de estas características se-

ría loable, pero es incomprensible e irreal en el marco español actual; pensemos que ha sido necesaria la promulgación de una directiva comunitaria para que la Administración española se movilizara en este campo; es decir, se va a remolque y en cumplimiento de una obligación, no por iniciativa propia, y, en consecuencia, la planificación efectuada ha sido precipitada, podría decirse que orientada a «cumplir el expediente». Así se explica que se propongan unas metas tan ambiciosas como imposibles, cuya consecución depende de frágiles compromisos con los ayuntamientos, profundamente endeudados y con un amplio catálogo de problemas ambientales por resolver, y con los sectores industriales, cuyos pequeños y medianos establecimientos se encuentran escasamente sensibilizados y soportan graves limitaciones financieras; sin olvidar la necesidad de una inversión billonaria, en años presididos por el ajuste presupuestario y el freno del déficit público.

Finalmente otro ingrediente a revisar del pensamiento dominante en la gestión ambiental española es la tendencia a luchar contra la degradación ambiental corrigiendo en lo posible el deterioro causado, en lugar de insistir en evitar la aparición del problema o, al menos, la proliferación del mismo. Este comportamiento es evidente en el caso de las aguas residuales, donde los esfuerzos e inversiones en E.D.A.R., colectores, redes de vigilancia y control, etc, contrastan con la escasa atención prestada a las estrategias preventivas dirigidas a la sensibilización de los sectores ciudadanos y empresariales implicados en el asunto. Bien es cierto, no obstante, que podemos esperar un cambio de giro a esta dinámica si se refuerzan las directrices de carácter preventivo que a lo largo de la presente década se han ido incorporando a la política medioambiental española.

## B I B L I O G R A F Í A

- ARCE, R., DOMÍNGUEZ, R., MENNITI, S. y otros (1996): *El medio ambiente en España*, Madrid, Escuela de Organización Industrial-Mundi Prensa, 223 págs.
- BARRAQUÉ, B. (1991): «Los municipios y la gestión del agua en algunos países europeos», *Ciudad y Territorio*, nº 88, 3-14.
- BURDALO, S. (1993): «Depuración y limpieza», en *El agua en España. Monográfico de la Revista del MOPT*, nº 411, 192-203.
- CASTILLO MARTÍN, A. (1986): «Las aguas residuales urbanas en Andalucía», *Revista de Estudios Andaluces*, nº 7, 51-60.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1990): *Libro Verde sobre el Medio Ambiente Urbano*, Bruselas, Comisión de las Comunidades Europeas, 59 ff.
- COMISIÓN INTERMINISTERIAL DE MEDIO AMBIENTE (1977): *La contaminación en cauces públicos*, Barcelona, Laia, 251 págs.
- FIESTA, J. A. y otros (1989): *Nuevas perspectivas en la depuración de aguas residuales*, Madrid, C.S.I.C., 13 págs.
- FUNDACIÓN MAPFRE (1994): *Estudio del estado del sector medioambiental en España*, Madrid, Ed. Mapfre, 110 págs.
- LLAMAS MADURGA, M. R. (1982): «Aspectos generales de la contaminación de las aguas subterráneas. Situación en España», *Estudios Territoriales*, nº 5, págs. 125-136.
- MARTÍNEZ CISCAR, J. S. (1995): «El Plan Nacional de Saneamiento y Depuración, indispensable para el desarrollo sostenible», *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, nº 105, 497-502.
- MATEU BELLES, J. (1984): «El problema medioambiental de las aguas continentales», en VV.AA.: *Geografía y Medio Ambiente*, Madrid, M.O.P.U., págs. 133-182.
- M.O.P.T.; M.O.P.T.M.A., M.M.A. (varios años): *Medio Ambiente en España*.
- O.C.D.E. (1997): *Análisis de los resultados medioambientales*, España, París, O.C.D.E., 211 págs.
- RIGOLA LAPEÑA, M. (1989): *Tratamiento de aguas residuales industriales: agua de proceso y residuales*, Barcelona, Marcombo, 157 págs.