

## **4. Lucha contra la contaminación de las aguas subterráneas**

### **4.1. Introducción**

### **4.2. Métodos tecnológicos de lucha**

#### **4.2.1. Métodos preventivos**

#### **4.2.2. Métodos curativos**

### **4.3. Vigilancia de la calidad del agua subterránea**

### **4.4. Apreciación general de la situación en España**

## 4. LUCHA CONTRA LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

### 4.1. INTRODUCCION

Hasta el momento numerosos países, especialmente los que están en vías de desarrollo, se han preocupado fundamentalmente de los problemas derivados de la cantidad de agua disponible, olvidando que el factor "calidad" puede limitar o, incluso, anular la utilización de aquélla.

Infinidad de estudios evidencian cada día que la llegada de residuos de todo tipo al subsuelo conducirá a una contaminación progresiva, tal vez irreversible, de las aguas subterráneas. Téngase en cuenta a este respecto que las aguas subterráneas pueden ser, junto con el mar, el último receptor de la contaminación y que el poder autodepurador de los acuíferos es limitado y sólo eficaz en un margen reducido de condiciones físicoquímicas y biológicas.

Afortunadamente la experiencia adquirida en los últimos años ha conducido a un consenso cada vez más generalizado sobre la necesidad acuciante de una protección efectiva de la calidad como aspecto inseparable de la cantidad de agua subterránea disponible. La prevención, como hemos señalado repetidamente, es sin duda el mejor método de protección de la calidad y como tal debería ser potenciado al máximo.

Uno de los aspectos importantes de la contaminación que ha despertado la conciencia de la necesidad de protección de la calidad de las aguas subterráneas ha sido, sin duda, el de las implicaciones económicas derivadas de la contaminación.

Consideraciones sanitarias aparte, se impone cada día más la idea de los costes sociales, directos o indirectos, de la contaminación. La capacidad de recepción de residuos del subsuelo es un recurso importante que no puede ser deteriorado a bajo o nulo coste por parte del contaminador, en detrimento de los intereses públicos.

La incidencia económica de la contaminación de las aguas subterráneas proviene en gran medida de sus propias características: lentitud en su desarrollo, permanencia y carácter puntual que requieren medios de lucha complejos, a menudo sofisticados, lentos y muy frecuentemente onerosos cuando no económicamente prohibitivos.

Un aspecto primordial por su trascendencia es el de las implicaciones económicas de las normas de calidad, que condicionan el coste del agua ya desde el principio. Cuanto más estrictas sean estas normas mayores van a ser los costes del agua a consecuencia de los procesos de modificación de calidad a que ha de ser sometida para adecuarla a un uso determinado.

Es fácil imaginar la trascendencia económica de una situación de contaminación de aguas subterráneas si se piensa que éstas constituyen a menudo la única fuente de agua potable en amplias zonas.

Los costes por la contaminación de un acuífero atendiendo sólo al mantenimiento de las condiciones sanitarias, sin tener en cuenta la posible suspensión de otras actividades, pueden ser elevadísimos. Piénsese sólo en la necesidad de adoptar medidas de emergencia: utilización de agua embotellada o transportada en cisternas que, además de ser un remedio temporal y no absolutamente seguro, puede multiplicar los costes por 1.000; tratamiento de aguas residuales o creación de plantas de desalinización, cuando exista esta alternativa; limpieza del acuífero que exigiría bombeos para la extracción del contaminante y para evitar su propagación,... etc.

La lucha contra la contaminación exige, aparte de medidas a posteriori, medidas de gestión de calidad que llevan inherentes sus costes específicos. Esta gestión de calidad podría definirse como el conjunto de medidas a tomar para proporcionar agua de calidad adecuada a los diferentes tipos de usuarios. Esto implica la realización de estudios preliminares, construcción de estructuras de protección, mantenimiento de instalaciones, vigilancia de la calidad, etc., etc.

Aunque toda esta serie de medidas es evidentemente compleja y costosa, su coste puede ser moderado en relación con los beneficios que puede representar el no tener que acudir a remedios mucho más complejos y costosos, y a veces ineficaces, cuando una situación de contaminación se ha producido.

## **4.2. METODOS TECNOLOGICOS DE LUCHA**

Existen dos características esenciales en los procesos de contaminación de aguas subterráneas que es imprescindible tener en cuenta a la hora de adoptar decisiones sobre la protección del patrimonio hídrico subterráneo: la protección que para el acuífero representa la zona no saturada, y la dificultad de localizar y eliminar la contaminación una vez producida.

Es por ello que los métodos de prevención de la contaminación (actuaciones encaminadas a evitar la llegada a la zona saturada de los contaminantes, especialmente los no degradables) son mucho más eficaces que los métodos de curación (aquéllos que permiten mantener la contaminación apartada de los puntos de captación o que intentan eliminar el contaminante del acuífero). Estos métodos comprenden una serie de actuaciones que pueden resumirse como sigue:

### **4.2.1. Métodos preventivos**

Estos métodos en conjunto persiguen una triple finalidad:

- Evitar que el contaminante llegue al acuífero.
- Reducir su peligrosidad antes de que el contaminante alcance el acuífero.
- Limitar la cantidad de contaminante que llega al acuífero.

La primera finalidad puede conseguirse por:

- Ordenación espacial de las actividades contaminantes en áreas cuya vulnerabilidad haya sido previamente determinada.
- Establecimiento de perímetros de protección de calidad prohibiendo o limitando ciertas actividades especialmente en las proximidades de las captaciones o en las zonas de recarga de los acuíferos.
- Establecimiento de normativa de construcción y abandono de pozos, vía frecuente de contaminación directa de acuíferos.

- Impermeabilización, y control efectivo de la misma, en cuantos depósitos o almacenamientos de residuos constituyan una amenaza para el mantenimiento de la calidad del agua subterránea.
- Drenaje somero, especialmente en zonas de contaminación difusa como es la contaminación por nitratos en zonas agrícolas.
- Control de la inyección directa de residuos industriales o domésticos.
- Protección frente a la intrusión por limitación de caudales de bombeo como acción preventiva más eficaz.

La reducción de la peligrosidad de un contaminante antes de que alcance el acuífero puede lograrse a través de diferentes tratamientos de depuración artificial o natural del mismo (plantas de tratamiento o vertido en zonas con adecuado poder autodepurador).

La reducción de la cantidad de contaminante puede lograrse a través de reciclados, optimizando la aplicación de fertilizantes nitrogenados utilizados en agricultura y mediante vertidos controlados que limiten la producción de lixiviados, con drenajes adecuados, impermeabilización, etc.

#### 4.2.2. Métodos curativos

Cuando se ha llegado a una situación de contaminación de un acuífero, la protección de captaciones y el intento de eliminación del contaminante suele basarse en procesos de alteración del flujo subterráneo. Los métodos más usuales son:

- Modificación de bombeos, especialmente en zonas con problemas de intrusión marina o de acuíferos conectados con ríos contaminados.
- Barreras de presión o conjunto de pozos de recarga, modificando los gradientes de modo que se detenga el flujo de agua contaminada hacia los puntos de extracción.
- Barreras de depresión o conjunto de pozos de bombeo situados entre el foco contaminante y las captaciones a proteger.
- Intercepción y extracción, por bombeo, del contaminante. De dudosa eficacia, este método ha sido empleado en casos de fugas de hidrocarburos.
- Barreras subterráneas impermeables. Método técnica y económicamente viable en ocasiones muy favorables.

### 4.3. VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA

Aún a riesgo de resultar reiterativos, ha de recordarse de nuevo que la lucha contra la contaminación ha de comenzar con criterios de prevención, inútiles sin un sistema de vigilancia adecuado.

La Agencia de Protección Ambiental (EPA) define el término "vigilancia de la calidad del agua" como "un programa, científicamente concebido, de reconocimiento continuo que incluye muestreos directos y medidas indirectas de calidad, inventario de las causas de cambio actuales o potenciales así como análisis de la causa de cambios acaecidos y predicción de la naturaleza de los futuros cambios de calidad".

El objetivo principal de este tipo de programas es obtener cuanta información permita tomar las

decisiones adecuadas en cada caso, tanto de prevención como de control y lucha contra la contaminación.

En términos generales se pueden distinguir cuatro tipos de vigilancia de la calidad.

- Determinación de la tendencia general que permita conocer el estado de la calidad en relación con las normas de calidad así como definir el "fondo regional" de calidad.
- Detección de las fuentes contaminantes potenciales.
- Observación de las contaminaciones detectadas.
- Vigilancia y control de contaminaciones esporádicas.

Aunque en un programa de vigilancia de la contaminación pueden ser necesarias medidas directas de propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas del agua subterránea, normalmente se selecciona un pequeño número de parámetros específicos cuyo control en el espacio y en el tiempo se realiza en función del objetivo principal del programa.

Dadas las características de la contaminación de aguas subterráneas, el método directo de detección —toma de muestras— puede ser inadecuado por la frecuente escasa representatividad de estas muestras. La tendencia actual es la de evaluación de la contaminación a gran escala propugnada por la EPA (1974, 1975) que consiste en: definición de acuíferos, determinación de la calidad natural del agua en ellos, detección de fuentes o actividades potenciales de contaminación, definición de tipos de contaminantes y diseño, finalmente, del tipo de red de observación.

Los pasos a seguir en el diseño de una red de control (Gass, 1981) son:

- Identificación de la fuente de contaminación potencial o ya detectada y su extensión.
- Identificación de las características físicas, químicas y biológicas del agua a controlar.
- Evaluación de las características hidrogeológicas de la zona.
- Evaluación de la calidad natural del agua subterránea.
- Determinación de la movilidad del contaminante en la zona no saturada.
- Evaluación de las propiedades de atenuación del contaminante en la zona saturada.
- Delimitación de la extensión horizontal y vertical de la contaminación.
- Anteproyecto de la red de pozos de observación.
- Construcción de la red de observación.
- Operación de la red con las modificaciones y actualizaciones que cada situación concreta aconseje.

La densidad de la red de control, la distribución de pozos en ella, el número y tipo de parámetros a observar, los métodos de toma de muestras y la frecuencia del muestreo deben determinarse en función del objeto específico del programa de vigilancia y de las expectativas de desarrollo de la zona a que se aplique dicho programa.

#### 4.4. APRECIACION GENERAL DE LA SITUACION EN ESPAÑA

En la segunda Parte de este informe se resumen los datos relativos a la situación en calidad y contaminación de los acuíferos españoles, presentándose al principio de la tercera un resumen global para toda España.

Se ha considerado interesante recoger aquí una serie de puntos que relacionan la actual calidad de las aguas subterráneas españolas con los medios técnicos y legales puestos al servicio de su protección.

En general, cabe afirmar que en España y para un gran sector de la opinión pública, las aguas subterráneas son aún un recurso desconocido en cuanto a su yacimiento, explotación e importancia, aunque los recientes años de sequía han demostrado que, en aquellas regiones donde hay acuíferos, son la solución ideal para este problema de carencia circunstancial de agua, y los usuarios han empezado a tomar conciencia de ello.

Su situación escondida en el subsuelo, su carácter de bien apropiable por los privados y la falta de mecanismos de control administrativo, no han propiciado en absoluto la correcta protección y gestión de las aguas subterráneas.

El momento actual, no obstante, representa una etapa de transición entre el pasado, caracterizado por la acusada desatención (salvo casos puntuales) de los problemas de contaminación de los acuíferos, y un deseable futuro en el que la protección de las aguas subterráneas ha de alcanzar el nivel que corresponde a un recurso hidráulico que satisface no menos del 40% de las demandas del país para abastecimiento en agua potable a pueblos y ciudades.

En la actualidad (Porras, 1981-1983) existe una escasa conciencia de la situación en calidad y contaminación de los acuíferos en España; por otra parte, y salvo en casos muy especiales, las medidas legales preventivas y correctoras que podrían aplicarse a la contaminación de los acuíferos son, o inexistentes o inoperantes, en este último caso debido tanto a la imprevisión como al desconocimiento, falta de medios, y falta de tradición administrativa en la materia.

El Organismo Oficial que, desde su punto de vista de responsable de la investigación aplicada, ha prestado mayor atención al tema es el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), que desde 1974 desarrolla una serie de programas de estudio sobre evaluación de la calidad, situación de los problemas, inventario de focos de contaminación, recomendaciones preventivas, etc. De hecho, el presente informe pretende mostrar los resultados de dichos programas hasta el momento, al menos en el aspecto de evaluación de la situación y recomendaciones para el futuro.

Como se comprueba en el capítulo dedicado a la legislación, las herramientas jurídicas son muy pobres y su eficacia escasa. El principal problema de contaminación, la intrusión salina en acuíferos costeros, requiere mejores herramientas de control y gestión de las explotaciones, que únicamente podrían ser establecidas en una nueva Ley de Aguas, y aplicadas a través de una renovada y mejor dotada administración del agua, tanto a nivel estatal como autonómico.

No existe una planificación real de la protección de la calidad de las aguas, tanto superficiales como subterráneas; no obstante, en el caso de estas últimas, se dispone gracias a los estudios del IGME de prácticamente todos los datos básicos necesarios para programar su protección, que ha de llevarse a cabo a través de normativas a nivel nacional y de planes específicos para las diferentes cuencas o regiones.

La preocupación que cada día más se hace sentir por la protección de las aguas destinadas al consumo humano, de las que el subsuelo proporciona una parte importante, debe cristalizar en una legislación tanto a nivel del Estado como de las Comunidades Autónomas, que establezca planes efectivos de lucha contra la contaminación de los acuíferos.