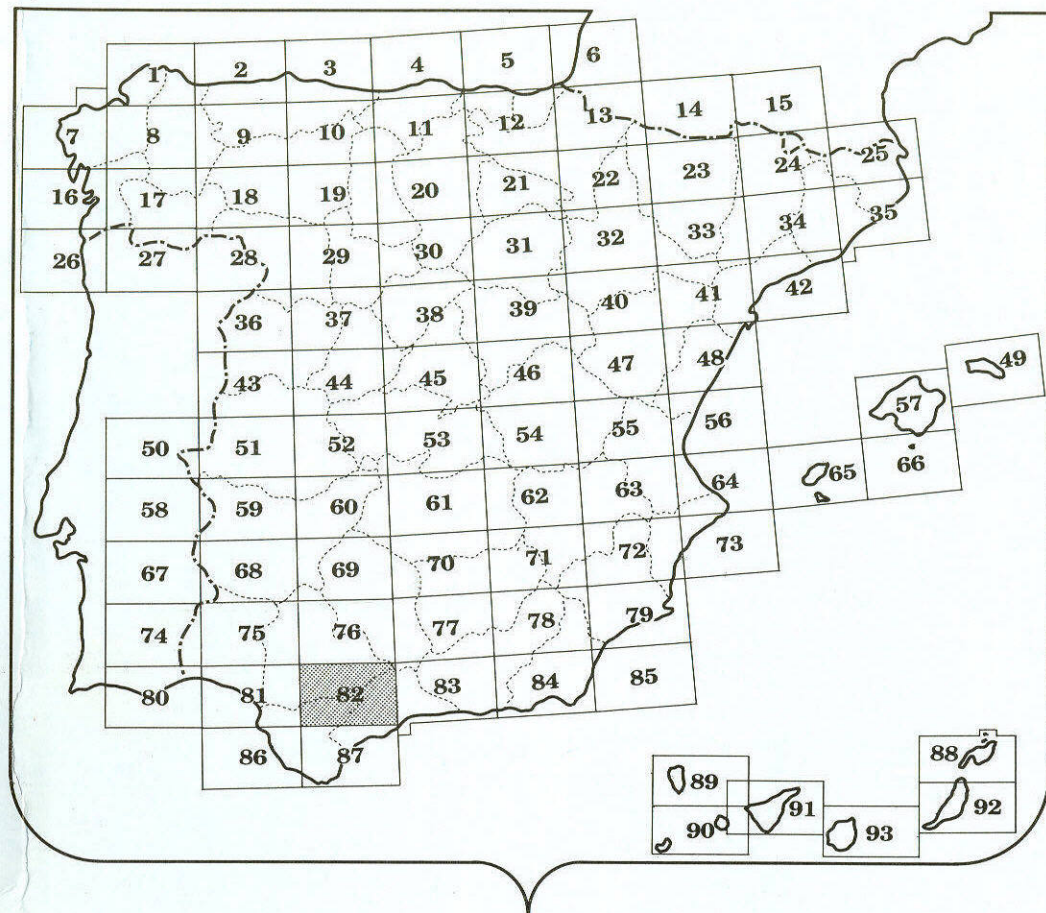




INSTITUTO GEOLOGICO  
Y MINERO DE ESPAÑA  
RIOS ROSAS, 23 - 28003-MADRID



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



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

**82**

MORON DE LA  
FRONTERA 35697



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

# **Mapa Hidrogeológico de España**

**E. 1/200.000**

MORON DE LA  
FRONTERA

CENTRO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

35697



## INDICE

1. PRESENTACION.....	5
2. MARCO GEOLOGICO .....	7
2.1. ZONA BETICA .....	8
2.1.1. Unidad de Yunquera.....	8
2.1.2. Unidad de las Nieves .....	8
2.1.3. Unidad de Casares .....	8
2.1.4. Complejo Malaguide.....	9
2.1.5. Las peridotitas .....	9
2.2. ZONA SUBBETICA .....	9
2.2.1. Trias .....	10
2.2.2. Jurásico .....	10
2.2.3. Cretácico.....	10
2.2.4. Terciario .....	10
2.3. UNIDADES ALOCTONAS DEL CAMPO DE GIBRAL- TAR.....	11
2.4. LAS MORONITAS .....	11
2.5. TERRENOS POSTOROGENICOS .....	11
3. DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS ACUIFEROS .....	13
3.1. ACUIFEROS DETRITICOS .....	13
3.1.1. Unidad de Sevilla-Carmona (S. A. n.º 28).....	13
3.1.2. Acuífero de El Arahal-Coronil-Marchena-Pue- bla de Cazalla.....	14

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

Fotocomposición: Carmagraf, S.A.

Imprime: P. Montalvo, S.A.

Depósito legal: M-41.275-1988

NIPO: 232-88-009-9

3.1.3.	Acuífero de Los Llanos de Villamartín .....	14
3.1.4.	Acuífero Arcos-Bornos-Espera .....	15
3.1.5.	Acuífero detrítico de Ronda (S. A. n.º 35) .....	16
3.1.6.	Acuífero detrítico de Málaga (S. A. n.º 37).....	17
3.1.7.	Cuenca detrítica de Antequera.....	18
3.2.	<b>ACUIFEROS CABORNATADOS</b> .....	19
3.2.1.	Serranía de Ronda (S. A. n.º 36).....	19
3.2.2.	Acuíferos carbonatados de la Sierra de Gra- zalema .....	22
3.2.3.	Mesozoico calizo-dolomítico de las Sierras del Torcal (S. A. n.º 40).....	26
3.2.4.	Acuífero Carbonatado de la Sierra de Lijar .....	27
3.2.5.	Macizo de Estepa.....	28
3.2.6.	Macizo calizo dolomítico de la Sierra de los Caballos .....	28
4.	<b>CALIDAD QUIMICA DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS ..</b>	29
4.1.	<b>ACUIFEROS DETRITICOS</b> .....	29
4.2.	<b>ACUIFEROS CARBONATADOS</b> .....	30
5.	<b>RECURSOS DE AGUA SUBTERRANEA Y SU UTILIZA- CION</b> .....	31
6.	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	33

## 1. PRESENTACION

Una de las misiones específicas del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) 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 IGME 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 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 IGME 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 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, y su versión revisada de 1983 (Leyenda Internacional para mapas hidrogeológicos - IAH, IAHS, UNESCO). 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 sea autosuficiente; no obstante, se acompaña una breve 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 corresponde no sólo a los libros o informes publicados, sino a todos aquellos documentos editados en reducido número de ejemplares y disponibles para su consulta en el Centro de Documentación del IGME.

## 2. MARCO GEOLOGICO

La hoja Escala 1/200.000 de Morón de la Frontera se extiende, en su mayor parte, por el dominio de las cordilleras béticas, a excepción del ángulo NO que pertenece a la depresión del Guadalquivir.

En el área de esta hoja están representados terrenos de origen sedimentario, de edades muy diversas, desde un probable Precámbrico hasta depósitos actuales. También afloran rocas ígneas de diversas edades y tipos. La descripción estratigráfica de todos estos materiales se ha hecho según su distribución en las cuatro siguientes unidades estructurales:

- Zona bética s.str., representada en el ángulo SE de la hoja, en cuyas estructuras alpinas los terrenos del zócalo están más o menos íntimamente asociados a los de la cobertera, y en la cual se han desarrollado procesos de metamorfismo de edad alpina.
- Zona subbética, ampliamente representada, en la que afloran solamente terrenos de la cobertera, cuyas estructuras alpinas son autónomas respecto al zócalo que no aflora.
- Unidades alóctonas del Campo de Gibraltar, formadas por diversos elementos alóctonos (aparte los subbéticos), cuya procedencia citra o ultrabética es discutida, en los cuales sólo están representados terrenos de la cobertera, los cuales forman mantos de deslizamiento gravitatorio.
- Terrenos postorogénicos que ocupan las depresiones del Guadalquivir. En el área de esta hoja están también representados



varios de los elementos alóctonos aludidos en el párrafo precedente.

Estas distintas unidades están subdivididas en otras, de orden inferior, cuya enumeración y caracterización serán expuestos a continuación:

## **2.1. ZONA BETICA**

### **2.1.1. Unidad de Yunquera**

Constituida por rocas metamórficas-micasquisto y mármoles que afloran en pequeñas extensiones, en el sector de Carratraca, sierra de Alcaparaín y alrededores de Yunquera. La posición relativa de esta unidad respecto a las demás unidades béticas del sector conduce a admitir como verosímil que se trate de una unidad alpujárride.

### **2.1.2. Unidad de las Nieves**

La sucesión estratigráfica visible en esta unidad comprende, de más modernos a más antiguos, los siguientes términos:

- Brecha de la Nava, constituida por elementos y matriz calizos (a veces se pueden encontrar cantos dolomíticos o de mármoles). La edad de estas brechas varía, según autores desde el Jurásico hasta el Terciario.
- Calizas en losetas con nódulos de sílex de edad liásica y una potencia de 300 metros.
- Carniolas y calizas compactas grises oscuro y negras (10-15 m).
- Dolomías y calizas dolomíticas del Trías superior y potencia superior a los 1.000 m.

### **2.1.3. Unidad de Casares**

Escasamente representada en esta hoja. A ella pueden atribuirse, con ciertas reservas, las filitas, cuarcitas y mármoles que afloran encima de los materiales de la unidad de Yunquera. La edad de los már-

moles es triásica y por el conjunto de sus características, esta unidad parece pertenecer a la continuación occidental del complejo alpujárride.

La parte más considerable de esta unidad está constituida por rocas netamente metamórficas (filitas, micaesquistos, gneises y mármoles) cuya edad no puede ser precisada: únicamente es seguro que es anterior al Permo-Trías y que, en cierto modo, constituyen un zócalo respecto a los terrenos posteriores.

### **2.1.4. Complejo Maláguide**

Constituido por un conjunto de materiales paleozoicos, a veces ligeramente metamorizados, sobre el que descansa un permotriás detrítico rojo muy característico y sobre él, en ocasiones, una cobertera mesozoica-terciaria con términos semejantes a los de las zonas externas.

En varias de las unidades de la serie paleozoica se encuentra una representación, de alguna importancia, de rocas ígneas. Se trata de rocas diabásicas de origen volcánico y subvolcánico, pudiéndose reconocer diques, filones y sills bastante numerosos.

### **2.1.5. Las peridotitas**

En el área de la hoja existen varios afloramientos extensos de rocas ultrabásicas pertenecientes al gran complejo ultrabásico de la serranía de Ronda s. lat. Se trata de rocas plutónicas ultrabásicas esencialmente, que han sufrido procesos secundarios de serpentinización, más o menos avanzados según los puntos. En detalle se pueden distinguir diversos tipos y variedades de rocas ultrabásicas. Las mejor representadas son las dunitas y harzburgitas.

## **2.2. ZONA SUBBETICA**

Constituye un amplio conjunto de estructuras internas complejas, subdividido en varios dominios en función de las diferencias estratigráficas que presenta, que a su vez coinciden a grandes rasgos con otras de carácter tectónico.



Comprende terrenos cuya edad van desde el Triás hasta el Mioceno inferior y tienen facies casi exclusivamente marinas, observándose una diferenciación longitudinal en el ámbito de la zona subbética, según la cual varían las litofacies y las potencias de los distintos terrenos. A grandes rasgos se puede afirmar que las series estratigráficas son tanto más incompletas cuanto más al interior se halla un dominio determinado.

#### 2.2.1. Triás

Presenta la típica facies «germano-andaluza» de margas abigarradas con niveles carbonatados, evaporitas y numerosos asomos de ofitas.

#### 2.2.2. Jurásico

El Lías inferior es siempre calizo-dolomítico con espesores que, en algún caso, alcanzan varios centenares de metros.

El Lías medio-superior se encuentra representado por calizas nodulosas, margas y margocalizas.

El Dogger y el Malm presenta facies variadas: calizas nodulosas bien estratificadas, radiolaritas y margas.

#### 2.2.3. Cretácico

El Cretácico presenta unas características litoestratigráficas mucho más uniformes que el Jurásico, especialmente en el Cretácico superior en que predominan las margocalizas y margas con abundantes globotruncanas («capas rojas con rosalinas»). El Cretácico inferior, cuando existe, está representado por calizas, margocalizas y margas.

#### 2.2.4. Terciario

Constituido por margas y calizas, en bancos delgados y alternantes. Las calizas, en muchos sectores son calcarenitas y presentan características propias de flysch.

### 2.3. UNIDADES ALOCTONAS DEL CAMPO DE GIBRALTAR

Corresponden a las unidades que, agrupadas bajo esta denominación, forman un conjunto aparte de las subbéticas y béticas anteriormente descritas.

Todas estas unidades, que aparecen en algunos sectores superpuestas tectónicamente, presentan ciertas características estratigráficas comunes, tales como: potencia relativamente escasa, edades comprendidas entre el Cretácico inferior y el Mioceno inferior y representación notable de facies tipo flysch.

La que ocupa una mayor extensión dentro de la hoja es la Unidad de Aljibe cuya serie está compuesta por unas arcillas abigarradas en la base, sobre las que se encuentran unas areniscas silíceas, con cemento limoso o arcilloso de grano muy fino y que reciben el nombre de «areniscas del Aljibe». La edad de esta unidad es Cretácico superior-Oligoceno superior.

### 2.4. LAS MORONITAS

Con el nombre de «moronitas» o «albarizas» se conoce a las margas y arcillas ricas en diatomeas que afloran extensamente en la comarca de Morón de la Frontera y en muchas otras localidades de las cordilleras béticas. Además de diatomeas, las moronitas suelen contener foraminíferos, radiolarios, restos de esponjas y otros organismos.

Aunque es posible, que, en definitiva, las moronitas formen parte únicamente de unidades subbéticas, las relaciones con los demás terrenos de las series subbéticas estrictas no aparecen claras en todas partes. Por este motivo han sido tratadas aparte en esta memoria.

### 2.5. TERRENOS POSTOROGENICOS

Van desde el Mioceno superior hasta el Cuaternario más reciente. En conjunto, los materiales del Mioceno superior pueden ser considerados como una formación de tipo molásico, de facies predominantemente marinas de poca profundidad.

El Plioceno está claramente representado en el valle inferior del Guadalhorce, en la denominada Hoya de Málaga, donde se encuentra constituido por margas y limos de facies marinas que hacia los bordes pasan, por cambios laterales de facies, a areniscas y conglomerados.

Los materiales cuaternarios cubren una notable extensión en el área de la hoja, siendo las más abundantes los depósitos coluviales y los aluviales (gravas, arenas, limos y arcillas).

### 3. DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS ACUIFEROS

Los sistemas acuíferos, delimitados por barreras impermeables más o menos extensas pueden tener los dos tipos de permeabilidad:

- Por porosidad intergranular en formaciones detríticas postorogénicas.
- Por fisuración y/o karstificación en las calizas, dolomías y mármoles del Subbético y Bético.

Dentro de la hoja de Morón de la Frontera, se pueden definir varios sistemas acuíferos de ambos tipos, algunos de los cuales se encuentran representados sólo parcialmente en los límites de la misma.

#### 3.1. ACUIFEROS DETRITICOS

##### 3.1.1. Unidad Sevilla-Carmona (sistema acuífero n.º 28).

Se extiende sobre una superficie de 1.150 km<sup>2</sup> de los que solamente unos 200 km<sup>2</sup> se localizan en el ángulo NO de esta hoja.

Los materiales acuíferos son las calcarenitas del Mioceno superior y los diferentes aluviales de las terrazas cuaternarias del Guadalquivir, éstos últimos no representados dentro del ámbito de la hoja. Estos acuíferos son libres, con niveles del agua situados entre 0 y 30 metros de profundidad y transmisividades que varían entre 10<sup>-2</sup> m<sup>2</sup>/s y 10<sup>-3</sup> m<sup>2</sup>/s.



La alimentación tiene lugar por infiltración directa del agua de lluvia, mientras que las salidas naturales del sistema tienen lugar por el drenaje de los ríos de la zona.

Los recursos propios del sistema, estimados a partir de la infiltración del agua de lluvia, son de unos  $50 \text{ hm}^3/\text{año}$  de los que actualmente se explotan unos  $8 \text{ hm}^3/\text{a}$  que se utilizan para abastecimiento y consumo agrícola.

### 3.1.2. **Acuífero de El Arahal-Coronil-Marchena-Puebla de Cazalla.**

Se extiende sobre una superficie de unos  $350 \text{ km}^2$  y está constituido por arenas de grano medio y fino del Mioceno superior y por arenas y gravas con algunos conglomerados del Cuaternario, cuyas potencias oscilan entre 10 y 40 metros y 5 y 15 metros respectivamente. Los materiales acuíferos están limitados al Norte, Este y Oeste por margas grises-azuladas del Burdigaliense y en su borde meridional por margas yesíferas del Trías que constituyen, a su vez, el substrato impermeable.

Estos acuíferos son libres, con profundidades hasta el nivel del agua que oscilan entre 3 y 10 metros y espesores medios saturados comprendidos entre 10 y 15 metros. La transmisividad varía entre  $10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  y  $10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ .

Los recursos procedentes de la infiltración del agua de lluvia se estiman en unos  $20 \text{ hm}^3/\text{año}$ , de los que actualmente se explotan  $9 \text{ hm}^3/\text{año}$  ( $7 \text{ hm}^3/\text{a}$  para regadío y  $2 \text{ hm}^3/\text{a}$  para abastecimiento).

### 3.1.3. **Acuífero de los Llanos de Villarmartín y Prado del Rey**

Se extiende sobre una superficie de unos  $45 \text{ km}^2$  al Este de Villarmartín, al Sur de Puerto Serrano y al Sureste del río Guadalete.

El acuífero corresponde a una terraza del Cuaternario antiguo, constituida por limos y arcillas con niveles irregulares de cantos rodados y gravas, y con un espesor medio de 8-10 metros, que está en conexión con afloramientos de calizas jurásicas.

La alimentación se debe fundamentalmente a la infiltración directa del agua de lluvia y a los aportes de los arroyos que atraviesan la zona, mientras que el drenaje principal se realiza hacia el río Guadalete.

Los recursos propios del sistema se calculan en unos  $5,5 \text{ hm}^3/\text{año}$  de los que se utilizan entre  $0,5 \text{ hm}^3/\text{año}$  y  $1 \text{ hm}^3/\text{año}$  para riego y abastecimiento.

### 3.1.4. **Acuífero Arcos-Bornos-Espera**

Se extiende sobre unos  $64 \text{ km}^2$  en una zona comprendida entre Espera al NO, Bornos al E y Arcos de la Frontera al SO.

El acuífero está formado por calcarenitas, areniscas y arenas del Mioceno de base, que alcanzan en la zona espesores de hasta 120-140 m. Su estructura corresponde a un domo con los materiales plegados apreciándose, fundamentalmente, dos anticlinales y un sinclinal. El impermeable de base está constituido, en su mayor parte, por las margas y arcillas con yesos del Trías y localmente por margas o margocalizas de materiales mesozoicos.

En la zona situada al W y al E de Bornos y desde el cortijo de San Andrés hasta la falda SE de la Sierra de los Barrancos el acuífero se hunde bajo las margas azules del Tortonense, por lo que en dichas zonas se encuentra cautivo y en carga.

Los parámetros hidráulicos son variables en función del contenido arcilloso de las areniscas y la variación de la red de diaclasas que las afecta. En general presenta una transmisividad media-alta (entre  $10^{-3}$  y  $10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ ). Los caudales obtenidos en sondeos de explotación existentes oscilan entre 10 y 80 l/s con depresiones de 30 a 70 m. Se encuentra libre en los afloramientos y sus proximidades y en carga bajo las margas del Tortonense en las zonas ya mencionadas.

La profundidad del agua está comprendida actualmente entre 10 y 80 m, en los sondeos que lo captan, y en función de la cota a que se sitúen. Aún existen algunos manantiales, y determinados sondeos que eran surgentes han dejado de serlo en los últimos años.

La alimentación se realiza fundamentalmente por infiltración de lluvia en los afloramientos del horizonte acuífero. Además, pudieran existir aportes adicionales por infiltración en el cauce del Guadalete o en



los embalses de Arcos y/o Bornos, en las zonas de contacto con las areniscas.

Sus recursos se han estimado como superiores a 7 hm<sup>3</sup>/año.

La explotación fundamentalmente, se realiza por sondeos de profundidad entre 50 y 200 m. Actualmente está comprendida entre 6 y 8 hm<sup>3</sup>/año, dedicados a riegos en la zona y abastecimiento de Arcos de la Frontera, Bornos y Espera. En la zona de San Andrés, en los últimos ocho años ha habido descensos del nivel piezométrico entre 10 y 25 m.

### 3.1.5. **Acuífero detrítico de Ronda (Sistema acuífero n.º 35)**

Se sitúa al norte de la población de Ronda, sobre las provincias de Cádiz y Málaga, y coincide con una depresión, de unos 300 km<sup>2</sup> de superficie, ocupada por materiales miocenos e individualizada dentro de las zonas externas de las unidades béticas.

El sistema acuífero está constituido por un paquete muy potente y heterogéneo de calcarenitas, areniscas, conglomerados, calizas y arcillas, con frecuentes cambios laterales de facies, pertenecientes al Mioceno superior. La potencia de esta formación es variable, encontrándose espesores de hasta 400 m hacia el sur, donde se localizan las facies más detríticas.

El conjunto se comporta como un sistema acuífero complejo, heterogéneo y anisótropo que, en determinadas zonas, se corresponde con un modelo multicapa. La transmisividad está comprendida, en los casos más favorables, entre 10<sup>-3</sup> y 10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>/s.

La alimentación del sistema se realiza fundamentalmente por infiltración directa del agua de lluvia y los aportes, que en forma de recarga oculta, proceden de las Unidades de Ronda y Cañete con las que está en contacto. La descarga natural se produce por medio de los ríos Guadiaro, en la Cuenca Sur, y Trejo en la del Guadalquivir. A ellos afluyen numerosos arroyos que recogen la escorrentía superficial y también las aportaciones de los numerosos, aunque poco caudalosos, manantiales que drenan los acuíferos.

Los recursos propios del Sistema se calculan en unos 10 hm<sup>3</sup>/año, de los que se explotan unos 7 para abastecimientos y pequeños regadíos.

### 3.1.6. **Acuífero detrítico de Málaga (Sistema acuífero n.º 37)**

Se extiende sobre una superficie de 680 km<sup>2</sup> de los que sólo una pequeña parte se encuentran representados en el extremo suroriental de la hoja.

El sistema se encuentra formado por tres acuíferos de edad diferente:

- **Acuífero cuaternario:** Con una extensión de 112 km<sup>2</sup>, coincide con el aluvial del río Guadalhorce. Se trata de una zona plana con una altitud media de 20 metros sobre el nivel del mar, constituida litológicamente por gravas, arenas, limos y arcillas con potencias variables entre 10 y 15 metros en la zona más alta y entre 30 y 80 metros en la zona más baja.
- **Acuífero plioceno:** con una superficie de 118 km<sup>2</sup> ocupa la «Hoya de Málaga» propiamente dicha. Se trata de un acuífero constituido por al menos dos niveles de gravas; el primero de ellos con potencias variables entre 15 y 40 metros aparece a unos 60 metros de profundidad y el segundo, sólo detectado en algunas zonas, aparece a profundidades comprendidas entre los 320 y 420 metros con potencias de 40 metros.
- **Acuífero mioceno:** ocupa una superficie de 28 km<sup>2</sup> y forma los Hachos de Alora y Pizarra, aflorando también en Cerralba, Campanillas y Doñana. Litológicamente corresponde a molasas, calcarenitas, conglomerado y areniscas, con potencias muy variables. Localmente este acuífero está drenado por el Plioceno y el Cuaternario.
- El resto de la superficie del sistema se halla ocupada por materiales en general de baja permeabilidad y que sólo localmente pueden presentar interés como acuíferos.
- Las entradas al sistema se producen por infiltración directa del agua de lluvia, por infiltración del agua de escorrentía superficial y por alimentación subterránea procedente del acuífero carbonatado de Sierra Blanca-Sierra Mijas. La descarga natural se produce por drenaje directo al mar.
- Los recursos estimados para el total del sistema ascienden a 60 hm<sup>3</sup>/año mientras que la explotación se sitúa sobre los 50 hm<sup>3</sup>/año.



### 3.1.7. Cuenca detrítica de Antequera (Sistema acuífero n.º 39)

Bajo esta denominación se incluye una amplia zona muy heterogénea desde el punto de vista hidrogeológico, a causa de la complejidad geológica del área, que se asienta sobre la cuenca alta del río Guadalhorce.

El Triás es el substrato impermeable de la región sobre el que descansan los materiales permeables que constituyen los acuíferos de esta unidad. Estos acuíferos son fundamentalmente tres:

- El Jurásico: aflora en macizos aislados que constituyen los relieves más destacados de la zona (Sierra de Humilladero, Mollina, Arcas, Archidona y Pedroso). Son afloramientos de pequeña extensión que en conjunto no pasan de 75 km<sup>2</sup> hallándose poco enraizados y desconectados entre sí. Están formados por calizas y dolomías de edad liásica de potencia variable entre 150 y 300 metros y generalmente se hallan karstificados.
- El Mioceno: representado en el sector occidental de la cuenca Sur (Fuente Piedra, Mollina, Bobadilla). Litológicamente está constituido por calcarenitas, arenas y conglomerados y su potencia varía entre márgenes muy amplios con valores generalmente inferiores a los 200 metros.
- El Cuaternario: es generalmente de origen aluvial y litológicamente muy heterogéneo (gravas, arenas, limos y arcillas), presenta, en general, una potencia elevada.

Hidrogeológicamente se pueden distinguir las siguientes unidades:

1. Aluvial del Guadalhorce con una extensión de unos 170 km<sup>2</sup>, ocupa la denominada Vega, o Llanos de Antequera. Sus recursos son de 38 hm<sup>3</sup>/a. Con agua subterránea bombeada del acuifero se riegan unas 6.000 ha que supone un consumo anual de unos 30 hm<sup>3</sup>. Los 8 hm<sup>3</sup>/año restantes corresponden a las salidas naturales del acuifero a través del río Guadalhorce. La transmisividad varían entre 8.10<sup>-3</sup> y 4.10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>/s y los caudales puntuales, según zona y tipo de obra, entre 20 y 80 l/s.
2. El conjunto de Fuente Piedra coincide a grandes rasgos con la cuenca cerrada del mismo nombre. Presenta una superficie de 150 km<sup>2</sup> y está constituido por los relieves calizos liásicos

de las Sierras de Mollina y Humilladero, por afloramientos de calcarenitas miocenas, y por el cuaternario de Fuente Piedra. Estos tres componentes se alimentan el uno al otro hasta descargarse en la laguna.

Los recursos son de 15 hm<sup>3</sup>/a mientras la explotación anual asciende a 20 hm<sup>3</sup>. En consecuencia existe una sobreexplotación que provocan un descenso de niveles y la progresiva desecación de la laguna.

3. Cuaternario de Campillos. Con unos 25 km<sup>2</sup> de extensión, presenta una potencia máxima de 25 m, siendo el sistema de menor interés de los incluidos en la cuenca detrítica de Antequera.

Las aguas subterráneas de la cuenca detrítica de Antequera se utilizan fundamentalmente para agricultura y abastecimiento urbano. Existen más de 11.000 ha de regadío y se cubre el abastecimiento de más de 35.000 habitantes (Archidona, Mollina, Humilladero, Fuente Piedra, Villanueva de Tapia, Villanueva de Algaida, Bobadilla, Alameda y Cartaojal).

## 3.2. ACUIFEROS CARBONATADOS

### 3.2.1. Serranía de Ronda (Sistema Acuífero n.º 36)

Situado sobre el extremo occidental de la provincia de Málaga y el oriental de la de Cádiz, ocupa una superficie de unos 450 km<sup>2</sup> de materiales permeables.

Este sistema incluye los relieves carbonatados del extremo suroccidental de las cordilleras béticas. Se trata de un conjunto heterogéneo que desde el punto de vista geológico se asienta sobre unidades de las zonas internas (la «dorsal bética») y de las zonas externas («subbético»).

La compleja e intensa tectónica que afecta a la zona condiciona que ésta se halle compartimentada en numerosas unidades hidrogeológicas cuya geometría e interrelaciones son sumamente difíciles de establecer. Sin embargo y a grandes rasgos se pueden distinguir tres unidades hidrogeológicas correspondientes a otras tantas unidades geológicas:



#### — Unidad de Yunquera-Nieves

Es la más meridional del conjunto y se asienta sobre los materiales carbonatados de las zonas internas, fundamentalmente de la «dorsal bética» que afloran en una franja estrecha y alargada en sentido SO-NE que ocupan una superficie de unos 170 km<sup>2</sup> sobre las Sierras de las Nieves, Yunquera, Prieta y Alcaparaín.

Está constituida por más de 1.000 metros de materiales carbonatados del Trías y del Lías que son cabalgados en su borde meridional por formaciones impermeables paleozoicas alpujárrides y maláguides, mientras que por su borde septentrional cabalga sobre los materiales cretácicos y terciarios, también impermeables, del Subbético y del complejo del Campo de Gibraltar.

Sus recursos se han calculado en unos 75 hm<sup>3</sup>/año, la mayor parte de los cuales corresponden a salidas de los manantiales de río Grande, río Verde e Igualeja. Prácticamente no existen extracciones artificiales si se exceptúan pequeñas captaciones para abastecimiento a núcleos urbanos poco poblados y el bombeo que se realiza con el fin de regular el manantial de Plano de Yunquera.

#### — Unidad de Ronda

Corresponde a los relieves carbonatados situados inmediatamente al Noroeste de la unidad antes descrita e incluye de SO a NE las Sierras de Libar, Jarastepar, Hidalgo, Blanquilla, Merinos, Ortegicar y Teba, pertenecientes al subbético interno. El acuífero fundamental está formado por las potentes calizas jurásicas, que se hallan afectadas por estructuras complicadas, separadas entre sí en ocasiones por sinclinales.

La superficie total ocupada por materiales permeables carbonatados es de unos 220 km<sup>2</sup>, habiéndose estimado los recursos totales de la unidad en unos 170 hm<sup>3</sup>/a. Los sistemas diferenciados dentro de esta unidad son:

- El sistema de sierra de Libar, con unos 36 km<sup>2</sup>. Es el de mayores recursos propios (55 hm<sup>3</sup>/a), a los que hay que añadir los de las cuencas del Gaduares y del arroyo de los Alamos que se pierden totalmente en sumideros karsticos en este sistema, añadiendo al mismo otros 57 hm<sup>3</sup>/año. Sus salidas son fundamentalmente los manantiales de Benaolán y Chardo del Moro que vierten sus aguas al río Guadiaro.

- El sistema de la sierra de Jarastepar, presenta una superficie de 13 km<sup>2</sup> y, aunque situado en su mayor parte sobre los materiales subbéticos, es posible que esté hidrogeológicamente relacionado con el Sur de la Unidad Yunquera-Nieves. Sus recursos se han estimado en unos 8 hm<sup>3</sup>/año que se drenan fundamentalmente por los manantiales de su extremo meridional (Juzgar, Faraján y Alpandei).

- El sistema de río Grande, con una superficie de 25 km<sup>2</sup>, se asienta sobre calizas y dolomías del Muschelkalk, y recoge además de los aportes directos de lluvia, la infiltración de parte del caudal del río Grande al discurrir a través de él. Sus recursos se han estimado en unos 7 hm<sup>3</sup>/año y su principal punto de descarga lo constituye el manantial de la mina que, aunque situado sobre el Mioceno de Ronda, es sin duda el drenaje de este sistema. El abastecimiento a la ciudad de Ronda (unos 33.000 habitantes) se efectúa fundamentalmente a partir de este manantial y de sondeos que captan el acuífero carbonatado del Muschelkalk, utilizándose para este fin una parte importante de los recursos del sistema. Parece clara también la existencia de alimentación lateral hacia el detrítico de Ronda.

- El sistema de sierra Hidalgo, de reducidas dimensiones (8,5 km<sup>2</sup>) aun presenta dudas en cuanto a su posible individualización o conexión hidrogeológica con lo que se hallan situados en sus inmediaciones. Los manantiales que dan origen al río Grande corresponde al drenaje de este sistema, habiéndose estimado los recursos en unos 3 hm<sup>3</sup>/año.

- El sistema de sierra Blanquilla con 36 km<sup>2</sup> de superficie, se descarga fundamentalmente hacia el río Turón cuyos manantiales de cabecera constituyen el drenaje del sistema que en su extremo meridional se pone en contacto hidrogeológico con el Mioceno de la depresión de Ronda. Sus recursos se han estimado en unos 12 hm<sup>3</sup>/año.

- Los sistemas de Merinos Este-Ortegicar y Colorado-Carrasco Merinos Sur se asientan sobre estructuras complejas cuyas relaciones hidrogeológicas están poco claras, haciendo difícil y dudosa la delimitación concreta de estos sistemas. La superficie que ocupan entre los dos es de unos 43 km<sup>2</sup> habiéndose estimado sus recursos conjuntos en unos 17 hm<sup>3</sup>/año. Los manantiales de Senado, que vierten al río Guadalteba, constituyen el drenaje del primero de los sistemas mencionados, mientras que los de la Ventilla, al SO y Cuevas del Becerro, al NE, deben corresponder a las descargas del segundo de ellos.



- El sistema de la Sierra de Teba con unos 10 km<sup>2</sup> es drenado por el manantial de Torrox habiéndose estimado sus recursos en unos 3 hm<sup>3</sup>/año. En la vertiente Sur, y en las cercanías, del manantial aludido, existen captaciones que bombean para el regadío de unas 60 ha.

#### — La Unidad de Cañete

Desde el punto de vista geológico se trata de una unidad correspondiente al Subbético ultra-interno, superpuesta tectónicamente a las del Subbético interno antes descrita que aparecen en ventana tectónica en las proximidades de Cañete. Su descarga se produce a través de numerosos manantiales situados en los bordes del sistema, en el occidental los del Ojo de la Laguna, del Pleito y cortijo Grande vierten a la cuenca del Guadalquivir, mientras que los de la zona de Almargen y Cañete lo hacen a la cuenca del Guadalteba. Es presumible la existencia de alimentación lateral de esta unidad hacia acuíferos detríticos de menor importancia.

La superficie total de la unidad es de unos 55 km<sup>2</sup>, habiéndose estimado sus recursos en 17 hm<sup>3</sup>/a. En los últimos años, se han realizado algunas captaciones para abastecimientos de pequeñas poblaciones y algunos sondeos para riego por medio de los cuales se está produciendo progresivamente la regulación de algunos manantiales especialmente los del extremo septentrional.

### 3.2.2. Acuíferos carbonatados de la sierra de Grazalema

Quedan comprendidos bajo esta denominación los afloramientos carbonatados que conforman el conjunto de sierras existentes entre Zahara de la Sierra y Ubrique y que hidrográficamente se localizan entre las cuencas de los ríos Guadalete y Guadiaro.

Geológicamente la zona se enclava en el ámbito de las cordilleras béticas, abarcando términos correspondientes a la zonas externas (Prebético y Subbético) y a las zonas internas (Bético).

Desde el punto de vista hidrogeológico se pueden diferenciar siete unidades distintas con una superficie global de 165 km<sup>2</sup>.

Estas siete unidades constituyen otros tantos acuíferos kársticos formados por calizas y dolomías jurásicas confinadas por materiales impermeables de edades comprendidas entre el Triás y el Mioceno.

#### — Unidad de Zafalgar Labradillo

Con una superficie de 46 km<sup>2</sup> está constituida por calizas y dolomías del Lías y calizas nodulosas y calizas con sílex del Dogger-Malm con una potencia que supera en el borde noroccidental los 700 metros. La estructura interna del conjunto carbonatado responde a grandes rasgos a un domo anticlinal, roto en el borde sureste por una superficie de retrocabalgamiento que jalonan materiales triásicos arcillosos que junto con las margas del cretácico constituyen los límites impermeables del acuífero así como su muro.

La recarga de esta unidad tiene lugar exclusivamente a partir de la infiltración del agua de lluvia, mientras que el drenaje se efectúa fundamentalmente a través de los manantiales situados en el extremo septentrional (Bocaleones).

Los recursos propios de la unidad se estiman en 11 hm<sup>3</sup>/año.

#### — Unidad de El Bosque

Situada al Este de la localidad del mismo nombre, ocupa una superficie de 16 km<sup>2</sup> y está formada, al igual que la anterior, por calizas y dolomías del Jurásico. La estructura interna del acuífero es complicada, siendo destacable la existencia de un límite abierto hacia el NE por cabalgamiento sobre la unidad contigua de Pinar-Monte Prieto, lo que permite la comunicación entre ambas.

Las arcillas triásicas y las margas cretácicas conforman los límites impermeables del acuífero.

La alimentación tiene lugar por infiltración del agua de lluvia, y la descarga se produce a través de los manantiales del borde Oeste (Quejigo, Vihuelo y Arroyo Escaña).

Los recursos de esta unidad se han cifrado en 5 hm<sup>3</sup>/año.

#### — Unidad de Pinar-Monte Prieto

Se localiza al NE de Benamahoma y comprende las elevaciones montañosas del subbético interno que dan nombre a la unidad, limitadas al Sur por el corredor del Boyar.

El horizonte acuífero, de 37 km<sup>2</sup> de superficie, está constituido por una potente serie de calizas y dolomías jurásicas (hasta 700 me-



tros) que presentan estructura anticlinoria y abundantes fallas inversas en el flanco Sur.

Limitadas al Norte y Este por materiales triásicos, que constituyen también el muro impermeable, y al Sur por los materiales flyschoides del corredor del Boyar; se haya, sin embargo, conectada hacia el SO con la unidad de El Bosque.

La recarga de la unidad se produce por infiltración del agua de lluvia, teniendo lugar el drenaje a través de los importantes manantiales del extremo NE (Arroyomolinos) y del extremo SO (Benamahoma).

Los recursos medios de la unidad son de 14 hm<sup>3</sup>/año.

#### — Unidad de Silla

Con una superficie de 9,2 km<sup>2</sup>, está constituida por materiales carbonatados jurásicos (dolomías brechoides, calizas y margocalizas) pertenecientes al dominio subbético ultrainterno cuya estructura responde a un sinclinal en cuyos extremos meridional y septentrional la serie aparece volcada hacia el interior en forma de hongo invertido. Esta estructura puede deberse a procesos diapíricos del Triás subyacente que se encuentra rodeando la unidad y que constituyen los límites y el muro impermeable de la misma.

La recarga se produce exclusivamente por infiltración del agua de lluvia, mientras que el drenaje tiene lugar por los manantiales de La Esparragosilla y Fuenfría, en el extremo occidental, y de la Hedionda en el extremo nororiental.

Los recursos de la unidad son de 2 hm<sup>3</sup>/año.

#### — Unidad de Sierra Alta-Peñón Grande o del Hondón

Se sitúa al Sur del corredor del Boyar y posee una extensión de 16,5 km<sup>2</sup>.

El horizonte acuífero, cuya potencia puede superar los 500 metros, corresponde a calizas y dolomías jurásicas que afloran a lo largo de una franja alargada en dirección NE-SW. Los límites NE y O están bien definidos por materiales flyschoides, mientras que en los bordes NE y E parece existir una interconexión con las unidades del Endrinal y Ubrique respectivamente.

La unidad se alimenta a partir de la infiltración del agua de lluvia y por los aportes subterráneos procedentes de la unidad del Endrinal. El drenaje tiene lugar por los manantiales de El Hondón (borde Suroccidental) y Benafeliz (extremo Sur).

Los recursos medios de la unidad son de 5 hm<sup>3</sup>/año.

#### — Unidad del Endrinal

Esta unidad, con una superficie de 15 km<sup>2</sup> se sitúa al Sur de Grazelema, coincidiendo con la sierra del Endrinal.

La estructura interna del acuífero, constituido por calizas y dolomías jurásicas, responde a un gran anticlinal cuyo eje, coincide a grandes rasgos con la divisoria de aguas superficiales.

En el núcleo de esta anticlinal afloran, de forma discontinua, los materiales triásicos de la base del subbético interno, que actúan como umbral impermeable dividiendo a la unidad en dos sectores interconectados sólo parcialmente.

La ausencia de puntos de agua significativos asociados a la unidad refuerza la hipótesis de un trasvase subterráneo de agua hacia la unidad del Hondón, situada al Oeste y hacia la unidad de Libar al Este.

Los recursos medios de la unidad del Endrinal se calculan en 9 hm<sup>3</sup>/año.

#### — Unidad de Ubrique

Corresponde a la sierra de Ubrique y a la vertiente meridional de la sierra del Caillo y tiene una extensión de 24 km<sup>2</sup>.

Los materiales permeables de la unidad están constituidos por dolomías y calizas jurásicas pertenecientes al subbético interno. Esta formación carbonatada alcanza una potencia superior a los 500 m.

La estructura de la sierra de Ubrique corresponde a un anticlinal afectado, en sus bordes, por fallas normales. La fuerte tectónica así como el alto grado de karstificación de los materiales carbonatados confieren al acuífero una permeabilidad elevada.

La alimentación tiene lugar por infiltración del agua de lluvia, produciéndose la descarga por los manantiales de Cornicabra y el Salta-



dero situados en la localidad de Ubrique. En épocas de precipitación elevada, se produce una descarga adicional a través de una serie de surgencias intermitentes (Garciago) con funcionamiento «trop plein.»

Los recursos medios de la unidad se estiman en  $9 \text{ hm}^3/\text{año}$ , mientras que la explotación (sondeo del Saltadero) es de  $0,2\text{-}0,3 \text{ hm}^3/\text{año}$ .

La unidad de Ubrique se encuentra, conectada con la del Hondón, no descartándose además una conexión en profundidad con la unidad de sierra de Libar a través de la garganta de Barrida.

### 3.2.3. Mesozoico calizo-dolomítico de las sierras del Torcal (Sistema acuífero n.º 40)

La cadena de Los Torcales constituye la parte occidental del sistema acuífero n.º 40. Esta cadena montañosa forma divisoria natural entre las cuencas alta y baja del Guadalhorce y entre la cuenca alta del mismo y la de los ríos Campanillas, Guadalmedina y Vélez. Comprende las sierras del Valle de Abdalagís, Torcal de Antequera, Cabras, Camarolos, San Jorge, Gibalto y Gallo-Vilo.

Este sistema acuífero se asienta sobre varias unidades geológicas cuya denominación y atribución paleográfica son controvertidas (Penibético, Subbético interno, Subbético ultrainterno, Alta cadena, dorsal). Está constituido esencialmente por calizas y calizas dolomíticas liásicas que descansan generalmente sobre un substrato impermeable de Trías y de flysch Eo-oligoceno.

Los distintos elementos estructurales que lo constituye totalizan unos  $160 \text{ km}^2$  de superficie de materiales carbonatados permeables que se pueden agrupar en varios conjuntos hidrogeológicos independientes, de los que en la hoja de Morón de la Frontera sólo se encuentran representadas las dos que a continuación se describen. Los recursos subterráneos totales se han calculado comprendidos entre  $50$  y  $55 \text{ hm}^3/\text{año}$  que en su mayor parte son drenados por los manantiales cuyo régimen se analiza más adelante. Las reservas útiles se han estimado en unos  $210 \text{ hm}^3$ . La precipitación media oscila entre  $600$  y  $900 \text{ mm}$ .

La Unidad del Valle de Abdalagís, es la más occidental con una superficie de  $31 \text{ km}^2$ . Se halla compartimentada tectónicamente en varias estructuras cuya conexión hidrogeológica es problemática. Las si-

tuadas en el extremo suroriental de la unidad son drenadas por manantiales de pequeño caudal, mientras que en el extremo occidental la mayor parte del drenaje parece que se produce hacia el río Guadalhorce a través de surgencias difícilmente controlables. Los recursos subterráneos se han calculado entre  $6$  y  $7 \text{ hm}^3/\text{año}$ . Solamente existe un sondeo de explotación para abastecimiento del Valle de Abdalagís con un caudal de  $25 \text{ l/s}$ .

La unidad del Torcal es sin duda el sistema hidrogeológico mejor estudiado de esta cadena montañosa. Presenta una extensión de materiales carbonatados de unos  $35 \text{ km}^2$  y unos recursos calculados en  $15 \text{ hm}^3/\text{año}$ , la mayor parte de los cuales (unos  $13 \text{ hm}^3/\text{año}$ ) descargan a través del manantial de la Villa, su principal punto de drenaje. Dicho manantial con un caudal medio superior a los  $400 \text{ l/s}$  y con variaciones entre cero y casi  $2.000 \text{ l/s}$  se halla en la actualidad parcialmente regulado, lo que permitirá un aprovechamiento racional y completo de los recursos de este sistema hidrogeológico. Las extracciones por bombeo varían de acuerdo con la precipitación habiendo alcanzado a lo largo de 1981 unos  $6 \text{ hm}^3$ .

### 3.2.4. Acuífero carbonatado de la sierra de Lijar

Se extiende sobre una superficie de unos  $22,5 \text{ km}^2$ , al Norte de la localidad de Algodonales, en el extremo nororiental de la provincia de Cádiz.

Corresponde a un macizo carbonatado, con estructura de domo, que con una altitud máxima de  $1.050$  metros, sobresale sobre los materiales triásicos y miocenos que lo rodean. Litológicamente el acuífero está formado por dolomías y calizas dolomíticas del Lías, de aspecto masivo y potencia superior a los  $500$  metros, sobre las que, de forma local, se encuentran depositadas calizas y calizas margosas con intercalaciones de brechas calcáreas de  $20 \text{ m}$  de espesor.

Las arcillas con yesos del Trías constituyen los límites del acuífero así como su muro impermeable.

La alimentación del macizo carbonatado se produce, de forma exclusiva, por infiltración del agua de lluvia, mientras que el drenaje tiene lugar, fundamentalmente por los manantiales situados en los bordes Sur (Algodonales) y Norte (Cortijo Lijar). En la actualidad la única explotación del acuífero ( $500 \text{ m}^3/\text{día}$ ) corresponde a un sondeo situa-



do en Cortijo de Lijar y que abastece a Coripe (Sevilla), estando previsto que en breve comience la explotación de un sondeo próximo a éste para abastecimiento de Olvera.

Los recursos propios del acuífero se estiman en 4-5 hm<sup>3</sup>/año.

### 3.2.5. Macizo de Estepa

Corresponde a la elevación calcárea situada entre las poblaciones de Aguadulce, Estepa y Pedrera que se prolonga hacia el Este por las sierras de Pleites y Hacho de Lora. La extensión superficial es, en conjunto, de algo más de 100 km<sup>2</sup> que forman un sistema cuyos acuíferos cubren 33 km<sup>2</sup>, por lo que se constituye como uno de los afloramientos más extensos del Subbético andaluz.

La alimentación de toda la unidad hidrogeológica de la sierra de Estepa se realiza exclusivamente por infiltración directa del agua de lluvia.

Los recursos superan los 7 hm<sup>3</sup>/año, estimándose reservas en unos 90 hm<sup>3</sup>. La explotación, ligeramente superior a los 4 hm<sup>3</sup>/año, se realiza fundamentalmente por sondeos destinados al abastecimiento urbano. Actualmente las extracciones existentes cubren las necesidades de más de 50.000 habitantes de las poblaciones próximas a esta unidad.

### 3.2.6. Macizo calizo dolomítico de la sierra de los Caballos

El macizo calizo-dolomítico de la Sierra de los Caballos constituye un acuífero por fisuración de 15 km<sup>2</sup> de superficie y con unas características hidrogeológicas similares a la del macizo calizo de Estepa.

Sus recursos se estiman en 3 hm<sup>3</sup>/año, mientras que la explotación actual, destinada al abastecimiento de unos 13.000 habitantes, es de 1 hm<sup>3</sup>/año.

## 4. CALIDAD QUIMICA DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

### 4.1. ACUIFEROS DETRITICOS

Las aguas subterráneas de la unidad Sevilla-Carmona son de mineralización ligera y notable y dureza media con residuo seco inferior a los 1.000 mg/l salvo en zonas muy localizadas donde se pueden superar los 2.500 mg/l. Predominan las facies bicarbonatadas cálcicas.

Las aguas del acuífero Arahal-Coronil-Marchena-Puebla de Cazalla presentan facies muy variadas con predominio de las cloruradas sódicas y cloruradas cálcico-sódicas. Su residuo seco varía en general entre 500 y 1.400 mg/l aunque puntualmente pueden superar los 5.000 mg/l debido a la influencia del Trías.

En el acuífero de los Llanos de Villamartín las aguas subterráneas son duras de mineralización notable a fuerte con contenidos en sulfatos y cloruros medios y localmente elevado. En general, son aptas para consumo humano y, presentan facies cloruradas sódicas y sulfatadas magnésicas.

Las aguas subterráneas del acuífero Arcos-Bornos-Espera son de mineralización ligera y de dureza media y sus facies son bicarbonatadas cálcicas.

En el acuífero detrítico de Ronda las aguas son, en general, de buena calidad, con residuos secos que no suelen superar los 600 mg/l y facies bicarbonatadas cálcicas.



Las aguas subterráneas del acuífero detrítico de Málaga son, en general, de buena calidad y aptas para consumo humano, excepto en la margen izquierda del río Guadalhorce próximo a su desembocadura.

Las facies predominantes son las bicarbonatadas cálcicas seguidas de las bicarbonatadas magnésicas y bicarbonatadas sódicas.

El acuífero detrítico de Antequera presenta aguas de naturaleza fundamentalmente sulfatadas cálcicas y magnésicas. Son aguas duras y extremadamente duras con mineralización notable a fuerte.

#### 4.2. ACUIFEROS CARBONATADOS

Las aguas subterráneas de los acuíferos carbonatados de la serraña de Ronda son de dureza media y duras, mineralización ligera a notable y facies bicarbonatadas cálcicas y cálcico-magnésicas y bicarbonatadas-sulfatadas cálcico magnésicas predominantemente.

En los acuíferos carbonatados de la sierra de Grazalema las aguas son de mineralización ligera a notable y dureza media, perfectamente aptas para consumo humano, predominan las facies bicarbonatadas cálcicas seguidas de las bicarbonatadas cálcico magnésicas y bicarbonatadas magnésicas.

Las aguas subterráneas de los macizos de los Torcales son de dureza media, mineralización ligera y naturaleza bicarbonatada cálcica y cálcico-magnésica fundamentalmente.

En los acuíferos de sierra de Estepa y sierra de los Caballos las aguas subterráneas son de dureza media y mineralización ligera a notable con facies bicarbonatadas cálcicas.

En el acuífero de la sierra de Lijar las aguas subterráneas presentan facies bicarbonatadas cálcicas con residuo seco inferior a los 800 mg/l y con contenidos en sulfatos más altos en el extremo Sur debido a la influencia de los yesos triásicos.

Las aguas subterráneas de todos estos acuíferos carbonatados son, de manera general, químicamente potables y perfectamente aptas para consumo humano.

#### 5. RECURSOS DE AGUA SUBTERRANEA Y SU UTILIZACION

En el capítulo correspondiente a la descripción de acuíferos se han incluido los balances hídricos por sistemas acuíferos y unidades.

El cuadro adjunto resume esos valores, los volúmenes de explotación anual y la utilización del agua.

Acuíferos detríticos	Recursos hm <sup>3</sup> /año	Explotación hm <sup>3</sup> /año	Utilización del agua
Unidad Sevilla-Carmona (S. A.) n.º 28)	50	8 (83)	Abastecimiento y regadío
Arahal-Coronil-Marchena-Puebla de Cazalla	20	9 (84)	Abastecimiento y regadío
Llanos de Villamartín y Prado del Rey	5,5	1 (1)	Abastecimiento y regadío
Arcos-Bornos-Espera	>7	6-8 (84)	Abastecimiento y regadío
Detrítico de Ronda (S. A. n.º 35)	10	7 (83)	Abastecimiento y regadío
Detrítico de Málaga (S. A. n.º 37)	60	50 (83)	Abastecimiento y regadío
Detrítico de Antequera (S. A. n.º 39)	55	50 (83)	Abastecimiento y regadío

Acuíferos carbonatados	Recursos hm <sup>3</sup> /año	Explotación hm <sup>3</sup> /año	Utilización del agua
<b>Serranía de Ronda</b> (S. A. n.º 36)			
Unidad de la Yunquera	75	—	Abastecimiento
Unidad de Ronda	170	1-2	
Unidad de Cañete	17	—	
		(83)	
<b>Sierra de Grazalema</b>			
Unidad Zafalga-Labradillo	11	1	Abastecimiento
Unidad El Bosque	5		
Unidad Pinar-Monte Prieto	14		
Unidad Silla	2		
Unidad Sierra Alta-Peñón Grande	5		
Unidad Endrinal	9	(84)	
Unidad Ubrique	9		
<b>Sierras del Torcal</b>			
Unidad del Valle de Abadajis	6-7	1	Abastecimiento
Unidad del Torcal	15	6,5	
		(83)	
Sierra de Estepa	7	4	Abastecimiento
		(83)	
Sierra de los Caballos	3	1	Abastecimiento
		(83)	
Sierra de Lijar	4-5	1	Abastecimiento
		(83)	

**Nota:** La cifra que en el cuadro de explotación aparece entre paréntesis corresponde al año al cual se refiere la misma.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- BOURGOIS, J. (1978). La transversale de Ronda. Annales Scientifiques de l'Université de Besancon.
- C.G.S. (1984). Encuestas de abastecimientos urbanos en la provincia de Cádiz.
- C.G.S. (1985). Atlas Hidrogeológico de la Provincia de Cádiz.
- CRUZ-SANJULIAN (1974). Estudio Geológico del sector Cañete la Real-Teba-Osuna. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- CRUZ-SANJULIAN (1976). Funcionamiento hidrogeológico de la Sierra de Cañete (Málaga). Bases y propuestas para un estudio. Acta Geológica Hispánica. Instituto Nacional de Geología, C.S.I.C. Ao XI n.º 1.
- CRUZ-SANJULIAN (1977). Formas Kársticas en materiales de pie de monte. Tecniterrae. Febrero-Marzo 1977.
- CHAUVE (1968). «Etude Géologique du Nord de la Province de Cádiz» Tesis Doctoral. Memoria del Instituto Geológico y Minero de España. tomo 69. Madrid.
- GAVALA, J. (1924). Mapas Geológicos 1:100.000 y 1:200.000 de la provincia de Cádiz.
- GARCIA POZO, J. (1976). Contribución al estudio Hidrogeológico de la Sierra de Humilladero. Departamento de Hidrogeología. Universidad de Granada.
- GUZMAN DEL PINO, J y JUAREZ GARCIA, J. (1981). Esquema de funcionamiento hidrogeológico de la Sierra de Jarastepa y Cartajima



(Extremo meridional de la Serranía de Ronda). Simposio sobre el agua en Andalucía.

IGME (1979). Mapa Hidrogeológico Nacional. Explicación de los mapas de lluvia, de reconocimiento hidrogeológico y de síntesis de sistemas acuíferos. Memoria IGME. Tomo 81. Madrid.

IGME (1980). Calidad de las Aguas Subterráneas en las Cuencas Sur de España. Primer Informe. Colección Informe. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía.

IGME (1981). Síntesis Hidrogeológica de la Cuenca del Guadalquivir. Colección Informe. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía.

IGME (1981). Investigación Hidrogeológica de las Cuencas del Sur de España (Sector Occidental). Colección informe. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía.

IGME (1982). Calidad de las aguas subterráneas en Andalucía. Situación actual y focos potenciales de contaminación. Colección Informe. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía.

IGME (1982). Estudio de los Recursos hídricos subterráneos de la comarca del Campo de Gibraltar (Cádiz).

IGME (1983). Calidad del Agua Subterránea en la Cuenca Sur (Sector Occidental), durante 1982.

IGME (1984). Evolución de la piezometría y del régimen de descarga de los manantiales del sector occidental de la cuenca sur.

IGME (1984). Proyecto para la actualización de datos y ordenamiento de Recursos Hidráulicos subterráneos del acuífero Arahal-Paradas-Morón de la Frontera.

IGME (1984). Proyecto de investigación hidrogeológica de los sistemas acuíferos de la Divisoria Guadalete-Guadiaro.

IGME (1984). Estudio Hidrogeológico de la Laguna de Fuente de Piedra.

IGME: Mapa Geológico de España 1/200.000. Hoja 82. Morón de la Frontera. Síntesis 1984. Sin publicar.

IGME: Mapa de vulnerabilidad de la contaminación de los mantos acuíferos de la España Peninsular, Baleares y Canarias. Escala: 1:100.000.

MANTECON, R. (1985). Las aguas subterráneas en la provincia de Cádiz. Inédito.

PEYRE (1973), *Geologie D'Antequera*. Descripción de la región d'Antequera et des contrees voisines. Tesis doctoral. París.

SERRANO LOZANO, F. (1979). Los foraminíferos planctónicos del Mioceno Superior de la Cuenca de Ronda y su comparación con los de otras áreas de las cordilleras Béticas. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga.

VIGUIER, C. (1974). *Le Neogene de L'Andalousie Nord Occidentale (Espagne)*. Tesis Doctoral. Universidad Bordeaux I.