

PLANES DE INVESTIGACIÓN SEGUIDOS Y PREVISTOS POR EL IGME EN LA PROVINCIA DE JAÉN

J.C. Rubio Campos

Instituto Geológico y Minero de España. Granada

RESUMEN

Se hace una descripción simplificada de los Proyectos y actividades científico-técnicas específicas, que realiza el IGME en la Provincia de Jaén, desde su creación en 1849 en el ámbito hidrogeológico. Es de destacar la realización de más de 600 documentos entre Proyectos hidrogeológicos de ámbito Comarcal, Regional, de investigaciones puntuales, seguimiento de sondeos y ensayos de bombeo, informes legales, sobre calidad/contaminación, mayoritariamente realizados a partir de la década de los años setenta. Se hacen una serie de recomendaciones sobre los acuíferos en el contexto hidrogeológico y sobre la potencial regulación/utilización de sus recursos hídricos, además de exponer los Proyectos que han supuesto grandes avances en el conocimiento hidrogeológico de la Provincia. Tomando como partida la situación de conocimiento actual sobre la hidrogeología de la Provincia; se hace una relación de investigaciones en sectores donde el IGME y otras Instituciones han actuado y es de gran interés social su continuidad, así como de nuevas investigaciones propuestas para el futuro.

Palabras clave: *investigación, hidrogeología, Jaén, IGME.*

INTRODUCCIÓN

Las peculiaridades de las aguas subterráneas y de los acuíferos, por su óptima calidad para abastecimiento, industria y agricultura, su amplia distribución espacial, sus considerables recursos renovables y reservas, y su potencial protección frente a agentes contaminantes, muestran la utilización de los acuíferos en una situación destacada frente a otras alternativas en muchas ocasiones y sectores de la geografía Peninsular e Insular.

El Instituto Geológico y Minero de España, IGME, creado en 1849, Organismo autónomo adscrito al recientemente creado Ministerio de Ciencia y Tecnología, a través de la Secretaría General de Política Científica; viene actualizando sistemáticamente el potencial de las aguas subterráneas de la Península, Ceuta, Melilla y de los archipiélagos Balear y Canario, desde sus comienzos. Así, desde su creación, el IGME ha desarrollado una misión de investigación, reconocimiento, cartografía e información en los campos geológico, hidrogeológico, de recursos minerales, de geoambiente y de riesgos geológicos del territorio español.

En el Preámbulo del Real Decreto por el que se crea la Comisión para la Carta Geológica de Madrid y General del Reino, año 1849 se reseña:

“El impulso dado en estos últimos tiempos al estudio de las ciencias naturales sería en gran parte perdido si, limitándose a la mera teoría, no recibiese también una aplicación práctica dirigida a fomentar entre nosotros todos los ramos que pueden influir en la riqueza y prosperidad de la monarquía. Así lo han conocido las naciones más civilizadas, y.. poseen ya su carta geológica... De ésta suerte... en los países que escasean de agua pueden abrirse pozos artesianos con probabilidad de buen éxito, dirigiéndose en esta difícil operación por las indicaciones de la ciencia, en vez de hacerlo a la aventura, malgastando acaso la fortuna pública y la privada.

En cumplimiento de esta misión el IGME se ha configurado como el Centro de Referencia de la Administración General del Estado en Ciencias de la Tierra, en sentido amplio, siendo designado por la Ley 13/1986 de 14 de abril, de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica como Organismo Público de Investigación. Así la misión del IGME es “Proporcionar a la Administración del Estado o de las Comunidades Autónomas que lo soliciten, y a la sociedad en general, el conocimiento y la información precisa en relación con las ciencias y tecnologías de la tierra para cualquier actuación sobre el territorio” (R.D. 1953/2000, de 1 de diciembre). Esta misión se concreta en la creación, aplicación y difusión del conocimiento geocientífico sobre el territorio, su conservación ambiental, sus riesgos y sus recursos naturales con incidencia sobre la economía y bienestar de la sociedad.

El IGME debe ser Centro Nacional de referencia, en cuanto a conocimiento, información, investigación y desarrollo en Geología, Hidrogeología, Recursos Minerales y Geoambiente, asegurando la transferencia de tecnología a la Administración, agentes económicos y sociedad, en cuanto a (IGME, 1999):

- Organismo público generador de información y de infraestructura de conocimiento
- Organismo público de investigación
- Organismo científico-técnico de apoyo y asesoría a la Administración
- Centro Nacional de Información y Documentación Científica y Técnica

CONSIDERACIONES SOBRE LOS ACUÍFEROS EN EL CONTEXTO HIDROLÓGICO PROVINCIAL Y LA POTENCIAL REGULACIÓN DE SUS RECURSOS HÍDRICOS

La interrelación entre los diferentes factores que componen el ciclo hidrológico (precipitación, escorrentía, infiltración, evaporación, etc) y el terreno, condicionan las aportaciones de los ríos. En Andalucía, el ciclo viene caracterizado por los importantes estiajes de tres-cuatro meses que provocan que algunos tramos de ríos lleguen a secarse por falta de lluvia.

Hasta hace no mucho, el origen y presencia del agua subterránea se consideraba como misterioso. En nuestros días ya se conoce que todas las aguas participan de un único ciclo y que, dependiendo de su presencia en el territorio, se clasifican en subterráneas, superficiales, atmosféricas, marinas, hielo, etc.

Las aguas superficiales se caracterizan por presentar una velocidad de descarga rápida y una reducida capacidad de almacenamiento; las subterráneas, presentan una velocidad de circulación reducida y una por el contrario, capacidad de almacén muy importante.

Desde el punto de vista de la contaminación e hidroquimismo de las aguas, también se presentan diferencias considerables: las aguas superficiales están más expuestas a la contaminación y las subterráneas mucho menos, dada la presencia del terreno que actúa como filtro al paso del agua desde la superficie del terreno hasta las mismas. No obstante las primeras presentan una recuperación a la contaminación más rápida

Otro aspecto que las diferencia es su emplazamiento geográfico y superficie a ocupar. Así, los terrenos que actúan como almacén de las aguas subterráneas ocupan importantes extensiones de superficie, frente a la distribución generalmente lineal de los ríos y valles fluviales con sectores anecdóticos más amplios, como la presencia de embalses o lagos y lagunas donde esta distribución no es lineal. Para el caso de las aguas subterráneas muchas montañas y zonas de llanura de las que vemos en Andalucía, son realmente acuíferos (Cazorla, Grazalema, Sierra Mágina, Doñana, Vega de Granada, Aluvial del Guadalquivir y tantos otros).

Hay que asimilar los acuíferos a embalses superficiales que presentaran unas aportaciones naturales, que serían las entradas anuales al acuífero, (habitualmente se denominan recursos renovables); una capacidad de embalse (se puede considerar una porción de las denominadas reservas); y un aliviadero de presa, que para el caso de los acuíferos coincidiría con la parte superior de la cerrada del embalse o aliviadero (son los manantiales).

De no existir explotación de las aguas subterráneas, la situación es similar a la de un embalse lleno, cuya agua de entrada por los cauces, estuviera rebosando por encima del muro del embalse.

LOS ACUÍFEROS EXISTENTES EN LA PROVINCIA DE JAÉN PUEDEN AGRUPARSE EN TRES ÁREAS GEOGRÁFICAS DIFERENCIADAS:

Acuíferos y Unidades hidrogeológicas situadas en la Orla Carbonatada Meridional de la provincia de Jaén.

En éste área pueden contabilizarse más de 40 acuíferos con un comportamiento, desde el punto de vista hidrogeológico, más o menos individualizado que ocupan una superficie algo inferior a los 3.000 km² en un área, en general, bastante despoblada. En su periferia se sitúan importantes núcleos urbanos como Jaén capital, Martos, Alcaudete, Alcalá la Real, Torres, Bedmar, Huelma y Mancha Real entre otros. Con una dependencia directa tanto en el abastecimiento como en el regadío de estos acuíferos. Los materiales que los constituyen son, fundamentalmente, calizas y dolomías con niveles piezométricos en estrecha relación con la cota de los principales manantiales asociados (verdaderos aliviaderos naturales de los embalses subterráneos) con caudales que llegan a tener hasta 200-300 l/s, como el caso de los manantiales de Mingo, Nacimiento del río San Juan, Gargantón, Sistillo o Arbuniel.

Esta zona presenta unos recursos renovables, del orden de 150 hm³/a que son drenados en su mayoría por manantiales, con unas extracciones que apenas alcanzan el 10% de sus recursos.

Acuíferos situados en el Valle del Guadalquivir. A excepción del denominado "Carbonatado de la Loma de Úbeda" que se desarrolla en profundidad en los términos de Villacarrillo, Torreperogil, Úbeda, y otros, el resto de los acuíferos de este área es de naturaleza detrítica o de características intermedias entre los carbonatados y los detríticos, como los de Úbeda, Porcuna o Bailén Guarromán que totalizan unos recursos renovables del orden de 80 hm³/a.

El grado de explotación en los mismos es en general alto, aunque en ninguno de ellos se alcanza el volumen de recursos potencialmente explotables. El uso de los recursos es, en su mayor parte, destinado al regadío, por lo que las extracciones se producen fundamentalmente en épocas de estiaje y especialmente en años secos cuando escasea la disponibilidad de agua superficial. En el "Carbonatado de la Loma de Úbeda", la explotación se ha incrementado notablemente en los últimos años para su uso en regadío de olivar.

El tercer grupo de acuíferos es el constituido por las *Sierras de Cazorla y Segura* que se sitúan en el sector Nororiental de la provincia. Los acuíferos incluidos en la Sierra de Cazorla pertenecen a la Cuenca hidrográfica del Guadalquivir con una superficie aproximada de 390 km² y la zona se caracteriza por relieves fuertemente abruptos, con cotas máximas próximas a los 2.000 m, formados por las Sierras de Cazorla, Quesada y Las Villas y por la estribación meridional de la Sierra de Alcaraz ya en la provincia de Albacete.

Los principales materiales acuíferos son las dolomías y calizas que conforman una compleja estructura en escamas que da lugar a una intensa compartimentación.

Los recursos medios para el conjunto de acuíferos se estiman en, al menos, unos 140 hm³/año y los aprovechamientos del agua subterránea son escasos en comparación con sus enormes recursos, dada la baja densidad de población, y la pequeña proporción de superficie cultivada. Los acuíferos de las Sierras de Quesada-Castril se incluyen en las cuencas hidrográficas del Guadalquivir y del Segura, y se prolongan extensamente hacia las provincias de Albacete, Granada y Murcia. El conjunto forma un vasto macizo de altitud media próxima a los 1.500 m, coronado por elevaciones de más de 2.000 m.

Poseen una extensión aproximada de 520 km² dentro de la provincia de Jaén, siendo los principales materiales acuíferos, dolomías, y calizas. La descarga se realiza en régimen natural por numerosos manantiales, los más importantes se localizan en la zona meridional a cotas comprendidas entre 800 y 1.200 ms.n.m.

Los recursos medios estimados globalmente ascienden a unos 200 hm³/a y no existen extracciones significativas por bombeo.

RESEÑA DE LAS INVESTIGACIONES SEGUIDAS POR EL IGME EN LA PROVINCIA DE JAÉN

La investigación sistemática de los acuíferos de la Provincia de Jaén se inicia en 1968, año en que comienza la investigación hidrogeológica en la Cuenca del Guadalquivir en colaboración con la FAO. Tradicionalmente, desde la Oficina de Proyectos del IGME en Granada, se han, abordado los estudios de la Provincia de Jaén con el apoyo constante de equipos multidisciplinares del Organismo Central realizando estudios que han permitido obtener una idea de conjunto del funcionamiento hidrogeológico de los diferentes acuíferos. Tomando como base estas investigaciones, el IGME ha atendido numerosas peticiones realizando estudios hidrogeológicos, fundamentalmente, de cara a satisfacer déficits de agua.

PROYECTOS Y ACTIVIDADES CIENTÍFICO-TÉCNICAS ESPECÍFICAS QUE REALIZA EL IGME EN LA PROVINCIA DE JAÉN

Proyectos de desarrollo metodológico

- Sobre la recarga artificial de acuíferos mediante balsas y sondeos.
- Sobre la relación explotaciones-consumo energético-rendimiento de captaciones.
- Sobre la hidrogeología de áreas graníticas.
- Sobre la capacidad del terreno como potencial depurador de aguas residuales mediante infiltración o lavado con filtro verde.
- Sobre las relaciones lluvia-calidad-volumen drenado en unidades carbonatadas.

Proyectos de Cartografía hidrogeológica y de ámbito Provincial

- Elaboración de mapas hidrogeológicos a escala 1:50.000, 1/200.000, 1/400.000 y de vulnerabilidad de acuíferos.
- Atlas hidrogeológicos y síntesis de acuíferos sobre calidad/ contaminación/ recursos.

Proyectos relacionados con el uso conjunto y modelización de acuíferos

Proyectos relacionados con la vigilancia y control de acuíferos

- Control de acuíferos (medidas en la red).
- Elaboración de boletines de piezometría, hidrometría y calidad.
- Actualización permanente de la base de datos: inventario, piezometría, hidrometría, calidad y redes de control.

Proyectos en relación con la normativa de utilización y conservación de acuíferos

- Realización de perímetros de protección de abastecimientos urbanos integrados en los Planes de Control de recursos y gestión de captaciones de aguas subterráneas.
- Normas de explotación de acuíferos.

Además de la realización de este tipo de Proyectos es de destacar:

- Elaboración de informes específicos y participación en comités de seguimiento de Proyectos en situaciones de emergencia, o de seguimiento de Comités de Residuos Sólidos Urbanos y Convenios de colaboración, así como asesoramiento a Juzgados, Diputación Provincial, Confederación Hidrográfica, Consejería de O.P. de la Junta de Andalucía, Subdelegación del Gobierno, Ayuntamientos, Comunidades de Regantes, etc.
- Asesoramiento a los diferentes Organismos, así como a personas que solicitan información sobre los trabajos del IGME.
- Elaboración de informes, acorde con las misiones legales del IGME (Ley de Aguas, Ley de Minas, Ley de Residuos Sólidos Urbanos, etc).

Un resumen del conjunto de Proyectos e informes, podría ser el siguiente:

- Proyectos de hidrogeología de ámbito Regional (del orden de 70).
- Investigaciones hidrogeológicas puntuales de mejora de conocimiento en la mayor parte de las

Unidades Hidrogeológicas como apoyo a los abastecimientos urbanos y a la mejora de regadíos (del orden de 150).

- Informes de apoyo a Planes Directores de Residuos Sólidos Urbanos y de Aguas Residuales Urbanas (del orden de 80).
- Informes de seguimientos de sondeos y ensayos de bombeo (del orden de 130).
- Informes legales en el marco de la Ley de Aguas, Ley de Minas, etc, zonas sobreexplotadas, afecciones entre captaciones, perímetros de protección y normas de explotación (del orden de 70).
- Estudios de calidad y contaminación (del orden de 15).
- Operaciones de recarga artificial (del orden de 10).
- Proyectos para mejora de riegos (del orden de 20).

GRANDES AVANCES EN EL CONOCIMIENTO HIDROGEOLÓGICO, A PARTIR DE INVESTIGACIONES DE ÁMBITO TERRITORIAL SEGUIDAS EN LA PROVINCIA

Década de los años 70.

- IGME-IRYDA (1971). Estudio hidrogeológico de la Comarca Cazorla-Hellín-Yecla. Cubriría parcialmente el sector Norte del conjunto Cazorla-Segura.

Década de los años 80.

Avances en la Orla Carbonatada

- IGME (1983b). Proyecto de investigación hidrogeológica infraestructural de los sistemas acuíferos 30 y 31. Cubriría lo que denominamos conjunto de acuíferos de la Orla Carbonatada meridional de Jaén y la primera aportación de relieve sobre los acuíferos del área.
- IGME (1986a). Proyecto de investigación para la mejora del abastecimiento de agua a los núcleos urbanos del sector suroccidental de la provincia de Jaén. Supone una mejora del conocimiento, fundamental de los acuíferos del Sur de la Provincia, como complemento al Proyecto de los sistemas (30-31) (IGME, 1983 b). Hace especial hincapié en balances, volúmenes drenados y el posible abastecimiento de Jaén capital y del Sistema del Víboras.

Avances en el Valle del Guadalquivir

- IGME (1984b). Proyecto de investigación hidrogeológica de los sistemas acuíferos de la región de Posadas-Bailén-Úbeda. Cubriría el Mioceno de base y los acuíferos del Rumber y Bailén-Guarromán en el Valle del Guadalquivir.

Avances en la Generalidad de la Provincia

- IGME (1985). Calidad y contaminación de las aguas subterráneas en España. Informe síntesis. Es un proyecto que cubre la mayoría de los acuíferos y pone acento en sus características hidroquímicas y su situación frente a hipotéticos focos de contaminación.
- IGME (1986b). Síntesis y Plano de acuíferos provinciales de Jaén, Granada y Málaga. Constituye un primer catálogo sistemático y diferenciador de Unidades y Subunidades hidrogeológicas.

Década de los años 90

Avances en la Orla Carbonatada

- ITGE (1990). Proyecto de actualización de la infraestructura hidrogeológica, vigilancia y catálogo de acuíferos. Plan de investigación de las Unidades hidrogeológicas situadas entre los ríos Guadalbullón y Jandulilla (Pegalajar-Cabra de Santo Cristo-Jaén). Supone una actualización de la información básica sobre los acuíferos del sector. Este sector se complementa ampliamente, con posterioridad con el Proyecto "Actualización del inventario de recursos subterráneos en la Cuenca del río Guadalbullón y del río Torres (Jaén)" realizado por la DGOH (1999).
- COPTJA-IGME (1996a). Reconocimiento hidrogeológico y ejecución de sondeos de investigación en el sector Quiebrajano-Víboras. Conlleva un análisis de los recursos del sector y sus posibilidades de utilización como apoyo al conjunto de Martos y de Jaén capital. Población a abastecer 200.000 hab.
- COPTJA-IGME (1996b). Reconocimiento y ejecución de sondeos de investigación en el T.M. de Huelma (Jaén). Supone una actualización de la Unidad Hidrogeológica de Sierra Mágina. Población a abastecer: 5.950 hab.
- Diputación Provincial-ITGE (1997). Atlas hidrogeológico de la Provincia de Jaén. Supone una exposición detallada de la situación y características del conjunto provincial.

Avances en el Valle del Guadalquivir

- ITGE-Diputación de Jaén (1994a). Investigación hidrogeológica como mejora del abastecimiento a los núcleos de la Loma de Úbeda. Abastecimiento de los núcleos urbanos de la Comarca de la Loma de Úbeda. Convenios IGME-Diputación de Jaén-Junta de Andalucía. Población a abastecer: 100.000 hab.

Avances en Sierras de Cazorla-Segura

- Universidad de Granada-ITGE (1990). Investigación de los acuíferos carbonatados de las Sierras de Cazorla y Segura. Incluye trabajos de cartografía, inventario de puntos de agua, analítica, una primera definición de sectores acuíferos; si bien, una de las aportaciones fundamentales es el ensayo en manantiales representativos de la relación lluvia-calidad-caudales drenados.
- ITGE-Diputación de Jaén (1994b). Abastecimiento integral de la Comarca de la Sierra de Segura-Convenios IGME-Diputaciones de Jaén e IGME- Junta de Andalucía. Población a abastecer: 30.000 hab.

Avances en la generalidad de la Provincia

- CHG-ITGE (1993). Propuesta de normas de explotación de las Unidades Hidrogeológicas de la Cuenca del Guadalquivir.
- ITGE (1994). Mapa hidrogeológica de España. Escala 1:200.000. Hoja nº 77 (Jaén).
- ITGE (1995). Mapa hidrogeológico de España. Escala 1:200.000. Hoja nº 71 (Villacarrillo).

Década del 2000

Avances en Sierras de Cazorla-Segura

- IGME-DGOHCA (2001). Proyecto para la actualización de la infraestructura hidrogeológica de las Unidades 05.01, 05.02, 07.07; Sierras de Cazorla, Quesada-Castril, Sierra de Segura-Cazorla y Carbonatada de la Loma de Úbeda.

Avances en la generalidad de la Provincia

- IGME-Diputación Provincial de Jaén (2001). Estudio de las Aguas Minero-Medicinales, Termales, Minerales-Naturales y de Manantial en la Provincia de Jaén.
- CHG-IGME (2001). Revisión y actualización de las Normas de Explotación de las UU.HH. de la Cuenca del Guadalquivir y Guadalete-Barbate. Propuesta de nueva normativa y definición de nuevas unidades hidrogeológicas.

CONVENIOS DE COLABORACIÓN EXISTENTES QUE AFECTAN AL ÁMBITO PROVINCIAL:

Convenio Confederación Hidrográfica del Guadalquivir-IGME

- Revisión y actualización de Normas de Explotación de las UU.HH.
- Apoyo al desarrollo del Plan Hidrológico.
- Informes preceptivos en el marco de la Ley de Aguas.
- Trabajos de ámbito regional (Alto Guadalquivir).
- Informes sobre redes de control.
- Investigaciones relacionadas con perímetros de protección en acuíferos con riesgo de sobreexplotación.

Convenio Consejería de O.P. de la Junta de Andalucía-IGME

- Asesoramiento al Consejo Andaluz del Agua.
- Proyecto Integración de los acuíferos en los sistemas de abastecimientos urbanos de la Comunidad Andaluza.
- Atlas Hidrogeológico de Andalucía.
- Síntesis de actuaciones seguidas en sequía.

Convenio Diputación de Jaén-IGME

- Investigaciones hidrogeológicas para la ubicación de captaciones de agua con destino al abastecimiento urbano y seguimiento de sondeos de investigación/explotación (cerca del 60% de los núcleos se abastecen con agua subterránea).
- Proyecto sobre caracterización de aguas minerales, minero-medicinales y termales de la Provincia de Jaén.
- Proyecto para el estudio de la incidencia de los nitratos sobre los abastecimientos en diferentes sectores de la provincia de Jaén).
- Síntesis hidrogeológicas sobre los Parques Naturales de Cazorla y Sierra Mágina.
- Estudio previo sobre cavidades de interés turístico en la Provincia de Jaén.
- Atlas hidrogeológico Provincial.
- Trabajos de ámbito regional (Loma de Úbeda, Sierra de Segura, etc).
- Planes de control de captaciones de Aguas Subterránea.

Convenio con la Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico de la Junta de Andalucía

- Colaboración en temas de aguas minerales relativas al establecimiento de perímetros de protección, y peticiones de alumbramientos de aguas (expedientes).

Proyecto Hidrogeología del área granítica de Linares (Universidad de Granada y Universidad de Jaén-IGME)

INVESTIGACIONES DESTACADAS RECIENTEMENTE FINALIZADAS

Investigación sobre las aguas minero-medicinales, termales, minerales-naturales y de manantial en la Provincia de Jaén. IGME-Diputación de Jaén.

Las actividades contempladas en el proyecto han tenido como objetivo fundamental la caracterización y evaluación de los recursos hidrominerales de la provincia de Jaén así como el estudio de la viabilidad de su explotación, con el fin de potenciar el conocimiento y darle la difusión necesaria para que los potenciales inversores de este sector, tengan a su disposición la información suficiente para la toma de decisiones. Es de destacar la actualización del inventario de captaciones de aguas minerales declaradas y de aquellas otras que por su características fisicoquímicas puedan ser susceptibles de declaración como agua minero medicinal o de bebida envasada con toma de muestras, determinaciones fisico-químicas in situ, e inventario de potenciales focos contaminantes.

Investigaciones como apoyo al abastecimiento de la comarca de la Sierra del Segura. IGME-Diputación de Jaén-COPTJA

En la Comarca de la Sierra del Segura, el objetivo de los trabajos llevados a cabo ha sido el de diversificar fuentes de abastecimiento que aseguren la disponibilidad de suficiente caudal, incluso en sequía extrema, de forma que sea posible la creación de una red de abastecimiento supramunicipal.

El área denominada "Comarca de la Sierra de Segura" comprende un total de 11 términos municipales con una población que se sitúa entorno a 30.000 habitantes. Como consecuencia de los déficits estivales en el abastecimiento que presentaban muchos de los núcleos de la comarca, se realizaron diversos estudios (ITGE, 1994 b; Molina, *et al.*, 1995; González-Ramón *et al.*, 1996) que permitieron plantear una serie de actuaciones basadas en la construcción de 14 sondeos sobre materiales carbonatados jurásicos. La ejecución de la mayor parte de estos sondeos permitió la resolución de los problemas existentes, si bien quedan por construir las conducciones que permitan la utilización de las diversas captaciones en un ámbito supramunicipal.

En los sondeos construidos se han perforado más de 1.300 m, que van a permitir obtener un caudal instantáneo mínimo de 250 l/s, muy superior a las demandas existentes.

Investigación como apoyo al abastecimiento de la Comarca de la Loma de Úbeda. IGME-Diputación de Jaén-COPTJA

La Comarca de la Loma de Úbeda incluye 23 núcleos agrupados en 15 términos municipales de la provincia de Jaén, con una población total superior a los 100.000 habitantes. El abastecimiento se realiza, actualmente, a partir del embalse de Aguascebas, situado en el interior de la Sierra de Cazorla y se complementa mediante bombeo desde el propio río Guadalquivir en una estación situada en el núcleo de Mogón, desde la que hay que realizar elevaciones del orden de 400 metros, hasta una estación depuradora. En época de lluvias las aguas captadas desde este último, presentan una elevada turbidez (ITGE, 1994 a; Ortuño, *et al.*, 1996).

Las actuaciones realizadas en la zona han ido encaminadas a la búsqueda de recursos subterráneos que permitan complementar la toma existente en el Guadalquivir y los recursos actualmente disponibles regulados por el embalse. Estas actuaciones han posibilitado la realización de sondeos en el entorno del embalse capaces de aportar agua de elevada calidad, sin necesidad de grandes elevaciones.

Los caudales alumbrados en el entorno del embalse de Aguascebas en los sondeos explotables son del orden de 60 l/s. Tras la ejecución de tres nuevos sondeos propuestos se espera incrementar el caudal alumbrado en unos 90 l/s con lo que se obtendría una disponibilidad de 150 l/s. Se recomienda además utilizar dos de los sondeos realizados por la DGOH en el entorno de Mogón que podrían aportar caudales superiores a los 100 l/s.

Análisis sobre la incidencia de los nitratos sobre las aguas subterráneas utilizadas para abastecimiento en la Provincia de Jaén

El objetivo final que se ha pretendido alcanzar con la ejecución de este proyecto es llegar a conocer y valorar el riesgo al que se ven sometidas las aguas subterráneas, y más concretamente aquellas destinadas al abastecimiento y situadas al sur de la provincia de Jaén, por el incremento en la concentración en nitratos, para proponer actuaciones encaminadas al establecimiento de medidas correctoras o de búsqueda de alternativas de abastecimiento, que se completarán con la realización de un manual de concienciación destinado a los agricultores, dado que las prácticas agrarias son el principal origen de contaminación por nitratos, con el fin de prevenir el incremento de los compuestos de nitrógeno en las aguas subterráneas.

INVESTIGACIONES DESTACADAS EN LAS QUE SE PROPONE CONTINUIDAD

Investigaciones que faciliten la integración de los acuíferos en los sistemas de abastecimientos urbanos de la comunidad andaluza.

Constituyen trabajos de actualización del conocimiento de diferentes acuíferos en la Cuenca del Guadalquivir y en la Cuenca Sur que se corresponden con la mejora del conocimiento de su balance (entradas-salidas) y de su funcionamiento hidráulico; inventario; propuesta y realización de obras de investigación y explotación; mejora del conocimiento sobre la potencia, litología y geometría de acuíferos; actualización de la cartografía hidrogeológica; control en un período de funcionamiento hidrodinámico suficiente y continuo en el tiempo; definición de posibilidades de regulación; actualización de información hidroquímica; establecimiento de medidas de protección de calidad y cantidad del recurso subterráneo por sectores; definición de posibilidades de recarga artificial; apoyo al posible uso conjunto de agua superficial-subterránea, etc.

Como objetivos destacar:

- Aportar recursos hídricos subterráneos a los grandes sistemas de abastecimiento público mejorando de esta forma la garantía de los servicios.
- Contribución a la incorporación de las aguas subterráneas a la gestión del agua y concretamente al uso conjunto de las aguas superficiales-subterráneas.
- Contribución al desarrollo para la mejora del conocimiento, control y protección de las aguas subterráneas.

- Mejorar el conocimiento de los acuíferos, en el entorno de los diferentes núcleos urbanos señalando obras y/o sondeo de investigación-explotación, cuya ejecución permita resolver los problemas de abastecimiento.

Utilización conjunta de los recursos superficiales y subterráneos de los acuíferos relacionados con el abastecimiento del conjunto de Martos y la Comarca del Quiebrajano

Estos acuíferos comprenden todo el conjunto de afloramientos carbonatados del Subbético y Prebético situados al suroeste y sur de la capital de Jaén que engloba los acuíferos de Jaén, Grajales-Pandera, Gracia- Morenita, Ahillo-Caracolera, Mentidero-Montesinos y Ventisquero Cornicabra, entre otros.

De la óptima y adecuada utilización conjunta de estos recursos subterráneos depende un grupo de municipios muy importantes del Sur de la Provincia: núcleos próximos a la Provincia de Córdoba, Conjunto de Martos, Mancomunidad del Quiebrajano, Jaén Capital, etc.

En relación con el abastecimiento del Víboras, en los últimos años, se han realizado diferentes estudios en la cabecera del río Víboras, en el marco del convenio de colaboración IGME-COPTJA, que han mejorado el conocimiento hidrogeológico de una forma muy importante. Con anterioridad a la construcción del embalse del Víboras, se estimó un déficit en el abastecimiento a la Comarca de Martos, en años secos, que se cifró en un máximo de 80 l/s. Por otra parte, también se estimaron problemas en el abastecimiento en momentos de fuertes lluvias debido a la turbidez de las aguas captadas en las derivaciones del río.

La investigación de los acuíferos de la Cabecera del río Víboras ha permitido establecer las posibilidades reales de explotación de sus aguas subterráneas para apoyar el abastecimiento de la Comarca de Martos y, en el futuro, al sistema Quiebrajano. La mayor parte de las actuaciones realizadas se han centrado en el acuífero de Gracia-Morenita, que presenta unos recursos de 10 hm³/a y unas reservas mínimas explotables superiores a 30 hm³.

Se han perforado un total de seis sondeos situados todos ellos próximos a la toma principal de las captaciones de abastecimiento al Sistema, toma denominada como "Fuentes de Martos". Dos de estos sondeos han sido equipados para su explotación y son capaces de aportar caudales del orden de 170 l/s y otros dos se han instalado para la realización de pruebas de inyección en ensayos de viabilidad de recarga artificial.

El sector denominado Quiebrajano-Víboras implica a un total de 24 núcleos de población entre los que se incluye Jaén capital, afectando a unos 200.000 habitantes. El abastecimiento, tradicionalmente se ha resuelto mediante la captación de recursos superficiales, tanto desde el río Víboras como del embalse del Quiebrajano y de surgencias como los Nacimientos de Mingo. Se complementa a partir de la sequía de los años noventa con baterías de sondeos que afectan a los acuíferos de Grajales-Pandera (26 hm³/a), en el caso de la Comarca del Quiebrajano y de Gracia-Morenita en la Comarca de Martos.

La investigación llevada a cabo entre los meses de octubre de 1995 y julio de 1996 en las unidades hidrogeológicas de la cabecera del Río Víboras permitió estimar unos recursos subterráneos de más de 23 hm³/a, con buena calidad química (entre 370 y 950 µS/cm) y ausencia de elementos contaminantes. Las estructuras de almacenamiento permiten además cuantificar un volumen mínimo de reservas superior a los 100 hm³ (ITGE-COPJA, 1996).

Los trabajos y estudios plantearon, desde su inicio, la posibilidad futura de apoyar desde aquí al abastecimiento conjunto del Quiebrajano en el caso de que se llegaran a unir los sistemas de abastecimiento

del Quebrajano y del Víboras, pues los recursos subterráneos susceptibles de ser captados son importantes. Esta última posibilidad implicaría bombeos prolongados en el tiempo, con lo que sería aconsejable su combinación con operaciones de recarga artificial, en periodos invernales. Así se planteó un informe complementario que valorara la viabilidad de realizar operaciones de recarga artificial en el acuífero de Gracia-Morenita.

Para hacer un análisis de viabilidad de la recarga artificial, se ha construido una infraestructura previa para ensayar esta posibilidad que ha consistido en la derivación de los caudales aportados por el arroyo del Papel (situado aguas arriba de los sondeos) y su conexión con dos de los sondeos realizados a rotopercusión, realizando una serie de pruebas en uno de estos sondeos y concluyendo con una modelización matemática en la que se han simulado diversas operaciones de bombeo-recarga para analizar la respuesta del acuífero.

En el ensayo de viabilidad de recarga artificial realizado se inyectó, en el sondeo Víboras II, un caudal de 19 l/s durante 43 días totalizando un volumen de 70.642 m³. Se estimó una capacidad de admisión para los sondeos Víboras II y V del orden de 80 l/s (IGME-COPTJA, 2000).

En la actualidad, el abastecimiento a la Comarca de Martos se basa en las derivaciones del río Víboras. Los dos sondeos equipados (Víboras IV y VI) deben utilizarse como apoyo a estas derivaciones, en caso de ser necesarios, lo que implica bombeos en estiajes de años secos y en momentos de inutilización de las derivaciones del río Víboras por avenidas. Estas instalaciones podrían utilizarse, con independencia de que en un futuro próximo pueda entrar en funcionamiento el aporte de agua procedente del Embalse del Víboras.

Estos estudios y resultados junto con los existentes realizados por el IGME, con anterioridad, otras Administraciones (CHG, Diputación de Jaén, COPTJA), así como por los diferentes departamentos Universitarios y el CSIC suponen un oportuno punto de partida para realizar un estudio de utilización conjunta que integre la utilización coordinada de los recursos superficiales y subterráneos de las diferentes Unidades hidrogeológicas junto a los embalses del Quebrajano y del río Víboras, las derivaciones actuales de aguas superficiales, etc.

Por utilización conjunta de recursos superficiales y subterráneos se entiende el uso planeado y coordinado de ambas fuentes para la satisfacción de la demanda. Las proporciones en que se combinan las cantidades de agua de una y otra procedencia para el suministro a la demanda son variables en función de la época del ciclo hidrológico anual, de las reservas existentes en el sistema de almacenamiento superficial y en los acuíferos, y de la calidad disponible en cada uno.

Como objetivos básicos destacar el señalamiento de las pautas idóneas para:

- El abastecimiento al conjunto de Martos mediante la utilización conjunta del embalse, las derivaciones de agua superficial de cabecera, los sondeos de explotación y las operaciones de recarga artificial.
- El abastecimiento del Sistema Quebrajano como garantía de Jaén capital desde el embalse del Quebrajano, los acuíferos de Grajales-Pandera, Peña de Jaén y manantiales de Mingo, y el enlace con el conjunto de Martos.

Integración del acuífero carbonatado profundo de la loma de Úbeda en el sistema de abastecimiento de la Loma.

Los estudios realizados en el último cuatrienio, en el marco de los convenios COPTJA-IGME y Diputación de Jaén-IGME han planteado una serie de actuaciones en la zona encaminadas a la búsqueda de recursos subterráneos que permitirían complementar la toma existente en el Guadalquivir y los recursos actualmente disponibles regulados por el embalse del Aguascebas. El objetivo de caudal previsto a cubrir se sitúa en torno a los 200 l/s en sequía extrema.

El acuífero carbonatado de la Loma de Úbeda, recientemente definido, está constituido por las dolomías liásicas de la cobertera tabular de la Meseta, que afloran desde al norte de Canena y Rus, hasta las inmediaciones de Villanueva del Arzobispo, a ambos márgenes del río Guadalimar, y se hunden hacia el sur-sureste, bajo los depósitos miocenos de la Loma de Úbeda y Villacarrillo.

El acuífero carbonatado jurásico, hacia el sur se sumerge bajo los depósitos del Mioceno, que lo convierten en un acuífero cautivo y a escasa distancia de sus afloramientos, al tratarse esencialmente de materiales margosos impermeables de 200 a más de 500 metros de potencia.

En general la profundidad a la que se sitúa el techo del acuífero jurásico aumenta desde unos 100 m a 1-2 km de sus afloramientos hasta superar los 700-800 metros al sur de Úbeda.

En la zona del acuífero Jurásico de carácter libre, próxima a los afloramientos, las aguas son generalmente bicarbonatadas cálcicas o magnésicas y de conductividad media o alta, inferior en general a 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Los contenidos analizados en los diversos iones son también típicos de aguas subterráneas, aunque destaca sin embargo en este sector del acuífero el elevado contenido en nitratos (comprendido entre 50 y 120 mg/l en todas las muestras analizadas). En el sector confinado del acuífero jurásico las aguas presentan generalmente una conductividad superior a la del acuífero libre, comprendida entre 700 y 2.400 $\mu\text{S}/\text{cm}$, salvo valores puntuales y que se pueden considerar anómalos.

La existencia de un sector que afecta al acuífero Jurásico en su sector libre, generalmente al sur del río Guadalimar y a uno sector muy amplio del sector confinado hasta el paralelo de Úbeda por el Sur, donde la calidad del agua a captar podría considerarse apta para el abastecimiento urbano hacen oportuna la realización de una investigación mas detallada, teniendo en consideración que la realización de posibles obras, en el futuro, debe, en su caso, realizarse bajo un estricto control hidrogeológico, con el objeto de no producir mezcla de aguas profundas indeseables con aguas de mejor calidad.

Investigaciones hidrogeológicas para la ubicación de captaciones de agua con destino al abastecimiento urbano y seguimiento de sondeos de investigación/explotación en las calizas del Prebético y Subbético del Alto Guadalquivir

Estas investigaciones se realizan en el marco de los convenios de colaboración suscritos entre el IGME y la Diputación Provincial de Jaén.

Los objetivos se sintetizan en:

- La creación de una infraestructura de conocimiento de los parámetros hidrogeológicos básicos y una actualización del balance hídrico de diferentes acuíferos, algunos escasamente conocidos.
- La creación de una infraestructura de cartografía hidrogeológica de diferentes áreas de Jaén, como

base para una adecuada actualización, sistematización y reconocimiento de los acuíferos del territorio.

El desarrollo de técnicas hidrogeológicas para la incorporación a la ordenación del territorio de medidas preventivas de la contaminación y/o de la explotación inadecuada de acuíferos

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 que faciliten la integración de los usuarios en la gestión de los 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.

Aplicación de la tecnología de la recarga artificial a partir de sondeos, en el acuífero de Mancha Real (Jaén)

Han sido varios los proyectos desarrollados con objeto de analizar las posibilidades de utilizar el acuífero Mioceno como reservorio temporal de excedentes de agua invernal. (ITGE, 1985; ITGE, 1988; ITGE, 1991a; SGOP-DGOH, 1992).

Su suministro actual se basa parcialmente en el manantial de los Charcones (1938-4004), del que se dispone de un caudal variable de 1 a 20 l/s según la época del año, y que llega por gravedad al depósito de la carretera de Torres, complementado con la explotación de diferentes sondeos: sondeo los Pinos; sondeo La Cantera; sondeo del Caserón de Monroy o de la Serrezuela de Pegalajar y sondeo Peña del Águila.

El acuífero a recargar: está constituido por calizas miocenas de espesor variable entre 100 y 300-400 metros, recubiertas superficialmente por depósitos detríticos pliocuaternarios de espesor desconocido aunque generalmente escaso. La heterogeneidad del acuífero y la existencia de barreras hacen que los valores puntuales de transmisividad sean variables; se consideran representativos valores de 100-1000 m²/d. De igual forma los valores puntuales de porosidad eficaz obtenidos en ensayos oscilan entre 0'2 y 5 %, con un valor medio más probable próximo al 4 %.

Los rasgos más característicos de los acuíferos del entorno se reflejan a continuación:

- 1º). Con el conocimiento actual, se puede decir que la zona más septentrional del acuífero de Mojón Blanco, donde se ubican los sondeos de Los Pinos y La Cantera, está conectada hidráulicamente con el sector meridional del acuífero de Pegalajar, que drena por el manantial del Estanque. Podría denominarse como "Pegalajar-Mancha Real". La cota del agua en el sondeo de los Pinos es de unos 800 ms.n.m.

- 2º). El resto del acuífero de Mojón Blanco drenaría exclusivamente por el manantial de Los Charcones. Podría llamársele acuífero de Los Charcones, o mantener para éste la denominación de "Mojón Blanco". La cota del agua se sitúa a 1.040 ms.n.m.
- 3ª). El acuífero intermedio o del Mioceno ha presentado en todo momento un comportamiento piezométrico claramente diferenciado de los dos anteriores y del sector septentrional del acuífero de Pegalajar. El nivel de agua histórico se ha situado a unas cotas comprendidas entre 650 y 780 ms.n.m. en función de la evolución de las explotaciones. Su punto de descarga es el manantial de Las Pilas que se secó al iniciarse las explotaciones.
- 4ª). En el sector septentrional del acuífero de Pegalajar se pone de manifiesto, una cota del nivel del agua próxima a los 575 ms.n.m. (sondeo de Monroy o Pegalajar).

Se plantean problemas en la garantía de suministro a medio-largo plazo, como consecuencia de la importante explotación que soporta el acuífero de Pegalajar-Mancha Real, que es captando por los dos principales sondeos de abastecimiento (el de Los Pinos y el de La Cantera), explotación que además ha provocado ya diversos conflictos por la relación de este acuífero con el manantial de La Charca o El Estanque, ubicado en el casco urbano de Pegalajar, y que ha permanecido seco durante varios períodos desde Octubre de 1988 en que se tiene constancia de que se secó por primera vez.

El efecto de la recarga sobre el citado acuífero de Pegalajar-Mancha Real sería apreciable a corto-medio plazo, con la consiguiente recuperación del manantial de La Charca, ya que si se recarga el acuífero intermedio y se utiliza para abastecimiento a Mancha Real se produciría en aquél una disminución de los bombeos con efecto similar al de la recarga en el mismo.

Excedentes de agua para la recarga e infraestructuras en relación con la recarga: Los dos estudios que han analizado las posibles fuentes de recarga coinciden en que la zona que presenta más ventajas es la cabecera del río Torres, mediante una toma situada aguas abajo de la presa del Caz Público, a una cota de unos 890-895 ms.n.m, y que requeriría una conducción de unos 10-12 Km hasta la zona de inyección (sondeos de La Barrena). Los posibles excedentes para recarga han sido estimados entre 0'75 y 1'5 hm³/a, con caudales de 50 a 100 l/s en la época de Octubre a Marzo (ITGE, 1988) y entre 0'7 y 1'29 hm³/a, para caudales variables de 60 a 100 l/s de Diciembre a Abril (S.G.O.P. DGOH, 1992). Por lo que respecta a posibles excedentes del manantial de Los Charcones, su incorporación a la conducción anterior sería relativamente sencilla (con un nuevo tramo de 2-3 Km hasta su entronque), por lo que podrían ser de interés, a pesar de su escasa cuantía (estimados entre 0'1 y 0'4 hm³/a).

En relación con las infraestructuras disponibles hay que destacar la existencia de al menos 2 sondeos abandonados, en principio útiles para la inyección de agua en el acuífero (sondeos de La Barrena). En el sondeo Barrena I se valoró la capacidad de admisión en más de 200 l/s para una sobrepresión de unos 40 m sobre el nivel estático (ITGE, 1991a). En cualquier caso el caudal de admisión debe superar con seguridad los 100 l/s. Por otra parte, existe la posibilidad de seguir utilizando para el bombeo del agua recargada el sondeo de Peña del Águila (para abastecimiento a Mancha Real) y, de ser necesario, podría utilizarse también para ese fin el sondeo Barrena II, si no es necesario para la inyección, ya que dispone de la infraestructura necesaria en relación con el abastecimiento a Mancha Real.

Las reservas extraíbles hasta una cota del agua de 650 ms.n.m., mínima alcanzada históricamente, serían próximas a 3 hm³, algo más de dos veces el consumo anual de Mancha Real. Ello permitiría abordar

la explotación controlada del acuífero Mioceno para abastecimiento a Mancha Real y reducir cuanto antes la explotación del acuífero Pegalajar-Mancha Real.

Contando con los excedentes evaluados en la cabecera del río Torres (0,75-1,5 hm³/a), el agua extraída cada año se recargaría nuevamente durante el año siguiente sin grandes dificultades, permitiendo una reducción de la explotación del sector Mancha Real-Pegalajar (o del Estanque) del orden, como mínimo, de 0'5 hm³/a, que sería suficiente para equilibrar su balance actual.

Investigación sobre las posibilidades de depuración de aguas residuales urbanas a partir de la infiltración sobre el terreno.

El cumplimiento de los objetivos de depuración de aguas residuales urbanas impuestos por la legislación es especialmente difícil en el caso de núcleos de población de pequeño tamaño debido, tanto a limitaciones económicas como técnicas. El empleo del terreno como depurador, tecnología conocida como infiltración rápida, es una alternativa de bajo costo y fácil implementación, viable incluso en el caso de materiales límite como se ha demostrado en trabajos anteriores.

Análisis de la evolución del estado de las aguas subterráneas por medio de las redes de control.

El objetivo principal consiste en el análisis del estado de las aguas subterráneas de los diferentes acuíferos mediante la toma de datos y el mantenimiento de la infraestructura de almacenamiento de información. Ello permitirá la elaboración de informes sobre el estado de los acuíferos incluyendo los aspectos piezométrico, hidrométrico y de calidad.

Análisis de las posibilidades de mejora del abastecimiento de Alcalá la Real mediante la realización de operaciones de recarga artificial en el acuífero de los Llanos.

En la década de los ochenta, el acuífero de los Llanos, que constituía el abastecimiento a Alcalá la Real, sufrió una sobreexplotación temporal que provocó la insuficiencia de los sondeos de abastecimiento existentes en el mismo para atender el suministro normal. Posteriormente el sondeo realizado en Frailes permitió solucionar el problema.

El acuífero de los Llanos está constituido por un afloramiento de calcarenitas bioclásticas del Mioceno, que se disponen subhorizontales con forma casi tabular, buzando levemente hacia el sureste, sobre las margas miocenas que conforman su substrato. Se extiende desde el núcleo urbano de Alcalá la Real a la pedanía de Santa Ana, y por el norte llega hasta el Cerrillo del Hacho (1058 ms.n.m).

La superficie del acuífero, es de 6,6 km². La potencia media del conjunto calcarenítico es de unos 50-60 m, con mínimos de 36 m y máximos de 97 m en los sondeos realizados. Se trata de un acuífero libre y colgado, si bien es cierto que en algunas zonas puede estar confinado o semiconfinado, como en su parte suroriental, donde se produce un cambio de facies entre las calcarenitas y las margas, por lo que las calcarenitas presentan indentaciones o incluso se sitúan localmente por debajo de las margas impermeables. El drenaje de los recursos subterráneos se produce, en condiciones naturales, a través de los manantiales de Fuente del Rey y Gallardo, y cuando los niveles piezométricos se encuentran elevados también en Fuente Somera.

Las reservas del acuífero han sido estimadas entre 3,2 y 3,9 hm³, para situaciones de estiaje y aguas

altas, respectivamente. La calidad general del agua del acuífero es buena, con conductividades inferiores a 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y facies bicarbonatadas cálcicas (ITGE-COPTJA, 2000 a).

Aunque actualmente el abastecimiento está en gran parte garantizado, se ha pretendido estudiar la posibilidad de complementar el mismo mediante la explotación y recarga artificial del acuífero con el consiguiente incremento de la garantía futura en el abastecimiento y la mejora de la calidad del agua que ello implicaría. La recarga permitiría recuperar el equivalente al volumen bombeado en el estiaje anterior.

Se realizaron unos primeros ensayos preliminares de recarga para valorar las tasas de infiltración y viabilidad de la recarga. Posteriormente se realizó una experiencia de recarga artificial que se prolongó durante 66 días para evaluar la respuesta del acuífero utilizando dos balsas previamente realizadas por el ayuntamiento; con el objeto de mejorar la admisión de las balsas se construyeron dos sondeos, totalmente penetrantes en el acuífero, junto a cada una de las balsas y comunicados con ellas a través de galerías construidas en sus paredes.

Las pruebas de recarga se efectuaron con un caudal medio de 10,3 l/s. El agua utilizada para las pruebas se obtuvo del sondeo de El Chaparral, ubicando en otra unidad hidrogeológica y del que Alcalá la Real dispone de una concesión invernada de 53,3 l/s, superior a la que puede utilizar, por el contrario en estiaje la concesión es de 20 l/s inferior a las necesidades para el abastecimiento (ITGE-COPTJA, 2000 b).

La experiencia realizada permite confirmar la viabilidad hidráulica de la recarga en el acuífero de los Llanos, para garantizar el suministro urbano de Alcalá la Real en años secos, aunque con ligeras modificaciones de los dispositivos ya existentes, cuyo dimensionamiento se ha planteado con los nuevos datos obtenidos. Ello permitiría realizar la recarga los próximos años, de acuerdo con el Plan de Recarga esbozado y con mínimas inversiones.

INVESTIGACIONES PROPUESTAS DE FUTURO

Planes de investigación previstos por el IGME en materia de Aguas Subterránea.

El Programa de Hidrogeología y Aguas Subterráneas tiene como objetivo cumplir con las funciones encomendadas al IGME en materia de aguas subterráneas, con los objetivos marcados en los Planes de I+D+I en la Directiva Marco de Política del Agua, y en los Planes hidrológicos, en cuanto a profundizar en conocimientos, métodos y técnicas que permitan la caracterización más precisa de los acuíferos y unidades hidrogeológicas, la evaluación más ajustada de las disponibilidades del recurso, su relación con las aguas superficiales y su papel ambiental, así como protegerlas, y en su caso restaurarlas cuando puedan verse afectadas.

Descripción de Líneas de Acción:

Estudios Hidrogeológicos. El desarrollo de investigaciones básicas, que incidan especialmente sobre el estudio de los procesos y mecanismos que regulan el funcionamiento de los acuíferos y la composición natural de las aguas subterráneas.

Conocimiento y Evaluación de Acuíferos. Actualizar y mejorar el conocimiento de los acuíferos, especialmente en los aspectos relacionados con su cantidad y calidad y el grado de deterioro de las mismas.

Protección y Restauración de Acuíferos. Proteger las aguas subterráneas de los posibles efectos no deseados, especialmente los derivados del sobrebombeo: descenso de niveles no planificados e intrusión marina en los acuíferos costeros por contaminación, especialmente por nitratos, plaguicidas, arsénico e hidrocarburos.

Técnicas Hidrogeológicas y de Servicio. Por un lado, el desarrollo y aplicación de técnicas, que permitan mejorar el conocimiento de los acuíferos y apoyar a los responsables de la gestión hídrica; por otro lado, la realización de informes de imperativo legal solicitados por las diferentes Administraciones Públicas

Investigación en los acuíferos de Bailén-Guarromán-Linares como garantía del abastecimiento de los municipios del Rumblar y términos limítrofes

Los acuíferos del sector se encuentran estratégicamente situados en el eje de Carboneros, Guarromán, Baños de la Encina, Espeluy, Zocueca y Bailen, por lo que podrían constituir una fuente complementaria de suministro a la actual utilización de la regulación superficial en situaciones de sequía.

Ello posibilitaría la creación de infraestructuras como garantía de los abastecimientos para futuras sequías del Consorcio del Rumblar que afecta a los términos municipales de Andujar, Bailén, Mengibar, Marmolejo, Villatorres, Jabalquinto, Villanueva de la Reina, Cazalilla y Guarromán (núcleo de Zocueca).

La Unidad de Bailén-Guarromán presenta unos recursos del orden de 5-6 hm³/a. En lo que se refiere al abastecimiento, en la actualidad se utiliza para Guarroman y Espeluy.

La Unidad del Rumblar constituye de un acuífero tipo multicapa conformado por niveles detríticos y espesor que pudiera superar los 200 m, siendo la superficie de afloramientos permeables del orden de 40 km² y los recursos del orden de 3,5 hm³/a. En lo que se refiere al abastecimiento, en la actualidad se utiliza para el municipio de Villanueva del Río.

Actualización de la información hidrogeológica básica y reconocimiento de posibles sectores como apoyo al abastecimiento de Belmez de la Moraleda

Investigación de los acuíferos relacionados con los drenajes del salto Padilla y del Fraile en la Carolina

El abastecimiento a La Carolina se realiza, en la actualidad, desde el embalse de Panzacola, si bien en situaciones de sequía extrema como la pasada se llegó a secar totalmente sufriendo la población de La Carolina una situación de preocupación sin precedente hasta la fecha. El caudal necesario para el abastecimiento es de 55 l/s y antes de la construcción del embalse, el abastecimiento se realizaba desde los manantiales del Salto de Padilla y Salto del Fraile. Las mejores posibilidades de apoyo al abastecimiento con aguas subterráneas, en épocas de emergencia, están en relación con el acuífero formado por las Cuarcitas Armóricas, donde se sitúan estos manantiales.

Las posibilidades de aportar agua desde sondeos cercanos al embalse del Panzacola, con garantías para el apoyo de emergencia al abastecimiento son escasas, debido a la baja permeabilidad de los materiales existentes como lo demostraron las diferentes obras de emergencia realizadas y además la posibilidad de utilización de pozos mineros abandonados, es baja, debido a los problemas de calidad para abastecimiento y a las dificultades de su explotación.

CONSIDERACIONES FINALES

- Las especiales características y condiciones naturales de las aguas subterráneas en lo que se refiere a su distribución espacial, protección ante agentes contaminantes, fácil acceso al recurso y aplicación a la demanda las ponen, en muchas ocasiones, en lugar relevante ante otras alternativas de suministro de agua.
- Los recursos hídricos subterráneos de la Provincia renovables cada año suponen, del orden de 576 millones de m³, de los que se aprovechan de forma directa, tan sólo, una cuarta parte.
- Del total de la superficie provincial, unos 3.400 km² son acuíferos.
- De los 96 términos municipales (51 son abastecimientos íntegramente con agua subterráneas; 16 con aguas superficiales y 29 con aguas mixtas subterráneas y superficiales).
- Así 80 TM dependen de la adecuada gestión de los acuíferos lo que supone una población cercana a 480.000 habitantes incluyendo la capital.
- El uso está más generalizado en la mitad sur de la provincia, con un total estimado de unos 75-80 hm³/a.
- La mayoría de los núcleos urbanos de la mitad sur se abastecen de agua subterránea, por multitud de captaciones (destacar los núcleos urbanos abastecidos con agua subterráneas son Jódar, Torredonjimeno, Torredelcampo, Alcalá la Real, Mancha Real, Cazorla, Beas de Segura, Quesada, Huelma y Peal de Becerro), en tanto que la mitad Norte lo hace con agua superficiales.
- Los abastecimientos urbanos e industriales representan una cifra cercana a los 60 hm³/a, de los que una gran parte, alrededor de 40 hm³/a, proceden de aguas subterráneas.
- En Andalucía, antes de la sequía, más de 260 millones de m³ se utilizaban para atender la demanda urbana de 550 municipios, cifra que, se ha visto notablemente incrementada, lo que viene reforzado por la gran capacidad de regulación que tienen los acuíferos en los que las reservas representan volúmenes muy importantes de agua que pueden asimilar satisfactoriamente ciclos climatológicos desfavorables.
- En general, los acuíferos carbonatados tienen un grado de explotación, muy reducido, por lo que el estudio de sus posibilidades de regulación en cabecera contribuiría de forma sustancial a corregir desequilibrios de disponibilidad de agua, bien los que se producen por su contexto geográfico concreto (situación en áreas de mayor o menor demanda), bien los producidos estacionalmente por su régimen de descarga irregular. La calidad del agua, muy superior a la de los detríticos, hace aconsejable que al menos deban ser utilizados, en primera instancia, para uso doméstico.
- A diferencia con estos, los detríticos presentan una explotación considerable, a la vez que los riesgos de contaminación por asentamientos de población, actividades agrícolas e industrias son elevados. Por ello, para estos, se deben plantear investigaciones que permitan un control de las evoluciones de piezometría, calidad y explotaciones, así como de las posibilidades de recarga artificial, mejora con la posible reducción en el exceso de abonos, en su caso, etc.
- La investigación de los acuíferos es un elemento esencial que permitirá la adecuada explotación de los acuíferos en coordinación con el sistema de regulación superficial. Así, parecen oportunas las investigaciones que permiten facilitar integración de las aguas subterráneas en los grandes sistemas de aprovechamiento de recursos hídricos, bien sea para regadío, abastecimiento, industria o para el mantenimiento de ecosistemas como parte inseparable del ciclo hídrico, junto a las aguas superficiales.
- La recarga artificial puede jugar un papel muy importante en el marco general de la planificación hidrológica, puesto que la misma puede actuar como puente de unión en el uso conjunto aguas superficiales-aguas subterráneas al permitir la utilización del acuífero como embalse regulador.

REFERENCIAS

- CHG. 1995. Estudio Metasequía.
- CHG-ITGE. 1993. Propuesta de normas de explotación de las Unidades Hidrogeológicas de la Cuenca del Guadalquivir.
- CHG-IGME. 2001. Revisión y actualización de las Normas de Explotación de las UU.HH. de la Cuenca del Guadalquivir y Guadalete-Barbate. Propuesta de nueva normativa y definición de nuevas unidades hidrogeológicas.
- COPTJA-ITGE. 1996 a. Reconocimiento hidrogeológico y ejecución de sondeos de investigación en el sector Quiebrajano-Víboras.
- COPTJA-ITGE. 1996 b. Reconocimiento y ejecución de sondeos de investigación en el T.M. de Huelma (Jaén).
- DGOH de la Junta de Andalucía. 1992. Estudio de implantación y propuesta de actuaciones en materia de abastecimiento y gestión en el Sistema Quiebrajano-Víboras (campiña jienense).
- DGOH. 1999. Actualización del inventario de recursos subterráneos en la Cuenca del río Guadalbullón y del río Torres (Jaén).
- Diputación Provincial-ITGE. 1997. Atlas hidrogeológico de la Provincia de Jaén.
- González Ramón, A; Ortuño Alcaraz, I; Rubio Campos, JC; Rosales Peinado, M; Gay Torres, JJ; Molina Molina, A; Peinado Parra, T y Villanueva Martínez, M. 1996. Resultados de la campaña de sondeos realizada en el Jurásico del sector norte de las Sierras de Cazorla y Segura y en diversas pedanías de Santiago-Pontones (provincia de Jaén). Propuesta de aprovechamiento de los recursos subterráneos para el abastecimiento conjunto a la Comarca de la Sierra del Segura. IV Simposio sobre el agua en Andalucía, Almería 1, 425-432.
- IGME. 1983a. Informe final del sondeo para abastecimiento a Jaén (Peñas de Castro III).
- IGME. 1983b. Proyecto de investigación hidrogeológica infraestructural de los sistemas acuíferos 30 y 31.
- IGME. 1984a. Informe final sobre el bombeo de ensayo realizado en Jaén.
- IGME. 1984b. Proyecto de investigación hidrogeológica de los sistemas acuíferos de la región de Posadas-Bailén-Úbeda.
- IGME. 1985. Calidad y contaminación de las aguas subterráneas en España. Informe síntesis.
- IGME. 1986a. Proyecto de investigación para la mejora del abastecimiento de agua a los núcleos urbanos del sector suroccidental de la provincia de Jaén.
- IGME. 1986b. Síntesis y Plano de acuíferos provinciales de Jaén, Granada y Málaga.
- IGME. 1999. Documento sobre orientación estratégica. 1990-2001. Documento interno.
- IGME-Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía. 2000. Mejora del conocimiento del acuífero Gracia-Morenita para la evaluación de las posibilidades de recarga artificial como apoyo a los abastecimientos públicos.
- IGME-DGOHCA. 2001. Proyecto para la actualización de la infraestructura hidrogeológica de las Unidades 05.01, 05.02, 07.07; Sierras de Cazorla, Quesada-Castril, Sierra de Segura-Cazorla y Carbonatada de la Loma de Úbeda.
- IGME-Diputación Provincial de Jaén. 2001. Estudio de las Aguas Minero-Medicinales, Termales, Minerales-Naturales y de Manantial en la Provincia de Jaén.
- IGME-IRYDA. 1971. Estudio hidrogeológico de la Comarca Cazorla-Hellín-Yecla. Cubriría parcialmente el sector Norte del conjunto Cazorla-Segura.
- ITGE. 1985. Nota técnica sobre revisión del abastecimiento a Mancha Real.
- ITGE. 1988. Estudio previo sobre las posibilidades de recarga artificial en Mancha Real.
- ITGE. 1990. Proyecto de actualización de la infraestructura hidrogeológica, vigilancia y catálogo de acuíferos. Plan de investigación de las Unidades hidrogeológicas situadas entre los ríos Guadalbullón y Jandullilla (Pegalajar-Cabra de Santo Cristo-Jaén).
- ITGE. 1991a. Experiencia de recarga artificial en el acuífero de Mancha Real.
- ITGE. 1991b. Informe sobre la realización de posibles perforaciones para la mejora del abastecimiento urbano de Jaén.
- ITGE. 1992. Proyecto de investigación para la mejora del abastecimiento urbano de Jaén Capital mediante la realización de sondeos en la Unidad Hidrogeológica de Grajales-Pandera.
- ITGE. 1994 a. Investigación hidrogeológica como mejora del abastecimiento a los núcleos de la Loma de Úbeda.
- ITGE. 1994 b. Investigación hidrogeológica integral de la Comarca de la Sierra de Segura como apoyo al abastecimiento urbano. 3 tomos.

- ITGE. 1994 c. Mapa hidrogeológico de España. Escala 1:200.000. Hoja nº 77 (Jaén).
- ITGE. 1994 d. Proyecto de investigación para la mejora del abastecimiento urbano de Jaén capital mediante la realización de sondeos en la Unidad Hidrogeológica de Grajales-Pandera y Adyacentes.
- ITGE. 1995. Mapa hidrogeológico de España. Escala 1:200.000. Hoja nº 71 (Villacarrillo).
- ITGE. 2000. Nueva experiencia de recarga artificial en el acuífero de Mancha Real (Jaén).
- ITGE-COPTJA. 1996. Reconocimiento hidrogeológico y ejecución de sondeos de investigación en el sector Quiebrajano-Víboras (Jaén). 2 Tomos. 2 Planos.
- ITGE-COPTJA. 2000 a. Informe de los trabajos previos para la realización de una experiencia de recarga artificial en el Acuífero de los Llanos de Alcalá la Real (Jaén).
- ITGE-COPTJA. 2000 b. Seguimiento de una experiencia de recarga artificial- en el Acuífero de los Llanos de Alcalá la Real (Jaén) como mejora del abastecimiento urbano.
- ITGE-Diputación de Jaén. 1994 a. Investigación hidrogeológica como mejora del abastecimiento a los núcleos de la Loma de Úbeda.
- ITGE-Diputación de Jaén. 1994 b. Abastecimiento integral de la Comarca de la Sierra de Segura.
- ITGE-Diputación de Jaén. 1994 c. Abastecimiento integral de la Comarca de la Sierra de Segura.
- Molina Molina, A; Rubio Campos, JC; Rosales Peinado, M; Gay Torres, JJ; Barba Romero, J; González Ramón, A y Peinado Parra, T. 1995. Prospección de aguas subterráneas mediante sondeos en el Jurásico del sector norte de las Sierras de Cazorla y Segura (provincia de Jaén). VI Simposio de Hidrogeología. Hidrogeología y Recursos Hidráulicos, Sevilla, 19, 413-422.
- Ortuño Alcaraz, I; González Ramón, A; Santiago Martín A; Rubio Campos, JC; Rosales Peinado, M; Gay Torres, JJ; Delgado Pastor, J; Castillo Pérez, E y Padilla Benítez, A. 1996. Investigación hidrogeológica y resultado de los sondeos realizados como apoyo al abastecimiento de los núcleos de la Loma de Úbeda (provincia de Jaén). IV Simposio sobre el agua en Andalucía, Almería, 317-328.
- SGOP-DGOH. 1992. Estudio de los recursos hidráulicos para la recarga artificial del acuífero nº 19 (Mancha Real).
- SGOP-DGOH. 1994. Informe sobre la investigación realizada en el acuífero de Pegalajar.
- Universidad de Granada-ITGE. 1990. Investigación de los acuíferos carbonatados de las Sierras de Cazorla y Segura.