

Mapas de vulnerabilidad y contaminación de las aguas subterráneas



SUMARIO

Para una adecuada protección de los recursos hídricos subterráneos hay que considerar que la mejor manera de eliminar los problemas es la de impedir la entrada de elementos nocivos en el agua subterránea. La prevención más eficaz es una adecuada ordenación del territorio que en el caso concreto de las aguas subterráneas se traduce en la realización de estudios geológicos, hidrológicos, hidrogeológicos y de fuentes potenciales de contaminación, para poder recomendar las áreas más adecuadas para la puesta en práctica de actividades potencialmente contaminantes.

Uno de los métodos utilizados para representar el peligro de contaminación de las aguas subterráneas, ha sido la realización de la cartografía de vulnerabilidad a diferentes escalas.

Palabras clave: Contaminación de aguas, aguas subterráneas, cartografía de vulnerabilidad.

JUAN ANTONIO LÓPEZ GETA[†]

Ingeniero de minas

LORETO FERNÁNDEZ RUIZ^{*}

Licenciada en Ciencias Geológicas

^{*} Dirección de aguas subterráneas del Instituto Tecnológico Geominero de España

INTRODUCCION

Las aguas subterráneas son un recurso hidráulico importante, del que dependen para abastecimiento urbano, agrícola e industrial grandes áreas del País. Así más del 30 por 100 de las demandas de agua para regadío, aproximadamente 5.000 hm³/a, se cubren con aguas captadas

de pozos y sondeos, mientras que en el caso de abastecimiento a núcleos urbanos, este porcentaje sube al 40 por 100, del orden del 30 por 100 de la población y el 70 por 100 de los núcleos urbanos, lo que demuestra su gran importancia y la necesidad de su protección frente a la contaminación.

Siguiendo la definición de la Ley de Aguas de 2 de Agosto de 1985 en su artículo 85, se entiende por contaminación del agua la acción y el efecto de introducir en esta materia o forma de energía o inducir condiciones que, de modo directo o indirecto impliquen una alteración perjudicial de su calidad, en relación con los usos posteriores o con su función ecológica.

Para una adecuada protección de los recursos hídricos subterráneos hay que considerar que la mejor manera de eliminar los problemas es la de impedir la entrada de elementos nocivos en el agua subterránea, es decir que en este caso como en tantos otros es preferible prevenir que curar. La prevención más eficaz es una adecuada ordenación del territorio, que en el caso concreto de las aguas subterráneas se traduce en la realización de una serie de estudios geológicos, hidrológicos, hidrogeológicos y de fuentes potenciales de contaminación, para poder recomendar los puntos o áreas más adecuados y menos peligrosos para la puesta en práctica de actividades potencialmente contaminantes.

La vulnerabilidad o susceptibilidad de un acuífero a la contaminación va a ser función de:

— Naturaleza del terreno, entre la superficie del suelo y el acuífero: Zona no saturada. Si el acuífero es cautivo o profundo la protección es muy buena (acuíferos poco vulnerables) y si esta zona está constituida por rocas fracturadas y/o karstificadas o depósitos aluviales con el nivel freático poco profundo, el acuífero es muy vulnerable.

— Naturaleza del acuífero. Zona saturada. Un medio finalmente granular está mejor protegido que un medio de gravas gruesas o de rocas fisuradas, en los que los contaminantes se pueden desplazar con facilidad a distancias considerables.

— Flujo del agua subterránea. Los contaminantes se mueven según las líneas de flujo del agua, con cierta dispersión. En un área de posible contaminación, un nivel piezométrico bajo, previene la llegada de contaminantes a las aguas subterráneas, frente a zonas donde el nivel piezo-

Las aguas subterráneas son un recurso hidráulico importante, del que dependen para el abastecimiento urbano, agrícola e industrial grandes áreas del País. Así mas del 30 por 100 de las demandas de agua para regadío, aproximadamente 5.000 hm³/a, se cubren con aguas captadas de pozos y sondeos, mientras que en caso de abastecimiento a núcleos urbanos, este porcentaje sube al 40 por 100, del orden del 30 por 100 de la población y el 70 por 100 de los núcleos urbanos, lo que demuestra su gran importancia y la necesidad de su protección frente a la contaminación.

métrico se encuentre próximo a superficie.

— Naturaleza del contaminante, en cuanto a su facilidad de absorción, degradación, fijación, precipitación, etc., según sea el carácter del medio.

— Características del medio y del agua en cuanto a pH y potencial de oxidación-reducción.

Uno de los métodos utilizados para representar el peligro de contaminación de las aguas subterráneas por actividades y/o instalaciones potencialmente contaminantes, ha sido la realización de cartografía de vulnerabilidad a diferentes escalas, con el fin de orientar respecto a las zonas donde los acuíferos corren peligro de contaminación, estos se encuentran mejor protegidos o no existen.

CARTOGRAFIA DE VULNERABILIDAD Y CONTAMINACION

Desde la década de los 60, los Servicios Geológicos de Europa y Esta-

dos Unidos emprendieron los estudios encaminados a la protección de los recursos hídricos subterráneos de sus territorios utilizando para ello diversas herramientas que se han ido perfeccionando a lo largo del tiempo.

Una de las técnicas utilizadas comúnmente por todos ellos ha sido la realización de cartografías de vulnerabilidad y contaminación, tanto de una manera sectorial, en función de la problemática de una zona concreta o de la instalación de una actividad potencialmente contaminante, como a nivel regional o nacional para dar una visión de conjunto de la vulnerabilidad de las formaciones acuíferas incluidas en su territorio.

Como ejemplos de lo anteriormente expuesto, podemos mencionar los mapas de vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación desarrollados por el B.R.G.M. francés a partir de 1970. En una primera fase, se realizó el mapa 1:1.000.000 de toda Francia y en una segunda siete mapas, cinco de ellos a escala 1:250.000 y dos a 1:50.000.

El Geological Survey de Holanda, ha desarrollado una cartografía relativa a las concentraciones de nitratos en su territorio a escala 1:100.000, con el que se trata de predecir los efectos que sobre el medio ambiente puede ocasionar las prácticas agrícolas. En él se distinguen zonas con concentración comprendidas entre los siguientes rangos (0-25 mg/l, 25-50 mg/l >50 mg/l) y la desnitrificación que en ellos se produce. Esta cartografía es recomendable para la delimitación de perímetros de protección de captaciones para abastecimiento urbano.

Por otra parte, el Servicio Geológico de Austria, desarrolla a escala 1:50.000 mapas en los que indica la problemática que por la instalación de industrias potencialmente contaminantes se pueden ocasionar sobre las aguas subterráneas utilizables.

En España, el Instituto Tecnológico Geominero desarrolló en el año 1972, una cartografía de vulnerabilidad a nivel nacional. Posteriormente, y con el fin fundamental de proteger las aguas subterráneas frente a vertidos en superficie, inició la realización a escala 1:50.000 de los Mapas de Orientación al Vertido de Residuos Sólidos Urbanos, continuando con la cartografía de vulnerabilidad por vertidos sobre el terreno a escala 1:200.000 provincial. A continuación se pasa a describir de manera detallada la metodología aplicada para el desarrollo de estas cartografías, sus objetivos y alcance.

MAPAS DE ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

Objetivos y carácter del mapa

Los mapas de orientación al vertido de residuos sólidos van dirigidos, en principio, y de acuerdo con la Ley a las autoridades encargadas de la ordenación del territorio y medio ambiente, así como a las Comisiones Provinciales de Servicios Técnicos, y, a través de ellas, a las autoridades locales y provinciales, siendo su objetivo fundamental, ofrecer una orientación respecto a las zonas donde las aguas subterráneas corren peligro de contaminación y aquellas otras en las que los mantos acuíferos se encuentran mejor protegidos, o no existen, y en las cuales el desarrollo de actividades contaminantes y específicamente el vertido de residuos urbanos es menos peligroso para este importante recurso subterráneo.

El mapa tiene un carácter orientativo y los criterios empleados en su preparación consideran exclusivamente la protección de la calidad de las aguas subterráneas, especialmente las destinadas al abastecimiento urbano.

La selección de un lugar determinado para establecer en él un vertedero, requiere el estudio de una serie de factores tales como topografía y volumen útil, distancias y accesos, material de recubrimiento, propiedad de los terrenos, dirección del viento, ecología y paisaje, contaminación de las aguas de superficie y subterráneas, etc.: en el mapa que se presenta sólo se ha considerado este último aspecto y por lo tanto, el mapa ofrece información de uno solo de los factores mencionados.

Composición general del mapa

El documento gráfico se compone de un mapa básico a escala 1/50.000 ó 1/100.000, según la complicación de la zona, al que se acompañan, en la misma hoja, cuatro mapas complementarios a escala 1/200.000 (o bien 1/400.000 si el mapa básico es a escala 1/100.000).

En el mapa básico se definen tres zonas:

- 1.º grupo: Zonas desfavorables al vertido (zonas muy vulnerables).
- 2.º grupo: Zonas que requieren estudios complementarios.
- 3.º grupo: Zonas favorables al vertido.

Para una adecuada protección de los recursos hídricos subterráneos hay que considerar que la mejor manera de eliminar los problemas es la de impedir la entrada de elementos nocivos en el agua subterránea, es decir que en este caso como en tantos otros es preferible prevenir que curar. La prevención más eficaz es una adecuada ordenación del territorio, que en el caso concreto de las aguas subterráneas se traduce en la realización de una serie de estudios geológicos, hidrologicos, hidrogeológicos y de fuentes potenciales de contaminación, para poder recomendar los puntos o áreas más adecuados y menos peligrosos para la puesta en práctica de actividades potencialmente contaminantes.

Desde estas últimas se marcarán los puntos especialmente adecuados, si es que se han realizado estudios que lo permitan.

También en este mapa han de aparecer los pozos, manantiales y son-

deos utilizados para abastecimiento doméstico y si se dispone de la información suficiente, los puntos donde actualmente existen vertederos de residuos sólidos e incluso aquéllos donde se viertan otra clase de residuos.

Los cuatro mapas complementarios a escala reducida son los siguientes:

- Mapa hidrogeológico esquemático.
- Mapa de situación y volumen de las captaciones de agua subterránea.
- Mapa de calidad presente de las aguas subterráneas.
- Mapa de profundidad respecto del suelo de la superficie piezométrica.

La realización de estos mapas ha de considerarse como auxiliar y secundaria, su objetivo es poder comprender mejor la subdivisión en distintas zonas del mapa básico.

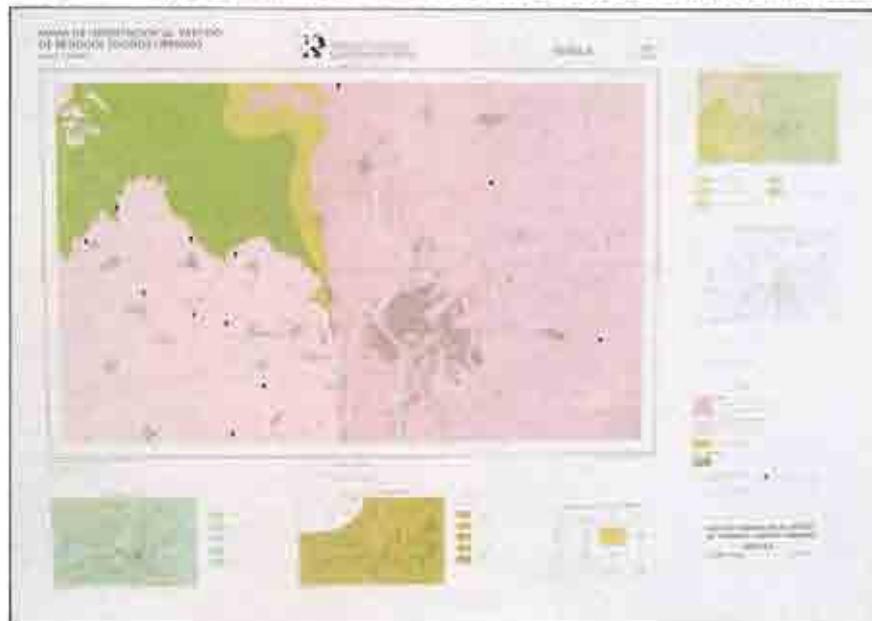
Mapa básico

En este mapa se delimitan fundamentalmente tres zonas (Fig. 1):

1.º grupo. Zonas desfavorables al vertido

Es decir, aquéllas donde el vertido de residuos sólidos urbanos puede ocasionar problemas de contaminación de las aguas subterráneas utilizables, dada la vulnerabilidad del manto acuífero.

FIGURA 1. Mapa de orientación al vertido de residuos sólidos urbanos E: 1/50.000.



Se pueden considerar dentro de este grupo las siguientes:

A) Áreas de afloramiento de formaciones permeables por fisuras que contengan mantos acuíferos utilizables. Generalmente se trata de las zonas de recarga en calizas o dolomías, en las cuales los contaminantes originados en la superficie circulan con rapidez y sin depuración hacia el manto acuífero, arrastrados por las aguas de infiltración. La profundidad a la que se encuentre el nivel piezométrico no interviene, en este caso. En este apartado pueden incluirse otras formaciones muy permeables y donde el agua circula rápidamente, no necesariamente fisuradas, tales como calizas o calcarenitas karstificadas, etc.

B) Áreas donde los materiales mencionados en el apartado A) no afloran directamente, pero su recubrimiento no es lo suficientemente protector.

Puede tratarse de áreas en las que las calizas o dolomías se encuentren bajo aluviones, suelos vegetales, terrenos más modernos margosos o arenosos, etc.

C) Llanuras, valles o cubetas aluviales o de otro tipo, bajo las cuales existan mantos acuíferos aprovechables, libres o semicautivos, en formaciones permeables por porosidad intergranular (gravas, arenas, etc.) en los que la zona no saturada, no puede proporcionar la suficiente protección frente a la contaminación.

D) En lo que respecta a los ma-

teriales utilizados como fuentes de abastecimiento, ha de considerarse también un perímetro de protección a partir de criterios semejantes a los anteriores.

2º grupo. Zonas que requieren estudios complementarios

De entrada hay que convenir que estas zonas podrían denominarse tanto favorables, como desfavorables en principio, en ambos casos a falta de estudios complementarios. Incluso, dependiendo de la situación particular de cada región, pueden coexistir ambas en el mismo mapa.

Dentro de este grupo se pueden considerar las siguientes zonas:

A) Áreas de carácter semejante a las de B) del primer grupo, pero con un recubrimiento que puede considerarse como protector, es decir calizas y dolomías fisuradas recubiertas de materiales impermeables o de permeabilidad relativamente baja, cuyos espesores permiten suponer una protección del manto acuífero que se encuentra en las formaciones fisuradas infrayacentes. En lo que respecta a espesores cabe repetir lo que ya se indicó anteriormente: cada región presenta sus particularidades y será necesario establecer criterios especiales en cada caso.

Estos estudios complementarios serían, por ejemplo, un análisis de los cortes de los sondeos existentes, perforación de sondeos para toma de testigos, pruebas de permeabilidad, análisis en detalle del empleo del agua subterránea en el entorno, modelos de predicción de la evolución de la calidad del agua, campañas de muestreo, etc.

B) Terrenos de carácter semejante a los descritos en C) del primer grupo pero con una zona no saturada cuyo espesor proporciona una cierta protección. Se trata de acuíferos libres o semicautivos en formaciones porosas (porosidad intergranular) en los que la superficie piezométrica se encuentra relativamente profunda. En casos de duda conviene denominar estas zonas como desfavorables en principio, aunque también hay que considerar el empleo del agua subterránea. Es importante no olvidar que, de acuerdo con lo expuesto en D) del primer grupo se recomienda considerar estas zonas como notablemente desfavorables cuando la densidad o importancia de los sondeos para abastecimiento urbano que en ellas existen así lo requiera.

En determinadas zonas existen acuíferos someros semicautivos, es decir, confinados por capas de por

ejemplo, limos arcillosos que, a pesar de tener una cierta permeabilidad vertical, mantienen el agua a presión. Los criterios de impermeabilidad, empleo del agua y profundidad de la superficie piezométrica deben aplicarse aquí como en otros casos semejantes, para determinar el encuadre de la zona bajo la que se dan estas circunstancias.

C) Zonas a priori vulnerables pero en las que el agua subterránea, tanto bajo las mismas, como gradiente abajo, no se utilizan ni utilizarán previsiblemente en el futuro para abastecimiento urbano.

La inclusión de este subgrupo entre las zonas que requieren estudios complementarios, requiere una explicación detallada, ya que su interpretación puede prestarse a confusión.

En este subgrupo C) se trata de reunir, por una parte, las zonas bajo las cuales el agua subterránea tiene ya una calidad tan irreversiblemente mala (zonas salinizadas por la intrusión, por ejemplo) que su empleo para abastecimiento doméstico, es y será imposible en el futuro; por otra parte, se incluyen aquellas zonas en las que no exclusivamente por razones de calidad actual, sino de situación en el esquema de flujo del acuífero, o bien situación geográfica, su utilización para abastecimiento es prácticamente imposible, o al menos muy improbable.

El hablar de la utilización futura del agua subterránea es arriesgado salvo en unos pocos casos muy claros (intrusión de agua del mar) y por eso, al considerar la posibilidad de incluir alguna zona en este subgrupo, conviene proceder con cautela; cualquier duda razonable, sobre todo si la calidad presente es adecuada para abastecimiento, debe traducirse en la inclusión de estas zonas en el primer grupo, es decir entre las áreas desfavorables.

Podrá argumentarse que las áreas bajo las que la calidad del agua subterránea es tan mala que no se pueda utilizar para abastecimiento podrían considerarse siempre como favorables al vertido, sin embargo, en ocasiones, esta mala calidad actual (o contaminación) no es irreversible, o bien los análisis de los que se dispone no son completos o fiables, o no existen, y entonces conviene mantener una cierta reserva, siempre posible al incluir estas zonas en este 2º grupo.

En determinados casos hay áreas vulnerables pero en las que el agua se utiliza solo para riego y donde no hay cerca pueblos que pudieran in-

Uno de los métodos utilizados para representar el peligro de contaminación de las aguas subterráneas por actividades y/o instalaciones potencialmente contaminantes, ha sido la realización de la cartografía de vulnerabilidad a diferentes escalas, con el fin de orientar respecto a las zonas donde los acuíferos corren peligro de contaminación, estos se encuentran mejor protegidos o no existen.

teresarse en captar aguas para abastecimiento. Este caso, sobre todo si la zona admite un desarrollo en base a los recursos subterráneos debería considerarse al menos como desfavorable en principio, a falta de estudios, e incluso completamente desfavorable si el agua es de buena calidad o bien si se riegan productos hortícolas a consumir en crudo.

Un caso semejante a este puede plantearse en las áreas de descarga (en la costa) de acuíferos en contacto con el mar, no salinizados aún.

Estas zonas pueden considerarse como favorables o desfavorables a falta de estudios según el grado de utilización de las aguas subterráneas.

D) Zonas poco estudiadas pero en las que en principio, no es imposible la existencia de captaciones para abastecimiento.

En cualquier estudio existen áreas, por razones muy diversas, generalmente por falta de interés aparente de los recursos en aguas subterráneas se han estudiado con menos detalle. Sería arriesgado considerar estas zonas como zonas favorables, sobre todo si en ellas existen algunos sondeos de captación, catalogados en el inventario, pero a los que no se ha prestado importancia. Aunque en la denominación de zonas que requieren estudios sean los de carácter puramente hidrogeológico, pues se supone que el conocimiento de la zona que se cartografía es bastante completo, es imposible evitar que haya áreas como las que se comenta, y que, evidentemente deben encuadrarse dentro de este grupo. Se recomienda, por razones de seguridad, calificarlas como zonas desfavorables en principio a falta de estudios.

3.º grupo. Zonas favorables al vertido

Estas zonas son las que, en definitiva, se van a recomendar como las más adecuadas al vertido de residuos sólidos urbanos, contemplado éste desde el punto de vista de la contaminación de las aguas subterráneas. El carácter de zonas protegidas frente a la contaminación no debe ofrecer ninguna duda, y debe continuar teniendo validez aun después de las posibles excavaciones u obras civiles (accesos, etc.) a las que un vertido pueda dar lugar.

Se pueden considerar dentro de este grupo tercero las siguientes áreas:

A) Afloramientos de formaciones impermeables bajo las que no existen mantos acuíferos utilizables.

B) Afloramientos de formaciones impermeables bajo las cuales existen

acuíferos cautivos utilizables, pero cuyo espesor y compacidad sean tales que hagan imposible la infiltración de agua desde la superficie al acuífero.

Como concepto de impermeabilidad es muy relativo, sobre todo en depósitos detríticos, únicamente en los casos en que exista un gran espesor comprobado de material impermeable y se conozcan bien las características del acuífero, se clasifica este tipo de área como favorable. En caso de duda conviene incluirla dentro del grupo 2º.

C) Zonas poco permeables donde, a pesar de que existan algunos pozos, las aguas subterráneas carecen de importancia, excepto en los casos en los que haya manantiales o pozos de abastecimiento.

D) Zonas bajo las cuales el agua subterránea se encuentra total e irreversiblemente contaminada, con cantidades totales de sales en disolución superiores a los 5.000 mg/l.

Por irreversible ha de entenderse que, dado el esquema de circulación del acuífero y el empleo del agua del mismo no es de prever, al menos en un plazo de unos 20 años que la calidad del agua subterránea se regenere a niveles inferiores a los 2.000 mg/l de sales disueltas. Este caso se da en zonas costeras con fuerte intrusión de agua del mar y con la superficie piezométrica por debajo del nivel del mismo.

En ocasiones, cuando los datos no sean fiables, o no sean suficientes, estas zonas pueden incluirse en el segundo grupo.

Mapas auxiliares

El objeto de este mapa es por una parte mostrar en esquema los afloramientos de las formaciones permeables e impermeables y por otra indicar las áreas bajo las que hay aguas subterráneas y las direcciones de circulación de las mismas. Para representar los afloramientos pueden seguirse los criterios y colores usados en el Mapa de Reconocimiento Hidrogeológico de España, a escala 1/1.000.000 del ITGE. Las zonas bajo las cuales hay aguas subterráneas y la dirección de circulación de ésta, pueden indicarse mediante mapas piezométricos, o mediante flechas indicando el sentido del movimiento. A este mapa, como a los demás auxiliares, no se les exige una precisión elevada, han de servir para comprender mejor el mapa básico. Como base topográfica basta representar los pueblos y algún río importante.

Sobre la base topográfica anterior, se marcarán mediante círculos negros de distinto diámetro, los sondeos de abastecimiento doméstico. El radio de cada círculo será proporcional al volumen anual de agua bombeada. En casos de gran concentración se agruparán varios pozos entre sí. En cada caso deberán establecerse intervalos de volúmenes anuales acordes con los valores absolutos del bombeo. Si se conocen previsiones de nuevos pozos o sondeos se dibujarán circunferencias de radio proporcional al volumen que se estime vaya a bombearse.

Basándose en los últimos análisis disponibles se dibuja un mapa esquemático con curvas de igual concentración con el total de sales disueltas de las aguas subterráneas.

Se representarán curvas isóbatas de la superficie piezométrica de los mantos libres o curvas isóbatas del techo de los acuíferos cautivos.

Memoria explicativa

Al mapa ha de acompañarse una memoria explicativa, cuyo objeto es especificar la utilidad del mapa y describir los criterios que se han seguido para la delimitación de las distintas zonas, proporcionando también los datos hidrogeológicos básicos en los que se basa esta delimitación.

En líneas generales, la memoria consta de los siguientes capítulos:

a) Introducción.

En España, el Instituto Tecnológico Geominero de España desarrolló en el año 1972, una cartografía de vulnerabilidad a nivel nacional. Posteriormente, y con el fin fundamental de proteger las aguas subterráneas frente a vertidos en superficie, inició la realización a escala 1:50.000 de los Mapas de Orientación al Vertido de Residuos Sólidos Urbanos, continuando con la cartografía de vulnerabilidad por vertidos sobre el terreno a escala 1:200.000 provincial.

FIGURA 2. Mapa hidrogeológico esquemático
E: 1/200.000.



FIGURA 3. Mapa de captaciones para abastecimiento
E: 1/200.000.



- b) Hidrogeología.
- c) Situación actual de los vertidos.
- d) Mapa de orientación.
- e) Conclusiones y recomendaciones.

CARTOGRAFÍA DE VULNERABILIDAD POR VERTIDOS SOBRE EL TERRENO

Objetivos y carácter del mapa

A los efectos de la Ley de Aguas, se consideran vertidos los que se realicen directa o indirectamente en los cauces, cualesquiera que sea la naturaleza de éstos, así como los que se lleven a cabo en el subsuelo o so-

bre el terreno, balsas, excavaciones, mediante evacuación, inyección o depósito.

Asimismo el Art. 94 y 256 del reglamento recoge «cuando el vertido pueda dar lugar a la infiltración o almacenamiento de sustancias susceptibles de contaminar los acuíferos o las aguas subterráneas, sólo podrá autorizarse si el estudio hidrogeológico previo demostrase su inocuidad».

El procedimiento para la obtención de la autorización administrativa exigida por los artículos anteriormente relacionados, se recoge en el Reglamento del dominio público hidráulico de la Ley de Aguas de 11 de abril de 1986, complementándose las normas en relación con las autorizaciones de

vertido de aguas residuales con la Orden 33.759 (BOE 30 Diciembre 1986).

Con el fin de contribuir al mejor desarrollo de la legislación anteriormente reseñada, el Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE), ha considerado de gran utilidad la determinación del riesgo previsible que pueden sufrir las aguas subterráneas utilizables por la realización de actividades y/o instalaciones susceptibles de contaminar, y en función de ello determinar las peculiaridades del estudio hidrogeológico exigido en cuanto a su alcance, precisión, técnicas a emplear, etc.

La intervención del ITGE en el expediente de autorización de un vertido (Art. 258 que viene recogido en el

FIGURA 4. Mapa de calidad de las aguas subterráneas
E: 1/250.000.

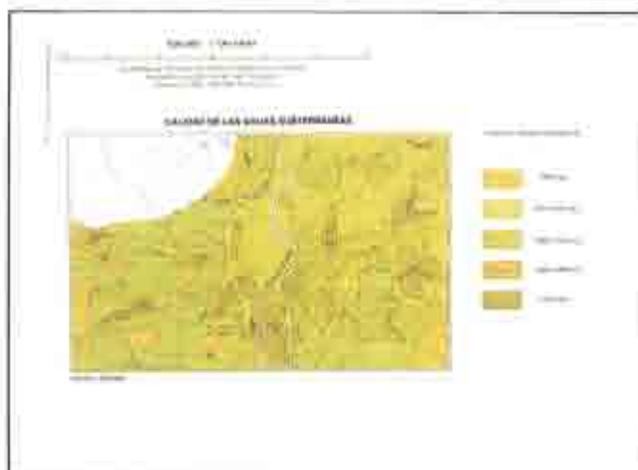


FIGURA 5. Mapa de profundidad hasta el agua
E: 1/250.000.



Reglamento del dominio público hidráulico) corresponde a la emisión preceptiva de un informe sobre el estudio hidrogeológico que debe presentar el solicitante cuando el vertido sea susceptible de contaminar los acuíferos.

Composición general del mapa

El objetivo fundamental de esta cartografía nacional de vulnerabilidad de los acuíferos subterráneos frente a la degradación por actividad o instalaciones potencialmente contaminante radica en la necesidad de poseer un instrumento que permita determinar el riesgo previsible de alteración de las aguas subterráneas ante cualquier tipo de vertido; y, en función de ello, poder establecer las líneas generales del estudio hidrogeológico exigido.

La escala general del trabajo ha sido 1:200.000. No obstante, dado lo reducido, en extensión, del País Vasco, las tres provincias que integran el mismo se presentan a escala 1:100.000 aunque con idéntica metodología y normativa.

Con toda la información recopilada de carácter litológico, geológico, tectónico, hidrogeológico e hidroquímico se ha pasado a delimitar dentro de cada provincia, las distintas zonas en función de su aptitud a permitir el paso de eventuales vertidos. Esta delimitación de zonas, no tiene que coincidir necesariamente con los límites de los sistemas acuíferos definidos en los PIAS ya que existen factores tales como profundidad del nivel del agua, cobertura, calidad del agua, etc. que permiten, en ocasiones, separar diversas zonas dentro de un sistema acuífero. En función de los parámetros anteriormente citados, se han individualizado distintas áreas que se agrupan en tres categorías según los previsible riesgos de vulnerabilidad. Estos son:

Zonas de riesgo previsible bajo

Se presenta en los mapas provinciales sin tramar. En este grupo se han incluido aquellas áreas que hidrogeológicamente pueden ser consideradas como impermeables o de muy baja permeabilidad. Puntualmente pueden incluirse en este grupo ciertas zonas de un acuífero que presentan aguas de calidad muy deficiente.

Zonas de riesgo previsible variable

Se presentan en los mapas provinciales con una trama poco densa

En este grupo se incluyen aquellas unidades hidrogeológicas constituidas por materiales permeables por porosidad intergranular o por fisuración y que se encuentran parcialmente protegidas o con un nivel piezométrico no muy superficial.

Zonas de riesgo previsible alto

Se presentan en los mapas provinciales con una trama muy densa.

En este grupo están comprendidas las unidades que son permeables por fisuración y karstificación y aquellos que están constituidos por materiales con porosidad intergranular en los que la zona no saturada están ausentes niveles menos permeables que impiden una protección suficiente.

También en este mapa se sitúan los principales manantiales de aguas minerales, se delimitan los espacios naturales de la provincia, así como zonas húmedas, lagunas y salinas.

Memoria explicativa

Esta cartografía va acompañada de una memoria en la que se describen las principales características geológicas e hidrogeológicas de la provincia, las zonas de riesgo frente a la contaminación y los criterios que se han seguido para su delimitación.

Asimismo se relaciona la catalogación de espacios protegidos y la legislación básica, española y comunitaria, relativa a vertidos.

La memoria consta de los siguientes capítulos:

- Introducción.
- Metodología.
- Rasgos generales de la provincia.
- Características de los acuíferos provinciales.
- Zonas de riesgo frente a la contaminación.
- Características de los informes para autorización de vertidos.
- Legislación sobre vertidos.
- Catalogación de espacios protegidos.
- Bibliografía provincial básica.

A continuación se pasa a describir con mayor detalle el apartado correspondiente a los informes de vertidos.

Características de los informes para la autorización de vertidos

El «Mapa de riesgo de contaminación de las aguas subterráneas por vertidos sobre el terreno» permita, con su visualización, estimar un or-

den de magnitud de la problemática específica de una actividad potencialmente contaminante sobre los acuíferos presentes en la zona en cuestión. A tal fin se definen tres tipos de informes básicos que se han denominado T-3, T-2, T-1, en función de que los posibles riesgos de contaminación fuesen altos, variables o bajos.

A continuación se exponen los tipos de estudios necesarios para cada uno de los casos.

Estudio recomendado para zonas de riesgo alto (T-3)

Características de vertido

— Se deberán definir las características físico-químicas del vertido, una vez realizados los eventuales procesos de depuración.

— Se especificarán, los volúmenes previstos a verter, así como las posibles variaciones temporales.

— Se detallará el sistema previsto de transporte entre el punto de producción y la zona de vertido.

Características del estudio hidrogeológico

— Cartografía hidrogeológica de la zona a verter y de su entorno, en una extensión suficientemente amplia como para mostrar los condicionantes hidrogeológicos, en función del tipo de vertido.

— Inventario de los puntos de agua en la zona de estudio, reflejando obligatoriamente los siguientes datos: Coordenadas geográficas del punto, altimetría, propietario, paraje, características de la obra (naturaleza, profundidad, diámetro), profundidad hasta el agua, niveles acuíferos atravesados, caudal de explotación, usos del agua y, si se dispone de ello, parámetros hidráulicos y análisis químicos del agua.

— Piezometría del acuífero sobre el que se solicita el vertido y específica del entorno del mismo, con el fin de predecir la dirección y dispersión de los contaminantes.

— Hidroquímica del acuífero en su estado más natural posible.

— Si existen cursos de agua superficiales, deberá tenerse en cuenta la evolución de los caudales a lo largo del tiempo y su relación con los acuíferos colindantes.

— Características y usos de las aguas del acuífero en el entorno del punto (abastecimiento, regadío, industria, etc.).

— Características hidráulicas de los acuíferos (permeabilidad, trans-

misibilidad, coeficiente de almacenamiento, etc.) lo cual, puede que haga necesaria la realización de algún ensayo de bombeo bien dentro del área solicitada o en su entorno más próximo.

— Si la circunstancia lo requiere, se podrá exigir la realización de una campaña de reconocimiento geofísico a fin de definir, con mayor precisión, la extensión en profundidad del acuífero e, incluso, la realización de algún sondeo mecánico para contrastar dicha investigación geofísica y poder valorar los datos de permeabilidad obtenidos de los ensayos de bombeo.

Análisis sobre la posible afección del vertido en las aguas subterráneas

— En función de los volúmenes y naturaleza del contaminante, se estudiará el impacto que pudiera producir éste sobre las aguas subterráneas, tanto a corto como a largo plazo. Para ello, cabe la posibilidad de establecer redes de control, que en cada caso habría que definir la distribución espacial y los parámetros a controlar.

— Si el vertido solicitado se ubica dentro de un Espacio Natural Protegido o en su área de influencia, habrá que tener en cuenta la legislación y normativa específica del mismo, lo cual podrá condicionar la autorización que por motivos exclusivamente técnicos no tendría inconvenientes.

Estudio recomendado para zonas de riesgo variable (T-2)

Este tipo de informe se solicitará en aquellos puntos que se ubiquen sobre la trama vertical de los mapas provinciales a escala 1:200.000 y deberá comprender, como mínimo los siguientes apartados:

Características de vertido

— Se deberán definir las características hidroquímicas del vertido una vez realizados los eventuales procesos de depuración.

Se especificarán los volúmenes previstos a verter, así como las posibles variaciones temporales.

— Se detallará el sistema previsto de transporte entre el punto de producción y la zona de vertido.

Características del estudio hidrogeológico

— Cartografía hidrogeológica de la zona a verter y de una extensión lo suficientemente amplia para mos-

trar las condiciones hidrogeológicas en función de las características del vertido.

— Inventario de puntos de agua en la zona de estudio, reflejando obligatoriamente los siguientes datos: Coordenadas geográficas del punto, altimetría, propietario, paraje, características de la obra (naturaleza, profundidad, diámetro), profundidad hasta el nivel del agua, niveles acuíferos atravesados, caudales de explotación, usos del agua y, si se dispone de ello, parámetros hidráulicos y análisis químicos del agua.

— Piezometría de la zona sobre la que se va a ubicar la instalación potencialmente contaminante con el fin de predecir la dirección y dispersión de los contaminantes.

— Hidroquímica del acuífero en su estado más natural posible.

— Si existen cursos de agua superficiales, habrá de tenerse en cuenta la evolución de los caudales a lo largo del tiempo y su relación con los acuíferos colindantes.

— Caracterización y usos del agua del acuífero en el entorno del punto (abastecimiento, regadío, industria, etc.).

— Características hidráulicas de los acuíferos. Eventualmente, si no se tienen datos, se deberá realizar algún ensayo de bombeo en las proximidades del punto de vertido.

Análisis sobre la posible afección del vertido en las aguas subterráneas

— En función de los volúmenes y naturaleza del contaminante, se estudiará el impacto que pudiera producir éste sobre las aguas subterráneas tanto a corto como a largo plazo.

— Si el vertido solicitado se ubica dentro de un Espacio Natural protegido, o en su área de influencia, habrá que tener en cuenta la legislación y normativa específica del mismo, lo cual podrá condicionar la autorización que, por motivos exclusivamente técnicos, no tendría inconvenientes.

Estudio recomendado para zonas de riesgo bajo (T-1)

Este tipo de informe se solicitará en aquellos puntos que se ubiquen en la zona no tramada de los mapas provinciales y deberá comprender, como mínimo, los siguientes apartados:

Características del vertido

— Se deberán definir las características físico-químicas del vertido

una vez realizados los eventuales procesos de depuración.

— Se especificarán los volúmenes previstos a verter así como las posibles variaciones temporales.

— Se detallará el sistema previsto de transporte entre el punto de producción y la zona de vertido.

Características de la nota técnica hidrogeológica

— Informe hidrogeológico de las inmediaciones del punto de vertido.

— Inventario de puntos de agua del entorno (pozos, sondeos, manantiales), especificando los posibles usos actuales de los mismos.

— Piezometría del acuífero, si esto es posible.

— Caracterización hidroquímica de las aguas subterráneas.

— Posible afección de las aguas superficiales sobre las aguas subterráneas.

— Caracterización y usos de las aguas subterráneas del acuífero en el entorno del punto (abastecimiento, regadío, industria, etc.).

— Si el vertido solicitado se ubica dentro de un Espacio Natural Protegido, o en su área de influencia, habrá que tener en cuenta la legislación y normativa específica del mismo, lo cual podrá condicionar la autorización que, por motivos exclusivamente técnicos, no tendría inconvenientes.

Con el fin de poder realizar una estimación, del posible impacto de las actividades contaminantes sobre las aguas subterráneas, se ha realizado en base a esta cartografía de Riesgos de contaminación de las aguas subterráneas por vertidos sobre el terreno (ITGE 1990) (Cuadro nº 1), donde puede observarse, tanto a nivel de comunidad autónoma como nacional, la distribución cuantitativa de las tres zonas indicadas y sus respectivos porcentajes.

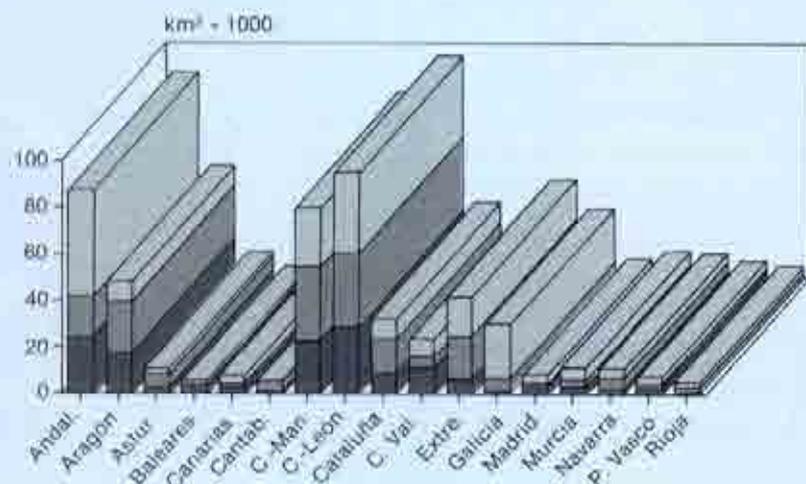
Es interesante resaltar, como en algunas Comunidades Autónomas, Aragón, País Vasco, Canarias, Baleares, Valencia y Madrid, más del 30% de su superficie son zonas de riesgo previsible alto, y como el conjunto de las zonas de riesgo previsible alto y medio, supone en el mejor de los casos el 23% de la superficie, representando en general en torno al 64% del territorio de la Comunidad, y en los casos de Cantabria y Baleares tiene un orden de magnitud del 90%; estas cifras dan idea del alto peligro potencial que supone la realización de vertidos incontrolados y su incidencia en la contaminación de las aguas subterráneas.

PERMEABILIDAD. NIVELES DE RIESGO. DISTRIBUCION POR CCAA

	Sup. Riesgo ALTO		Sup. Riesgo MEDIO		Sup. Riesgo BAJO		Superficie TOTAL km ²
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	
	Andalucía	24.618	26,21	17.083	19,58	45.584	
Aragón	17.040	35,76	22.472	47,16	8.137	17,08	47.649
Asturias	2.795	25,60	6.230	58,97	1.630	15,43	10.565
Baleares	4.077	81,31	232	4,63	705	14,06	5.014
Canarias	2.356	31,64	1.809	24,29	3.282	44,07	7.447
Cantabria	1.184	22,39	3.935	74,40	170	3,21	5.289
Castilla-L León	22.616	28,54	31.809	40,15	24.805	31,31	79.230
Castilla-La Mancha	28.109	29,84	32.079	34,06	34.005	36,10	94.193
Cataluña	8.341	26,08	15.368	48,05	6.274	25,87	31.983
Extremadura	6.194	14,89	18.676	44,80	16.732	40,22	41.602
Ga Galicia	944	3,20	5.801	19,68	22.732	77,12	29.477
Madrid	3.074	38,45	1.546	19,34	3.375	42,21	7.995
Murcia	3.115	27,57	2.930	25,89	5.272	46,56	11.317
Navarra	2.075	19,91	4.901	47,03	3.448	33,06	10.424
Valencia	11.114	47,69	4.922	21,12	7.269	31,19	23.305
País Vasco	2.379	32,76	1.652	22,75	3.230	44,48	7.261
Ri Rijsa	1.127	22,39	1.811	32,00	2.296	45,61	5.234
Total Nacional	141.068	27,93	173.056	34,27	190.923	37,80	505.047

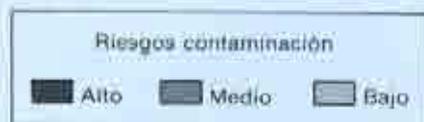
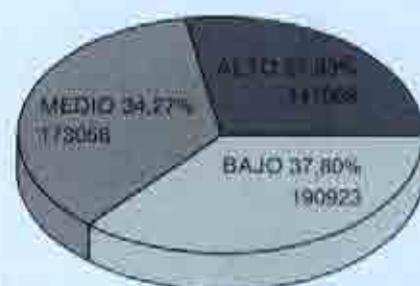
Permeabilidad: Niveles de riesgo

Distribución por CCAA



Distribución nacional

Superficie en km²



BIBLIOGRAFIA

Ley de los desechos y residuos sólidos urbanos. (42/1975).
Ley de aguas. (29/1985).

Mapas de orientación al vertido de residuos sólidos urbanos (publicación del ITGE). Varios años.
Mapas provinciales de riesgo de contaminación de las aguas subterrá-

neas por vertidos sobre el terreno. ITGE 1989.
Reglamento del dominio público hidráulico. (R. D. 849/1986).