



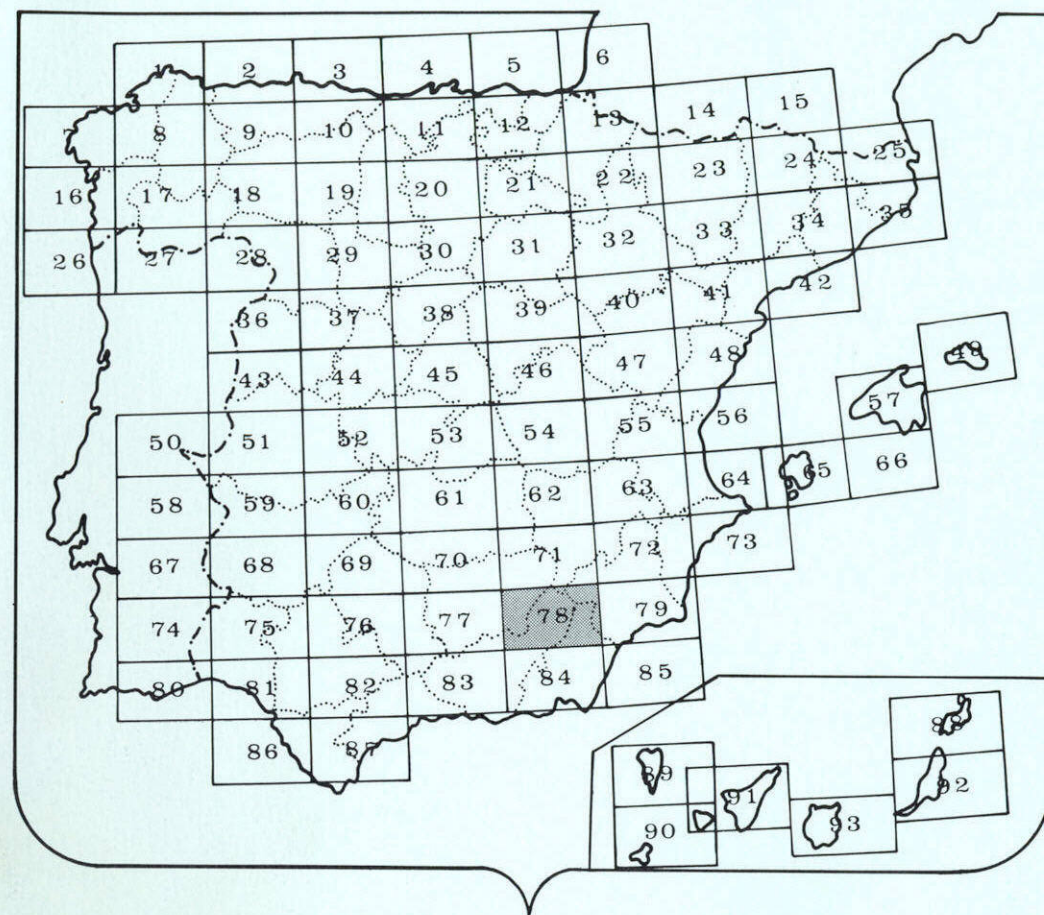
INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA
RIOS ROSAS, 23 - MADRID-3



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



**Mapa
Hidrogeológico
de España
E. 1/200.000**

78

BAZA 35707



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Mapa Hidrogeológico de España

E. 1/200.000

BAZA

CENTRO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

INDICE

1.	PRESENTACION	5
2.	MARCO GEOLOGICO	7
3.	DESCRIPCION DE LOS ACUIFEROS	13
3.1.	SISTEMAS CONSTITUIDOS POR MATERIALES PERMEABLES POR FISURACION	14
3.2.	SISTEMAS CONSTITUIDOS POR MATERIALES PERMEABLES POR POROSIDAD INTEGRANULAR	28
4.	CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS	35
5.	BIBLIOGRAFIA	39

Centro de Publicaciones - Ministerio de Industria y Energía - Doctor Fleming, 7 - 28036 Madrid

Fotocomposición: Geotem, S.A.

Imprime: P. Montalvo, S.A.

Depósito legal: M- 39.054-1988

NIPO: 232-88-009-9

1. PRESENTACION

Una de las misiones del Instituto Geológico y Minero de España (I.G.M.E.) 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 I.G.M.E. 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 hidroquímicas, 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 I.G.M.E. 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 objeto 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 (1970) y su versión revisada (1983. IAH, JAHS, UNESCO) sobre mapas hidrogeológicos. Los mapas son por lo tanto cotejables y comparables 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 publicarse sin acompañamiento de memoria explicativa. No obstante, se adjunta una breve reseña hidrogeológica y, 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 comprenden 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 I.G.M.E.

2. MARCO GEOLOGICO

El área comprendida en esta hoja hidrogeológica se encuentra enclavada en el ámbito de las Cordilleras Béticas.

En ella se encuentran representados materiales pertenecientes a las zonas Internas y Externas de las Béticas. Un amplio sector de las mismas está ocupado por terrenos neógeno-cuaternarios de las depresiones intramontañosas de Guadix-Baza y del Almanzora.

Dentro de las Zonas Internas existen materiales pertenecientes a los complejos: Nevado-Filábride, Alpujárride y Maláguide.

En las Zonas Externas se diferencian materiales del Subbético y Prebético.

Complejo Nevado-Filábride

Aflora únicamente en puntos aislados del sector meridional de la hoja, al Norte de Sierra Nevada y Sierra de los Filabres.

Está constituido por materiales de edad Paleozoico y Triásico, afectados por el metamorfismo regional alpídico.

Se trata de una potente serie de micaesquistos y cuarcitas, con características algo diferentes según se trate de las dos unidades en que suele dividirse el complejo. En la superior los esquistos presentan un mayor contenido feldespático y existen intercalaciones mármóreas.

Complejo alpujárride

Se encuentra ampliamente representado en los sectores meridional y oriental de la Hoja, concretamente en las Sierras de Baza, Estancias y Almagrera, y se superpone tectónicamente al Complejo Nevado-Filábride.

Lo constituyen varias unidades tectónicas superpuestas unas a otras, que según el sector de que se trate y de los autores que las han estudiado reciben denominaciones diferentes.

Desde el punto de vista estratigráfico se distinguen dos conjuntos: uno basal, constituido por esquistos, pizarras, cuarcitas y filitas de edad Paleozoico y otro superior representado por filitas en el muro y calizas y dolomías en el techo de edad Permo-Trias.

El conjunto basal, en algunas zonas, se encuentra limitado y es poco potente, o incluso está ausente; en otras como es el caso de Sierra Almagrera o de la unidad de Blanquizaes-Oria, en Sierra de las Estancias, supera los 500 m de potencia. Las filitas del conjunto superior, alcanzan, así mismo, potencias variables, pudiendo superar los 250 m (Unidad de Partaloa de la Sierra de las Estancias). La formación carbonatada puede llegar a alcanzar potencias próximas a los 400 m (Unidad Granja de la Sierra de las Estancias).

Complejo malaguide

Aflora en el sector suroccidental de la Hoja, según una estrecha franja de dirección ENE-OSO, a lo largo de la rambla de Chiribel. Existen asimismo otros pequeños afloramientos en la cuenca del Almanzora.

Desde el punto de vista tectónico se dispone mediante cabalgamiento sobre el Complejo Alpujárride.

Lo constituyen hasta cinco formaciones; con una variada gama de materiales: pizarras, grauwacas, calizas y dolomías, margas, conglomerados y areniscas, con edades comprendidas entre el Silúrico-Carbonífero, la inferior, y Eoceno, la más alta.

Subbético

Los materiales pertenecientes a este dominio ocupan fundamentalmente el sector noroccidental de la Hoja, desde las sierras de Dudar

y de la Sagra hasta las sierras de Pericay y Gigante. En el sector central se define la alineación sierras de Orce y María. En el borde occidental de la Hoja, existen asimismo materiales subbéticos.

Se caracteriza por un predominio de facies pelágicas a partir del Lías y hasta el Eoceno, y por una tectónica compleja de cabalgamientos y deslizamientos.

Dentro del Subbético se pueden diferenciar un Subbético Interno (Penibético en el sector oriental de la Hoja) y un Subbético Externo, ambos con una enorme complejidad interna y en los que se pueden, a su vez, diferenciar numerosas unidades.

A grandes rasgos la estratigrafía de este dominio puede resumirse de la siguiente forma:

Triásico. Lo constituye la típica facies Kéuper de margas yesíferas en las que se intercalan frecuentes niveles de carníolas y dolomías. Aflora fundamentalmente en el Guadiana Menor y en el extremo noroccidental de la Hoja.

Jurásico. El Lías es esencialmente carbonatado, con dolomías en la base, su potencia puede superar los 500 m y, en general, determina relieves acusados (Merical en el sector occidental y Sierras de Orce, María, Pericay, etc. en el oriental). El Lías superior es margoso, y puede alcanzar hasta 300 m de potencia.

El Jurásico Medio y Superior está representado por facies carbonatadas en el sector oriental de la Hoja, con calizas blancas oolíticas muy similares a las del Lías, o bien calizas nodulosas o con sílex en el Dogger, cuya potencia está comprendida entre 50 y 300 m, y calizas nodulosas en el Malm, cuya potencia no supera los 100 m. En el borde occidental es esencialmente margoso y lo constituye una potente serie de margas y margocalizas.

Cretácico. Lo constituye una serie, de potencia muy variable, de margas y margocalizas, que en el cretácico inferior intercala radiolarias y brechas intraformacionales y en el superior sílex y masas olitostromáticas.

Eoceno-Oligoceno. Están constituidos por una serie flyschoides, de margas, calizas margosas, areniscas y calizas arenosas, con una potencia que puede superar los 300 metros.

Unidad intermedia (complejo frontal)

En el sector central del borde septentrional de la Hoja aparecen una serie de formaciones de carácter esencialmente margoso y de edades comprendidas entre el Cretácico Inferior y el Neogeno.

Constituyen una estrecha banda de materiales situados entre el Subbético y Prebético, con características intermedias entre ambos y afectados por una tectónica compleja de deslizamiento.

Prebético

Ocupa el sector noroccidental de la Hoja, donde constituye las elevaciones de las sierras de Cazorla, del Pozo, Quesada, Castril y otras.

Se caracteriza por facies más someras que el Subbético, con predominio de las neríticas y epicontinentales, así como por una tectónica más tranquila.

Los materiales prebéticos responden a grandes rasgos a la sucesión litoestratigráfica:

Trias. Presenta la típica facies kéuper de margas abigarradas con yesos y ofitas, aunque son frecuentes niveles de calizas con lamelibranchios, y dolomitas y carniolas a techo.

Jurásico. Presenta, en términos generales, un carácter predominantemente carbonatado. El Lias-Dogger está representado por dolomías y calizas oolíticas que alcanzan más de 300 m de potencia. El Malm lo constituyen calizas nodulosas y margocalizas y hacia el techo existe una gran variedad de facies según los diferentes sectores (margas de escaso espesor en Cazorla, dolomías, calcarenitas y margas con potencias de hasta 400 m en las Sierras del Pozo y Seca).

Cretácico. Se caracteriza por importantes cambios de facies y de potencias. El Cretácico inferior está constituido por dolomías de escasa potencia, en la Sierra de Cazorla que pasan a calizas dolomitizadas y margas, con importantes espesores en la Sierra del Pozo. El Cretácico superior está caracterizado por margocalizas, margas y calizas dolomíticas.

Eoceno-Burdigaliense. Está afectado por frecuentes cambios de

facies, y lo constituye una variada gama de materiales: margas, margocalizas, calizas y areniscas, con potencias significativas.

Materiales postorogénicos

Se incluyen aquí todos aquellos materiales a partir del Neogeno, originados con posterioridad a los últimos movimientos tectónicos importantes de las Cordilleras Béticas.

Estos materiales adquieren un gran desarrollo en el ámbito de la Hoja, ocupando primordialmente los sectores centrales de la misma y el extremo suroriental.

Amén de una serie de materiales de diferente tipología, diseminados, y que recubren a terrenos preexistentes, la mayor parte de los materiales neogeno-cuaternarios ocupan dos grandes depresiones intramontañas de importancia regional, Guadix-Baza y Almanzora.

La Depresión de Guadix-Baza, en la Hoja, queda limitada al Sur por las sierras de Baza, Estancias y Orce y al Norte por las de Quesada, Castril, del Pozo, y otras más orientales. La Depresión del Almanzora queda comprendida entre la Sierra de los Filabres, al Sur, y la de las Estancias y Salientes, al Norte.

Los materiales más antiguos de la Depresión de Guadix-Baza son miocenos y se caracterizan por un predominio de niveles margosos y de limos con areniscas y conglomerados, alcanzando las potencias máximas en el borde SW.

La mayor parte de la depresión la ocupan terrenos del Plioceno-Pleistoceno, con características litológicas muy variables de unos sectores a otros por los frecuentes cambios de facies. La formación Guadix la constituye un conjunto de conglomerados, arenas y lutitas; la formación de Gorafe-Huelago está constituida por margas, calizas micriticas y yesos; la formación Baza por calcilutitas con yesos, arenas y calizas; la formación Serón-Caniles por conglomerados y arenas y la formación Solana del Zamborino por una alternancia de elementos detríticos y carbonatados.

En la Depresión del Almanzora existen, asimismo, notables diferencias litológicas de unos sectores a otros como consecuencia de los frecuentes cambios de facies. Los tramos inferiores del Mioceno

corresponden a unos conglomerados con matriz lutítica que afloran fundamentalmente en el borde septentrional de la Sierra de los Filabres, cuya potencia es del orden de 250 m. Sobre esta formación se diferencia otra de arenas y lutitas grises con algunos niveles de conglomerados de las Estancias se diferencian unos conglomerados y areniscas bioclásticas de potencia inferior a 30 m. Tanto esta formación como la anterior cambian lateralmente de facies a unas margas y margocalizas con intercalaciones arenosas en la base y de naturaleza conglomerática al Sur de Huerca-Overa, con frecuente presencia de yeso; su potencia máxima es próxima a los 300 m. Por último, en algunos sectores próximos a Huerca-Overa, sobre estos materiales, se localiza un tramo conglomerático, con frecuentes niveles lutíticos y de calizas detríticas y una potencia que podría superar los 100 m, que se atribuyen al Plioceno.

3. DESCRIPCION DE LOS ACUIFEROS

En la Hoja hidrogeológica 1:200.000 de Baza se han diferenciado un total de 17 sistemas acuíferos o unidades hidrogeológicas, que se pueden agrupar en dos tipos: según que la permeabilidad de los materiales que lo constituyen sea por fisuración o por porosidad intergranular.

Estos sistemas pertenecen en su mayor parte a la Cuenca del Guadalquivir. Los existentes en su extremo suroccidental a la Cuenca Sur y los situados al Noreste a la Cuenca del Segura.

Desde el punto de vista regional se integran en los siguientes grandes sistemas acuíferos, definidos en el Mapa de Síntesis realizado por el I.G.M.E. en 1971:

S.A.30 Calizas Prebéticas de Jaén-Cabra.

S.A.31 Calizas Béticas de Sierra Nevada y Sierra de Baza.

S.A.32 Vegas de Granada, Guadix y Baza.

S.A.45 Detrítico de Cuevas de Almanzora-Vera.

S.A.46 Unidad calizo-marmórea de los Gallardos-Macael.

3.1. SISTEMAS CONSTITUIDOS POR MATERIALES PERMEABLES POR FISURACION

Sistema de la Sierra de Cazorla

Este amplio sistema, se extiende sobre una superficie muy próxima a los 1.500-1.600 Km², desde prácticamente la confluencia de los ríos Guadiana Menor y Ceal —al Sur—, hasta el límite de las provincias de Jaén y Albacete —al Norte—. Por consiguiente, en su mayor parte, y salvo su sector meridional, está comprendido fuera del ámbito de esta Hoja.

A rasgos generales, este extenso sistema se corresponde con las alineaciones montañosas de las sierras de Cazorla, del Pozo y de Segura.

Está constituido por materiales carbonatados predominantemente jurásicos y en parte cretácicos del dominio Prebético, que presentan estructuras alargadas de dirección SSO-NNE.

Estos materiales se ven estructurados en 3 grandes escamas tectónicas, lo cual condiciona la compartimentación del sistema en múltiples acuíferos individualizados, que descargan a distintas cotas, así como una escasa enraización de los mismos.

La alimentación del acuífero, en términos generales, se produce fundamentalmente por infiltración directa del agua de la lluvia.

En el ámbito de esta Hoja las descargas se producen, en su casi totalidad, por el flanco occidental de la Sierra y, más concretamente, por medio de 6 manantiales de caudales comprendidos entre 0,5 y 3 hm³/año, y en otros 4 de menor caudal (0,1-0,5 hm³/año), todos ellos situados al Norte de la población de Cazorla en el contacto entre las calizas liásicas y margas y margocalizas del Cretácico Inferior.

Acuífero de Quesada-Castril

Este acuífero se extiende sobre una superficie de unos 480 km², y está constituido por las sierras de Quesada, del Pozo, Segura, Castril y Seca.

Estas sierras forman alineaciones de dirección predominante NNE-

SSO, que se ven separadas por los valles de los ríos Guadalentín y Castril.

Los materiales que componen este acuífero son básicamente carbonatados y de edad Cretácico y, en menor grado, Mioceno. Vienen representados por dolomías —más o menos arenosas—, calizas micríticas, con algas, margocalizas y margas.

El conjunto carbonatado, que constituye un acuífero kárstico por fracturación, con un espesor aproximado de 150 m, está limitado y sellado tectónicamente, al Este y al Oeste, por materiales impermeables, mientras que por el flanco meridional el límite estanco lo constituyen materiales de baja permeabilidad del Neógeno.

Por su parte, el substrato general impermeable de todo el acuífero lo constituyen las margas yesíferas del Triás kéuper.

La alimentación del acuífero se produce fundamentalmente por infiltración directa del agua de la lluvia, que en esta zona alcanza una pluviometría media comprendida entre 700 y 1.200 mm, y su drenaje se realiza por medio de manantiales situados a cotas comprendidas entre los 800 m.s.n.m. —sector suroccidental— y los 1.100 m.s.n.m. —sector oriental—, así como por descargas directas a los cauces de los ríos Guadalentín y Castril —sobre todo en su curso alto los cuales, en esos tramos, atraviesan el acuífero e imponen niveles de base.

Los manantiales mencionados tienen caudales muy variables, tanto estacional como interanualmente, y entre ellos destacan, por su importancia, los situados en el sector oriental de Sierra Seca —Cortijo de la Natividad, Fuente de Enmedio y nacimiento del Río Guardal—, los cuales, con un caudal conjunto de unos 11 hm³/año, dan lugar al curso alto del río Guardal.

También, y en el sector meridional de Sierra Seca, junto a Castril, destaca la Fuente de los Tubos, y un grupo de manantiales menores, los cuales, en su conjunto, pueden descargar un caudal total muy próximo a los 4,7-5 hm³/año.

Por su parte, las sierras de Cabrilla y Segura descargan sus aguas subterráneas principalmente por dos sectores: uno al Norte, en la zona del Puerto de las Palomas y del nacimiento del río Borosa, donde se agrupan 3 importantes manantiales que alcanzan en su conjunto un total de aproximadamente 3-4 hm³/año, y otro al Sur, junto a la

cabecera del Embalse de Bolera, donde pueden llegar a descargar, por un solo manantial, más de 10 hm³/año.

Finalmente, al Oeste de la Sierra del Pozo, se localizan varios manantiales de relativa importancia —Fuente de la Teja y otros— con caudales comprendidos entre 0,5 y 5 hm³/año.

Sistema de la Sierra de Duda y la Sagra.

Este sistema se extiende sobre una superficie de unos 50 km², desde el sector nororiental de Castril hasta la cabecera del Río Bravatas, y comprende las sierras de Duda, Moncayo y la Sagra.

Las mencionadas sierras constituyen alineaciones de dirección SSE-NNE, que corresponden a una parte del frente de cabalgamiento Subbético-Prebético existente en este sector. Los materiales que las componen son, a rasgos generales, calizas oolíticas, con algas o nodulosas, dolomías y marcocalizas —con o sin nódulos de sílex—, todos ellos del Jurásico. El acuífero propiamente dicho, lo constituyen fundamentalmente, las calizas y dolomías del Lías.

El acuífero se encuentra limitado y sellado en su flanco occidental por materiales de baja permeabilidad —margas, arcillas, yesos, marcocalizas, etc.— del Cretácico Inferior y del Mio-Plioceno, mientras que en el oriental se encuentra solapado por materiales pliocuaternarios.

Por su parte, el sustrato general impermeable de todo el acuífero lo constituyen las margas yesíferas del kúper.

La alimentación de este acuífero se produce, en su mayor parte, por infiltración directa del agua de lluvia, que en esta zona alcanza una pluviometría media comprendida entre 450 y 1.050 mm, y su drenaje se efectúa fundamentalmente, por medio de numerosos manantiales, así como por descargas directas al cauce del río Guardal.

A efectos de funcionamiento, el Sistema puede dividirse en tres unidades independientes, que se encuentran desconectadas entre sí.

La primera de ellas, la más extensa la componen la *Sierra de la Duda y la Loma del Perro*, y descarga por medio de manantiales situados a cotas comprendidas entre los 950 y 980 m.s.n.m. y por el

propio cauce del río Raigadas, a su paso entre los dos afloramientos, donde impone un nivel de base.

Las descargas por manantiales se producen hacia el Norte, por la Fuente del Piojo —980 m.s.n.m.— con un caudal medio anual próximo a los 2 hm³/año— y por el Sur, donde existen cinco manantiales de menor caudal, entre los que destaca la Fuente del Cortijo de la Duda a 950 m.s.n.m., con un caudal medio anual de 0,35 hm³/año.

La segunda unidad la constituye la *Sierra del Moncayo*, que descarga también por dos de sus vertientes: al Norte por un manantial de caudal medio anual de unos 2-3 hm³/año, y al Sur por media docena de pequeños manantiales con caudales medios anuales inferiores a 0,5 hm³/año.

Por último, la tercera de las unidades la componen la *Sierra de la Sagra*, cuya estructura de manto de corrimiento sobre materiales prebéticos y sin enraizamiento, condiciona el que sus descargas se produzcan por medio de manantiales de muro, como es el caso del de la Cueva del Agua, a unos 1.510 m.s.n.m., con un caudal medio anual de 1,25 hm³/año.

Sistema de Montilla-Jurena-Tornajos

Este sistema se extiende sobre una superficie de unos 100 km², entre Huéscar y la Puebla de D. Fadrique, y corresponde a una alineación montañosa de dirección SS0-NNE, compuesta por las Sierras de Montilla, Jurena, Tornajos y Alcatinas.

Desde el punto de vista geológico, se encuentra situado en el límite del dominio Subético, y constituye una estructura en anticlinal, cuyo flanco meridional se hunde hacia el SE.

Este importante acuífero está constituido, fundamentalmente, por dolomías y calizas del Lías, de unos 300-400 m de potencia.

Hidrogeológicamente se conoce como «Unidad o Manto de Huéscar-Puebla», y queda impermeabilizado en profundidad por un sustrato compuesto por margas yesíferas del Trías y/o margas del Cretácico.

Por los parámetros hidráulicos obtenidos en los diferentes ensayos de bombeo realizados en el mismo, podría dividirse en dos zonas:

- «Zona Puebla», en la que predominan materiales dolomíticos del Lías y en la que se han obtenido valores de transmisividad; comprendidos entre 5×10^{-2} y $10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$, y de coeficiente de almacenamiento del orden 2×10^{-3} .
- «Zona Huéscar», en la que predominan las calizas liásicas, y en la que se han obtenido valores de transmisividad comprendidos entre 5×10^{-1} y $10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$, y de coeficiente de almacenamiento entre 10^{-2} y 5×10^{-3} .

La alimentación de este acuífero proviene fundamentalmente de la infiltración directa de las precipitaciones sobre los afloramientos carbonatados. La recarga se ve favorecida por el hecho de que los conglomerados pliocenos del Llano de la Puebla, que constituye una cuenca endorreica, están en conexión hidráulica con las calizas y dolomías liásicas.

Por su parte, las descargas del acuífero se realizarán, principalmente, por medio de diferentes manantiales situados en los sectores meridional y septentrional del mismo, así como salidas directas al cauce del Río Bravatas, que atraviesa al acuífero —Sierra de Montilla— de Norte a Sur. También, y con carácter restringido, existen un cierto número de captaciones, emplazadas en el sector septentrional del acuífero (alrededores de la Puebla de D. Fadrique) desde las que se llevan a cabo extracciones por bombeo.

La descarga más importante se produce en el sector meridional, por medio de dos manantiales, cuya surgencia tiene lugar gracias a un juego de fallas que pone en contacto las calizas y dolomías del Lías con las margas pliocenas.

Estos dos manantiales, los de mayor importancia, en lo referente a sus caudales, de toda la cuenca del Guadiana Menor, son el de Fuencaiente, que posee un caudal medio anual de aproximadamente $13 \text{ hm}^3/\text{año}$ y una temperatura de sus aguas de 19° (unos 5° por encima de la media regional), y el de Parpacén, que presenta importantes variaciones estacionales de caudal, y un caudal medio anual del orden de $6,3 \text{ hm}^3/\text{año}$.

Los niveles piezométricos varían desde los 917 m.s.n.m. en el sector meridional (Fuencaiente), hasta los 970 m.s.n.m. en el sector nororiental. El flujo subterráneo tiene lugar de Noreste a Sureste y su gradiente alcanza un valor aproximado de 0,25-0,30 %, lo cual indica una buena transmisividad del acuífero.

Acuífero de la Zarza y afloramientos próximos

Este acuífero se extiende sobre una superficie próxima a los 40 km^2 , y se sitúa en el límite de las provincias de Granada, Almería y Murcia.

Litológicamente es muy similar al acuífero de Montilla-Jurena-Tornajos, y está constituido por calizas del Lías que conforman el denominado «Manto de Bugijar».

Este acuífero de la Zarza o «Manto de Bugijar» pertenece, desde el punto de vista hidrológico en un 80 % a la cuenca del Guadalquivir, y en su 20 % restante —sector suroriental— la cuenca del Segura.

Prácticamente en todo su contorno queda confinado por materiales de baja permeabilidad del Terciario (margas, yesos, conglomerados y arcillas). Localmente, en su flanco oriental, contacta con materiales del Cretácico (margas, arcillas, margocalizas, etc.). Su sustrato impermeable, como en la mayor parte de los acuíferos de la zona, lo constituyen las margas yesíferas del Triás.

En cuanto a los parámetros hidráulicos del acuífero, se ha calculado para las calizas liásicas una transmisividad comprendida entre 5×10^{-2} y $9 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$.

La alimentación del acuífero proviene, fundamentalmente, de la infiltración directa de las precipitaciones que en esta zona registran unos valores comprendidos entre 350 y 450 mm, mientras que las descargas se producen por medio de una sola salida natural —manantial de Bugijar—, a una cota próxima a los 1.050 m.s.n.m. y cuyo régimen se mantiene bastante uniforme a lo largo de todo el año, con un caudal muy próximo a $1 \text{ hm}^3/\text{año}$.

También existe la posibilidad de otras salidas subterráneas, a través de unos conglomerados cuaternarios en continuidad hidráulica con el acuífero, aunque, hasta el momento, y de existir, se desconoce su magnitud.

Sistema Sierras de Pericay, Gigante y Gabar

Se extiende sobre una superficie de unos 100 km^2 , entre las localidades de Vélez Blanco y Zarcillas de Ramos, en el sector oriental de la Hoja.

El conjunto permeable está constituido por la serie carbonatada jurásica del Subbético Interno (Penibético), cuya potencia conjunta es del orden de 700 m, que se dispone, mediante cabalgamiento, sobre materiales cretácicos y eocenos del Subbético Medio que constituirán el sustrato impermeable.

Los principales cursos de agua relacionados con el sistema son el río Caracuel, Rambla Seca y el río Luchena, en su sector septentrional, y el río Claro en el meridional. Los dos primeros están regulados por el embalse de Valdeinfierno, en el extremo noreste del sistema.

Las precipitaciones medias anuales en el área están comprendidas entre 300 y 400 m.s.n.m.

La compleja estructura interna determina la subdivisión del sistema en tres unidades hidrogeológicas con entidad propia y funcionamiento independiente: Pericay-Luchena, Gigante y Gabar.

A su vez, la estructura de la *Unidad de Pericay-Luchena* es, asimismo, compleja con difíciles relaciones entre unos sectores y otros que podrían originar compartimentaciones y posibles desconexiones hidráulicas. De la superficie total del sistema, a esta unidad le corresponden 67 km² de accidentada topografía, con cotas que quedan comprendidas entre 590 y 1.399 m.s.n.m.

Existe un solo punto de agua significativo relacionado con la unidad, que corresponde a la surgencia «Ojos de Luchena», situada en la parte más baja (580 m.s.n.m.), que debe condicionar la posición de la superficie piezométrica. La descarga de la unidad, se realiza por el referido manantial siendo su volumen muy variable en función de la pluviometría; se puede estimar para años lluviosos descargas de entre 10-15 hm³, y para períodos secos entre 4 y 5,6 hm³ estas últimas cifras corresponden a datos de los años 83 a 86.

Tomando como recursos medios propios del sistema entre 6-8 hm³/año, procedentes de la infiltración directa del agua de lluvia; para llegar a la cifra de 10-15 hm³/año en períodos húmedos, es necesario invocar una recarga a partir de los recursos de agua superficial estimada en 4-7 hm³/año.

Es pues evidente la existencia, en determinadas circunstancias de una estrecha relación río-acuífero, confirmada por la similitud entre la composición química de las aguas superficiales y las del manantial «Ojos de Luchena».

La estructura de la *Unidad del Gigante* responde a un anticlinal de amplio radio ligeramente vergente al Sur. Los materiales permeables ocupan una superficie de 22 km².

En este caso la morfología subhorizontal de la superficie de cabalgamiento confiere al acuífero una posición «colgada» en amplios sectores, lo que disminuye notablemente las reservas, produciéndose en los mismos un rápido drenaje del agua infiltrada.

Las surgencias más significativas indican que el nivel piezométrico se encuentra a cotas comprendidas entre 730-790 m.s.n.m., en su extremo suroriental, y a unos 850 m.s.n.m., en el oriental, donde podría existir un flujo subterráneo hacia los depósitos aluviales del río Claro. Estas surgencias ponen de manifiesto unas salidas anuales medias del orden de 1,5 a 2 hm³/año frente a los más de 3 hm³/año que recibe la unidad por infiltración directa del agua de lluvia. Hecho que confirmaría la descarga subterránea apuntada.

La *Unidad de Gabar*, con una superficie de afloramiento de materiales permeables de 7 km², dispuestos en un domo anticlinal, no presenta ningún punto de agua significativo, por lo que deben existir unas salidas subterráneas en diferentes direcciones: hacia el río Caracuel por el Norte, como lo confirma el aumento de caudal de éste a su paso por las inmediaciones de la unidad, y hacia la rambla de la Tía por el Este. Estas descargas podrían tener lugar estacionalmente y de forma rápida dado el carácter «colgado» de la mayor parte de la unidad. Los recursos medios se estiman en algo menos de 1 hm³/año.

Sistema Sierras de Orce y María

Este sistema se extiende sobre una superficie aproximada de 200 km², entre las poblaciones de Cullar-Baza y Vélez Blanco y corresponde esencialmente a las sierras de dicha denominación.

Desde el punto de vista geológico estas sierras, con una orientación Este-Oeste, pertenecen a la parte meridional del dominio subbético (Subbético Interno) y a su zona de contacto con el borde nororiental de la depresión neógena de Guadix-Baza.

Su estructura responde a una sucesión de anticlinales y sinclinales, llegando a estar los núcleos de estos últimos ocupados por margas del Cretácico. El conjunto se encuentra afectado por numerosas fracturas, algunas de ellas de carácter inverso.

El acuífero lo constituye un potente tramo de dolomías y calizas con una potencia del orden de 500-600 m que se disponen mediante cabalgamiento sobre materiales impermeables del Subbético Medio y de las Zonas Intermedias. Localmente, bajo el conjunto carbonatado, están presentes las margas de facies kéuper del Trías.

Las precipitaciones medias anuales en el área están comprendidas entre 400 y 450 mm, y se producen, en parte, en forma de nieve.

La estructura del sistema hace que se puedan diferenciar dos grandes unidades: Unidad de Sierra de María y Unidad de Sierra de Orce-Maimón. En ambas unidades, sobre todo en la última, podrían establecerse varias subunidades debido, en unos casos, a la posición elevada del sustrato impermeable, como podría suceder a la altura del meridiano de Chirivel, y en otros, a la presencia de Trías asociado a las fallas inversas anteriormente citadas, hecho observable en el sector del Rincón de la Virgen.

Los límites del sistema son en general de carácter tectónico, impuesto por el cabalgamiento de los materiales del Subbético Interno sobre los del Subbético Medio y Zonas Intermedias. En su mayor parte los materiales permeables están solapados en sus bordes por depósitos detríticos, también permeables, atribuidos al Plioceno y Cuaternario, que enmarcan el contacto con los materiales impermeables del Subbético Medio.

La *Unidad Sierra de María*, ocupa el sector nororiental del sistema y presenta una superficie de 42 km². Su estructura responde a un anticlinal volcado, vergente al Sur. La desconexión con la Unidad de Sierra de Orce-Maimón, situada al Sur, se realiza mediante una alineación de materiales del Subbético Medio que afloran gracias a un juego de fallas inversas y tendría su continuidad hacia el Oeste a partir de una importante estructura sinclinal, cuyo núcleo, ocupado por margas del Cretácico, podría suponer un obstáculo para la circulación del agua subterránea en la dirección Norte Sur.

En general, la circulación del agua subterránea se realiza de Oeste a Este, hacia los puntos de descarga más importantes que definen un nivel piezométrico comprendido entre 1.090 y 1.110 m.s.n.m. y un gradiente hidráulico medio inferior al 0,5 %. Estos puntos de descarga (manantiales Las Fuentes y del Hoyo) se sitúan en las proximidades de Vélez Blanco y totalizan un caudal próximo a los 2,5 hm³/año. En el sector occidental de la Unidad el flujo podría tener sentido con-

trario gracias a una probable divisoria, provocada por una elevación del sustrato impermeable.

Las salidas por bombeo de la unidad suponen un volumen de 0,5 hm³/año. La alimentación se produce por infiltración directa del agua de lluvia.

La *Unidad Sierra de Orce-Maimón* ocupa el resto de la superficie del sistema (unos 160 km²). Su estructura corresponde a un anticlinorio volcado, vergente al Sur, afectado por numerosas fallas inversas en su flanco meridional. La unidad podría, a su vez, subdividirse en tres sectores con funcionamiento independiente, cuya separación coincidiría de forma aproximada con los meridianos de Venta Quemada y Chirivel.

Las salidas visibles más significativas se encuentran en el extremo oriental de la misma, y están ligadas al sector del que mejor se conoce su funcionamiento hidráulico. Estas salidas se realizan por las surgencias del Maimón, Calgui y La Judía, situados a cotas comprendidas entre 980 y 1.060 m.s.n.m. que totalizan un volumen de 4,5 hm³/año. El flujo del agua subterránea se realizaría por tanto con un sentido Oeste-Este.

El análisis del hidrograma de la principal surgencia (manantial del Maimón) pone de manifiesto valores del coeficiente de agotamiento comprendidos entre 1,7 y $1,2 \cdot 10^{-3}$ días⁻¹ y del volumen de agua almacenado al comienzo del agotamiento entre 2,6 y 4,7 hm³.

El funcionamiento de los otros dos sectores presenta grandes incógnitas si bien su descarga podría realizarse de forma subterránea hacia el Norte y Oeste, bajo los depósitos Pliocenos y Cuaternarios, como consecuencia de la mayor cota que presenta el límite meridional de la superficie de contacto entre los materiales carbonatados y su sustrato impermeable. Así parecen confirmarlo una serie de manantiales y sondeos existentes en las proximidades de Orce. Los sondeos explotan materiales carbonatados y sus caudales no se justificarían de no existir continuidad hidráulica con los materiales que constituyen la unidad propiamente dicha. En los manantiales y sondeos se define un nivel piezométrico próximo a los 950 m.s.n.m. sensiblemente más bajo que el correspondiente al sector oriental de la unidad y se obtienen valores de transmisividad de $5 \cdot 10^{-2}$ a 10^{-1} m²/s y del coeficiente de almacenamiento de 7^{-4} a 10^{-3} .

Los recursos medios propios de estos dos sectores podrían ser

del orden de $10 \text{ hm}^3/\text{año}$, y la descarga «controlada» puede estar comprendida entre $7,5\text{-}9,5 \text{ hm}^3/\text{año}$.

La alimentación del sistema tiene lugar en todos los casos por infiltración directa del agua de lluvia.

Sistema Sierra de Baza

Se extiende sobre una superficie próxima a 300 km^2 y se corresponde fundamentalmente con la Sierra de Baza y áreas limítrofes.

El acuífero lo constituye una potente serie calizo-dolomítica alpujárride que ocupa en su mayor parte las elevaciones de la Sierra de Baza, cuyo espesor podría superar los 500 m . Dicha serie, atribuida al Triás Medio Superior, descansa sobre un conjunto pelítico compuesto por filitas versicolores con algunos niveles de cuarcitas y excepcionalmente micaesquistos de edad Permo-Triásico, que constituirían su sustrato impermeable.

La estructura del sistema es compleja como consecuencia de que estos dos tramos aparecen dispuestos en al menos cuatro mantos de corrimiento o unidades tectónicas. A su vez, estas unidades se encuentran afectadas por una densa red de fracturas de dirección N 60° E y N 20° W.

Esta estructura, podría condicionar una subdivisión del sistema en varias unidades hidrogeológicas, pues es frecuente encontrar manantiales en el contacto entre el tramo superior carbonatado y el inferior pelítico, de un mismo manto alpujárride, a cotas diferentes. De cualquier forma, la compartimentación es improbable que sea completa por lo que cabe hablar, a falta de estudios más detallados de un acuífero único.

En algunos casos los límites del sistema vienen definidos por el contacto del tramo carbonatado con las pelitas impermeables de la base, sin embargo en gran parte de su entorno los materiales carbonatados contactan con formaciones pliocenas y cuaternarias de elevada permeabilidad.

Este hecho condiciona que la descarga natural se realice, en gran parte, por manantiales situados lejos de los límites del sistema. Entre estos hay que destacar los de Siete Fuentes y Fuente de S. Juan, en

las proximidades de Baza (sector nororiental del sistema). Estos manantiales totalizan un caudal de $9,5 \text{ hm}^3/\text{año}$.

Otros manantiales se ubican directamente sobre las calizo-dolomías alpujárrides y entre ellos caben mencionar, en el extremo septentrional del sistema, los tres de Fuente Grande (al Este de Zújar), los cuales se alinean según el contacto por falla entre el tramo carbonatado alpujárride y margas del Plioceno, que proporcionan un volumen anual de 2 hm^3 . En el sector occidental del mismo se encuentran los manantiales del Nacimiento del río Gor y los de Cerro Negro con un caudal superior a los $2 \text{ hm}^3/\text{año}$. Al suroeste de éstos, en contacto con los materiales del Neógeno, se encuentra el manantial de San Torcuato, al Sur de Hernán-Valle.

Estos manantiales definen niveles piezométricos que varían desde $850\text{-}900 \text{ m.s.n.m.}$ en el extremo septentrional hasta $920\text{-}940 \text{ m.s.n.m.}$ en el sector de Baza y 1.180 m en el extremo suroccidental. En los manantiales próximos al río Gor se llegan a definir niveles piezométricos por encima de los 1.500 m.s.n.m.

Las salidas del acuífero tienen lugar además por drenaje de los ríos Gor y Gallego. Las extracciones por bombeo son muy poco significativas, concentrándose en las proximidades de Baza.

Las entradas se efectúan por infiltración directa del agua de lluvia, por lo que, de acuerdo con las precipitaciones medias, sus recursos podrían situarse en torno a los $35 \text{ hm}^3/\text{año}$.

Unidad de Jabalcón

Esta pequeña unidad hidrogeológica de 15 km^2 de superficie, se sitúa al noreste de Baza entre los núcleos de Zújar y Baños de Zújar.

La constituyen fundamentalmente dolomías y calizas del Lías inferior y medio que pueden alcanzar una potencia total próxima a los 600 m . En parte, los materiales carbonatados se encuentran recubiertos por depósitos de pie de monte.

El sustrato impermeable de la unidad deben constituirlo las arcillas y margas de la facies kéuper del Triás. Los límites son abiertos ya que en su mayor parte los materiales permeables estarían en continuidad hidráulica con los depósitos detríticos del Plioceno y Cuaternario que la rodean.

La alimentación de la unidad se realiza por infiltración directa del agua de lluvia. Las salidas no se conocen con exactitud ya que los únicos puntos de agua relacionados con la misma (manantial de los Baños, Terma Romana, y Fuente Amarga) son de carácter termal (37-40 °C), de facies hidroquímica clorurada-sulfatada sodio-cálcica y residuo seco superior a 4.500 mg/l. De otra parte, su caudal total es del orden de 6 hm³/año, muy superior a las posibles entradas por infiltración del agua de lluvia. La unidad por tanto, debe recibir aportes de otros acuíferos y el flujo subterráneo debe realizarse en profundidad, con una salida rápida a superficie a través de fracturas (lo que explicaría su carácter termal) y en contacto con las formaciones evaporíticas del sustrato impermeable que constituye la facies kéuper del Triás (lo que justificaría su alta salinidad).

Sistema Sierra de las Estancias

Este sistema se extiende sobre una superficie de 210 km², al Este de la Depresión de Baza, y lo constituyen los afloramientos carbonatados existentes en la cabecera del Almanzora, en su margen izquierda, que dan lugar al límite natural entre la cuenca de éste y la Comarca de los Vélez.

El sistema se encuentra dividido a partir de los Llanos de Oria en dos sectores de características diferentes: septentrional que incluye las sierras de Oria y del Saliente con una superficie de 95 km² y meridional, con una superficie de 115 km².

En ambos casos el horizonte acuífero lo constituye la formación calizo-dolomítica del Triás Medio-Superior de las unidades alpujarrides, que en el sector septentrional pertenece exclusivamente a la unidad tectónica de Blanquizaes-Oria, con una potencia de 300-350 m, y en el meridional a cuatro unidades tectónicas diferentes.

El sustrato impermeable lo constituyen las formaciones infrayacentes de filitas permo-triásicas de diferentes tonalidades o de micasquistos de tonos oscuros.

El Sector *septentrional* está caracterizado por una estrecha franja de 50 km de recorrido y una anchura media que varía entre 3-4 km y 1 km.

Su estructura es compleja correspondiendo a una serie de plie-

gues de vergencia Sur, siendo frecuente que afloren las filitas de la base en los núcleos de los anticlinales. En función de la estructura y de otras consideraciones hidrogeológicas se puede subdividir el sector en 10 pequeñas unidades hidrogeológicas con funcionamiento hidráulico independiente.

La alimentación del sistema tiene lugar por infiltración directa del agua de lluvia (precipitaciones medias comprendidas entre 325 y 400 mm). Existen 26 puntos de agua significativos relacionados con el sector, a partir de los cuales es posible conocer las salidas del sistema y los parámetros hidráulicos del horizonte acuífero.

El Sector *meridional*, con 115 km² de superficie se encuentra comprendido entre las localidades de El Hijate y Partalia por el Oeste y Este, respectivamente.

La tectónica que afecta a los materiales se caracteriza por estructuras de cabalgamiento y fallas inversas que aprovechan como nivel de despegue la formación de filitas. Cuando las estructuras afectan a la cobertera carbonatada se producen barreras hidrogeológicas que originan la individualización de unidades. En base a ello se diferencian un total de 9 unidades hidrogeológicas con funcionamiento independiente. La alimentación de éstas tiene lugar preferentemente por infiltración del agua de lluvia (precipitaciones medias de 300-400 mm).

Existen más de 60 puntos acuíferos significativos relacionados con las distintas unidades del sector que permitan definir la piezometría de las mismas (100 m.s.n.m. en las más septentrionales y 550-600 m.s.n.m. en las más meridionales). Sus características hidráulicas (caudales específicos generalmente comprendidos entre 1 y 10 l/s/m y transmisividad de $5,5 \cdot 10^{-3}$ a $2,5 \cdot 10^{-2}$ m²/s), así como su descarga, que tiene lugar prioritariamente a partir de surgencias naturales y/o galerías, y por extracciones en los pozos, que se concentran en tres unidades (El Higueral, Rambla de Huitar y Partaloa). En determinadas unidades, como la de El Higueral, los bombeos han agotado las surgencias naturales y desde hace algunos años se vienen produciendo la sobreexplotación del acuífero, con importantes descensos medios anuales de niveles.

Los recursos medios propios de los dos sectores, se estiman entre 8 y 10,5 hm³/año, y los recursos potenciales ajenos, por infiltración de aguas superficiales se cifran entre 5,5-6,5 hm³ año.

Las descargas por manantiales se estiman entre 6-9 hm³/año y por bombeo en 7,6 hm³ (dato 84-85).

Por último cabe indicar que las transferencias de recursos de unas unidades a otras presentan en algunos casos una gran complejidad.

Acuífero del Mencil

Este acuífero se extiende sobre una superficie próxima a unos 10 km², y se sitúa en el sector suroccidental de esta Hoja Hidrogeológica, entre Pedro Martínez y Villanueva de las Torres. Corresponde a una estructura carbonatada en forma de domo, constituida, fundamentalmente, por calizas y dolomías del Lías.

La estructura en domo del acuífero destaca entre los materiales detríticos terciarios y cuaternarios de la Depresión de Guadix, que afloran en todo su contorno. En su sector septentrional, las margocalizas del Paleoceno-Eoceno actúan con barrera impermeable del acuífero, mientras que sus sectores meridional y oriental, los conglomerados y arenas de Mioceno y Plio-cuaternario se encuentran en continuidad hidrogeológica con el mismo.

La alimentación del acuífero se produce, prácticamente en su totalidad, por infiltración directa del agua de lluvia, mientras que su descarga debe tener lugar, por su sector oriental, a través de los materiales de la Depresión de Guadix.

El nivel piezométrico del acuífero está definido por el sondeo de abastecimiento a Pedro Martínez, en el que se encuentra a 800 m.s.n.m., cota muy próxima a la de los manantiales termales de Alicun de las Torres, situados al Este del afloramiento carbonatado, junto al río Fardes, y a unos 5 km de aquél. Esta circunstancia, podría indicar una relación entre los manantiales y la unidad hidrogeológica, que, por una parte, justificaría las salidas de ésta, y por otra, al tener lugar en profundidad, explicaría el termalismo de aquéllos. No obstante, el importante caudal de los manantiales de Alicun debe estar relacionado también con otras unidades hidrogeológicas.

3.2. SISTEMAS CONSTITUIDOS POR MATERIALES PERMEABLES POR POROSIDAD INTERGRANULAR

Acuífero de Huéscar-Puebla de Don Fadrique

Este acuífero se extiende sobre una superficie de unos 215 km², y se sitúa entre las sierras de la Zarza, Jurena y Tornajos, al Este de Huéscar y Puebla de D. Fadrique.

Los materiales que conforman este acuífero son, una alternancia de conglomerados y gravas y niveles arcillosos del Plioceno. Su potencia media es próxima a los 75-80 m, aunque alcanza los 100-150 m en la zona de Huéscar y los 25-30 m en la del Llano de la Puebla.

La transmisividad del acuífero varía entre 10^{-2} y 10^{-1} m²/s y el coeficiente de almacenamiento es del orden de 10^{-4} .

El nivel piezométrico varía entre 920 y 970 m.s.n.m., desde el sector septentrional hasta el meridional, sin que se hayan observado, en los piezómetros controlados por el I.G.M.E., fluctuaciones interanuales significativas. En el sector de Huéscar se aprecian fluctuaciones estacionales.

La alimentación del acuífero se efectúa por infiltración directa del agua de lluvia (precipitaciones medias del orden de 400 mm), y probablemente a partir de la descarga subterránea del acuífero carbonatado de Montilla-Jurena-Tornajos, con el que —como ya se comentó anteriormente— está en continuidad hidráulica por su sector occidental. También tiene lugar una alimentación procedente de la escorrentía superficial de los ríos Huéscar y Rambla de la Puebla, que se ve favorecida por la propia morfología de la zona, que constituye una cuenca endorreica.

Por su parte, las salidas del acuífero se producen prioritariamente mediante las surgencias naturales situadas en su sector meridional (Paparceu y Fuencaliente, situadas, respectivamente a 920 y 950 m.s.n.m.). Las extracciones mediante bombeo son poco significativas.

Acuífero de Baza-Caniles

El acuífero de Baza-Caniles, corresponde a un conjunto de materiales detríticos de edad Plio-cuaternaria pertenecientes a la Formación Guadix-Baza, y se extiende sobre una superficie próxima a los 300 km².

En rasgos generales, este acuífero abarca parte de la cuenca del río Gallego —que es donde se sitúan las Vegas de Baza y Caniles— y se encuentra limitado en su sector occidental por las dolomías alpujárrides de la Sierra de Baza, y en su sector meridional por filitas y micaesquistos del Complejo Nevado-Filábride. Por su parte, el sustra-

to impermeable lo constituyen las margas del Mioceno y/o materiales de baja permeabilidad paleozoicos.

Los materiales detríticos que constituyen el acuífero son, esencialmente, arenas y conglomerados, con intercalaciones arcillosas y margosas, los cuales llegan a sobrepasar, en algunos casos, hasta los 300 m de potencia, y presentan, con cierta frecuencia, cambios laterales de facies, de forma que en el sector noroccidental predominan los conglomerados y en el meridional las arenas.

Los parámetros hidráulicos del acuífero varían según la zona de que se trate; la transmisividad oscila entre $2.3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, en los conglomerados, a $1.2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$, en las arenas, el coeficiente de almacenamiento siempre es próximo a 10^{-2} .

Los niveles piezométricos presentan notables diferencias de unos sectores a otros, encontrándose en las proximidades de Baza cercanos a 940 m.s.n.m.

La circulación del agua subterránea se efectúa de SO a NE con un gradiente hidráulico que varían entre 1 y 2,5 %.

La alimentación del acuífero proviene, en su mayor parte, de la infiltración directa del agua de la lluvia (precipitaciones medias de 300 y 400 mm) y del flujo lateral procedente de las dolomías alpujarrides del acuífero de la Sierra de Baza, con el que existe continuidad hidráulica. También, y aunque de una manera secundaria, el acuífero podría estar alimentado por la infiltración de la escorrentía superficial originada en los materiales impermeables existen al Sur.

Por su parte, las descargas del acuífero se realizan, principalmente, por medio de manantiales bastante caudalosos y concentrados, por lo general, en la zona donde se producen los cambios de facies detríticas a margosas. Existe asimismo, un antiguo sistema de galerías en los cursos del Galopón, Valcabra y Gallego, que contribuye a la descarga del acuífero.

Acuífero de Cullar-Baza

Este acuífero presenta una superficie de 100-200 km² y ocupa la depresión existente entre las Sierras de Orce y María, al Norte, y la Sierra de las Estancias, al Sur.

Si bien se extiende entre las localidades de Cullar-Baza y Velez Rubio, el sector de mayor interés es el occidental hasta las proximidades de Vertientes.

El acuífero lo constituyen depósitos conglomeráticos de la Formación Guadix-Baza, en general cementados y de relativamente baja permeabilidad salvo en su sector noroccidental (proximidades de El Margen).

La alimentación se verifica por la infiltración directa del agua de lluvia (precipitaciones medias de 400-500 mm) y probablemente por flujo lateral procedente del sector meridional del acuífero calizo-dolomítico de Orce-María. Por su parte, las descargas de su sector occidental (perteneciente a la cuenca del Guadalquivir) se producen por medio del drenaje impuesto por el nivel de base del río Cullar, y por varios manantiales situados en la zona de Venta Quemada (100 m.s.n.m.) y de Cullar Baza (850-900 m.s.n.m.).

Otros acuíferos detríticos

Además de los descritos anteriormente, existen en el ámbito de la Hoja otros acuíferos detríticos.

El *acuífero de Pozo-Alcón-Hoya de Baza* presenta características muy similares a los anteriores, y está, así mismo, constituido por materiales detríticos de la Formación Guadix-Baza.

En la Cuenca del Almanzora, situada en el extremo suroriental de la Hoja, además de los depósitos aluviales ligados al río, existen una serie de cubetas neotectónicas, rellenas de depósitos detríticos, esencialmente pliocuaternarios.

Los depósitos aluviales del Almanzora se extienden desde Serón hasta su desembocadura y alcanzan espesores medios de 20-30 m y una anchura de 400-500 m. Su mayor desarrollo lo presentan aguas abajo de Cuevas de Almanzora, fuera de los límites de la Hoja. Relacionados con los mismos se encuentran varios centenares de puntos de agua, en su mayoría galerías y pozos convencionales.

Su alimentación tiene lugar por las aguas de escorrentía de ambas márgenes del río, siendo poco significativa la infiltración directa del agua de lluvia y la alimentación lateral de otras formaciones permeables, la reinfiltración del agua de riego juega un importante papel,

sin el que sería difícil justificar el importante volumen de agua que se extrae en las captaciones existentes. Los recursos propios se estiman entre 6-8 hm³/año, y entre 4-5 hm³ los correspondientes a retornos de riego. Los recursos ajenos potenciales se cifran entre 10-15 hm³. Las descargas representan un volumen de 13 hm³/año.

La *Cubeta de Overa* se sitúa al Suroeste de Huerca-Overa, entre la confluencia de la rambla de Almajalejo con el río Almanzora y el poblado de Sta. Bárbara. Está ocupada esencialmente por varios conjuntos permeables detríticos del Mioceno y Plio-cuaternario. Su extensión es de 9 km² y su área de recarga de unos 15 km². La transmisividad está comprendida entre $1\cdot2\cdot10^{-1}$ y $0,8\cdot8\cdot10^{-3}$ m²/s y la porosidad eficaz entre 8-12 % y 4-7 %.

El análisis de la piezometría en la red de control del I.G.M.E. pone de manifiesto una situación de equilibrio hasta el año 1978-79 y una sobreexplotación a partir del mismo con descenso anual medio de niveles de 16 m.

La alimentación principal del acuífero tiene lugar a partir de la infiltración del río Almanzora y la descarga se realiza fundamentalmente mediante bombeos. Puede decirse que la unidad carece de recursos propios, estimándose los recursos ajenos potenciales entre 6,5 y 11 hm³/año. Las descargas totales están cifradas entre 7-8,5 hm³/año.

La *Cubeta de El Saltador* se sitúa en el término municipal de Huerca-Overa, al noreste de dicha localidad y ocupa una superficie de 6,2 km². El acuífero está constituido por arenas y conglomerados con intercalaciones limo-arcillosas del Plioceno y Cuaternario. Presentan espesores que en algunos sectores superan los 200 m, y se encuentra explotado por cerca de 40 obras de captación significativas. Los caudales específicos varían entre 0,5 y 15 l/s/m, la transmisividad entre $2\cdot10^{-2}$ y $7\cdot10^{-3}$ m²/s, y el coeficiente de almacenamiento entre 3 y 10 %.

Las isopiezas se disponen según un gran conoide de depresión concéntrico al área de bombeo intensivo, situada en las proximidades del poblado de S. Francisco, en el centro del cual se han producido descensos, en el plazo de diez años, de cerca de 40 m, como consecuencia de la sobreexplotación a que se ve sometido el acuífero. En la actualidad la superficie piezométrica se sitúa a 210 m.s.n.m. junto al poblado de S. Francisco y en la mayor parte del acuífero por debajo de 300 m.s.n.m. La alimentación se realiza por infiltración del agua de

lluvia precipitaciones medias de 240 mm y percolancias de la escorrentía superficial procedente de las áreas de borde, las salidas tienen lugar por bombeo y actualmente existe un desequilibrio a favor de éstas próximo a 5 hm³/año, habida cuenta que los recursos propios se cifran en 2,7 hm³/año (2 hm³/a propios más 0,7 hm³/año retorno de riegos), y las descargas son de 6 hm³/año (dato 84-85).

4. CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

En el mapa auxiliar correspondiente se presenta la distribución espacial de los valores de residuo seco y de facies hidroquímicas. Estas últimas en base a diagramas Stiff modificados. En el cuadro adjunto se resumen las características químicas de los diferentes sistemas incluido en la Hoja.

De modo general, cabe indicar que los sistemas constituidos por materiales permeables por fisuración están caracterizados por aguas bicarbonatadas cálcico-magnésicas con residuos secos inferiores a 1.000 mg/l y con mucha frecuencia, incluso, a 500 mg/l. En determinados sistemas o sectores de éstos existen facies sulfatadas cálcicas, como consecuencia de la presencia de evaporitas, normalmente ligadas a las formaciones de filitas de los mantos alpujárrides, al Trías de facies kéuper o a formaciones que con frecuencia suelen constituir los límites o substrato impermeable de estos sistemas.

En consecuencia, las aguas de estos sistemas, desde el punto de vista de la calidad química son aceptables para consumo humano. Únicamente en aquellos sistemas o sectores en los que las aguas son más concentradas y las facies normales no son las bicarbonatadas cálcicas, determinados componentes pueden sobrepasar los límites establecidos en la normativa vigente y conferir a las aguas un carácter no potable. Estos componentes suelen ser: sulfatos, magnesio, y en algunos casos sodio.

Los sistemas constituidos por materiales permeables por porosidad presentan con más frecuencia facies sulfatadas o, incluso, cloruradas y los residuos secos suelen sobrepasar los 1.000 mg/l.

Estas características se deben, entre otras causas, y además de a la presencia de evaporitas, a un mayor tiempo de contacto agua-roca y a las actividades humanas (principalmente agrícolas) que sobre algunos de estos sistemas se desarrollan.

Cuando se dan estas circunstancias las aguas son con frecuencia no aptas para el consumo humano ya que sobrepasan los límites establecidos, en los iones mencionados con anterioridad, así como en cloruros, componentes nitrogenados, componentes minoritarios, etc. En determinados casos, el empleo de estas aguas para usos agrícolas puede ofrecer, asimismo, determinadas limitaciones.

CARACTERISTICAS QUIMICAS GENERALES

Sistema o unidad hidrogeológica	Facies hidroquímicas más frecuentes	Residuo seco	Sectores con características diferentes
CAZORLA	Bicarbonatadas cálcico-magnésicas	500 mg/l	
QUESADA-CASTRIL	Bicarbonatadas cálcico-magnésicas	500 mg/l	
DUDA-LA SAGRA	Bicarbonatadas cálcico-magnésicas Bicarbonatadas cálcico-magnésicas	500 mg/l 500-1.000 mg/l	Sur Sierra La Duda y Loma del Perro
MONTILLA-JURENA-TORNAJOS	Bicarbonatadas magnésicas Sulfatadas cálcicas	250- 280 mg/l 500- 750 mg/l	Sector septentrional (Puebla de D. Fadrique) Sector meridional (Huéscar)
ZAGRA Y AFLORAMIENTOS PROXIMOS	Sulfatadas cálcicas	500 mg/l	
PERICAY-GIGANTE-GABAR	Bicarbonatadas cálcicas	500 mg/l 700- 900 mg/l	Sector meridional Septentrional y central
ORCE-MARIA	Bicarbonatadas cálcicas Sulfatadas cálcicas	200 mg/l 500- 800 mg/l	Sector meridional Centro Cuenca Río Galera-Orce
BAZA	Bicarbonatadas cálcico-magnésicas Sulfatadas cálcico-magnésicas y cálcico-potásicas	300-500 mg/l 1.000 mg/l 500-2.000 mg/l	Sector suroccidental Plioceno y Cuaternario (proximidad de Baza)
JABALCON	Cloruradas sulfatadas Sódico-cálcicas	500-1.000 mg/l 500 mg/l	Sector meridional

CARACTERISTICAS QUIMICAS GENERALES

Sistema o unidad hidrogeológica	Facies hidroquímicas más frecuentes	Residuo seco	Sectores con características diferentes
ESTANCIAS	Bicarbonatadas cálcicas magnésicas y magnésico-sódicas Bicarbonatadas cálcico-magnésicas	1.000 mg/l 1.500-2.000 mg/l 500-1.000 mg/l	Sector septentrional (Oria-Saliente) al Noroeste Unidades meridionales
MENCAL	Cloruradas cálcico-magnésicas Bicarbonatadas magnésico-cálcicas	1.500 mg/l	Puntualmente
HUESCAR-PUEBLA DE D. FADRIQUE	Bicarbonatadas cálcico-magnésicas Concentraciones elevadas en sulfatos Nitratos y cloruros	750-1.500 mg/l 350- 460 mg/l 600- 900 mg/l	Sector central Sector septentrional Sector meridional Puntualmente
BAZA-CANILES	Sulfatadas cálcicas Sulfatadas cloruradas-sódicas Concentraciones elevadas en Sulfatos, Nitratos y Cloruros	700-5.000 mg/l (Aumenta de Sur a Norte) 700 mg/l	Sector meridional (Serón) Puntualmente
CULLAR-BAZA	Bicarbonatadas cálcico-magnésicas Sulfatadas magnésico-sódicas	100 mg/l 1.000 (2.000 mg/l)	Sector oriental Sector occidental
OTROS ACUIFEROS DETRITICOS	Bicarbonatadas cálcico-magnésicas Sulfatadas cálcicas Sulfatadas magnésicas Sulfatadas cálcicas Sulfatadas magnésicas Sulfatadas cálcicas (Otras facies)	750-1.500 mg/l 750-2.700 mg/l 2.000 mg/l 1.500-2.500 mg/l	Hoya de Baza Aluviales del río Almanzora Cubeta de Overa Cubeta de El Saltador

5. BIBLIOGRAFIA

- ALVARADO Y SAAVEDRA, J. L. (1969): «Estudio Geológico del extremo nordeste de la provincia de Granada». Bol. I.G.M.E. TLXXVII. Madrid.
- COMISION INTERMINISTERIAL DE PLANIFICACION HIDROLOGICA (1980): Plan Hidrológico Nacional-Avance/80.
- CRUZ-SAN JULIAN, J. y GARCIA-ROSSEL, L. (1972): «Características hidrogeológicas del sector de Jabalcón (Granada)». Bol. Geol. y Min. TLXXXIII. Madrid.
- DELGADO, F. (1971): «Observaciones sobre las Unidades Alpujárries de la Sierra de Baza». Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- ELIAS CASTILLO, F. y BELTRAN RUIZ, L. (1977): «Agroclimatología de España». INIA. Cuaderno n.º 7.
- FOUCAULT, A. (1971): «Etude geologique des environs des sources du Guadalquivir (Provinces de Jaén et de Granade) (Espagne meridionales)». Thèse. Paris.
- GARCIA HERNANDEZ, M. (1978): «El Jurásico terminal y el Cretácico Inferior en las Sierras de Cazorla y del Segura (Zona Prebética)». Tesis Doct. Universidad de Granada.
- I.G.M.E. (1971): «Programa Nacional de Investigación Minera, Mapa Hidrogeológico Nacional y programa previo de investigación de aguas subterráneas».
- I.G.M.E. (1974): «Memoria del Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares».

- I.G.M.E. (1975): «Estudio hidrogeológico de la Cuenca Sur. Zona comprendida entre su límite occidental y el río Adra»:
— Proyecto de sondeo para abastecimiento de aguas a Huéscar (Granada).
- I.G.M.E. (1976): «Evolución de niveles piezométricos en los sistemas acuíferos. Cuenca del Guadalquivir». Serv. Publ. del Ministerio de Industria y Energía.
- I.G.M.E. (1977): «Ordenación y valoración de los conocimientos geológico-mineros de la región del borde meridional de la Península (Málaga, Granada, Almería, Murcia) para el establecimiento de una sistemática de investigación minera integral». Serv. Publ. del Ministerio de Industria y Energía.
- I.G.M.E. (1978): «Contaminación de las aguas subterráneas en la región andaluza. Aspectos generales».
- I.G.M.E. (1979): «Estudio geotérmico preliminar de las depresiones de Granada, Guadix-Baza y Almería».
- I.G.M.E. (1980): Informes técnicos y especiales:
— Informe hidrogeológico para la mejora del abastecimiento de Cullar-Baza (Granada).
— Informe hidrogeológico para el abastecimiento a Puebla de D. Fadrique y Almaciles (Granada).
- I.G.M.E. (1980): «Estado de los trabajos. Cuenca del Guadalquivir».
- I.G.M.E. (1981-82): «Proyecto de investigación hidrogeológica infraestructural para la mejora de abastecimientos urbanos en las cuencas del Genil, Guadiana Menor y Guadiato». Varios informes.
- I.G.M.E. (1983): «Proyecto para la realización de estudios hidrogeológicos locales en la Cuenca del Guadalquivir y Baja del Guadiana». Varios informes.
- I.G.M.E. (1984-85): «Proyecto de investigación hidrogeológica para abastecimiento a poblaciones de las provincias de Sevilla, Huelva, Cádiz, Jaén, Granada, Córdoba, Cáceres y Badajoz». Varios informes.
- I.G.M.E. DIPUTACION PROVINCIAL DE ALMERIA (1983): «Investigación para la mejora del abastecimiento de agua a los núcleos urbanos de la Cuenca del Almanzora y Comarca de los Vélez (Almería). Convenio-marco de Asistencia Técnica.
- I.G.M.E. DIPUTACION PROVINCIAL DE GRANADA: Convenio Marco de Colaboración. Programa 1983. Varios informes.

- I.G.M.E.-F.A.O. (1964): «Proyecto del Guadalquivir». Estudio hidrogeológico de la Cuenca del Guadalquivir.
- I.G.M.E.: «Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000 Segunda Serie (MAGNA). Hojas: 930 (Puebla de D. Fadrique), 93 (Zarcilla de Ramos), 951 (Vélez Rubio), 993 (Benalua de Guadix), 994 (Baza), 995 (Cantoria), 996 (Huerca-Overa). Serv. Publ. del Ministerio de Industria y Energía. Madrid.
- I.G.M.E.: Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Hoja n.º 78 (Baza). Serv. Publ. del Ministerio de Industria y Energía. Madrid.
- M.O.P.U. (1976): Plan General de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. «Análisis de la situación actual». 13 volúmenes. Dirección General de Obras Hidráulicas.
- M.O.P.U. (1978): Plan General de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. «Posibilidad de aprovechamiento de los recursos hidráulicos». 50 volúmenes. Dirección General de Obras Hidráulicas.
- M.O.P.U. (1981): La vigilancia de la contaminación fluvial. Dirección General de Obras Hidráulicas.
- PEYRE, Y. (1962): «El Subbético con Jurásico margoso o Subbético meridional como unidad paleogeográfica y tectónica de las Cordilleras Béticas». Com. I.G.M.E., núm. 67.
- VILLANUEVA, R. (1970): «Estudio geológico e hidrogeológico de un sector al E de Cullar-Baza (Granada). Tesis de licenciatura. Universidad de Granada.