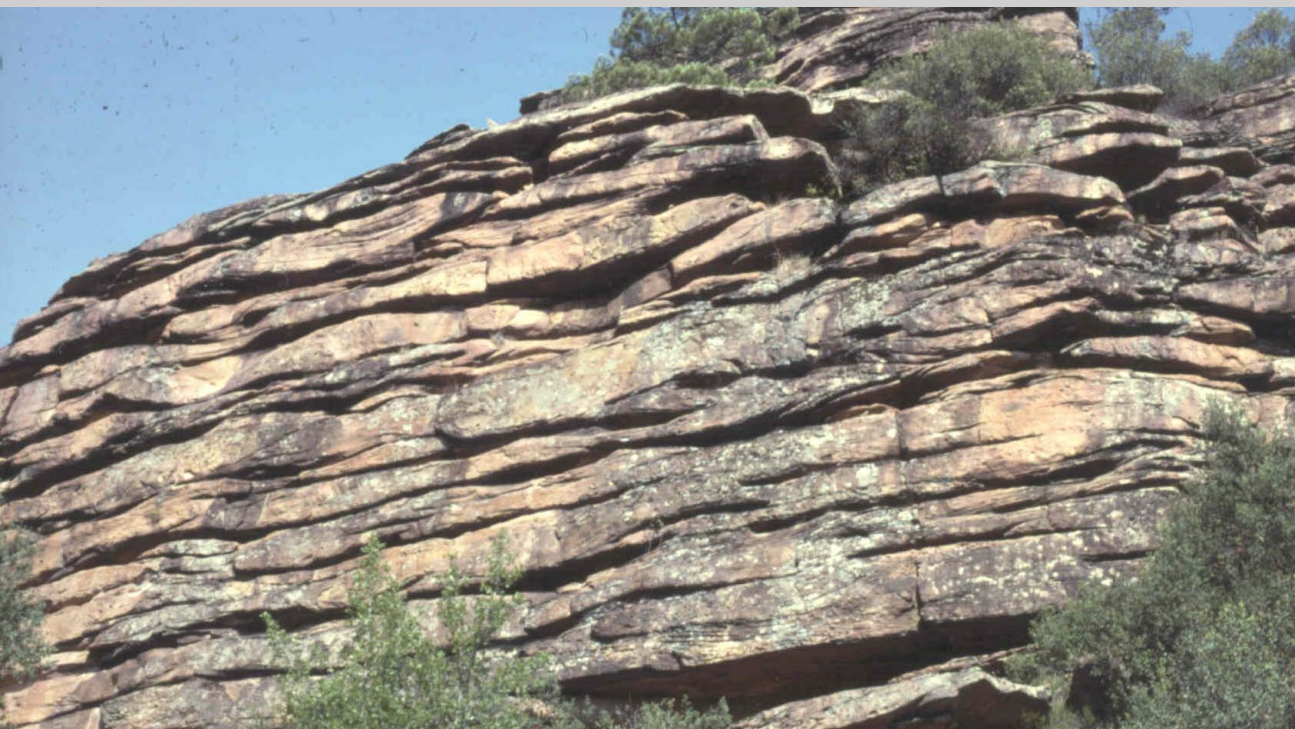


# PROTECCIÓN Y RESTAURACIÓN DE ACUÍFEROS 2001-2002



## HIDROGEOLOGÍA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS



MINISTERIO  
DE CIENCIA  
Y TECNOLOGÍA



INSTITUTO GEOLÓGICO  
Y MINERO DE ESPAÑA

## APLICACIÓN DE TÉCNICAS HIDROGEOLÓGICAS PARA LA INCORPORACIÓN A LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO DE MEDIDAS PREVENTIVAS DE LA CONTAMINACIÓN Y/O DE LA EXPLOTACIÓN INADECUADA DE LOS ACUÍFEROS EN LAS PROVINCIAS DE GRANADA Y JAÉN

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Rubio, J.C.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Luque, J.A.; Peinado, T.
<i>Colaboraciones:</i>	Diputaciones de Granada y Jaén, EPTISA y G.V. Aplicaciones Ambientales
<i>Áreas Técnicas:</i>	Aguas subterráneas, laboratorios
<i>Inicio-Final:</i>	Enero 1998 - Diciembre 2001
<i>Palabras Clave:</i>	Normativas, protección de acuíferos, abastecimientos urbanos.
<i>Área Geográfica:</i>	Andalucía (provincias de Granada y Jaén)
<i>Presupuesto:</i>	107.775 €

### Resumen:

La aplicación de estas técnicas se integra en la realización de Planes de Control de recursos, con el establecimiento de recomendaciones de explotación sostenible de las captaciones subterráneas para abastecimiento urbano. Entre los objetivos propuestos se incluyen:

- El ensayo y experimentación de técnicas de análisis, detección, corrección de problemas de sobreexplotación, así como protección y prevención de potenciales contaminantes en acuíferos.
- El establecimiento de planes o programas para el abastecimiento de sistemas mancomunados así como en aquellos planes que faciliten la integración de los usuarios en la gestión de acuíferos (control de explotaciones, acondicionamiento de manantiales e instalación de tuberías piezométricas para el análisis y seguimiento de áreas con riesgo de sobreexplotación en captaciones para abastecimiento urbano, etc.).
- La realización de propuestas técnicas para la posible delimitación de perímetros de protección de abastecimientos urbanos.

La metodología aplicada para la realización de los Planes de Control puede resumirse en la

siguiente:

- Revisión y actualización del inventario de puntos de agua.
- Realización de encuestas para cuantificar volúmenes de bombeo en captaciones de abastecimiento.
- Análisis de posibles focos de contaminación próximos a los abastecimientos actuales.
- Estimación de volúmenes de extracción de agua en los sectores acuíferos en que se ubican las captaciones de abastecimiento, así como del rendimiento de las explotaciones.
- Establecimiento de recomendaciones sobre la correcta instalación de equipos de bombeo y de control de niveles piezométricos.
- Ubicación de sondeos de explotación preventivos de posibles sequías.
- Recomendaciones de acondicionamiento para control de caudales en manantiales utilizados para abastecimiento.
- La aplicación de los métodos de Wyssling y Rehse señalando zonas de restricciones moderadas, máximas y absolutas para la propuesta preliminar de perímetros de protección.

Más Información: [granada@igme.es](mailto:granada@igme.es)

## APOYO HIDROGEOLÓGICO EN LA GESTIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Pernía, J. M <sup>a</sup>
<i>Equipo de Trabajo:</i>	García, O.; Corral, M <sup>a</sup> del M.; López, J.
<i>Colaboraciones:</i>	Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Júcar, Oficina de Proyectos del IGME, de Valencia
<i>Áreas Temáticas:</i>	Hidrogeología Ambiental
<i>Inicio-Final:</i>	Marzo de 2001 – Diciembre de 2001
<i>Palabras Clave:</i>	Aguas subterráneas, informes periódicos, piezometría, redes de control, protección de las aguas
<i>Área Geográfica:</i>	Cuenca Hidrográfica del Júcar
<i>Presupuesto:</i>	26.937 €

### Resumen:

El proyecto desarrolla los objetivos que se han plasmado en el Convenio Específico de Asistencia Técnica entre el Instituto Geológico y Minero de España y la Confederación Hidrográfica del Júcar por el apoyo hidrogeológico en la gestión y protección de las aguas subterráneas en el año 2001. Se enmarca en una serie de convenios de colaboración técnica que se han firmado anualmente, persiguiendo el mismo objetivo general de apoyo hidrogeológico.

El Instituto Geológico y Minero de España y la Confederación Hidrográfica del Júcar mantienen en los últimos años una estrecha vinculación, para la utilización conjunta de los datos que se obtienen en las redes de control de las aguas subterráneas, evitando la repetición de datos con el costo que lleva aparejado. En este contexto han realizado estudios sobre el diseño y optimización de redes y se han mantenido operativos en el año 2000 las redes denominadas CHJ-2000, que cubrían diversos objetivos técnicos y de control.

El objetivo de los trabajos es el apoyo hidrogeológico por parte del IGME en la red de

piezometría que necesita mantener operativa la Confederación. Este apoyo hidrogeológico se efectúa, con el análisis de incidencias técnicas que suceden en las campañas de toma de datos, y en el desarrollo de un informe-boletín de presentación e interpretación de datos que se realizará conjuntamente. Este informe-boletín tendrá un contenido eminentemente técnico y un carácter divulgativo.

El Instituto realiza las tareas de revisión de puntos, altas y bajas de inventario, validación de los datos, análisis de incidencias y la elaboración de la siguiente documentación:

- Informe inicial del convenio, indicando la estructura de la red de control piezométrico (CHJ-2001) y el estado de los puntos de control para el fin requerido.
- Informe mensual asociado a cada campaña de toma de datos. Está previsto que sean siete, aunque puede ser variable en función de las campañas a realizar.
- Informe-boletín a definir por ambos organismos. Si se decidiese continuar con su elaboración sustituiría al informe mensual.

Más información: [jm.pernia@igme.es](mailto:jm.pernia@igme.es)

## **CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD Y RIESGO DE CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL CANAL DE ISABEL II, EN LA ZONA SUR DE MADRID**

*Jefe de Proyecto:* Fernández Uría, A.  
*Equipo de Trabajo:* Nieto, P.; Fernández, M<sup>ª</sup>L.; Ruiz, J.M<sup>ª</sup>.  
*Colaboraciones:* Canal de Isabel II  
*Áreas Temáticas:* Hidrogeología y Aguas Subterráneas  
*Inicio-Final:* Septiembre 1998 – Septiembre 2001  
*Palabras Clave:* Aguas subterráneas, calidad, contaminación  
*Área Geográfica:* Zona sur de la Comunidad de Madrid  
*Presupuesto:* 177.300 €

### **Resumen:**

El proyecto se enmarca en un convenio específico de asistencia técnica del IGME al Canal de Isabel II, complemento de otro circunscrito a la zona norte de la capital, con el que se completa el estudio de caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en la zona de influencia del Canal de Isabel II en el acuífero de Madrid.

El proyecto tiene como finalidad primordial la caracterización espacio-temporal de la calidad del agua subterránea en la zona de estudio así como la definición de los factores que pudieran incidir negativamente en dicha calidad, a fin de recomendar las medidas de protección más adecuadas.

El plan de trabajo ha tenido los siguientes

hitos fundamentales:

- Caracterización del medio
- Caracterización preliminar de la calidad
- Caracterización de focos
- Caracterización de la calidad actual
- Definición de la vulnerabilidad del medio

Estas actividades han permitido confirmar la buena calidad general del agua subterránea en la zona de estudio y la ausencia de indicios analíticos generalizados de contaminación de origen antrópico, así como definir el diverso grado de riesgo de contaminación a que están sometidos los sondeos de los Sistemas Locales del Canal de Isabel II, y recomendar las medidas de protección más adecuadas.

*Más Información:* [a.fernandez@igme.es](mailto:a.fernandez@igme.es)

## DESARROLLO Y APLICACIÓN DE MÉTODOS PARA EL SEGUIMIENTO DEL IMPACTO SOBRE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL VERTIDO DE LODOS MINEROS: EL CASO AZNALCÓLLAR

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Mediavilla, C.; Coordinador: Carrera, J. (UPC)
<i>Equipo de trabajo:</i>	Custodio, E.; López Geta, J.A.; Baretino, D.; Martín Machuca, M.; López Pamo, E.; Moreno, L.; Vázquez, M.; De la Orden, J.A. Con la colaboración de Carmen Antón-Pacheco y J. Carlos Gumiel.
<i>Colaboraciones:</i>	Instituciones Participantes: Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología (CSIC), Instituto Jaime Almera (CSIC); CIEMAT, Univ. Politécnica de Cataluña, Univ. de Córdoba, Univ. de Huelva, Univ. de A Coruña, Univ. Politécnica de Valencia, Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, Consejerías de Medio Ambiente y de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, ENRESA y Compañía General de Sondeos
<i>Áreas Temáticas:</i>	Hidrogeología, Geología Ambiental y Teledetección.
<i>Inicio-Final:</i>	Enero de 2000 – Diciembre de 2001.
<i>Palabras Clave:</i>	Contaminación, lodo minero, metales pesados, agua subterránea, aguas ácidas.
<i>Área Geográfica:</i>	Aznalcóllar, Guadiamar, Sevilla, España.
<i>Presupuesto:</i>	227.375 €

### Resumen:

Este proyecto se realiza confinanciado con fondos FEDER (Ref. 1FD97-1867) y es continuación de otro proyecto inmediatamente anterior, realizado durante 1999, de caracterización de la contaminación procedente del vertido de lodos mineros de Aznalcóllar (Ref. 1F097-765). En ambos casos el IGME ha actuado como Organismo ejecutor con la colaboración de más de 30 técnicos y científicos de varios Organismos e Instituciones interesados en el "Caso Aznalcóllar"

El objetivo primordial de este proyecto es el seguimiento de la contaminación de suelos y aguas subterráneas afectados por el vertido de Aznalcóllar, realizando un seguimiento de la movilización y transporte de metales que, probablemente, se producirá cuando se inicie

un periodo de intensas precipitaciones. Por otro lado trata de verificar la efectividad de las operaciones de limpieza realizadas en la cuenca del Guadiamar monitorizando y modelizando la evolución de metales en el suelo y en el acuífero. Así como la valoración geoquímica de los sedimentos recientes post-accidente en el interior de los meandros y zona de entremuros.

Este proyecto cuenta también con el valioso apoyo de técnicas de Teledetección (Convenio IGME-INTA) y esta colaborando con los trabajos iniciales de la barrera reactiva del acuífero del río Agrio, que permita el flujo del agua subterránea pero retenga los metales (proyecto PIRAMID).

Más Información: [sevilla@igme.es](mailto:sevilla@igme.es)

## DETERMINACIÓN DEL RIESGO DE CONTAMINACIÓN POR NITRATOS DE LOS ABASTECIMIENTOS CON AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA PROVINCIA DE SEVILLA

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Fernández Ruiz, M <sup>a</sup> .L.
<i>Equipo de trabajo:</i>	Díaz, A.
<i>Colaboraciones:</i>	Laboratorio de Tres Cantos
<i>Áreas Temáticas:</i>	Protección y Recuperación de Acuíferos
<i>Inicio-Final:</i>	Noviembre 1999 – Octubre 2001
<i>Palabras Clave:</i>	Nitratos, abastecimiento, carga contaminante, vulnerabilidad
<i>Área Geográfica:</i>	Provincia de Sevilla
<i>Presupuesto:</i>	33.132 €

### Resumen:

El deterioro en la calidad natural del agua subterránea captada para abastecimiento urbano, debido al incremento del ion nitrato, se origina por dos circunstancias, que aunque no únicas son fundamentales: vulnerabilidad del acuífero explotado y presencia en el entorno de focos de contaminación.

A la vista de esta problemática, es por lo que se está desarrollando un estudio de caracterización de la vulnerabilidad de los acuíferos donde se sitúan las captaciones de abastecimiento y una cuantificación de los focos de contaminación de su entorno, con el fin de evaluar, a partir de la información obtenida, el riesgo de contaminación al que se encuentra sometido cada uno de los abastecimientos y determinar las medidas correctoras o alternativas a emprender, para garantizar el suministro en lo que se refiere a la calidad del recurso.

Se han llevado a cabo las siguientes actividades encaminadas a conseguir los objetivos planteados:

- Situación actual de los abastecimientos (en

origen) respecto al contenido en nitratos, con su correspondiente análisis de su evolución y tendencias. Se han realizado dos campañas de muestreo, analizando los compuestos de nitrógeno, conductividad y pH, coincidentes con las épocas de estío y lluvias.

- Inventario detallado de actividades o instalaciones contaminantes, en el entorno de las captaciones, que puedan aportar compuestos nitrogenados, cuantificando, en la medida de lo posible, la intensidad del foco emisor.

Se ha incorporado a una base de datos la información correspondiente al inventario de captaciones destinadas al abastecimiento y los análisis correspondientes, así como las actividades e instalaciones potencialmente contaminantes de su entorno. Toda la información georeferenciada a sus coordenadas UTM de situación, permitirá que todos los datos puedan ser consultados, editados, o actualizados con facilidad desde un soporte informático

Más Información: [ml.fernandez@igme.es](mailto:ml.fernandez@igme.es)

## ESTUDIO DE LA INCIDENCIA QUE SOBRE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS PROVOCA LA INYECCIÓN DESCONTROLADA DE SALMUERAS

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Murillo, J. M.
<i>Equipo de Trabajo:</i>	Heredia, J.; López Geta, J.A.
<i>Áreas Temáticas:</i>	Contaminación Industrial y Natural
<i>Inicio-Final:</i>	Noviembre 2000-Noviembre 2001
<i>Palabras Clave:</i>	Densidad variable, modelos numéricos, intrusión marina, inyección profunda.
<i>Área Geográfica:</i>	Alicante - Murcia
<i>Presupuesto:</i>	20.072 €

### Resumen:

El IGME ha abordado en los últimos años estudios de viabilidad de actuaciones cuyo fin último es la explotación sostenible de los recursos hídricos. Ello se encuentra en relación con el espíritu que anima la Planificación Hidráulica actual. Muchas de estos trabajos se caracterizan por lo siguiente:

- Tener como escenario a sistemas de flujo donde la densidad, e inclusive la temperatura, son parámetros variables.
- Ser la variabilidad de la densidad y la temperatura un rasgo insoslayable del sistema para evaluar correctamente el impacto medioambiental y, aún en un aspecto más básico, para el diseño adecuado de las actuaciones.

Ello impone una adecuada caracterización de estos parámetros, prescindiendo de una simplificación excesiva al conceptualizar los sistemas. En el Levante español el IGME ha realizado en la última década una serie de estudios aplicados motivados por la tradicional escasez de recursos hídricos y el deterioro de su calidad, acrecentada en los años recientes. Estos trabajos se caracterizaron por considerar nuevas técnicas de saneamiento, depuración y reutilización de aguas residuales, así como el empleo del subsuelo en la gestión de los recursos hídricos y mejora medioambiental mediante Inyecciones en Sondeos Profundos (ISP) y Almacenamiento Subterráneo con Recuperación (ASR).

Inicialmente las actuaciones las propició y planificó la Administración. Sin embargo, el posterior agravamiento en la provincia de Alicante de la situación deficitaria de los recursos hídricos alentó la iniciativa privada en

pos de satisfacer la demanda agrícola. Estas iniciativas se caracterizaron por carecer de planificación, propiciando un riesgo medioambiental apreciable y una incertidumbre respecto a la disponibilidad futura de los nuevos recursos explotados.

Las iniciativas de los particulares se articularon a partir de las aguas subterráneas salobres, siendo viables debido al coste cada vez más asequible de las pequeñas desaladoras por ósmosis inversa. Estas iniciativas carecieron de planificación, desconociéndose la disponibilidad de los recursos salobres y reinyectándose la salmuera de rechazo en el mismo acuífero explotado. Asimismo, los estudios del IGME contemplaron las características geotérmicas del medio, dada la importante presencia de aguas termales y el interés de compatibilizar los emprendimientos con la explotación de los recursos geotermales.

Por otro lado, la elaboración de un modelo numérico con el código adecuado permitiría: 1, evaluar el impacto que se ocasionaría; 2, optimizar la gestión, explotación y definición de las medidas de preservación del recurso y 3, contribuir al diseño de las obras.

La representación numérica de sistemas de flujo bajo condiciones de densidad variable se puede abordar con diversos códigos numéricos, desarrollados bajo distintos métodos de resolución de los problemas directos de flujo y de transporte. No obstante, estos códigos se pueden agrupar bajo dos grandes aproximaciones: modelos de interfaz neta y modelos de densidad variable. La selección de la herramienta a utilizar dependerá del objetivo del estudio, las simplificaciones que se

adopten, el conocimiento y los datos disponibles, el presupuesto, etc.. Sin embargo, es opinión generalizada que escenarios como los de ISP o ASR sólo debieran ser representados mediante modelos de densidad variables. Los modelos de interfaz neta representan al sistema de flujo real imponiendo, como solución de continuidad, una interfaz brusca entre el agua dulce y la salada (Ley de Ghyben-Herzberg). La modelación de los sistemas de flujo bajo condiciones de densidad variables requieren un elevado conocimiento del medio. Sin embargo, las ISP o el ASR se suelen ejecutar en formaciones hidrogeológicas profundas, de geología compleja y no explotadas previamente. En estas razones reside la tradicional falta de datos que suele enfrentar el modelista al abordar estos estudios.

Los códigos numéricos susceptibles de aplicarse, si bien tienen un cuerpo común de datos, difieren en el grado de conocimiento espacial, tratamiento, estructuración y carga de esta información. Algunos investigadores al abordar la modelación de sistemas de flujo bajo condiciones de densidad variable alientan el uso de un modelo desde el inicio del estudio, lo que permitiría estimar la importancia relativa de los parámetros y, en consecuencia, la optimización del tiempo y el esfuerzo para obtener los datos apropiados. La necesidad de definir al comienzo de un proyecto cual será el código a aplicar en exclusiva para la modelación es un requerimiento un tanto extremo, aunque en este sentido, sí se deben atender los siguientes criterios:

- Aplicar modelos numéricos en este tipo de proyectos, por la potencia y economía que ofrecen al estudiar las políticas de gestión, los eventuales impactos en el medio e identificar las actuaciones más convenientes.
- Conocer los posibles códigos a aplicar acorde a las características particulares de cada proyecto, de forma de saber el tipo y la estructuración de datos requerida. Ello,

sumado al conocimiento de las técnicas de captura de dichos datos, permitiría orientar el diseño de las tareas para adquirir la información necesaria. Una guía en este sentido resulta de interés, por la complejidad y costo de la investigación en este tipo de sistemas profundo y la economía que ofrece una planificación coherente.

El indudable atractivo que ofrece modelizar sistemas de flujo bajo condiciones de densidad variable, no exime de complejidad al uso de códigos numéricos, a la par de poner en evidencia la escasez de datos que suele ser usual en estos sistemas. La necesidad de cubrirlos y los beneficios de planificar la adquisición de la información desde sus inicios para que sea coherente con su posterior empleo, dado el coste y complejidad de las técnicas necesarias motiva el presente Proyecto. Su objetivo es el desarrollo de un estado del arte actualizado de la modelización de sistemas de flujo bajo condiciones de densidad variable y una revisión actualizada de los códigos disponibles en el mercado. Ello propugna orientar al técnico especialista en el empleo de modelos numéricos en estos sistemas, permitiendo:

- seleccionar el código a aplicar, en base a un conocimiento cabal de la potencia de representación del mismo;
- facilitar el desarrollo de un cuerpo coherente e integral de actuaciones que racionalice y evite la dispersión de recursos en la toma de información y optimizar el uso de la misma.

El documento resultante procurará servir a la manera de guía orientativa en la aplicación de códigos numéricos en estos sistemas contemplando las limitaciones que ofrecen racionalizando costes y esfuerzos. Esta guía metodológica podrá ser útil tanto para proyectos que aborde directamente el IGME, como en su labor institucional de extensión de apoyo y orientación del trabajo de los técnicos externos que se ven implicados en este tipo de Proyectos.

Más información: [jm.murillo@igme.es](mailto:jm.murillo@igme.es)

## GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN Y APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEFINIDA EN ESTUDIOS PILOTO

<i>Jefe de proyecto:</i>	Martínez Navarrete, C.
<i>Equipo de Trabajo:</i>	García García, Á.
<i>Colaboraciones:</i>	Internas: Entrevista a técnicos del IGME (de oficinas de proyectos y sede central) con experiencia en delimitación de perímetros de protección.
<i>Áreas Temáticas:</i>	Protección de Acuíferos
<i>Inicio-Final:</i>	Septiembre de 2001 – Noviembre de 2003
<i>Palabras Clave:</i>	Perímetros de protección
<i>Área Geográfica:</i>	Nivel nacional al ser los objetivos planteados de aplicación en las distintas administraciones públicas del Estado
<i>Presupuesto:</i>	51.687 €

### Resumen:

El proyecto queda enmarcado dentro de los trabajos de desarrollo de metodologías de investigación y divulgación del conocimiento hidrogeológico que viene desarrollando el IGME. Éste ha desarrollado previamente diversos estudios metodológicos entre los que destaca la “Guía metodológica para la elaboración de perímetros de protección de captaciones de aguas subterráneas” (1991), publicación agotada, y el informe “Metodología para la delimitación de perímetros de protección en captaciones destinadas al abastecimiento público y criterios para establecer un orden de prioridad en su implantación, aplicación al caso de los municipios de la provincia de Alicante”. La experiencia obtenida por el IGME en su aplicación indica la necesidad de complementar y actualizar la metodología inicialmente definida.

La Guía incluirá toda la información necesaria para establecer prioridades en la implantación regional de los perímetros de protección, análisis del marco legal aplicable, definición de los estudios previos necesarios, características de los métodos a aplicar para proteger la calidad y la cantidad del recurso en diferentes tipos de materiales y acuíferos, dimensiones y restricciones a establecer en las diferentes zonas que componen el perímetro de protección de cada captación y aplicación efectiva de los perímetros propuestos a la regulación urbanística de los terrenos afectados.

La metodología propuesta será aplicada en estudios piloto a efectuar en diferentes tipos de materiales y acuíferos en zonas a definir en función de los resultados del proyecto.

En los estudios piloto será necesario realizar trabajos de campo y de gabinete tendentes al análisis de la situación del abastecimiento, necesidades de suministro, ordenación del territorio, características hidrogeológicas del acuífero captado, actividad antrópica en el acuífero, vulnerabilidad de los distintos materiales y riesgo de contaminación. En base a esa información se elegirá el criterio más adecuado para las zonas de protección aplicando los métodos analíticos, modelos matemáticos y criterios hidrogeológicos para definir las diferentes zonas que componen los perímetros de protección propuestos para salvaguardar el recurso en calidad y cantidad que resulten más adecuados en función del tipo de material y acuífero captado. Se establecerá por último las restricciones a las actividades propuestas en cada zona y los mecanismos de control que se considere necesarios.

Estos estudios incluirán además el marco legal y el procedimiento para la implantación real en el terreno de las restricciones a la actividad antrópica propuestas y todos aquellos aspectos que se considere necesario en función de la metodología que se defina en el presente proyecto.

Más Información: [c.martinez@igme.es](mailto:c.martinez@igme.es)

## INVESTIGACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE ACUÍFEROS CONTAMINADOS POR FLUIDOS NO MISCIBLES Y PROCEDIMIENTOS DE REGENERACIÓN

*Jefe de proyecto:* Martínez Navarrete, C.

*Equipo de Trabajo:* García García, Á.

*Colaboraciones:* Internas: Entrevista a técnicos del IGME (de oficinas de proyectos y sede central) con experiencia en delimitación de perímetros de protección.

*Áreas Temáticas:* Acuíferos contaminados y técnicas de recuperación

*Inicio-Final:* Enero de 2001 – Septiembre de 2003

*Palabras Clave:* Fluidos no miscibles

*Área Geográfica:* Nivel nacional al ser los objetivos planteados de aplicación en las distintas administraciones públicas del Estado

*Presupuesto:* 51.687 €

### *Resumen:*

El proyecto aborda la investigación y reconocimiento de acuíferos que presentan contaminación por fluidos no miscibles con el objetivo de disponer de una metodología que aborde su identificación y los procedimientos de recuperación aplicables en el terreno en el marco de los trabajos de desarrollo de metodologías de investigación y divulgación del conocimiento hidrogeológico que viene desarrollando el IGME.

La metodología a definir comprenderá el análisis detallado de los siguientes factores:

1. Aspectos teóricos de la contaminación por fluidos inmiscibles:
  - Causa de la contaminación.
  - Factores que intervienen en la degradación de los fluidos no miscibles.
  - Factores que definen el movimiento de

los hidrocarburos en el suelo, franja capilar y zona saturada.

2. Estudios a efectuar en un área contaminada:
  - Investigación preliminar.
  - Caracterización de la contaminación.
  - Evaluación de riesgos y proyecto de saneamiento.
3. Métodos de recuperación:
  - Sistemas pasivos.
  - Sistemas activos.

La metodología definida se aplicará a un área contaminada considerada como zona piloto.

El proyecto contempla la elaboración de un documento de síntesis de dicha metodología así como de los protocolos de actuación aplicables.

*Más Información:* [c.martinez@igme.es](mailto:c.martinez@igme.es)

## **METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍAS DE VULNERABILIDAD A LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR**

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Pozo, M. del
<i>Equipo de trabajo:</i>	Gómez, M.; Mera, A. de; Ruiz J.M <sup>a</sup> ; Fernández Uría, A.; González, A.; Peinado, T.
<i>Áreas Temáticas:</i>	Protección de acuíferos
<i>Inicio y Final:</i>	Julio 2000 – Junio 2002.
<i>Palabras Clave:</i>	Vulnerabilidad, Guadalquivir.
<i>Área Geográfica:</i>	Cuenca del Guadalquivir
<i>Presupuesto:</i>	162.602 €

### **Resumen:**

El objetivo principal del proyecto es desarrollar una metodología apropiada a la disponibilidad de datos existentes en el IGME y en otros Organismos de la Administración, para la elaboración de la cartografía de la vulnerabilidad de las Unidades Hidrogeológicas. Como objetivo secundario, dar cumpli-

miento al Convenio suscrito con la Secretaría de Aguas y Costas (DGOH y CA).

Hasta ahora se han llevado a cabo trabajos de recopilación de datos, se han estudiado algunos aspectos metodológicos y se está realizando el análisis funcional de los factores intervinientes.

*Más Información:* [m.delpozo@igme.es](mailto:m.delpozo@igme.es)

## SEGUIMIENTO DEL IMPACTO EN LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA GASIFICACIÓN SUBTERRÁNEA DEL CARBÓN

<i>Jefe de Proyecto:</i>	Azcón, A.
<i>Áreas Temáticas:</i>	Contaminación de aguas subterráneas
<i>Inicio-Final:</i>	Abril 1997 – Septiembre 2002
<i>Palabras Clave:</i>	Gasificación subterránea del carbón, Impacto ambiental, Hidroquímica.
<i>Área Geográfica:</i>	Alcorisa-Foz de Calanda (Provincia de Teruel)
<i>Presupuesto:</i>	48.324 €

### **Resumen:**

El proyecto se realiza como una asistencia técnica exterior a la sociedad Underground Gasification Europe (UGE), asociación europea de interés económico de la que el IGME es parte integrante, y tiene por objeto detectar la incidencia que un ensayo piloto de Gasificación Subterránea del Carbón (GSC) realizado por UGE a una profundidad de unos 530 metros en Alcorisa (Teruel), pudiera ejercer sobre las aguas subterráneas y, en concreto, sobre puntos acuíferos destinados a abastecimiento urbano.

El proceso de gasificación puede aportar compuestos orgánicos e inorgánicos que son contaminantes en sí o que al incorporarse al medio hídrico producen cambios significativos de pH y alcalinidad que propician la movilización de sustancias contaminantes. Cabe destacar la producción de compuestos volátiles orgánicos, semivolátiles orgánicos (fenoles y naftalinas), compuestos orgánicos nitrogenados (pirodinas, pirroles y anilinas), compuestos inorgánicos en cantidades muy superiores a las usuales en las aguas (amonio, bicarbonatos, carbonatos, sulfato), así como la modificación general de otros parámetros (DQO superior a 20.000 mg/l; TOC superior a 7.000 mg/l).

Los trabajos realizados se han desarrollado en dos fases; en la primera se requería alcanzar un grado de conocimiento que alcanzase un grado de concreción cualitativa y cuantitativa suficiente para prever la posibilidad, movimiento y alcance de la presunta pluma de contaminación. Esta actividad se desarrolló en 1997 y consistió en el análisis de los datos aportados durante la perforación de los sondeos requeridos para el proceso, así como de otras

investigaciones hidrogeológicas preexistentes protagonizadas por ENDESA.

No se realizaron trabajos hidrogeológicos específicos, no obstante lo cual se alcanzó el objetivo perseguido, lo que permitió concretar el alcance de las medidas de prevención que eran necesarias adoptar para minimizar la incorporación de los contaminantes a los acuíferos, de acuerdo con la metodología existente al efecto, desarrollada en experiencias similares en los Estados Unidos por el Western Research Institute, cuyas directrices han sido aplicadas a este caso concreto.

En la segunda fase se estableció y controló una red de observación basada en seis puntos acuíferos preexistentes, con determinaciones de iones fundamentales y parámetros básicos además de Carbono Orgánico Total (TOC), fenoles, boro, amonio, DQO, CO<sub>2</sub> disuelto, metales pesados, hidrocarburos totales del petróleo (HTP) y benceno total.

El control de esta red se realizó en tres fases: fase de caracterización previa; la fase de operaciones, que se extendía desde el inicio de la gasificación hasta tres meses después del cese de la misma, y la actual fase postoperacional, que estará en vigor hasta el año 2002.

Los resultados obtenidos hasta la fecha no indican afección. No obstante, en campañas concretas se ha detectado anomalías en parámetros de analítica complicada, que no han tenido continuidad ni ha sido acompañadas por la evolución paralela de otros indicadores. Todo ello, unido al control permanente de una "muestra ciega", permite sugerir que se trata de esporádicos errores analíticos.

*Más Información:* [zaragoza@igme.es](mailto:zaragoza@igme.es)