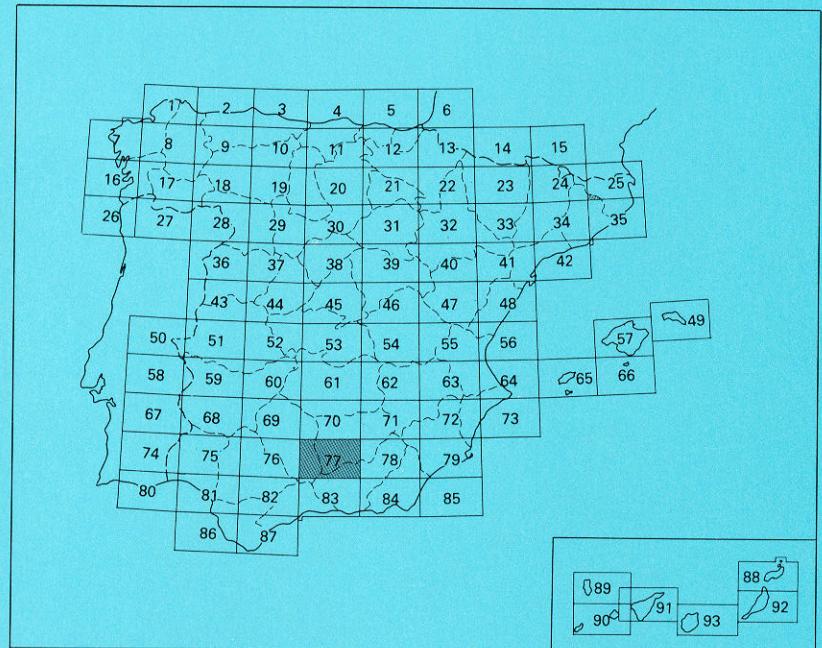




MAPA HIDROGEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:200.000

Primera edición



JAÉN

37675



MAPA HIDROGEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:200.000

JAÉN

La presente Hoja y Memoria ha sido realizada por la Dirección de Aguas Subterráneas y Geotecnia del ITGE, con la colaboración de INGEMISA.

MAPA HIDROGEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:200.000

© INSTITUTO TECNOLOGICO GEOMINERO DE ESPAÑA
Rios Rosas, 23. 28003 MADRID

Depósito legal: M-7534-1995
ISBN: 84-7840-212-8
NIPO: 241-95-009-2

Fotocomposición: GEOTEM, S.L.
Impresión: Master's Gráfico, S.A.

ÍNDICE

1. PRESENTACION	5
2. MARCO GEOLOGICO	7
3. DESCRIPCION DE LOS ACUIFEROS	11
4. CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS	23
5. RECURSOS DE AGUA SUBTERRANEA Y SU UTILIZACION	25
4. BIBLIOGRAFIA	27

1. PRESENTACIÓN

Una de las misiones específicas del Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE) es la realización y publicación de la cartografía hidrogeológica nacional, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 450/1979 de 20 de Febrero.

Desde 1970 el ITGE viene realizando el estudio sistemático de las características hidrogeológicas de todas las cuencas españolas, determinando la ubicación de los acuíferos, evaluando su grado de explotación, sus características hidrodinámicas, la calidad y contaminación de las aguas subterráneas y estableciendo los valores de sus recursos y reservas, recomendando los esquemas más idóneos para su explotación y protección y sentando las bases para la integración de los recursos hidráulicos subterráneos en el marco de la planificación hidrológica global.

Los resultados de los estudios se vienen publicando por el ITGE como informes de síntesis a los que acompaña una cartografía específica de las áreas cubiertas por el estudio correspondiente. La documentación completa que ha permitido la preparación de dichos documentos de síntesis, se reúne y publica en reducido número de ejemplares destinados a los organismos oficiales.

En base a los datos disponibles, se ha considerado el gran interés que presenta la publicación de mapas de síntesis hidrogeológica a escala 1:200.000 en forma de hojas de la cuadrícula topográfica oficial, en aquellas regiones en las que la información es más completa y abundante.

El objetivo del Mapa Hidrogeológico a escala 1:200.000 es, por una parte, mostrar en síntesis las características hidrogeológicas y de explotación de los acuíferos, y por otra ofrecer la información que permita la realización de estudios de mayor detalle.

La cartografía se realiza de acuerdo con las normas establecidas en 1974 por el Grupo de Trabajo de Aguas Subterráneas del Instituto de Hidrología, basadas en las normas UNESCO sobre mapas hidrogeológicos. Los mapas son por lo tanto cotejables a escala internacional con los producidos en el resto del mundo, y especialmente en los países de la Comunidad Económica Europea.

Los criterios de representación se han orientado de forma que el mapa pueda entenderse con una sencilla memoria explicativa. Con objeto de facilitar la labor de todo aquel que se interese en una información más detallada sobre la región cubierta por la hoja, se incluye una lista de referencias bibliográficas, que comprende no sólo los libros o informes publicados, sino todos aquellos documentos editados en reducido número de ejemplares y disponibles para su consulta en el Centro de Documentación del ITGE.

2. MARCO GEOLOGICO

En el área comprendida en esta Hoja están ampliamente representados diversos dominios paleogeográficos pertenecientes a las zonas Externas de las Cordilleras Béticas, así como materiales neógeno-cuaternarios de la Depresión del Guadalquivir y otras pequeñas depresiones intramontañosas y, en menor medida, materiales del Macizo Hespérico.

Macizo Hespérico.

Ocupa tan solo el borde noroccidental de la Hoja y comprende una diversificada serie de materiales paleozoicos (lutitas, areniscas, cuarcitas y calizas) con edades del Devónico al Carbonífero y un conjunto de materiales triásicos (conglomerados arcillitas y areniscas rojas).

Cordilleras Béticas.

Los materiales pertenecientes a este gran conjunto estructural ocupan buena parte de la superficie de esta Hoja, correspondiendo la mayoría a las Zonas Externas de la Cordillera y solo un pequeño sector a la Zona Circumbética.

En concreto en el ámbito de la Hoja están presentes los siguientes dominios o unidades:

ZONAS INTERNAS	Zona Circumbética.	Dorsal Bética
ZONAS EXTERNAS	Zona Prebética. Unidades Intermedias.	Prebético Interno
	Zona Subbética	Subbético Externo Subbético Medio Subbético Interno

A pesar de que las series pertenecientes a los diversos dominios presentan notables diferencias entre sí, tanto litoestratigráficas como tectónicas, existen algunas características comunes a todas ellas que se pueden resumir de la siguiente forma en el marco de la Hoja 1/200.000 de Jaén:

- El Paleozoico no aflora y según los datos geofísicos constituye un zócalo, prolongación del Macizo Hercínico de la Meseta, que se hunde progresivamente hacia el Sur hasta profundidades que superan los 6 km.
- La cubierta está constituida por materiales de edades comprendidas entre el Triás y el Mioceno inferior. El Triásico es de facies germano-andaluza. El resto de los materiales son marinos con profusión de calizas y margas.
- La estructura dominante es de una cubierta plegada y con mantos de corrimiento, en los que el Triás actúa como nivel de despegue y los cabalgamientos muestran vergencia general hacia el N.

De otra parte hay que indicar que, desde el punto de vista hidrogeológico, las diferencias entre los diversos dominios se centran esencialmente en la naturaleza y potencias de las series jurásicas, mientras que el resto de los materiales mesozoicos y terciarios presentan unas características comunes con diferenciaciones muy ocasionales en algún dominio.

Ello permite agrupar los materiales, de forma sintetizada y con carácter hidrogeológico, en los siguientes términos más significativos.

Trias. No aflora en las series de la Dorsal Bética ni del Prebético y en las restantes está bien desarrollado, representado por la facies "germano-andaluza" de margas y arcillas con yesos. En el Subbético presenta algunas intercalaciones de dolomías y carniolas del Muschelkalk, de hasta 150 m de espesor (Sierra de Ahillo).

Jurásico. Tampoco llega a aflorar en el Prebético en el ámbito de la Hoja y en los demás dominios presenta características netamente diferentes que obligan a una descripción individualizada para cada uno de ellos.

En la Dorsal Bética aparece en pequeños escamas al sur de Sierra Arana, constituido por dolomías y calizas que abarcan hasta el Lias superior. Su potencia alcanza los 400 metros.

El Subbético Interno se caracteriza por una continua y potente serie carbonatada en todo el Jurásico, con dolomías y calizas que superan los 350 m de potencia en Sierra Arana y más de 500 m en la Sierra de Moclín.

En el Subbético Medio las calizas y dolomías se limitan al Lias inferior con notables diferencias de potencia de unos sectores a otros (600 a 1000 m en las Sierras de Rute y Horconera y variables de 100 a 350 m en los demás sectores). El resto del Jurásico presenta un predominio de términos margosos y niveles de radiolaritas, así como inter-estratificaciones de rocas volcánicas básicas, si bien en el Subbético Medio septentrional la naturaleza del Lias superior-Dogger-Malm es algo más calcárea (calizas margosas y margocalizas).

El Subbético Externo presenta abundancia de términos carbonatados en todo el jurásico, excepto en el Lias Medio-superior que es en ocasiones margocalizo o margoso. Las calizas y dolomías del Lias inferior oscilan entre 100-250 m de potencia al W (Sierras de Cabra, Gaena, etc) y 500-750 m al NE (Sierras Mágina, Caracolera, Pandera...). El Dogger suele estar constituido por calizas oolíticas, con potencias variables de 20 a 200 m, y el Malm por calizas nodulosas poco potentes (10-30 m).

El Jurásico de las Unidades Intermedias comprende sendos paquetes carbonatados en el Lias inferior (300-500 m de dolomías y calizas) y en el Dogger (150 a 400 m de calizas oolíticas) con predominio de facies margosas en el Lias medio-superior y el Malm.

Cretácico. Está presente en todos los dominios excepto en la Dorsal Bética, constituido generalmente por facies margosas predominantes (margas y margocalizas). Tan solo en el Prebético aparece un potente paquete de dolomías y calizas del Cenomanense (250-300 m) y, ocasionalmente, facies más calcáreas (margocalizas y calizas) en el Cretácico inferior del Subbético Medio o Externo.

Paleógeno-Mioceno inferior. Los sedimentos de esta edad continúan con facies de margas y margocalizas en el ámbito de la Hoja, con delgados niveles de areniscas y/o calizas. Como rasgos diferenciales cabe destacar la aparición de intercalaciones de calizas y conglomerados de hasta 100 m de espesor en el Eoceno del dominio Subbético Medio (sector de Alcalá la Real-Montefrío), y episodios de calizas detríticas, calcarenitas y areniscas en el Oligoceno-Mioceno inferior del Subbético Externo, Prebético y Unidades Intermedias, cuya potencia es variable de 50 a 200 m y alcanza excepcionalmente los 300 m (en las inmediaciones de la localidad de Carchel).

Neógeno y Cuaternario

Bajo esta denominación se incluyen tanto los materiales del Mioceno inferior y medio de las Unidades del Guadalquivir, como los sedimentos postorogénicos de la depresión del Guadalquivir y otras pequeñas depresiones intramontañosas, que abarcan edades comprendidas entre el Mioceno medio-superior y el Cuaternario.

El Mioceno inferior y medio de las Unidades del Guadalquivir presenta un predominio absoluto de margas con niveles de areniscas o calizas y olistostromas asimismo margosos, que engloban olistolitos de litología y edad muy variada.

El resto de los materiales, desde el Mioceno medio o superior hasta el Cuaternario, son netamente postorogénicos, con litología variable de unos puntos a otros y frecuentes discordancias entre sus términos y sobre los materiales más antiguos.

En la Depresión del Guadalquivir la mayor parte del relleno está constituido por una potente formación de margas azules (su espesor en la Hoja puede superar los 500 m), de edad Tortoniense superior. Hacia los bordes de la Depresión esta formación cambia lateralmente en su base a facies detrítico-carbonatadas (conglomerados, calcarenitas, calizas detríticas, arenas...) bien representadas a lo largo del borde de la Meseta, donde se superponen discordantes y transgresivas sobre el Paleozoico. En la presente Hoja estas facies de borde afloran muy escasamente, con un espesor mínimo de unos 30 m.

Las margas azules tortonienses se hacen progresivamente más arenosas hacia el techo y, en algunas zonas (inmediaciones de Porcuna, Arjona y Baeza) dan paso a paquetes de areniscas, arenas finas y calcarenitas que coronan la serie. Su espesor no supera generalmente los 50 m y su edad es Andaluciense.

Fuera ya de la Depresión del Guadalquivir el Mioceno superior aflora solo en pequeños retazos, que comienzan en el Serravallense o Tortoniense con una serie también constituida litológicamente de margas azules y grises, coronada en ocasiones por términos calcáreos-detríticos (areniscas calcáreas, calcarenitas e incluso arenas) del Tortoniense superior. El espesor de estos últimos tramos está comprendido en general entre 20 y 100 m (Alcalá la Real, Montefrío) y llega a 250 m al Oeste de Castillo de Locubín.

Plioceno y Cuaternario comprenden un conjunto de formaciones continentales discordantes. Al Plioceno corresponden algunos paquetes de arcillas rosadas y pardas, margas, arenas y

bancos conglomeráticos aislados de cantos bastante rodados y naturaleza variable según los puntos.

El Cuaternario propiamente dicho está principalmente constituido por depósitos de pie de ladera, aluviales y los materiales que forman las terrazas fluviales, con sedimentos detriticos diversos (gravas, arenas, limos, arcillas y algunos conglomerados). Su desarrollo en la Hoja es muy restringido salvo en algunos retazos de las terrazas del Guadalquivir y sus principales afluentes. en general no superan los 15-20 m de espesor en el mejor de los casos y suelen estar colgados.

3. DESCRIPCION DE LOS ACUÍFEROS

Se han definido un total de 48 unidades hidrogeológicas en la Hoja 1 / 200.000 de Jaén, que se pueden agrupar en dos tipos esencialmente, según que la permeabilidad sea por porosidad intergranular o por fisuración, con un tercer tipo intermedio entre ambos (acuíferos mixtos).

Respecto a los grandes sistemas acuíferos que figuran en el Mapa Hidrogeológico Nacional, todas las unidades se integran en el denominado "Mesozoico calizo dolomítico del Prebético y Subbético del Alto Guadalquivir", excepto las dos formadas por depósitos andaluces de la Depresión del Guadalquivir (unidades 47 y 48). Este vasto sistema acuífero se prolonga hacia el Sur en la vecina Hoja de Granada-Málaga, aunque pertenece a la presente Hoja en más de un 80% de su superficie (unos 1260 km² de materiales permeables).

Las principales características de los acuíferos quedan resumidas en el cuadro que se adjunta, y se sintetizan por grupos con rasgos afines en los epígrafes que siguen.

Acuíferos carbonatados.

A este tipo de acuíferos, cuya permeabilidad es por fisuración, pertenecen la gran mayoría de las unidades hidrogeológicas definidas en la Hoja (40 sobre un total de 48) que ocupan el 88% de la superficie global de materiales permeables.

Se trata de un conjunto muy heterogéneo de afloramientos, más o menos aislados, del Mesozoico (esporádicamente relacionados con algún acuífero terciario) que, desde el punto de vista geológico, se encuadran en cualquiera de los dominios paleogeográficos descritos (Prebético, Subbético, Unidades Intermedias y Dorsal Bética).

Los materiales más interesantes desde el punto de vista hidrogeológico son dolomías y calizas del Lias inferior (que en algún dominio se prolongan hasta el Lias superior o a todo el Jurásico), calizas y calizas oolíticas del Dogger o Dogger-Malm, dolomías y calizas del Cenomanense (solo en el Prebético) y algunos niveles de dolomías y carniolas del Muschelkalk.

Estos materiales constituyen por lo general un karst maduro y presentan una elevada porosidad y permeabilidad secundaria como consecuencia de la fracturación y la disolución a favor de fracturas. En general podría asignárseles una porosidad del 2 al 4% y las transmisividades deducidas de ensayos de bombeo oscilan entre 500 y más de 25.000 m²/dia. Consecuentemente los caudales puntuales obtenidos en sondeos están en general comprendidos entre 20 y 70 l/s, y superan en ocasiones los 100 l/s.

Otros materiales de interés en algunos sectores del Subbético son las calizas margosas, margocalizas y calizas nodulosas del Lias Medio-superior y Dogger Malm, o las margocalizas y calizas del Cretácico inferior. Estos presentan, por lo general, escasa karstificación (excepto en superficie), lo que unido a su fina estratificación y a su contenido de insolubles les confiere menor permeabilidad. Su porosidad eficaz suele ser inferior al 1-3% y la transmisividad oscila entre 50 y algunos centenares de m²/dia, con rendimientos más moderados (10 a 30 l/s).

La recarga de estos acuíferos proviene en su mayor parte de la infiltración directa de agua de lluvia y más ocasionalmente de la percolación de escorrentía superficial o aportes laterales de

otras unidades próximas. Su descarga se produce esencialmente a través de surgencias naturales y ríos a cotas muy diversas por la fragmentación en unidades independientes, con una mínima incidencia de las explotaciones por bombeo hasta la fecha (salvo en contadas unidades o sectores). El drenaje subterráneo hacia otros sistemas o unidades es globalmente de escasa significación, existiendo en general una buena correlación entre salidas visibles y lluvia útil caída sobre los afloramientos permeables. Las reservas mínimas globales, muy difíciles de calcular por la complicada geometría de los acuíferos, deben superar probablemente los 400-450 hm³ para un espesor saturado de 100 metros.

En términos generales la mayor parte de los manantiales significativos responden a las precipitaciones con respuestas rápidas y acusadas, lo que encaja perfectamente con el tipo de acuíferos carbonatados que nos ocupa, con un alto grado de karstificación y conductos privilegiados de circulación.

Los caudales medios de estos manantiales superan en más de una veintena de casos 100 l/s, en algunos sobrepasan holgadamente 300 l/s, y menos frecuentemente se aproximan a 600 l/s, aunque con fuertes oscilaciones estacionales que parecen ser menos acusadas en los de mayor caudal medio.

Por lo que respecta a sus características hidrogeológicas y, en especial, a la composición, espesor y edad del horizonte acuífero principal, hay notables variaciones entre las diversas unidades carbonatadas aunque con ciertas características comunes para las pertenecientes a un mismo dominio geológico, que se pueden resumir de la siguiente forma:

Acuíferos del Prebético. Son los situados en posiciones más septentrionales y ocupan en total unos 66 km², distribuidos en 4 unidades hidrogeológicas, entre las que cabe destacar por su extensión y recursos la de Torres-Jódar.

El acuífero principal lo forman 250-350 m de dolomías y calizas del Cenomanense, de elevada permeabilidad, que en algunas unidades se encuentra conectado hidráulicamente con 50-100 m de calizas detríticas y calcarenitas del Mioceno inferior, así mismo de elevada permeabilidad.

El impermeable de base lo constituyen las margas y arcillas del Cretácico inferior.

En la estructura de estas unidades cabe destacar la existencia de pliegues o pliegues-falla con fuertes buzamientos en sus flancos, que sitúan el acuífero a gran profundidad a escasa distancia de sus afloramientos, bajo las margas burdigalienses impermeables que jalonan los macizos carbonatados en prácticamente todos sus bordes. Esto ocasiona la compartimentación del acuífero en sectores con funcionamiento independiente, incluso dentro de una misma unidad, especialmente de cara a su explotación.

Los manantiales ligados a estas unidades no superan en ningún caso los 100 l/s de caudal medio y responden en ocasiones a un funcionamiento de tipo trop-plein acorde con la estructura del acuífero.

Acuíferos de las Unidades Intermedias: Se encuadran en este grupo cinco de las unidades

hidrogeológicas definidas, con una superficie total de 87,5 km², aunque tres de ellas tienen una extensión de 5 km².

El horizonte acuífero lo constituyen 300-500 metros de dolomías y calizas de alta permeabilidad del Lias inferior y/o un espesor variable de 150-500 metros de calizas y margocalizas del Dogger-Malm, con permeabilidad media o alta, que en ocasiones constituye un único acuífero con el nivel inferior y en otros sectores se encuentra totalmente desconectado de él por la presencia de materiales impermeables del Lias medio-superior. En la Unidad de Almadén-La Atalaya-Cerro Cantaro aparecen además unos 200 m de calizas detríticas del Mioceno inferior, muy permeables, cuyo drenaje se produce independiente del acuífero principal.

El impermeable de base lo constituyen las margas y arcillas triásicas, aunque en general los límites septentrionales vienen impuestos por el cabalgamiento del acuífero sobre materiales impermeables cretácicos y hacia el Sur son también frecuentes límites de naturaleza tectónica.

En alguna unidad hay importantes saltos de nivel piezométrico, por la existencia de sectores de acuífero colgados por causas tectónicas (cabalgamientos del acuífero principal).

Asociados a la unidad de Cárcel-Carlucio (la más importante de las aquí agrupadas) se encuentran los manantiales de Sistillo, cuyo caudal medio es próximo a 350 l/s, con puntas que superan los 2.500 l/s y estiales de unas decenas de litros por segundo.

Acuíferos del Subbético Externo: Trece de las unidades hidrogeológicas definidas, con una superficie total de 349 km², se integran en este grupo. Entre ellas cabe destacar las de Cabra-Alcaide (la más extensa y con mayores recursos de toda la Hoja), Grajales-Pandera, Mágina y Gaena-Camorrilla-Palojo-La Guitarra. Las restantes tienen extensiones inferiores a 10 km² o a 20 km² en el mejor de los casos, aunque varias de ellas se hallan relacionadas entre sí y con otras unidades del Subbético Medio, en el sector central de la Hoja, formando un sistema de complejas interrelaciones y funcionamiento hidráulico difícil de establecer en detalle.

En general todas estas unidades presentan un Jurásico carbonatado de elevada permeabilidad, excepto el Lias medio-superior con facies margosas impermeables. Esto permite diferenciar dos niveles acuíferos principales: las calizas y dolomías del Lias inferior, cuya potencia varía desde 100-250 m en las unidades más occidentales, hasta 500-700 m en las orientales (Grajales-Pandera, Mágina y otras) y el constituido por calizas oolíticas del Dogger y calizas nodulosas del Malm, con espesor variable de 50 a 200 m. No obstante, la intensa fracturación y la estructura de estas unidades hacen que la mayor parte de las veces estos dos niveles permeables constituyan un solo acuífero o se encuentren solo local o parcialmente desconectados. En ocasiones las margocalizas y calizas margosas del Cretácico inferior presentan un comportamiento semipermeable, con un papel no despreciable en la alimentación del acuífero principal (unidad de Ventisquero y otras próximas). En la Unidad del Ahillo aparecen 150 m de dolomías y carnillas del Muschelkalk, de alta permeabilidad, parcialmente conectadas al acuífero principal.

El impermeable de base lo constituyen las margas y arcillas triásicas, al igual que en el resto de

los acuíferos del Subbético, aunque en superficie los límites de las unidades son de naturaleza tectónica, con frecuencia por cabalgamiento del acuífero sobre materiales impermeables mesozoicos y terciarios.

La descarga de estas unidades da lugar a varios de los manantiales más caudalosos de la presente Hoja, como son los de Mingo, con caudal medio de unos 600 l/s, en la unidad de Grajales-Pandera, Fuente Alhama y Fuente del Río. Estos últimos superan los 400 l/s cada uno, (ambos utilizados parcialmente para abastecimiento a la zona Sur de la Provincia de Córdoba) y corresponden a la Unidad de Cabra-Alcaide. Otra decena de manantiales asociados a este grupo de unidades se aproximan a los 100 l/s o los superan ampliamente (hasta 300 l/s). Ello se justifica sin duda por la intensa fracturación del horizonte acuífero y las cotas que alcanzan los macizos carbonatados (superiores a 2000 m.s.n.m. en algún caso), que provocan un alto grado de infiltración en zonas con precipitaciones ya de por sí elevadas y que tienen lugar a veces en forma sólida.

Acuíferos de Subbético Medio: Ocupan 377 km² distribuidos en 14 unidades hidrogeológicas, de las que 8 superan los 20 km²; entre ellas destacan las de Rute-Horconera, El Pozuelo-Campanario-Rayol-Las Cabras, Alta Coloma y Albayate-Sierra del Espino.

Con frecuencia el único nivel de alta permeabilidad son las calizas y dolomías del Lias inferior, cuya potencia en general es variable de 100 a 350 m, aunque llegan a 1000 m en la Unidad Rute-Horconera. El resto del Jurásico o bien presenta predominio de facies margosas, en conjunto impermeables, o tiene un comportamiento semipermeable con importante incidencia en la alimentación del acuífero principal. Solo en ocasiones aparecen episodios calizos de 100-250 m en el Dogger-Malm, que se consideran conectados en general al acuífero principal del Lias, aunque con permeabilidad relativamente menor. Las margocalizas y calizas del Cretácico inferior presentan también en ocasiones un comportamiento semipermeable, en continuidad en el conjunto semipermeable del Jurásico superior ya descrito. Entre ambos pueden alcanzar los 1000 m de espesor en algunas unidades.

Este grupo de unidades presenta también algunos de los manantiales más importantes de la zona, como son el Nacimiento de Arbuniel, en la Unidad de Alta Coloma, cuyo caudal es de unos 500 l/s con muy escasa oscilación estacional, y el manantial de la Hoz, correspondiente a la Unidad-Rute-Horconera, próximo al borde meridional de la Hoja pero fuera ya de ella y cuyo caudal medio supera los 540 l/s (de los que unos 200 se utilizan para el abastecimiento a diversos nucleos del sur de Córdoba). Otros 6 manantiales superan los 100 l/s de caudal medio en estas unidades.

Acuíferos del Subbético Interno: De las tres unidades hidrogeológicas encuadradas en este dominio destaca la de Sierra Arana (94 km² sobre un total de 154 km²). En ellas todo el Jurásico constituye un nivel acuífero de elevada permeabilidad, con 200-500 m de dolomías y calizas aunque en general se superan los 300 m.

La Unidad de Sierra Arana tiene su principal punto de descarga en el manantial de Deifontes, en la vecina Hoja de Granada-Málaga, cuyo caudal medio supera probablemente los 800 l/s. Existe, por otra parte, una descarga subterránea oculta hacia los depósitos pliocuaternarios de

la depresión de Guadix-Baza, de carácter semipermeable en este sector, que reciben asimismo otras aportaciones del resto de unidades que los rodean.

La unidad de Moclín-Los Morrones tiene una importante descarga al río Velillos, estimada en unos 5-6 hm³/año.

Otros acuíferos carbonatados: En el borde meridional de la Hoja, al Sur de Sierra Arana, aparecen una serie de escamas tectónicas constituidas por materiales carbonatados (hasta 400 m de dolomías y calizas de edad Trias superior-Jurásico, pertenecientes a la Dorsal Bética) que forman la unidad de Despeñadero-Cañamaya, en su mayor parte fuera ya de la presente Hoja.

Asimismo aparece un pequeño retazo del acuífero del Mencal, al Este de Pedro Martínez, constituido por materiales carbonatados del Subbético Medio y ya descrito en la vecina Hoja 1/200.000 de Baza.

Por último cabe destacar una serie de pequeños afloramientos aislados de dolomías y calizas situados entre Huelma y Cabra del Santo Cristo, cuya edad es de asignación dudosa al Trias o Lias inferior y que hasta la fecha no han sido estudiado en detalle desde el punto de vista hidrogeológico, si bien es cierto que a priori presentan un interés muy limitado, salvo quizás los que aparecen en la ventana tectónica de Huelma.

Acuíferos Mixtos.

Este tipo de acuíferos presentan un comportamiento intermedio entre los carbonatados y los detriticos, con una cierta permeabilidad primaria por porosidad intergranular y una permeabilidad por fisuración mucho menos desarrollada que en los carbonatados, sin un claro predominio de una u otra.

Siete de las unidades hidrogeológicas definidas pertenecen a este tipo y todas ellas tienen menos de 20 km² de extensión, a excepción de la de Ubeda que en su mayor parte queda fuera de esta Hoja.

El horizonte acuífero lo constituyen según los casos areniscas y calcarenitas del Eoceno o Mioceno inferior, o areniscas y arenas del Tortoniense Superior-Andaluciense, que reposan sobre materiales margosos terciarios. Suelen constituir acuíferos colgados y libres y normalmente presentan variaciones notorias de permeabilidad, asociadas a cambios de facies, que condicionan la heterogeneidad del acuífero. El espesor del acuífero es en general inferior a 100 m y excepcionalmente llega a los 300 m.

Su porosidad eficaz debe ser muy variable y debe estar comprendida entre 3 y 10%. La transmisividad es en general muy inferior a la de acuíferos carbonatados, comprendida entre 100 y 200 m²/día, con valores francamente bajos, incluso inferiores éstos, en los acuíferos andaluces. Los caudales obtenidos en obras de captación no suelen alcanzar normalmente los 15 l/s siendo muy frecuentes caudales de unos 5-10 l/s o inferiores.

El drenaje de estas unidades se produce de forma natural a través de numerosos manantiales de pequeño caudal situados en sus bordes, que raramente superan 10 l/s, o por drenaje difuso a ríos y arroyos. Algunas de ellas son objeto de extracciones por bombeo significativas en relación a sus recursos.

Acuíferos detriticos

Su presencia en la Hoja 1/200.000 de Jaén es casi testimonial, pues se limita a la pequeña unidad de la Rábita constituida por arenas y gravas pliocuaternarias, que recibe la mayor parte de su alimentación del acuífero liásico de la Sierra de S. Pedro.

Las terrazas aluviales del Río Guadalquivir presentan un mayor interés, pero solo aparecen en la Hoja en las inmediaciones de El Carpio, Villa del Río y Mengíbar, en retazos aislados. Estos depósitos constituyen acuíferos libres que se apoyan sobre las margas impermeables del Tortoniense superior, con espesores que no superan los 20 m en la zona. Su elevada porosidad les confiere unas excelentes características hidráulicas, con caudales específicos de 2 a 20 l/s/m, y por otra parte su relación con el río Guadalquivir permite una intensa alimentación en determinados sectores, aunque en amplias zonas se encuentran colgados sobre el substrato impermeable. Cabe destacar que actualmente se utilizan para abastecimiento a numerosos núcleos de la ribera del Guadalquivir, que no cuentan con otras fuentes de suministro.

Los restantes depósitos detriticos tienen un comportamiento semipermeable (Pliocuaternario al N de Sierra Arana y en la depresión del río Gudahortuna) o son de comportamiento muy variable (glacis, derrubios de ladera y otros pequeños aluviales) aunque en general de baja permeabilidad y reducido espesor en todo el ámbito de la Hoja.

PRINCIPALES CARACTÉRISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LA HOJA DE JAÉN

Nº	UNIDAD HIDRO-GEOLOGIA	SUPERFICIE (Km ²)	LITOLOGIA	ACUÍFERO (m)	POTENCIA (m)	EDAD	SUPERFICIE PIEZOMETR. (m.s.n.m.)	ALIMENTA. (hm ³ /año)	EXPLOTACI. POR BOMBEO (hm ³ /año)	OBSERVACIONES
1	Torres-Jodar	31	Calizas Calcarenitas	250-350	Áptico-Senón. Mioceno	650-720	5-5,7	1.622	Qe de 30,50 l/s/m en sondos. Se detecta actividad de explotación en alguna subunidad	
2	Cárceles-Carluco	47	Dolom. y Cal. Cal. y Margoc.	500	Lias Inferior Dogger-Malm	640-700	11,3	0	Parece poco probable su conexión con la unidad de Mágina.	
3	Sierra Mágina	55	Dolom. y Cal.	550-600	Lias-Dogger	1060-1100	13,8	0,3		
4	Almadén-La Atalaya-Cerro Cántaro	30,5	Dolom. y Cal. Calizas, Calizas, detrit.	200	Lias Inferior Juras-Superior Mloc. Inferior	980-1330	77-87	0	Es posible que exista un drenaje oculto hacia el río Guadalquivir de 1,2 hm ³ /año.	
5	Hegájalar-Mojón Blanco	25	Cal. y margoc. Calizas	300-350	Cretácico Sup. Mioceno Inf.	610-1030	3,7	1	Varias subunidades con funcionamiento independiente y complejo, alguna sobreexplicada.	
6	Dogger de S. Cristóbal	4	Calizas	350	Dogger	640	0,75	0,2		
7	Castillo-La Imora	7,5	Calizas	350	Cenomanense	585	1,8-2,1	2,8	Existe una sobreexplotación de 0,7-1 hm ³ /año.	
8	Peña de Jaén	3	Calizas	350	Cenomanense	600	0,8-1	0		
9	Lias Inferior de Jabalcuz	1	Calizas y Dolo.	300	Lias Inferior	720-780	1,3	0,2	Existen algunos manantiales termales. Recibe una alimentación de 1 hm ³ /año de materiales semipermeables suprayacentes.	
10	Dogger de Jabalcuz	5	Calizas	150-300	Dogger	820-850	1,25	0,9	Probable desconexión del sector oriental de la unidad.	
11	Grájales-Pandera	70	Calizas y Dol. Calizas	700	Lias Inf. Dogg. Malm	510-940	26	2(*)	Desconexión en dos sectores con drenaje a distinta cota motivada por una elevación del substrato impermeable (*) 4,5 hm ³ /año en años secos.	
12	Carchel	4	Calizas detriticas y arenicas	150-300	Oligoc.-Miocene. Inferior	780	0,5	0		
13	Gante-Santerga	22	Dolom. y Caliz. Cal. Oolíticas	250	Lias inf. Medio Dogger-Malm	935	1,2	0	Comprende varias subunidades, solo una drenaje visible conocido.	
14	Alta Coloma	34	Dolom. y Caliz.	300	Lias Inf. y Med.	960	16	0,2	Transmisividad de 1,10 ² a 2,5.10 ⁻² m ² /s. Probable alimentación subterránea de otras unidades.	

PRINCIPALES CARACTÉRISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LA HOJA DE JAEN (Continuación)

Nº	UNIDAD HIDRO-GEOLOGIA	SUPERFICIE (Km ²)	LITOLOGIA	ACUIFERO (m)	POTENCIA (m)	EDAD	SUPERFICIE PIEZOMETR. (m.s.n.m.)	ALIMENTA. (hm ³ /año)	EXPLOTACI. POR BOMBEO (hm ³ /año)	OBSERVACIONES
15	Sierra del Irgo. Puerta Arenas	18	Cal. y Dolomi.	200-300	Lias inferior	740	5,6	0		Su descarga se produce hacia el aluvial del Rio Guadabullon, en la ermita de Santa Lucia
16	Fresnedilla-Pico Maleza	40	Caliz. y Dolom. Cal. y Margoc.	200 800-1000	Lias Inferior Lias Medio Cretac. Inf.	1020-1030	5	0		Las calizas y margocalizas del Lias Medio Cretacico Inf, tienen un comportamiento semipermeable con una importante incidencia en la alimentación del acuífero principal.
17	Frailes-Sierra de Montillana	24	Caliz. y Dolom. Cal. y Margoc.	200 100	Lias Inferior Jurás. med. Sup.	920-960	5,8	0,5(*)	Drenaje oculto a cursos superficiales y probable a otras unidades (* 5 hm ³ /año a corto plazo	
18	Frailes-Boleta	25	Caliz. y Dolom. Cal. y Margoc.	300 600-700	Lias Inferior Lias Medio Cret. Inferior	980-1020	2,8	0		Los materiales semipermeables del Lias Medio-Cretacico inf. aportan una alimentación al acuífero principal estimada en 2,2 hm ³ /año.
19	Ventisquero	9,5	Caliz. y Dolom. Calizas	350 100	Lias Malm-Cret. Inf.	1000				Estas unidades presentan un área de descarga común, siendo problemática la asignación de algunas de las principales surgen- cias a una u otra.
20	Cornicabra Noguerones	8	Caliz. y Dolom.	200	Lias	920-950				
21	Gracia-Morenita	18,5	Caliz. y Dolom.	300	Lias	650	9,1	0		Los materiales cretácicos suprayacentes de- ben tener un comportamiento semipermea- ble aportando una alimentación estimada en 3,3 hm ³ /año.
22	Montesinos	6,7	Caliz. y Dolom.	450	Lias Inferior	960	2	0		
23	Mentidero	12	Caliz. y Dolom.	450	Lias Inferior	710	3,1	0	Salidas dispersas al Rio Fuensanta de 1,5 a 2 hm ³ /año.	
24	Vadillo	3,5	Caliz. y Dolom.	350	Lias Inferior	675-820	0,81	0		Comprende dos subunidades con piezome- tría y funcionamiento independiente cons- tituidas por los aforamientos de Rompe- zapatos y Vadillo Alto, respectivamente

PRINCIPALES CARACTÉRISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LA HOJA DE JAEN (Continuación)

Nº	UNIDAD HIDRO-GEOLOGIA	SUPERFICIE (Km ²)	LITOLOGIA	ACUIFERO (m)	POTENCIA (m)	EDAD	SUPERFICIE PIEZOMETR. (m.s.n.m.)	ALIMENTA. (hm ³ /año)	EXPLOTACI. POR BOMBEO (hm ³ /año)	OBSERVACIONES
25	Charilla	6	Caliz. y Dolom. Caliz. y Margoc.	70 500	Lias Inferior Jurásico	910-925	0,7	0		El acuífero preliástico aflora solo en 1 Km ² y el resto corresponde a los materiales Jurásicos de carácter semipermeable.
26	La Camuña	5,5	Calcarentes y arenas	150-250	Tortoniense sup.	760-780	1,4	0,1		Probable descarga subterránea hacia el rio S. Juan de unos 0,7 hm ³ /año a través de materiales cuaternarios.
27	Alcalá la Real-Santa Ana	7,5	Calcarentes y arenas	20-60	Tortoniense sup.	905-960	2	2		Existe una sobreexplotación incipiente del acuífero con descensos continuos de ni- veles amortiguada en parte los últimos años por la disminución de los caudales de bombeo en algunas captaciones.
28	Olistolitos de Moreda Pinar Periata	21	Dolom. y Caliz.	200	Jurásico	< 900	5	0		Probable descarga oculta a los niveles detri- ticos adyacentes de las Depresiones de Gra- nadilla y Guadix. Baza de 2-4 hm ³ /año. Recibe alimentación del Rio Blanco.
29	Sierra Arana	94	Dolom. y Caliz.	350	Jurásico	Sector oriental 1000	37	0		Probable descarga oculta a los niveles detri- ticos adyacentes de las Depresiones de Gra- nadilla y Guadix. Baza de 2-4 hm ³ /año. Recibe alimentación del Rio Blanco.
30	Despeñadero Canamaya	32	Dolom. y Caliz.	400	Trias Superior Jurásico	1350-1550	10	1		Diferentes escamas tectónicas con acuíferos que descargan cotas variables. Descarga subterránea del 2 hm ³ /año.
31	Pozuelo-Campanario Rayo-Las Cabras	59	Dolom. y Caliz.	350	Lias inferior y medio	720-830	15,2	3		Alimentación subterránea al Pliocuaternario de la Depresión de Granada en su borde meridional, estimada en unos 7-8 hm ³ /año.
32	Sierra de Moclin-Los Morrones	39	Dolom. y Caliz.	500	Jurásico	Principal de 640-780 Otros de 690-930	10	0		Acuífero compartimentado en bloques de piezometria y funcionamiento independientes, el principal tiene una superficie de 31 Km ² y el resto son inferiores a 3 Km ² . Drenaje al Rio Vellillo de unos 5,6 hm ³ /año.

PRINCIPALES CARACTÉRISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LA HOJA DE JAEN (Continuación)

Nº	UNIDAD HIDRO- GEOLOGIA	SUPERFICIE (Km ²)	LITOLOGIA	POTENCIA (m)	ACUIFERO	EDAD	SUPERFICIE PIEZOMETR. (m.s.n.m.)	ALIMENTA. (hm ³ /año)	EXPLOTACI. POR BOMBEO (hm ³ /año)	OBSERVACIONES
33	Caracolera-Chircales	6	Caliz. y Dolom.	750	Lias inferior	470	1.4-1,7	0		
34	U. del Ahillo	8,1	Calizas Dolomías	125 150	Lias inferior Dogger-Malm Trías	735-812	1,9	0,6		Las diferencias de nivel piezométrico entre distintos sectores se deben a la compartimentación tectónica del acuífero.
35	Sierra de S. Pedro	5	Caliz. y Dolom.	100	Lias inferior	700-730	1,3	0		Descarga de forma subterránea hacia el piso-cuaternario de la Ribera. Recientemente se ha construido un sondeo para abtº, a pedanías de Alcalá la Real.
36	La Rábida	4	Gravas y arenas	10-15	Pliocuaternario	670-700	1,9	1		La mayor parte de sus recursos proviene de la U. Sierra de San Pedro (1,3 hm ³ /año).
37	Niveles Calcáreos Eocenos de Alcalá la Real-Montefrío	4,3	Calizas y Conglomerados	100	Eoceno inferior medio		0,5	0		Se trata de pequeños acuíferos dispersos sin conexión entre si, constituidos por intercalaciones carbonatadas en el seno de una serie margosa.
38	Calcareitas de Montefrío-La Pedriza	9,5	Arenis. calcáre. y Calcarenitas	100	Mioceno sup.	900-1000	1	0,2		Las características piezométricas alimentación y explotación se refieren solo a la sub-unidad de Montefrío, de 8 Km ² extensión.
39	Ermita nueva Madrid-Sierra Peleada	10,1	Caliz. y dolom.	150	Lias inferior y medio	800-820	3,5	0,5		Son varios afloramientos carbonatados jurásicos desconectados en superficie y sin drenaje conocido, excepto el manantial de Baruelo, que pudieran tener relación en profundidad entre si y/o con otras unidades.
40	Los Judíos	10	Calizas	500-550	Jurásico	620-640	2	0		Existe una descarga oculta al río Salado de 1 hm ³ /año.
41	Albayate-Sierra del Espino	40	Calizas	250	Lias	650-750	7-8	0		Drenaje oculto al río Almedinilla de unos 2,3 hm ³ /año.

PRINCIPALES CARACTÉRISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LA HOJA DE JAEN (Continuación)

Nº	UNIDAD HIDRO- GEOLOGIA	SUPERFICIE (Km ²)	LITOLOGIA	POTENCIA (m)	ACUIFERO	EDAD	SUPERFICIE PIEZOMTR. (m.s.n.m.)	ALIMENTA. (hm ³ /año)	EXPLOTACI. POR BOMBEO (hm ³ /año)	OBSERVACIONES
42	Cabra-Alcalde	105	Dolom. y Caliz. Calizas	100-150	Supra-Keuper- Lias medio	480-580	40,5	0,2		Existen algunos sondeos surgentes y otros han dejado de serlo. Hay numerosos niveles colocados con pequeños manantiales a cotas muy variables.
43	Gáena-Cámorilla Palojo-La Guitarra	40	Dolom. y Caliz. Calizas	200-250 50-100	Supra-Keuper- medio Dogger-Malm	560-620	12,6	0,7		Se produce una descarga al río Anzur de unos 4-5 hm ³ /año
44	Gállinera- Pollo-Jaula	7	Caliz. y Dolom. Caliz. con silex	150-200 20-25	Lias inferior. med. Malm	580-640	1,5	0		
45	Rute-Horconera	80	Caliz. y Dolom. Cal. Margocal.	600-1000 100	Lias inferior. med. Dogger-Malm	550-800	26,7	0,6		No se descarta su conexión con la unidad de Gallinera Pollo Jaula.
46	Araceli	3	Dolom. y Caliz. Calizas	150-200 50	Lias inf. y Malm Dogger-Malm	530	0,5	0,15		Se trata de varios afloramientos tabulares colgados sobre margas impermeables, lo que unido a su escasa permeabilidad reduce enormemente su interés hidrogeológico.
47	Calcareitas de Purchena-Arjona	15	Areniscas y Arenas	0,50	Tortoniense sup. Andaluciense	Muy variable	2	0		El acuífero presenta en general una transmisionidad baja (5-10 m ² /día) y su drenaje se produce por pequeños manantiales de borde.
48	Acuífero de Ubeda	100	Arenas y Areniscas	20-30	Andaluciense	720-750	14	0		

Las aguas de todas las unidades carbonatadas o mixtas son, esencialmente, de facies bicarbonatada cálcica y/o magnésica, con mineralizaciones bajas y residuo seco comprendido entre 300 y 1000 mg/l, e inferior a 500 mg/l en la mayor parte de ellas. Solamente en casos que existe una circulación a través de materiales margo-yesíferos triásicos las aguas presentan salinidad superior a 1000 mg/l y facies variables de sulfatadas cálcicas a magnésicas o incluso cloruradas sódicas.

La mayor parte de estas aguas subterráneas son, por consiguiente, aceptables para consumo humano desde el punto de vista químico, y solo local o puntualmente se sobreponen las especificaciones para su uso en abastecimientos urbanos (exceso de sulfatos, magnesio y muy raramente sodio).

Es frecuente por otra parte el exceso de nitratos en algunos de los manantiales más importantes, que se produce siempre tras un cierto recorrido por cauces superficiales, en los que suele haber vertidos residuales no depurados, por lo que no representan la calidad original del agua.

En las terrazas del Guadalquivir se superan generalmente en esta zona los 1000 mg/l de residuo seco y aparecen facies hidroquímicas muy variables (bicarbonatadas, sulfatadas o cloruradas calcicas), con contenidos en nitratos que superan siempre los límites máximos tolerables para consumo humano (hasta 150 mg/l en algunos puntos) y exceso de otros iones, lo que se destaca por su utilización para suministro de numerosos núcleos urbanos de la presente Hoja y otras adyacentes.

6. BIBLIOGRAFIA

- ABRIL GOMEZ, H. (1982): *Estudio hidrogeológico de un sector del Subbético Medio al Este del río Colomera (Granada)*. Tesina de Licenciatura (inédita), Univ. de Granada.
- BENAVENTE HERRERA, J (1978): *Investigaciones hidrogeológicas de la Sierra de Jaén*. Tesina de Licenciatura (inédita). Univ. de Granada.
- COMISION INTERMINISTERIAL DE PLANIFICACION HIDROLOGICA (1980): *Plan Hidrológico Nacional. Cuenca del Guadalquivir. Avance 80*.
- FAO-IGME. (1970): *Estudio Hidrogeológico de la Cuenca del Guadalquivir*.
- GARCIA ROSELL, L. (1972): *Estudio geológico de la transversal Ubeda-Huelma y sectores adyacentes. Cordilleras Béticas (provincia de Jaén)*. Tesis doc. inéd. Univ. de Granada.
- GARCIA DUEÑAS, V (1967): *La Zona Subbética al Norte de Granada*. Tesis doctoral (inédita). Univ. de Granada.
- IGME (1961): *Proyecto para una investigación general de aguas subterráneas en la provincia de Córdoba*. Inf. interno.
- IGME (1963): *Estudio hidrogeológico de la zona Sur de la provincia de Córdoba*. Inf. Interno.
- IGME (1963): *Informe hidrogeológico para la mejora del abastecimiento de Torredonjimeno, Torredelcampo y Martos*. Inf. interno.
- IGME (1975): *Informe hidrogeológico para la mejora del abastecimiento a Jaén*. Inf. interno.
- IGME (1978): *Contaminación de las aguas subterráneas en la región andaluza. Aspectos generales*. Inf. interno.
- IGME (1979): *Mapa hidrogeológico Nacional. Explicación de los mapas de lluvia útil, de reconocimiento hidrogeológico y de síntesis de los sistemas acuíferos*. Memorias IGME- Tomo 81. Madrid.
- IGME (1981): *Proyecto de investigación hidrogeológica para abastecimiento a poblaciones en el Alto Guadalquivir (Granada y Jaén)*. Informe interno.
- IGME (1982): *Proyecto de investigación hidrogeológica infraestructural para mejora de abastecimientos urbanos de las cuencas del Genil, Guadiana Menor y Guadiato*. Informe interno.
- IGME (1982): *Proyecto para la realización de estudios hidrogeológicos especiales en las provincias de Granada y Jaén*. Informe interno.
- IGME (1982): *Proyecto de investigación hidrogeológica infraestructural de los sistemas acuíferos 30 y 31. Cuenca Alta del Guadalquivir*. Informe interno.
- IGME (1983): *Proyecto para la realización de estudios hidrogeológicos locales en las Cuencas del Guadalquivir y Baja del Guadiana*. Informe interno.
- IGME (1983): *Calidad química de las aguas subterráneas en Andalucía. Situación actual y focos potenciales de contaminación*. Colección informe. Serv. de Publ. del Mº. de Ind. y Energía. Madrid

IGME (1983): *Síntesis hidrogeológica de la Cuenca del Guadalquivir*. Colección informe. Serv. de Publ. del Mº. de Ind. y Energía. Madrid.

IGME (1984): *Proyecto de investigación hidrogeológica de los sistemas acuíferos de la Región de Posadas-Bailén-Ubeda*. Informe interno.

IGME (1984): *Proyecto de investigación hidrogeológica para abastecimiento a poblaciones en las provincias de Sevilla, Huelva, Cádiz y Jaén, Granada, Córdoba, Cáceres y Badajoz*. Informe interno.

IGME (1986): *Proyecto de investigación para la mejora de los abastecimientos de agua a los núcleos urbanos de la región suroccidental de la provincia de Jaén*. Informe interno.

MOPU (1983): *Propuesta de Planes Hidrológicos. Cuenca del Guadalquivir*.

RUIZ ORTIZ, P (1981): *Análisis de facies del Mesozoico de las Unidades Intermedias (entre Castril. provincia de Granada- y Jaén)*. Tesis doctoral Univ. de Granada.

SANZ DE GALDEANO EQUIZA, C. (1975): *Geología de la Transversal Jaén-Frailes (provincia de Jaén)*. Tesis doctoral. Secret. de Publ. de la Univ. de Granada.

SANZ DE GALDEANO EQUIZA, J.M. (1983): *Las aguas salinas del Keuper en las Cuencas de los ríos Guadajoz y Guadiana Menor (Provincias de Córdoba, Granada y Jaén)*. Tesina de Licenciatura. Univ. de Granada.

UNIVERSIDAD DE GRANADA (1981): *Comunicaciones presentadas al I Simposio sobre el agua en Andalucía*. 2 Tomos, 832 pp. Grupo de Trabajo de Hidrogeología de la Universidad de Granada.

UNIVERSIDAD DE GRANADA (1986): *Comunicaciones presentadas al II Simposio sobre el agua en Andalucía*. 2 Tomos, 1222 pp. Departamento de Hidrogeología de la Universidad de Granada.