

# MAPA DE ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

INCA HOJA 671

INSTITUTO GEOLOGICO  
Y MINERO DE ESPAÑA  
RIOS ROSAS, 23 - MADRID-3

Escala, 1:50.000



SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA

30080

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA**

**MAPA DE ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS  
SOLIDOS URBANOS**

**ESCALA 1:50.000**

**INCA**

SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA

Servicio de Publicaciones - Ministerio de Industria - Claudio Coello, 44 - Madrid-1

Depósito Legal M-7793-1979

---

Talleres Gráficos IBERGESA - Crta. de Burgos km 12,200 - Madrid

## *INDICE*

	<i>pág.</i>
<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS Y CARACTER DEL MAPA</b>	<b>3</b>
<b>3. HIDROGEOLOGIA</b>	<b>5</b>
<b>4. MAPA DE ORIENTACION</b>	<b>9</b>
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>12</b>

## 1. INTRODUCCION

Dentro de los trabajos que actualmente desarrolla el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) en el marco del Programa Nacional de Gestión y Conservación de los Acuíferos, se ha concedido un especial interés al estudio de la contaminación de las aguas subterráneas y de su protección, especialmente de las destinadas al abastecimiento doméstico.

Entre los diversos mecanismos de contaminación de las aguas subterráneas figura la infiltración en el terreno de los productos de lixiviación procedentes de los vertederos de residuos sólidos de origen urbano e industrial. En la Ley de desechos y residuos sólidos urbanos, de 19 de noviembre de 1975 (BOE, 21 noviembre, 1975), se considera que el IGME como organismo consultivo, en lo que respecta al emplazamiento de vertederos, "cuando las características del proyecto merezcan especial atención ante la posible contaminación de los recursos del subsuelo". En respuesta a esta consideración, el IGME, tratando de anticiparse a los problemas, ha emprendido el estudio de la vulnerabilidad de los mantos acuíferos frente a los agentes contaminantes vertidos en superficie, con objeto de orientar la selección de zonas de vertido.

El instrumento que se ha considerado más eficaz para representar de forma fácilmente comprensible, el peligro de contaminación de las aguas subterráneas a partir del vertido de residuos sólidos, ha sido el "Mapa de Orientación al Vertido", ejemplo de lo que las ciencias geológicas e hidrogeológicas pueden aportar al proceso de ordenación del territorio.

El programa de preparación de mapas prevé la cobertura de todas aquellas áreas del territorio nacional donde coinciden núcleos productores de residuos y mantos acuíferos subterráneos aprovechables. En una primera fase, y en razón a los estudios hidrogeológicos desarrollados desde 1972 por el Instituto Geológico y Minero de España dentro del Programa Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas, se van a cubrir las cuencas del Júcar, Segura, Sur, Guadiana, Guadalquivir e Islas Baleares.

Dentro de cada una de estas cuencas, en las que el agua subterránea representa una parte importante de los recursos hídricos totales, se ha llevado a cabo la selección de las zonas a cartografiar mediante criterios bien definidos: en primer lugar, se localizan los núcleos más importantes de población o las zonas industriales, como principales productores de residuos, tanto sólidos como líquidos. Se determina a continuación, y en base a los datos hidrogeológicos de los que se dispone, la situación de estos núcleos potencialmente contaminantes con respecto a los mantos acuíferos subterráneos de la región; se seleccionan para cartografiar aquellas áreas en las que la zona de influencia de los centros productores de residuos se superpone a áreas bajo las que existan aguas subterráneas utilizadas para abastecimiento o bien utilizables en el futuro. Normalmente, los límites del mapa se prolongan hasta distancias razonables del núcleo productor de residuos, pero en zonas de gran intensidad urbana e industrial, donde es de prever una gestión mancomunada de los residuos, se cubre toda la zona subdividiéndola en hojas parciales.

Este criterio de selección permite ahorrar esfuerzos y concentrar éstos en aquellos puntos donde realmente se van a presentar los posibles problemas. Este criterio permitiría controlar, si los

mapas se utilizasen adecuadamente, prácticamente el cien por cien de los problemas de contaminación de aguas subterráneas por vertidos de residuos sólidos urbanos de las grandes poblaciones situadas en las cuencas en estudio, y ello en base a una cartografía que no necesitará cubrir más de un 20 por ciento del total de la superficie hidrogeológicamente estudiada.

## **2. OBJETIVOS Y CARACTER DEL MAPA**

El mapa de orientación al vertido de residuos sólidos es un documento gráfico que aporta la necesaria información sobre uno de los aspectos a tener en cuenta en el proceso de planificación del uso del suelo; la contaminación de las aguas subterráneas; por lo tanto va dirigido, en general a los responsables de la toma de decisiones en este campo y, especialmente a las autoridades encargadas de la ordenación del territorio y del medio ambiente, así como a las Comisiones Provinciales de Servicios Técnicos, y, a través de ellas, a las autoridades locales y provinciales.

El objetivo fundamental del mapa es 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 sólidos urbanos es menos peligroso para este importante recurso subterráneo.

Los datos de base para la elaboración del mapa y su memoria explicativa, proceden de los estudios llevados a cabo por el IGME dentro del Programa de Investigación de Aguas Subterráneas (PIAS), así como del estudio Regional de Recursos Hidráulicos Totales de Baleares encomendado a los Ministerios de Obras Públicas, Industria y Agricultura y también de la información recogida en las actividades desarrolladas por el IGME para cumplimentar el Decreto 3382/73, aprobado una vez finalizado el Estudio Regional del Comité Interministerial. Estos datos básicos se han analizado y complementado desde el punto de vista de la contaminación mediante los necesarios trabajos de campo y gabinete.

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 sólo de los factores mencionados.

El hecho de que el título del mapa se refiera al vertido de residuos urbanos, no quiere decir que su utilidad quede restringida a este aspecto. Puesto que en él se pone de manifiesto la vulnerabilidad de los mantos acuíferos subterráneos frente a la contaminación iniciada en la superficie del terreno, el mapa puede servir también para estimar los peligros de degradación de la calidad del agua subterránea a partir de actividades tales como el vertido de aguas fecales, los pozos negros y fosas sépticas, etc. La eliminación de aguas residuales industriales mediante absorción por el terreno a partir de balsas, zanjas, pozos, etc, y el vertido de residuos sólidos industriales, requerirán en general un estudio específico de la composición de los residuos antes de determinar si el mapa puede utilizarse para orientar el vertido de tales residuos.

Cabe indicar también que la precisión del mapa es una función de la escala a la que ha sido dibujado. Esto quiere decir que la selección definitiva del emplazamiento de un vertedero requerirá un estudio complementario que, realizado a la escala adecuada en cada caso, confirme la idoneidad del emplazamiento elegido. A tal fin el IGME cuenta con el personal y medios necesarios.

Se describen a continuación las características hidrogeológicas y el empleo del agua en la zona, y se explican los criterios utilizados en la clasificación del terreno en áreas favorables o desfavorables. El informe se completa con las pertinentes conclusiones y recomendaciones.

### 3. HIDROGEOLOGIA

La superficie cubierta por la Hoja se divide muy claramente, según la diagonal SO-NE, en dos zonas de muy distinta naturaleza; en la mitad Noroccidental se encuentra la complicada tectónica de la Sierra Norte, mientras que en la Suroriental se extiende el Llano Inca-La Puebla, canal de comunicación topográfica entre el Llano de Palma al Sur, y la Bahía de Alcudia, al Norte.

Las precipitaciones, como es normal en un esquema llanura-cadena montañosa, varían desde 700 mm en el Llano hasta 1.200 mm en las cúspides de la Sierra (Masanella).

La carretera Palma-Alcudia es una importante vía de comunicación que atraviesa diagonalmente la Hoja, paralelamente a las estribaciones de la sierra. A lo largo de ella se orientan los pueblos de Benisalem, Inca, Campanet, La Puebla y Alcudia, todos ellos abastecidos mediante aguas subterráneas.

La zona del Llano de la Puebla es eminentemente agrícola, con un total aproximado de unas 5.000 ha de regadío, siendo satisfechas sus necesidades de agua por un total de unas 3.000 captaciones repartidas en una superficie aproximada de 350 km<sup>2</sup>.

Hidrogeológicamente existen en la Hoja dos zonas bien diferenciadas: el Llano Inca-La Puebla, que se extiende hacia el Suroeste, fuera de la Hoja, y la Sierra Norte, unidad que está representada en la zona por dos subsistemas acuíferos característicos de la litología y tectónica de la Sierra: las unidades de Ufanes de Gabellei-Ca'n Bajoca y la de Alaró.

El Llano Inca-La Puebla es uno de los cinco subsistemas que integran el Sistema Acuífero nº 77 "Depresión Central" según la denominación del Mapa de Síntesis de Sistemas Acuíferos del Instituto Geológico y Minero de España (1972) mientras que las dos unidades de la Sierra constituyen subsistemas del Sistema Acuífero nº 76 (Sierra Norte).

#### *LLANO INCA-LA PUEBLA*

Constituye la parte nororiental de la depresión central de la Isla de Mallorca, y queda limitado al Norte y al Oeste por las estribaciones de la Sierra Norte, al Sur por las margas burdigalienen-

ses impermeables de Santa Eugenia-Costix y al Este, prácticamente en el límite de la Hoja, por las mismas margas burdigalienses de Santa Margarita y por el acuífero de La Marineta, con el cual se conecta a través de una franja de unos 7 u 8 km de anchura comprendida entre Muro y el Mar.

Los principales niveles acuíferos identificados en el Llano de la Puebla son: de arriba abajo:

- Limos poco permeables con conglomerados. Cuaternario.
- Calcarenitas blandas muy karstificadas. Gran permeabilidad. Tortoniense.
- Calcarenitas y calizas bastante karstificadas. Helveciense.

Todos ellos se disponen subhorizontalmente.

En la zona de La Puebla los materiales cuaternarios están en inmediato contacto con las calcarenitas tortonienses subyacentes formando un acuífero único. El espesor saturado medio de este acuífero es de unos 20 m y el volumen de los materiales saturados es de unos 1.600 hm<sup>3</sup>.

El acuífero helveciense presenta abundantes cambios de facies a margas grises o blanquecinas. En las zonas en que aflora trabaja como acuífero libre, en el resto se presenta como confinado por las margas tortonienses o semiconfinado por los niveles poco permeables cuaternarios.

La calidad del agua en general es buena con resíduos secos de 1.000 a 1.400 mg/l, excepto en una zona antiguamente pantanosa, denominada La Albufera, constituida por limos y arcillas cuaternarios de baja permeabilidad, que determinan en su contacto con los acuíferos del Llano la aparición de una línea de fuentes.

La recarga anual media de los acuíferos de este sistema tiene lugar según las estimaciones siguientes:

- Infiltración directa del agua de lluvia 47-56 hm<sup>3</sup>
- Infiltración desde los torrentes Aumedrá, Sollerich, Masanella y San Miguel 6-10 hm<sup>3</sup>
- Excedentes de riego y pérdidas en las conducciones 12 hm<sup>3</sup>
- Flujo entrante de agua de los acuíferos colindantes 1 hm<sup>3</sup>

Las salidas del Llano de Inca-La Puebla tienen lugar, según:

**a) Bombeos**

Demanda población fija	2 - 3,5 Hm <sup>3</sup>
Industria	0,5- 1 hm <sup>3</sup>
Regadío	45 -50 hm <sup>3</sup>

**b) Flujo de los manantiales**

A través de una línea de fuentes situadas en el borde de la antigua Albufera 25-30 hm<sup>3</sup>.

**c) Evapotranspiración** directa en la antigua Albufera 2-3 hm<sup>3</sup>. Los valores de entradas y salidas son del mismo orden, lo que se confirma con la recuperación de niveles con las primeras lluvias otoñales.

Teniendo en cuenta el flujo al mar a través de las fuentes de la Albufera, cabe considerar que el sistema puede aprovecharse aún más evitando estas pérdidas; el sistema constituye una gran reserva de agua subterránea de buen calidad y de fácil captación, que podría suministrar recursos a otras zonas deficitarias; por ello es importante su protección frente a la contaminación.

## **UNIDADES DE LA SIERRA NORTE**

### *Unidad Gabellí-Ca'n Bajoca*

Está constituida por unos 50 km<sup>2</sup> de calizas y dolomías liásicas, con una alta capacidad de infiltración.

Está independizada de las unidades de la Almadraba y Estremera por intermedio del Trías margoso.

La separación con los acuíferos del Llano de Inca-La Puebla se realiza por intermedio de una franja de unos 10 km<sup>2</sup> de longitud de margas y margo-calizas cretácicas.

Prácticamente esta unidad es drenada en casi su totalidad por la salida de las fuentes de las "Ufanés", que son intermitentes y llegan a alcanzar caudales de 15 a 20 m<sup>3</sup>/seg.

En resumen se puede asimilar el funcionamiento de las unidades de las "Ufanés" a dos acuíferos.

- a) Uno superior, en general no saturado, con gran capacidad de infiltración que es drenado por las fuentes de las "Ufanés".
- b) Uno inferior, con poco almacenamiento, que recarga el Llano de Inca-La Puebla, recibiendo su alimentación a través del acuífero superior.

Actualmente hay muy pocas captaciones que exploten esta unidad, excepto aquellas que situadas en el Llano de La Puebla explotan la recarga del acuífero inferior.

Los aportes intermitentes de las fuentes se pierden casi en su totalidad al mar.

En general es una unidad poco conocida y de difícil aprovechamiento, sobre la que actualmente se realizan estudios para intentar su regulación.

### *Unidad de Alaró*

Situada al Suroeste de la precedente, está constituida por unos 35 km<sup>2</sup> de afloramientos de materiales permeables distribuidos en:

- Unos 16 km<sup>2</sup> de calizas y dolomías liásicas, en disposición cabalgante, drenadas en parte por un conjunto de fuentes pequeñas. Estos materiales suelen estar muy fisurados en superficie.
- Unos 15 km<sup>2</sup> de conglomerados y calizas oligocenas, parte de los cuales son drenados por fuentes y el resto está unido al Cuaternario del Valle de Alaró. Normalmente estos materiales son de baja permeabilidad.
- Unos 5 km<sup>2</sup> de materiales cuaternarios del Valle de Alaró, en general permeables.

Exceptuando las calizas y dolomías cabalgantes que son drenadas en su totalidad por fuentes, el acuífero calizo liásico inferior se descarga en parte a través de los bombeos de las minas de esta zona y subterráneamente hacia los acuíferos cuaternario-vindoboniense del Llano de Inca-La Puebla.

Las reservas utilizables de este acuífero pueden ser importantes, ya que se podrían producir fuertes descensos del nivel piezo-

métrico sin problemas de calidad, por ser una zona interior.

Los recursos procedentes de infiltración directa en los afloramientos calizos de este acuífero son del orden de  $2 \text{ hm}^3$ .

La parte del acuífero oligoceno que no es drenada por fuentes, cuenta con unos recursos anuales de  $2\text{-}3 \text{ hm}^3$  que son descargados al torrente de Sollerich, por un pozo con sifón situado junto a la carretera Consell-Alaró.

Cabe la posibilidad de que estos recursos, tanto los del acuífero calizo como los del oligoceno, sean utilizados para satisfacer el abastecimiento de alguna localidad cerca, como es el caso de Binisalem, con dos sondeos ya construidos, o incluso para atender a la creciente demanda del sector Palma-Calviá, por lo que se requiere la protección de la contaminación de las aguas de estos acuíferos.

## **4. MAPA DE ORIENTACION**

### **4.1. GENERALIDADES**

En el mapa que se adjunta se han considerado tres grupos de zonas desde el punto de vista de la posible contaminación de las aguas subterráneas por el vertido de residuos sólidos urbanos sobre la superficie del terreno.

- Zonas desfavorables al vertido: aquéllas en las que el vertido representa un elevado riesgo de contaminación de las aguas subterráneas utilizables.
- Zonas que requieren estudios complementarios: son aquéllas en las que no es posible definir categóricamente el riesgo de contaminación por tratarse de áreas en las que en la actualidad son poco conocidas sus características.
- Zonas favorables: aquéllas en las que los vertidos de residuos sólidos no producirán problemas de contaminación del agua subterránea.

Para ayudar a la comprensión de los límites de las diferentes zonas, se han elaborado cuatro mapas auxiliares a escala

1:200.000, que representan las siguientes características:

- Esquema hidrogeológico
- Situación de las captaciones para abastecimiento urbano
- Calidad química de las aguas subterráneas
- Profundidad del nivel saturado

#### **4.2. ZONAS DESFAVORABLES**

Dentro del área cubierta por el mapa se han considerado como zonas más vulnerables:

- 1) Las áreas ocupadas por materiales permeables por fisuración.
- 2) Las áreas ocupadas por materiales permeables por porosidad.
- 3) Las áreas en las que se encuentran situadas las principales captaciones para abastecimiento urbano.

Dentro del primer grupo se incluyen los afloramientos de calizas y dolomías liásicas de las unidades de Alaró y Gabelli-Caín Bajoca. Si bien es cierto que dentro de la zona que ocupan estos materiales en el mapa se podrían diferenciar zonas localizadas, donde afloran materiales semipermeables e incluso impermeables, en que el peligro de contaminación sería menor, a nivel regional hay que considerarlo como una zona muy vulnerable, en la que cualquier contaminante vertido sobre la superficie percolaría a gran velocidad, siendo arrastrado por las aguas de infiltración hasta el manto acuífero sin sufrir ningún efecto de depuración.

En el segundo grupo se han incluido los conglomerados cuaternarios y las calcarenitas vindobonienses correspondientes al Llano Inca-La Puebla.

Se ha atendido a dos criterios para determinar las zonas que componen este grupo.

En unos casos se trata de áreas donde el espesor de la zona no saturada es insuficiente para proteger las aguas subterráneas, a pesar del poder autodepurador de estos materiales. En estas zonas, cualquier vertido resulta altamente peligroso, corriendo mayor riesgo los cauces de arroyos y torrentes.

En otros casos se presentan zonas en que los niveles de agua no se encuentran muy próximos a la superficie, pero se trata de

áreas donde existe un pequeño recubrimiento de materiales cuaternarios en contacto directo con las calcarenitas vindobonienses. Al encontrarse éstas muy karstificadas, comportándose por lo tanto como un material permeable por fisuración, los agentes contaminantes vertidos sobre el Cuaternario situado inmediatamente encima, pueden incorporarse al agua subterránea, sin los beneficios de una eficaz autodepuración en espesores adecuados de terrenos arenosos o limosos.

Por último se han incluido dentro de las zonas vulnerables, aquellas que se encuentran bajo el radio de influencia de las captaciones para abastecimiento urbano, que es necesario proteger frente a la contaminación con especial cuidado.

Para delimitar estas áreas de influencia se han considerado las características hidrogeológicas del acuífero y los caudales de bombeo.

#### **4.3. ZONAS QUE REQUIEREN ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS**

##### **4.3.1. DESFAVORABLES EN PRINCIPIO**

Bajo este concepto se han considerado aquellas zonas al O de la Hoja, ocupadas por materiales detríticos oligocenos, en los que el espesor de la zona no saturada parece suficiente para ofrecer una cierta protección al manto acuífero frente a la contaminación originada en superficie. No obstante, al contar este acuífero oligoceno con unos recursos anuales de  $2-3 \text{ hm}^3$ , que pueden ser utilizados en un futuro para el abastecimiento de alguna localidad próxima, y al encontrarse el conocimiento hidrogeológico detallado de la zona menos avanzado, se considera como desfavorable en principio, a falta de estudios que precisen mejor los parámetros hidrodinámicos y la estratigrafía.

#### **4.4. ZONAS FAVORABLES**

Se han considerado como tales los afloramientos de margas cretácicas y burdigalienses. La impermeabilidad de estos materiales hace que los vertidos sobre ellos no ofrezcan peligro para la contaminación de las aguas subterráneas, siempre que se tomen precau-

ciones que eviten las fugas de contaminantes hacia las zonas permeables adyacentes.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a lo expuesto se deducen las siguientes conclusiones:

- En el área abarcada por la Hoja de Inca las aguas subterráneas son de una gran importancia, no solo por su actual utilización, sino también por ser los acuíferos del Llano excedentarios en aguas de muy buena calidad química, que podrían abastecer en su día otras zonas deficitarias de la isla. Es imprescindible, por tanto, proteger adecuadamente la calidad de estas aguas frente a la contaminación.
- Existen zonas, dentro de la Hoja, que se consideran como vulnerables a la contaminación; se trata de los afloramientos de calizas y dolomías y a parte de los materiales detríticos. Los vertidos efectuados sobre ellos pueden incidir negativamente en la calidad de las aguas subterráneas utilizables.
- Existen áreas en las que se impone un estudio complementario a nivel más detallado, para poder definir con suficiente garantía la peligrosidad de realizar en ellas operaciones de vertido.
- Los afloramientos de materiales impermeables, se consideran como zonas favorables al vertido de residuos sólidos urbanos, ya que estos no producirían contaminación de las aguas subterráneas con tal de que se tomen unas mínimas precauciones de acondicionamiento.

De acuerdo con estas conclusiones generales, cabe exponer las siguientes recomendaciones:

- Situar las operaciones de vertido en las zonas cartografiadas como favorables. Se aconseja, dentro de ellas, realizar los vertidos lo más alejado posible de las zonas vulnerables, cuando se den casos de adyacencia entre áreas favorables y desfavorables, para que el riesgo de un posible arrastre sea mínimo.

- Si no fuera posible realizar las operaciones de vertido en las zonas favorables, se recomienda un estudio detallado, en las que se definen como “áreas que requieren estudios complementarios”, para definir las zonas de menor riesgo.
- Es necesario evitar cualquier tipo de vertido en las zonas marcadas como desfavorables. Si por cualquier causa se instalasen operaciones de vertido en ellas, sería indispensable el montaje de un sistema de sondeos de vigilancia, que permitiesen evaluar la extensión y magnitud de la contaminación.
- Se recomienda efectuar el vertido, en cualquiera de los casos, en régimen de “vertedero controlado”, con objeto de hacer mínimo el riesgo de contaminación y los problemas medio ambientales.
- El Instituto Geológico y Minero de España (IGME) que posee la documentación básica que ha servido para la elaboración del presente trabajo, se encuentra a la disposición de las autoridades locales y provinciales para asesorarles sobre las medidas a tomar para evitar la contaminación de las aguas subterráneas.