

## **CASTILLO DE LOCUBÍN**

## 1.-GENERALIDADES

El municipio de Castillo de Locubín tiene una población residente estable de 5.004 habitantes en enero de 2005 de los que 4.260 corresponden al núcleo de Castillo de Locubín, 471 a Ventas del Carrizal y los 273 restantes a las aldeas de La Alfavila, El Cerrajón, Los Chopos, Marroquín-Encina Hermosa, La Nava, La Salina y diseminados. El incremento estacional se estima en aproximadamente 350 habitantes. La demanda base, calculada en función de una dotación teórica media de 220 l/hab/día, es de 1.101 m<sup>3</sup>/día. En los meses de verano, julio, agosto y septiembre, sube a una demanda aproximada de 1.178 m<sup>3</sup>/día. Esto representa una demanda aproximada de 409.000 m<sup>3</sup>/año. El consumo real es de 286.873 m<sup>3</sup>/año, con un consumo base de 700 m<sup>3</sup>/día y punta de 899 m<sup>3</sup>/día.

El abastecimiento a Castillo de Locubín se realiza desde dos sondeos y tres manantiales localizados dentro del propio término municipal. Los sondeos se denominan Nacimiento del Río San Juan I y II (183980026 y 183980027) y los manantiales El Pedregal (183970029), Las Herrezuelas (183970011) y Hoyo Piedra (183930032). Los sondeos captan el agua de la Masa de Agua Subterránea (M.A.S) 05.70 "Gracia-Ventisquero"; los manantiales de El Pedregal y Las Herrezuelas drenan agua de la M.A.S. 05.28 "Montes Orientales. Sector Norte" y Hoyo Piedra se localiza en una zona sin masa subterránea definida. Además, el núcleo dispone de un sondeo denominado El Puerto del Castillo (183980021) actualmente fuera de uso que capta la M.A.S. 05.28 "Montes Orientales. Sector Norte".

Los sondeos Nacimiento del Río San Juan I y II se localizan en el paraje del mismo nombre y se trata de dos sondeos de regulación del manantial denominado también Nacimiento del Río San Juan (183980003). Se desconoce la profundidad del nivel piezométrico aunque se estima que debe estar a 4-5 m. El sondeo II suministra un caudal próximo a los 27 l/s. El caudal de explotación del sondeo I se desconoce.

El manantial del Pedregal se localiza junto al depósito denominado del Rastrojo, en la zona sur del casco urbano de Castillo de Locubín. Drena un caudal entre 1 y 12 l/s que se utiliza en su totalidad para abastecimiento.

El manantial de Las Herrezuelas está situado a 4,5 km en línea recta al oeste de Castillo de Locubín, en la Sierra de San Pedro. Se tienen referencias de caudales entre 0,2 y 0,4 l/s que abastecen a la pedanía de Ventas del Carrizal.

El manantial de Hoyo Piedra, también llamado La Tosquilla, se localiza en las proximidades de La Alfavila. Tiene un caudal próximo a 0,5 l/s que abastecen a aproximadamente 20 cortijos de los alrededores, destinándose el sobrante para riego.

El sondeo del Puerto del Castillo está ubicado en el Puerto del Castillo, aproximadamente a 1 km al sur de Castillo de Locubín. El nivel piezométrico se situaba a 92,41 m de profundidad el día 25 de Mayo de 2006, a cota aproximada de 708 m s.n.m.. Se encuentra fuera de uso debido a su afección a un manantial utilizado para riego (según informador municipal).

El agua procedente de las captaciones de abastecimiento se almacena en nueve depósitos que proporcionan una capacidad total de regulación de 3.610 m<sup>3</sup>. La capacidad óptima calculada para situaciones de demanda punta es de 1.767 m<sup>3</sup>, considerándose por lo tanto suficiente la existente.

La gestión del servicio de abastecimiento es municipal.

En la fichas resumen adjuntas se presentan los datos anteriormente citados junto con un resumen de las infraestructuras. En el mapa a escala 1:30.000 que también se adjunta se indican las captaciones y los depósitos de abastecimiento, la red de distribución en alta de abastecimiento urbano y los focos potenciales de contaminación de las aguas tanto superficiales como subterráneas.

## 2. – INFRAESTRUCTURA

### 2.1. – DESCRIPCIÓN

#### CAPTACIONES DE ABASTECIMIENTO

**1. "Sondeos del Nacimiento del Río San Juan (I y II)" CA23026001 y CA23026004 (183980026 y 183980027):** Captan materiales carbonatados de la M.A.S. 05.70 "Gracia-Ventisquero". Tienen una profundidad de 10 m cada uno y se sitúan a cota 660 m s.n.m. separados 30 metros uno del otro. Están entubados con tubería metálica de 450 mm de diámetro interior.



El caudal de explotación del sondeo I (caseta en primer término en la foto) se desconoce al no disponer de caudalímetro. El del sondeo II (caseta al fondo) es de 27,3 l/s. El nivel dinámico no se puede medir al no disponer ninguno de los dos de tubería piezométrica aunque se estima que debe estar a 4-5 m de profundidad, a cota aproximada de

655 m s.n.m..



Instalación Sondeo I



Instalación Sondeo II

Están instalados con dos electrobombas verticales de 90 C.V. cada uno y la tubería de impulsión es metálica. Disponen de un contador de energía eléctrica para los dos sondeos.

No se pudo llevar a cabo la encuesta de cuantificación al no disponer de tubería piezométrica ni de contadores de energía eléctrica independientes, además de no existir caudalímetro en el sondeo I. Este último sondeo llevaba abandonado unos catorce años y se estaba poniendo en uso en la fecha de la visita. Actualmente se puede bombear agua desde los sondeos a Castillo de Locubín y a Ventas del Carrizal.

**2. " Manantial del Pedregal" CA23026002 (183970029):** Situado junto al depósito denominado del Rastrojo, en la zona sur del casco urbano de Castillo de Locubín., a cota 956,86 m s.n.m.. Drena los recursos de los materiales carbonatados de la M.A.S. 05.28 "Montes Orientales. Sector Norte".



Tiene un caudal que oscila entre 1 y 12 l/s que se utiliza en su totalidad para abastecimiento. Se capta para abastecimiento en una caseta con una pequeña galería. El agua es conducida al depósito del Rastrojo (o Colmenero) mediante una conducción de fibrocemento que pasa bajo varias casas del pueblo y que es

objeto de numerosas roturas.

**3. " Manantial de Las Herrezuelas" CA23026003 (183970011):** Se localiza en las inmediaciones de la Sierra de San Pedro, al pie del Buitrón, a cota 860 m s.n.m. y drena los recursos de los materiales carbonatados de la M.A.S. 05.28 "Montes Orientales. Sector Norte".

Se localiza a aproximadamente 4,5 km al oeste del casco urbano de Castillo de Locubín y a 3 km al sur de Ventas del Carrizal. El acceso se realiza por el mismo



camino que conduce al Cortijo de las Herrezuelas desde la carretera de Castillo de Locubín a Ventas del Carrizal.

Drena un caudal medio de entre 0,2 y 0,9 l/s. El agua es bombeada al depósito de Los Chopos y abastece a Ventas del Carrizal.

**4. "Manantial de Hoyo Piedra" CA23026005 (183930032):** Situada en las inmediaciones de La Alfavila, junto al Cortijo de La Tosquilla, a cota 910 m s.n.m. drena los recursos de una masa de agua subterránea no definida.

Tiene un caudal medio próximo a los 0,5 l/s. El agua es conducida hasta una caseta desde la que a su vez se conduce al depósito de manantial.

Abastece a unos 20 cortijos de la zona y el sobrante se utiliza para riego.



**6. "Sondeo del Puerto del Castillo" CA23026006 (183980021):** Capta materiales carbonatados de la M.A.S. 05.28 "Montes Orientales. Sector Norte". Se desconoce su profundidad y se sitúa a cota 800 m s.n.m.. Actualmente está abandonado debido a una supuesta afección a un manantial utilizado para riego. El nivel estático se situaba a 92,41 m de profundidad el día 25 de mayo de 2006.





## DEPÓSITOS

Existen nueve depósitos de regulación en uso:

- **DE23026001:** Denominado Depósito del Calvario, se sitúa a 800 m s.n.m.. Su base es circular y está fabricado de hormigón con una capacidad de almacenamiento de



1.500 m<sup>3</sup>. Se abastece desde los sondeos del Nacimiento de Río San Juan previa decantación en el depósito de La Lagunilla.

- **DE23026002:** Denominado Depósito de decantación de La Lagunilla, se sitúa a 865 m s.n.m.. Su base es rectangular y está fabricado de hormigón. Su capacidad de almacenamiento total es de 100 m<sup>3</sup>. Se abastece de los sondeos del Nacimiento del Río San Juan. Suministra agua al depósito del Calvario.



- **DE23026003:** Denominado Depósito del Rastrojo o Colmenero, se sitúa a 730 m s.n.m.. Tiene planta rectangular y está fabricado de hormigón. Su capacidad de almacenamiento total es de 900 m<sup>3</sup>. Se abastece del manantial del Pedregal y suministra agua a la parte baja del núcleo de Castillo de Locubín.



- **DE23026004:** Denominado del Pedregal, se sitúa a 780 m s.n.m.. Tiene planta rectangular y está fabricado de hormigón. Su capacidad de almacenamiento total es de 500 m<sup>3</sup>. Se abastece desde el depósito del Calvario y suministra agua al polígono industrial y a una pequeña parte del núcleo de Castillo de Locubín.



- **DE23026005:** Denominado del Manantial de Hoyo Piedra, se sitúa a 910 m s.n.m.. Tiene planta rectangular y su capacidad de almacenamiento total es de 10 m<sup>3</sup>. Se abastece desde el manantial de Hoyo Piedra y suministra agua al depósito de Hoyo Piedra.
- **DE23026006:** Denominado de Hoyo Piedra, se sitúa a 695 m s.n.m.. Tiene planta rectangular y está fabricado de hormigón. Su capacidad de almacenamiento total es de 70 m<sup>3</sup>. Se abastece desde el depósito del manantial de Hoyo Piedra y suministra agua unas 20 viviendas de la zona de La Alfavila.





- **DE23026007:** Denominado de Los Chopos, se sitúa a 1.005 m s.n.m.. Tiene planta rectangular y está fabricado de obra. Su capacidad de almacenamiento total es de 30 m<sup>3</sup>. Se abastece desde el manantial de Los Chopos aunque a veces se apoya con cubas. Suministra agua a Los Chopos.



- **DE23026008:** Denominado de Ventas, se sitúa a 975 m s.n.m.. Tiene planta rectangular y está fabricado de hormigón. Su capacidad de almacenamiento total es de 100 m<sup>3</sup>. Se abastece desde el depósito del Romeral y suministra agua al núcleo de Ventas del Carrizal.



- **DE23026009:** Denominado del Romeral, se sitúa a 695 m s.n.m.. Tiene planta rectangular y está fabricado de hormigón. Su capacidad de almacenamiento total es de 500 m<sup>3</sup>. Se abastece desde los sondeos del Nacimiento del Río San Juan y suministra agua al núcleo de Ventas del Carrizal y a la ribera del Río San Juan.



CONDUCCIONES

El sistema de conducciones de abastecimiento en alta tiene una longitud total de aproximadamente 15 km de tuberías. Sus principales características se incluyen en el cuadro adjunto.

Código	Diámetro (mm)	Tipo	Estado	Longitud (m)	Procedencia	Final
CO23026001	200	Fibr.cem.	Malo	1.269	Nto. Río San Juan	Dep. Lagunilla
CO23026002	200	-	Se des.	972	Dep. Lagunilla	Dep. Calvario
CO23026003	125	Fibr.cem.	Se des.	566	Dep. Calvario	Dep. Rastrojo
CO23026004	100	Fibr.cem.	Se des.	1.432	Dep. Calvario	Dep. Pedregal
CO23026005	125	Fibr.cem.	Se des.	934	Sondeo Puerto	Dep. Calvario
CO23026006	-	-	Se des.	503	Nto. Río San Juan	Dep. Romeral
CO23026007	60	PVC	Se des.	8.214	Dep. Romeral	Dep. Ventas
CO23026008	-	-	Se des.	1.175	Las Herrezuelas	Dep. Chopos
CO23026009	200	-	Se des.	1.269	Nto. Río San Juan	Dep. Lagunilla
			<b>Total</b>	15.065		

## 2.2.- VALORACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS INFRAESTRUCTURAS

Del estudio de la situación actual se deduce que:

1. Las captaciones tienen recursos suficientes para abastecer la demanda actual de la población.
2. Los sondeos del Nacimiento del Río San Juan, que abastecen a Castillo de Locubín y a Ventas del Carrizal, pueden suministrar un caudal superior a 27 l/s y tienen instaladas dos bombas de 90 C.V. No fue posible calcular la potencia activa ni el rendimiento al no disponer de tubería piezométrica ni de contadores independientes de energía eléctrica.
3. El manantial del Pedregal, con un caudal de aproximadamente 1 l/s, se utiliza como apoyo al abastecimiento de Castillo de Locubín.
4. El manantial de Las Herrezuelas abastece al conjunto de viviendas de Los Chopos y tiene un caudal medio de alrededor de 0,9 l/s.
5. El manantial de Hoyo Piedra tiene un caudal medio de 0,5 l/s y abastece a las viviendas de la zona de La Alfavila.
6. El sondeo del Puerto del Castillo está abandonado debido, según informador municipal, a una presunta afección a un manantial utilizado para riego.
7. El volumen de los depósitos en uso es de 3.610 m<sup>3</sup>, considerándose suficiente hasta en épocas de demanda punta.

### 3.- ACUÍFEROS EXPLOTADOS PARA ABASTECIMIENTO

#### 3.1.- M.A.S. 05.70 “GRACIA-VENTISQUERO”

##### 3.1.1.- GEOLOGÍA

Los sondeos del Nacimiento del Río San Juan (183980026 y 183980027) se localizan en materiales incluidos en la M.A.S. 05.70 “Gracia-Ventisquero” que está conformada por materiales pertenecientes al Subbético, y más concretamente en el Subbético Externo, los más antiguos pertenecen al Triásico, y los más modernos al Cuaternario.

Las unidades litoestratigráficas que aparecen son las siguientes (IGME, 1991 y 1992; MOLINA CÁMARA, 1987):

- Triásico: Esta formado por arcillas multicolores con predominancia del rojo y el verde típicas de las facies Keuper, con intercalaciones de limos, areniscas, yesos y rocas carbonatadas. La potencia es superior a los 300 metros. Pueden aparecer englobando bloques de calizas y dolomías de facies Muschelkalk, ofitas y yesos con una potencia de hasta 150 m.
- Jurásico: La serie de materiales de edad jurásica comienza con unos niveles de carniolas sobre los que se disponen paquetes de dolomías y calizas de color gris o gris oscuro y aspecto masivo, aunque a veces aparecen estratificadas en gruesos bancos (Formación Gavilán). Esta formación presenta espesores entre 100 m en el sector de Cerro Marroquí, 200 m en el de Cornicabra-Noguerones y 250 m en el sector de Ventisquero.

La serie continúa con una formación compuesta esencialmente por calizas, calizas con sílex y calizas margosas (Formación Veleta). Su espesor es muy reducido, alcanzando un máximo de 55 m en Noguerones y de 15 en el Ventisquero donde.



A techo se sitúa la Formación Ammonítico Rosso, con una potencia de en torno a los 40 metros en el sector de Gracia-Morenita, 30 metros en La Cornicabra y 60 m en el Ventisquero.

- Cretácico: Consiste en una alternancia monótona de calizas margosas y margas en bancos de 20 a 40 cm de potencia y color gris oscuro en las que son frecuentes las estructuras slumps y pliegues intraformacionales (Formación Carretero). La potencia oscila entre 600 m en la parte occidental de la unidad y 900 m en la oriental. Se le atribuye una edad Berriasiense superior-Barremiense.

A techo se sitúa la Formación Carbonero, que aflora con poca extensión en una estrecha franja al sur de las sierras de Cornicabra y Ventisquero, y que está constituida por una serie de carácter turbidítico con un tramo inferior de 18 m de margas azules con intercalaciones de conglomerados y calcarenitas sobre el que se disponen 40 m de arcillas pizarrosas, margas arcillosas, arcillas negras y radiolaritas.

Por último, se encuentra un tramo superior de 85 m de potencia formado por una alternancia de margas y areniscas, localmente conglomerados.

El Cretácico culmina con la conocida Formación Capas Rojas, que aflora principalmente al noreste de Castillo de Locubín. La litología es muy homogénea y consiste en calizas margosas y margas de color rojo o blanco, estratificadas en bancos de entre 20 y 40 cm con una potencia total del orden de 200 a 600 metros. Se le atribuye una edad Senonense-Eoceno medio.

- Cuaternario:

- Travertinos: En el Río Grande, al norte de la Sierra de la Morenita aparece un afloramiento de travertino con entidad cartográfica, del que no existen estudios específicos (GONZÁLEZ RAMÓN, 2002; IGME, 1991).
- Aluviales y terrazas fluviales: Los depósitos aluviales aparecen ligados a los ríos Grande y San Juan. Las litologías consisten en gravas, arenas y limos con potencias que no suelen superar los 10 metros.

- Glacis y derrubios de ladera: Tienen muy escasa representación en el área de estudio, apareciendo preferentemente en la zona sur, al pie de los relieves fuertes, y consisten en conglomerados y gravas con matriz limo-arcillosa de escaso espesor.

### 3.1.2.- MARCO HIDROGEOLÓGICO

Los materiales permeables que conforman esta M.A.S. son las calizas y dolomías de la Formación Gavilán, y en menor medida las calizas nodulosas y calizas con sílex de las Formaciones Veleta y Ammonítico Rosso Superior que en conjunto presentan espesores comprendidos entre 140 y 325 metros.

Se distinguen tres subunidades, denominadas Ventisquero, Cornicabra-Noguerones y Gracia-Morenita.

- Subunidad de Ventisquero (IGME–CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS, 1996): Situada al este de la M.A.S., ocupa una extensión de 20,6 km<sup>2</sup>, de los que 11,6 km<sup>2</sup> corresponden a afloramientos permeables de rocas carbonatadas jurásicas y el resto son materiales cretácicos superpuestos. El conjunto de materiales carbonatados presenta un espesor de 300-325 metros. Los 9 km<sup>2</sup> localizados en el centro del acuífero se encuentran semiconfinados bajo las calizas, margocalizas y margas del Cretácico inferior cuya permeabilidad varía entre media y baja. Sobre estos materiales cretácicos aparece un pequeño klippe de materiales triásicos y jurásicos en el Cerro Altomiro.

Todos los límites del acuífero son de carácter cerrado a excepción del sector sureste en el que se superpone al acuífero contiguo de Cornicabra-Noguerones y por el que parece probable que exista una transferencia de recursos desde este último hacia el acuífero de Ventisquero.

- Subunidad de Cornicabra–Noguerones (IGME–CONSERVACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS, 1996): Ocupa una extensión de 11,3 km<sup>2</sup>, de los que 9,5 km<sup>2</sup> corresponden a materiales carbonatados permeables y 1,8 km<sup>2</sup> a margocalizas cretácicas de carácter impermeable que recubren a los anteriores en el sector occidental del acuífero. El espesor de materiales permeables oscila entre 280 y 290 metros.

Al igual que en el caso del acuífero de Ventisquero, todos los límites son cerrados excepto el que pone en contacto ambos acuíferos, que es de carácter abierto.

Desde el punto de vista hidrogeológico, el acuífero tiene dos sectores perfectamente diferenciados. La divisoria entre ambos se produce mediante un estrechamiento de los materiales permeables a causa de la elevación de la base impermeable triásica por efecto de un anticlinal.

- Subunidad de Gracia–Morenita (GONZÁLEZ RAMÓN, 2002): Al igual que en los acuíferos anteriormente descritos, los materiales permeables que lo conforman son las calizas y dolomías jurásicas (Formación Gavilán, y en menor medida las calizas nodulosas de la Formación Ammonítico Rosso Superior), que en conjunto presentan espesores comprendidos entre 140 y 290 metros. La superficie de afloramientos permeables es de 19,1 km<sup>2</sup>, mientras que el acuífero ocupa una extensión total aproximada de 28 km<sup>2</sup>. El resto de afloramientos corresponden a materiales margocalcáreos cretácicos y a materiales triásicos superpuestos tectónicamente a la serie jurásica, ambos de baja permeabilidad.

En esta subunidad se localizan los sondeos del Nacimiento del Río San Juan que abastecen a Castillo de Locubín.

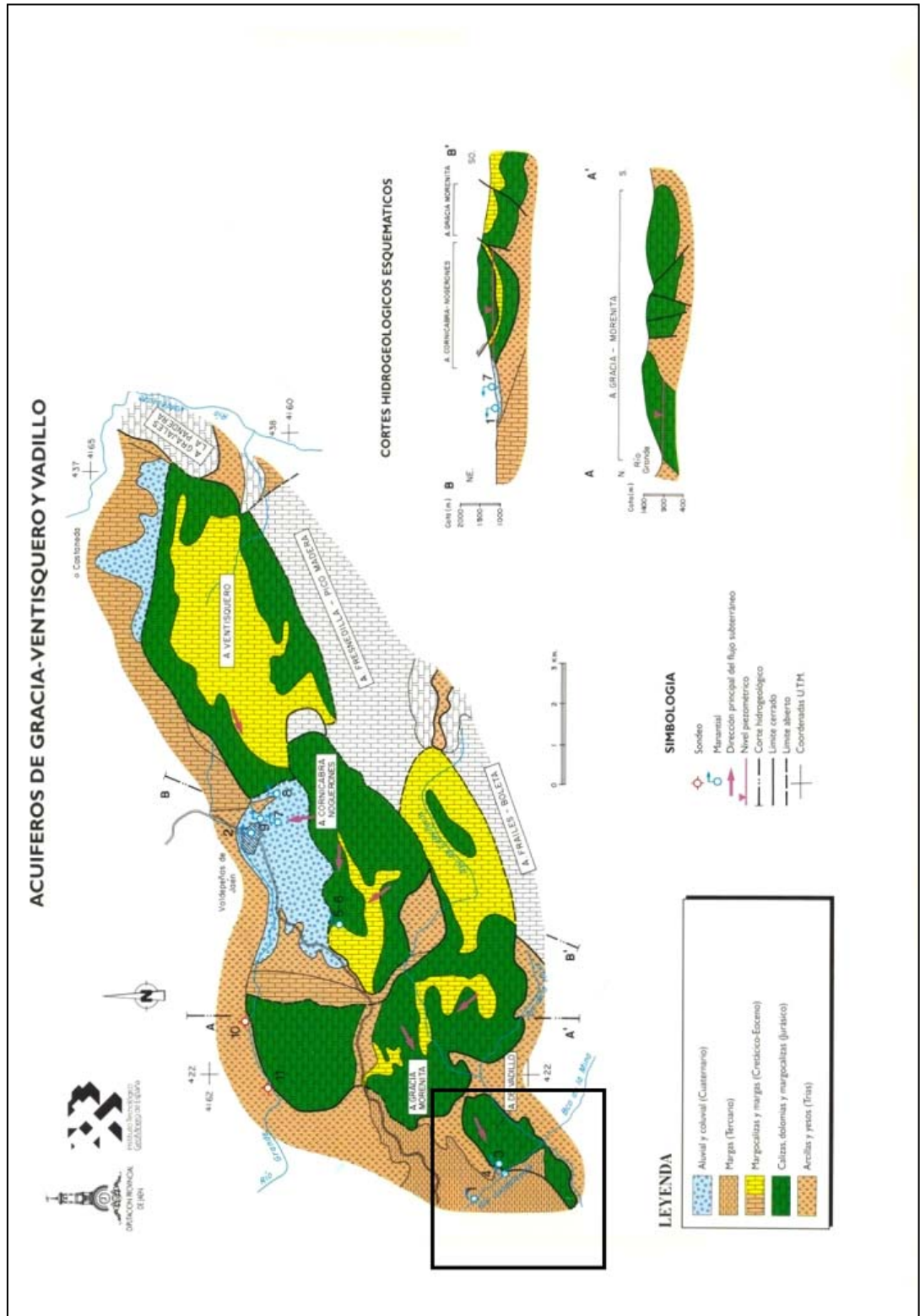


Figura 1: Hidrogeología del área donde se ubican las captaciones de abastecimiento a Castillo de Locubín.

### 3.1.3.- HIDROQUÍMICA DEL SECTOR

Las aguas subterráneas de la M.A.S. son, en general, de mineralización entre ligera y notable. Los valores de la conductividad están comprendidos entre 236 y 1.405  $\mu\text{mhos/cm}$  con un promedio de 604  $\mu\text{mhos/cm}$ .

Presentan facies bicarbonatada o sulfatada cálcica o cálcico-magnésica. En cuanto a la diferenciación por subunidades, las muestras procedentes de los manantiales de la Subunidad de Ventisquero presentan facies sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica y más raramente cálcica y las de la de Cornicabra-Noguerones, bicarbonatada o bicarbonatada-sulfatada cálcico-magnésica y en algún caso cálcica.

En cuanto a las aguas de la Subunidad de Gracia-Morenita, estas presentan facies sulfatada cálcica (Nacimiento del Río San Juan (183980003)), bicarbonatada-sulfatada cálcica (sondeos Víboras II y IV (183940022 y 183940031)) y bicarbonatada cálcica (sondeos Víboras V y VI (183940032 y 183940033)). Además, se observa una evolución del agua del acuífero desde facies bicarbonatadas hacia sulfatadas (hacia el norte) que es función del tiempo de residencia del agua en el acuífero (GONZÁLEZ RAMÓN, 2002).

Se trata de aguas que varían entre los tipos  $\text{C}_2\text{S}_1$  y  $\text{C}_3\text{S}_1$  presentando riesgo de alcalinización bajo y de salinización del suelo de medio a alto para su uso en regadío.

En general, las aguas procedentes de la unidad se clasificarían como aptas para consumo humano (IGME-JUNTA DE ANDALUCÍA, 1998).

### 3.1.4.- LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO

Todos los límites son cerrados por contacto con los materiales triásicos, a excepción del suroriental en el que existe continuidad con los carbonatos jurásicos del Acuífero Frailes-Boleta con el que podría existir intercambio hídrico. El sustrato impermeable está constituido por los materiales margo-arcillosos triásicos.



Del estudio de la geometría del acuífero se deduce que gran parte de su zona saturada se encuentra en situación de confinamiento, ya sea debido a la superposición tectónica de los materiales triásicos o, en mayor medida, a la de las margas cretácicas suprayacentes.

### 3.1.5.- PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA

Los parámetros hidráulicos de que se dispone son los obtenidos en diversos ensayos de bombeo realizados en el acuífero Gracia-Morenita y que corresponden a los ensayos de bombeo realizados en los sondeos Víboras II al VI (183940022, 1839040030, 183940031, 183940032 y 183940033) (GONZÁLEZ RAMÓN, 2002).

Los valores de la transmisividad calculados en los diversos ensayos de bombeos, oscilaron entre 100 y 1500 m<sup>2</sup>/día, si bien pueden asignarse valores de transmisividad en torno a 300 m<sup>2</sup>/día a los carbonatos en la zona confinada del acuífero y de 1.500 m<sup>2</sup>/día en la zona libre, mientras que la “k” aparente es del orden de 1,5 m/día y 6-7,5 m/día respectivamente. El coeficiente de almacenamiento hallado se encuentra en torno a 3,2-4,2x10<sup>-5</sup> en la zona confinada y 1,5x10<sup>-2</sup> en la zona libre (GONZÁLEZ RAMÓN, 2002).

Los niveles piezométricos vienen impuestos en los tres acuíferos por las cotas de las surgencias principales. Estas son de entre 930 y 980 m para el acuífero de Ventisquero, de entre 970 y 1.020 m para el de Cornicabra-Noguerones y de 645 m (Nacimiento del Río San Juan (183980003)) para el caso del acuífero de Gracia-Morenita, que puede considerarse como el único manantial claramente relacionado con este último y que drena la totalidad de sus recursos.

Los únicos puntos de observación piezométrica de que se dispone son los sondeos Víboras II, IV, V y VI (183940022, 183940031, 183940032 y 183940033) situados al norte del Cerro de la Morenita, en los que el nivel piezométrico se encuentra entre 651 y 660 metros lo que implica gradientes del orden del 0,2 % en dirección suroeste en la subunidad de Gracia-Morenita.

### 3.1.6.- FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO Y BALANCE HIDRÁULICO

La alimentación del conjunto de la M.A.S. se produce por infiltración del agua de lluvia caída sobre los afloramientos permeables, aunque en el caso de la Subunidad de Gracia-Morenita también por percolación de la escorrentía superficial a través de los cauces del Río Grande y del Arroyo de los Cabañeros, percolación desde las margocalizas cretácicas suprayacentes y mediante aportes laterales desde el Acuífero Frailes-Boleta (incluido en la M.A.S. 05.28 Montes Orientales. Sector Norte) (GONZÁLEZ RAMÓN, 2002).

Las salidas naturales se producen principalmente por manantiales son los del Chorro (193910022), Vadillo (193910018), Chorrillo (193910019) y Estanquillo (193910020) para el acuífero de Ventisquero, los de Papel Alta (193950001) y Papel Baja (193950002) para el de Cornicabra-Noguerones y el Nacimiento del Río San Juan (183980003) para el de Gracia-Morenita.

En cuanto a las relaciones con las unidades hidrogeológicas colindantes, solo se contempla la existencia de continuidad entre el acuífero de Gracia-Morenita y con los carbonatos jurásicos del acuífero Frailes-Boleta (M.A.S. 05.28 "Montes Orientales. Sector Norte") con el que podría existir intercambio hídrico.

El balance hídrico de la M.A.S. Gracia-Ventisquero se ha realizado tomando los balances de los tres acuíferos de los documentos GONZÁLEZ RAMÓN (2002) e ITGE-CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1996). La superficie permeable total considerada ha sido de 40,2 km<sup>2</sup> (11,6 km<sup>2</sup> del acuífero de Ventisquero, 9,5 km<sup>2</sup> del de Cornicabra-Noguerones y 19,1 km<sup>2</sup> de Gracia-Morenita). Se ha aplicado una tasa de infiltración de 410 l/m<sup>2</sup>/año (valor que resulta de aplicar el 40 % de la precipitación media) para Gracia-Morenita y del 60% de la Lluvia Útil para los otros dos acuíferos.

Entradas:

Infiltración del agua de lluvia

Subunidad Ventisquero ..... 6 hm<sup>3</sup>/añoSubunidad Cornicabra-Noguerones..... 3 hm<sup>3</sup>/añoSubunidad Gracia-Morenita ..... 8 hm<sup>3</sup>/año

Percolación desde materiales semipermeables Cretácicos

Subunidad Gracia-Morenita ..... 0,5 hm<sup>3</sup>/año

Percolación por escorrentía superficial y aportes del acuífero Frailes-Boleta

Subunidad Gracia-Morenita ..... 2 hm<sup>3</sup>/año**TOTAL ..... 20 hm<sup>3</sup>/año**Salidas:

Drenaje por manantiales

Subunidad Ventisquero ..... 7 hm<sup>3</sup>/añoSubunidad Cornicabra-Noguerones..... 2,5 hm<sup>3</sup>/añoSubunidad Gracia-Morenita ..... 10,5 hm<sup>3</sup>/año**TOTAL ..... 20 hm<sup>3</sup>/año**

### 3.2.- M.A.S. 05.28 “MONTES ORIENTALES. SECTOR NORTE”

#### 3.2.1.- GEOLOGÍA

Los manantiales de El Pedregal (183970029) y Las Herrezuelas (183970009) y el sondeo del Puerto del Castillo (183980021) que abastecen a Castillo de Locubín se localizan en materiales incluidos en la M.A.S. 05.28 “Montes Orientales. Sector Norte” que se asignan a la Zona Subbética en los dominios del Subbético Externo y Medio y que engloba además en su extremo oriental materiales acuíferos neógenos. Dentro de esta M.A.S., El Pedregal y El Puerto del Castillo pertenecen a la Subunidad de La Camuña y Las Herrezuelas a la de San Pedro-La Rábita.

Las unidades litoestratigráficas que aparecen de muro a techo son las siguientes (IGME, varias fechas):

- Triásico: Está constituido básicamente por arcillas versicolores y yeso entre los que aparecen enclaves de ofitas, materiales carbonatados y niveles de areniscas.
- Lías inferior y medio: Formado por dolomías masivas y calizas tableadas que en conjunto pueden alcanzar espesores de hasta 1.200 m, aunque los espesores más frecuentes son de 400 m.
- Lías superior-Dogger: Sobre las calizas y dolomías de la base del Jurásico se sitúa una serie constituida por margocalizas, margas y calizas tableadas, con niveles de rocas volcánicas cuyo espesor puede superar los 1.500 m.
- Malm: Se caracteriza por la presencia de un nivel inferior margoso de hasta 150 m de potencia y un nivel superior permeable constituido por calizas nodulosas y calizas con sílex, con una potencia de 15-30 m.
- Mioceno: Corresponde a una serie margo-arenosa con un especial desarrollo de niveles calcareníticos y areniscosos en el sector occidental, en esta zona tiene

una potencia media de 50-60 m y constituye el acuífero de Alcalá la Real-Santa Ana.

- Plioceno: Formado por niveles detríticos de diversa naturaleza, margas, conglomerados, arenas y calizas lacustres, cuya potencia podría llegar a alcanzar los 100 m.
- Cuaternario. Corresponde a abanicos aluviales, piedemontes, fondos de valle y depósitos aluviales.

### 3.2.2.- MARCO HIDROGEOLÓGICO

Se trata fundamentalmente de una M.A.S. constituida por acuíferos carbonatados permeables por fisuración-karstificación y de carácter libre, aunque aparecen sectores confinados bajo sedimentos de baja permeabilidad cretácicos y jurásicos asociados a los núcleos sinclinales. Los acuíferos de La Camuña y Alcalá la Real – Santa Ana son acuíferos mixtos, permeables por porosidad y fisuración-karstificación, constituidos por areniscas y calcarenitas bioclásticas.

Se distinguen tres formaciones permeables con características de acuífero, las dolomías y calizas del Lías inferior, las calizas tableadas, nodulosas y oolíticas del Dogger-Malm y las calcarenitas miocenas.

A continuación se realiza una breve descripción de cada una de las subunidades y acuíferos que constituyen esta unidad:

- Subunidad Frailes–Boleta (IGME, 1986): Este acuífero, con una extensión aproximada de 25 km<sup>2</sup>, se sitúa al norte de la localidad de Frailes y está constituido por materiales jurásicos y cretácicos pertenecientes a las series de transición entre el Subbético Medio y Externo. Los materiales permeables están formados por dolomías y calizas del Lías inferior, con potencias del orden de 300 m, cuyos afloramientos ocupan una extensión de unos 2,2 km<sup>2</sup>. Sobre estos materiales, se dispone una serie margocalcárea, de carácter semipermeable, que abarca del Lías



medio al Cretácico. Los límites norte y noreste corresponden a materiales impermeables triásicos, que lo desconectan del acuífero de Fresnedilla-Pico Madera, y además constituyen su substrato. Al sureste, limita con el acuífero de Frailes-Montillana, y al este, con el de Charilla, límites que vienen definidos por la presencia de arcillas triásicas. Al noroeste, limita con el acuífero de Gracia-Morenita; este límite no está bien definido y existe la posibilidad de comunicación hidráulica entre ambos.

- Subunidad Frailes–Montillana (DGOH, 1999): Se sitúa entre las localidades de Noalejo y de Montillana, constituyendo los relieves montañosos de las sierras de Montillana y los Andanillos, que ocupan una superficie de 35 km<sup>2</sup>. El acuífero principal está constituido por dolomías y calizas tableadas liásicas, que con un espesor conjunto de unos 300 m, afloran en una extensión de 15,5 km<sup>2</sup>. La subunidad está asociada a una estructura anticlinal con cierre periclinal hacia el noreste y que cabalga sobre margas cretácicas al suroeste. El substrato impermeable del acuífero está constituido fundamentalmente por arcillas y yesos del Trías, y por margas cretácicas en la zona suroriental. Estas últimas constituyen además su límite septentrional. El límite meridional debe estar constituido por materiales del Trías. Al noreste los materiales acuíferos se hunden bajo las margas y margocalizas cretácicas, pudiendo continuar en profundidad hasta los afloramientos de la Subunidad de Alta Coloma.
  
- Subunidad Sierra del Trigo-Puerto Arenas (DGOH, 1999): Se localiza en la zona nororiental de la unidad y se extiende desde el cerro del Maceral, situado al oeste de Noalejo, hasta el entorno de Puerto Arenas. Ocupa una superficie de 40 km<sup>2</sup>, mientras que sus afloramientos permeables ocupan una extensión de 18 km<sup>2</sup>. Presenta dos niveles acuíferos, el principal está constituido por calizas y dolomías del Lías con un espesor de 100-200 m, y un nivel superior de 30-40 m constituido por calizas nodulosas del Malm. El substrato impermeable está constituido por arcillas y yesos del Trías; su límite meridional corresponde a los afloramientos de arcillas y yesos del Trías y materiales margosos sobre los que cabalgan estas estructuras. El límite septentrional corresponde a los afloramientos margosos del manto de Cambil.

- Subunidad Fresnedilla - Pico Madera (DGOH, 1999): Corresponde a los relieves montañosos de la Sierra del Trigo que ocupan una superficie de 40 km<sup>2</sup>; en ella se localizan dos niveles acuíferos, el principal constituido fundamentalmente por calizas y dolomías del Lías, con espesores de 100-200 m y el otro, asociado a calizas nodulosas y con sílex del Malm que presenta espesores de 40-80 m; los afloramientos permeables del acuífero principal ocupan una superficie de 5 km<sup>2</sup>. Sus límites oriental y occidental corresponden a sendos núcleos anticlinales donde afloran materiales arcillosos del Trías. En el borde norte, el acuífero se ve soterrado bajo una potente serie margosa del Cretácico inferior, mientras que en su parte meridional el límite está constituido por la serie margosa cretácica sobre la que cabalga.
- Subunidad de Alta Coloma (DGOH, 1999 e ITGE, 1996a): Está constituida por calizas y dolomías liásicas que, con potencias superiores a 300 m, se extienden desde Montillana y Noalejo hasta Arbuniel y Montejícar y afloran en los núcleos anticlinales de una serie muy replegada en dirección NE-SO. La superficie de los afloramientos permeables es de unos 35 km<sup>2</sup> sin embargo la superficie total del acuífero es bastante más elevada, ya que hay amplias zonas donde existe un recubrimiento de materiales de baja permeabilidad poco potente. Hacia el sur y oeste, los materiales acuíferos están recubiertos por la potente serie margosa jurásico-cretácica suprayacente que constituye su límite en dichos sectores. Su sustrato impermeable y límites septentrional y oriental están constituidos por arcillas y yesos del Trías
- Subunidad Alcalá la Real – Santa Ana (ITGE, 1999): Esta subunidad se sitúa entre los núcleos de Alcalá la Real y Santa Ana, está constituida por calcarenitas, arenas y conglomerados miocenos que ocupan una superficie de 6,6 km<sup>2</sup>. Se trata de un afloramiento tabular con espesores entre 36 y 97 m (50-60 metros de espesor medio) que se dispone, horizontalmente o buzando ligeramente al suroeste, sobre una formación margosa del Mioceno que constituye sus límites y sustrato impermeable. Aunque presenta carácter libre, en su zona suroriental existen algunos sectores confinados o semiconfinados, debido a la existencia de cambios laterales de facies.
- Subunidad de La Camuña (ITGE-DPJ, 1997): Corresponde a un acuífero libre del Mioceno superior que se extiende al sur de Castillo de Locubín, ocupando una

superficie de 5,5 km<sup>2</sup>. Está constituido por calcarenitas y arenas del Mioceno superior, que presentan espesores comprendidos entre 150 y 250 m. Estos materiales se disponen sobre una formación margosa del Mioceno, que constituye los límites y substrato impermeable. En el límite occidental, en contacto con los materiales permeables, se desarrolla un extenso glacis, formado por gravas y arcillas.

- Subunidad de Charilla (ITGE-DPJ, 1997): Se localiza al norte de la localidad de Santa Ana, en las inmediaciones de la pedanía de Charilla. Tiene una extensión próxima a 6 km<sup>2</sup>, en la que afloran materiales calcáreos y margocalcáreos jurásicos pertenecientes a las series de transición entre el Subbético Medio y Externo. Está formada por calizas y dolomías del Lías inferior que, con una potencia mínima de 70 m, afloran en una superficie de 1 km<sup>2</sup>. Sobre estos materiales se disponen materiales margocalcáreos del Jurásico medio y superior. El substrato impermeable corresponde a materiales arcillosos del Trías que constituyen además, sus límites septentrional, oriental y occidental. Hacia el suroeste, los materiales acuíferos se encuentran solapados por materiales margosos miocenos.

- Subunidad de Vadillo (ITGE-DPJ, 1997): Corresponde a un pequeño afloramiento jurásico, constituido por una estructura sinclinal, de dirección NE-SO y 3,5 km<sup>2</sup> de superficie. Se sitúa al este de la localidad de Castillo de Locubín, en torno al río Guadalcofón que lo atraviesa de sur a norte. Está constituido por calizas y dolomías del Lías inferior, con una potencia mínima de 70 m, sobre las que se disponen materiales margocalcáreos del Lías superior y calizas con sílex del Dogger, que ocupan el núcleo del sinclinal. El afloramiento jurásico se presenta colgado respecto al Trías, que constituye el substrato y los límites impermeables. Al suroeste, los materiales acuíferos se ven solapados por materiales margosos miocenos.

- Subunidad de San Pedro – La Rábita (IGME, 1986): Ambos conjuntos se sitúan al oeste de Alcalá la Real, en las inmediaciones de la localidad de La Rábita. El acuífero de la Sierra de San Pedro está constituido por un tramo calizo-dolomítico del Lías inferior de unos 100 m de potencia y unos 5 km<sup>2</sup> de extensión, perteneciente a una unidad geológica de carácter alóctono cuya serie estratigráfica es típica del Subbético Medio. El acuífero de la Rábita está constituido por un afloramiento detrítico

de edad Pliocuaternal, que alcanza una potencia de 10-15 m y una extensión de unos 4 km<sup>2</sup>. La disposición interna de la Sierra de San Pedro consiste en una sucesión monoclinada buzante hacia el norte, por lo que en esta dirección el tramo permeable queda confinado bajo las margas y margocalizas de su propia serie. Esta misma disposición se observa en el borde oriental del acuífero, mientras que en el meridional queda limitado por un extenso afloramiento de margas y arcillas triásicas. En su extremo suroccidental está parcialmente solapado por el Pliocuaternal de La Rábida.

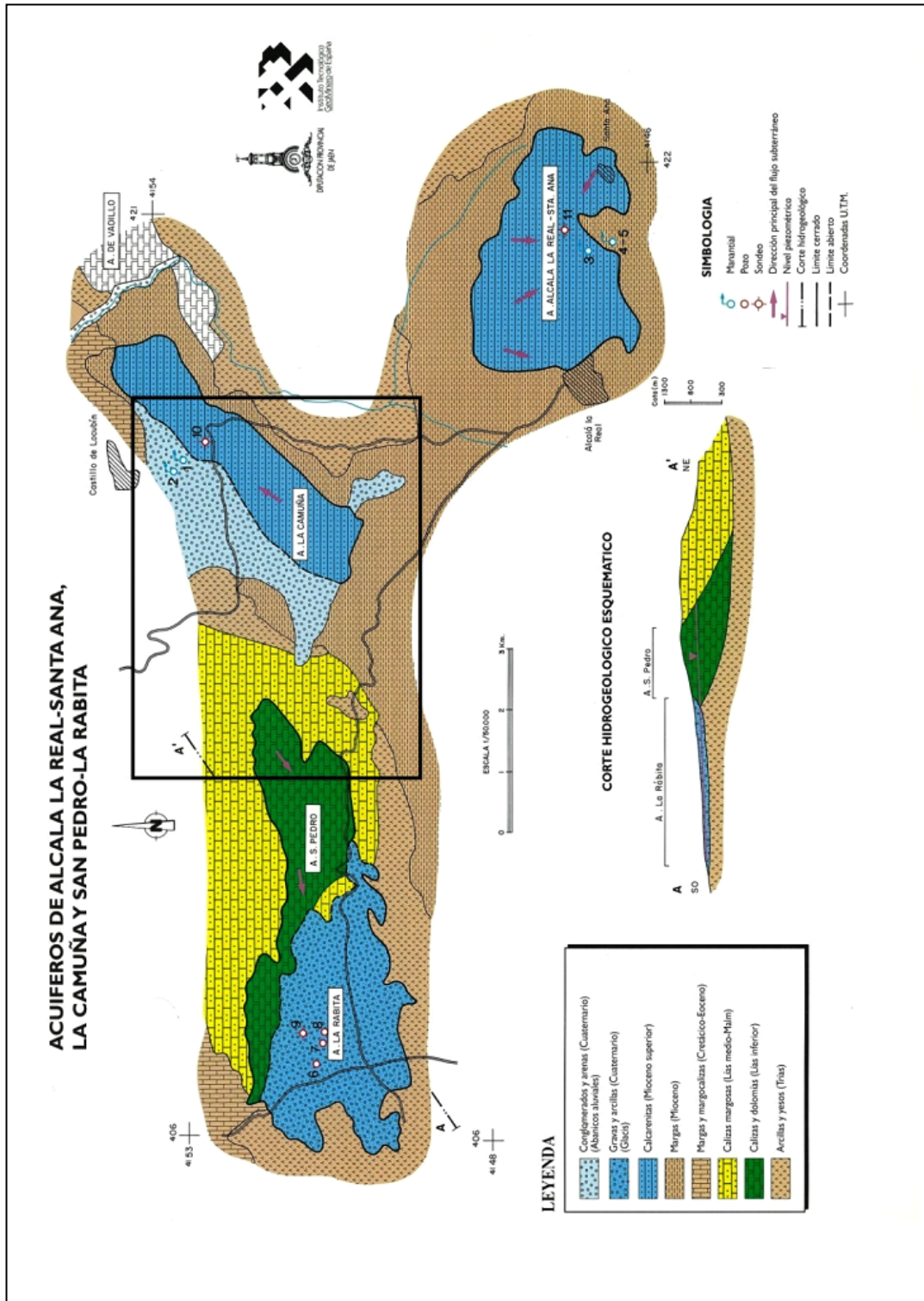


Figura 2: Hidrogeología del área donde se ubican las captaciones de abastecimiento a Castillo de Locubín.

### **3.2.3.- HIDROQUÍMICA DEL SECTOR**

Las aguas de la M.A.S. presentan una composición bicarbonatada cálcica y cálcico-magnésica, son de mineralización media-alta y aptas para el consumo humano. Puntualmente en zonas de descarga relacionadas con materiales salinos del Trías, se localizan aguas con un contenido elevado en sulfatos, que puede impedir su utilización directa para abastecimiento urbano al superarse los límites marcados por la Reglamentación española, tal es el caso del manantial del Nacimiento del Río Arbuniel (193940002) en la Subunidad de Alta Coloma.

### **3.2.4.- LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO**

Los materiales carbonatados que constituyen la mayor parte de la M.A.S. se disponen según dos franjas paralelas con orientación NE-SO, separadas por un frente de cabalgamiento y niveles margocalizos cretácicos.

En el sector noroccidental, los materiales calcáreos liásicos cabalgan sobre margas y margocalizas cretácicas y jurásicas, actuando las arcillas y yesos triásicos como nivel de despegue. Los materiales calcáreos, sobre todo en las sierras del Trigo y Montillana, aparecen asociados a pliegues afectados por una intensa fracturación y cabalgamientos que llegan a invertir la serie en muchos sectores.

Los materiales del sector suroccidental corresponden a varios pliegues anticlinales y sinclinales sucesivos, de dirección NE-SO, de tal modo que los afloramientos calcáreos aparecen en los ejes anticlinales y aunque se encuentran conectados en profundidad, en superficie se encuentran separados por materiales margocalizos jurásicos que constituyen los núcleos sinclinales.

En el borde suroccidental este conjunto de materiales cabalga hacia el sur sobre depósitos terciarios; en el extremo suroriental, los materiales acuíferos se encuentran soterrados bajo materiales pliocenos detríticos constituidos por conglomerados y arcillas.

### 3.2.5.- PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA

Existe muy poca información referente a los parámetros hidráulicos de la unidad, pues los únicos datos sobre materiales carbonatados corresponden a las subunidades de Alta Coloma, Charilla, San Pedro-La Rábida y Alcalá la Real-Santa Ana, con los siguientes valores de transmisividad:

• Alta Coloma:

- En un sondeo destinado a abastecimiento de Campillo de Arenas (Almendo Gordo, 193970032), que capta calizas Jurasicas de la subunidad de Alta Coloma, en un bombeo realizado en Agosto de 1995, de 200 minutos de duración se obtuvo un valor de transmisividad de 3.000 m<sup>2</sup>/día (ITGE, 1995b).
- En el sondeo de abastecimiento Domingo Pérez (193980006) se realizó un bombeo en Febrero de 1995, de 24 horas de duración se obtuvo un valor de transmisividad de 1.100 m<sup>2</sup>/día (ITGE, 1995a).
- En el sondeo de abastecimiento a Montejícar (203950016), que capta unas calizas y dolomías liásicas, en un bombeo realizado en 1982, se obtuvo una transmisividad de 1.500 m<sup>2</sup>/día (IGME, 1982).
- En el sondeo Cabezo de Utrera (203950025) de abastecimiento a Montejícar, entre 900 y 2.200 m<sup>2</sup>/día (IGME, 1987-88).
- En el sondeo Cañada Barbarín, de abastecimiento a Arbuniel (193940015), que capta calizas tableadas del Jurásico medio, en un ensayo de bombeo realizado en Julio de 1995, de 15 horas de duración se obtuvo un valor de transmisividad de 1-2 m<sup>2</sup>/día (ITGE, 1996b).
- En el nuevo sondeo de abastecimiento a Campotéjar (realizado a finales de 2006 por G&V Aplicaciones Ambientales S.L.), se obtuvo una transmisividad de 2.000 m<sup>2</sup>/día.

• Charilla:

- En el sondeo de abastecimiento a Charilla (184040058), 5.600 m<sup>2</sup>/día (IGME, 1986).

• San Pedro-La Rábida:

- En el sondeo 183960021 se obtuvo una transmisividad para las calizas y dolomías de 7.500 m<sup>2</sup>/día (IGME, 1986).

• Alcalá la Real- Santa Ana:

- La información sobre los parámetros hidráulicos de la Subunidad detrítica de Alcalá la Real-Santa Ana, es la obtenida en los sondeos de abastecimiento a Alcalá La Real y Santa Ana (184040075) y (184040077), en un bombeo de 6.840 minutos:

Transmisividad: 2.200-2.400 m<sup>2</sup>/día (ITGE, 1999)

Coeficiente de almacenamiento:  $2 \times 10^{-3}$  (ITGE, 1999)

- En el sondeo 184030024 se realizó un bombeo en junio de 1993 con una duración de 1.450 minutos y 180 minutos de recuperación, obteniéndose un valor de transmisividad situado entre 1.751 y 3.065 m<sup>2</sup>/día (ITGE, 1993).

La evolución piezométrica se conoce, en algunos sectores de la M.A.S. gracias al control periódico que desde 1994 realiza CHG en el sondeo El Chaparral (194010024) (Subunidad de Frailes-Boleta) y en 7 piezómetros de la Subunidad de Alcalá la Real. Además está la exhaustiva recopilación de información piezométrica de los sondeos los Llanos 184040075 y 184040077, realizada por el IGME (ITGE, 1999).

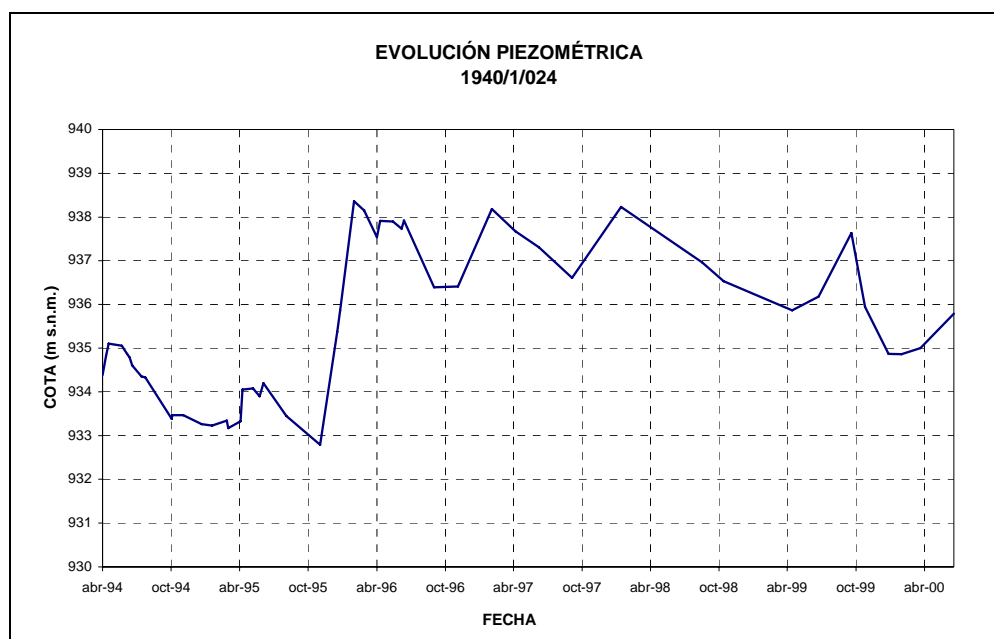


Gráfico 1: Evolución piezométrica del sondeo 1940/1/24

El gráfico 1 muestra la evolución piezométrica del sondeo 194010024 (representativo de la Subunidad Frailes-Boleta), en el período abril de 1994–abril de



1999. Puede observarse la rápida respuesta del acuífero a las precipitaciones, con un ascenso significativo de nivel como consecuencia del incremento de las precipitaciones del otoño de 1995 que supuso el final de la sequía; también se observan oscilaciones estacionales de nivel de 2-3 m.

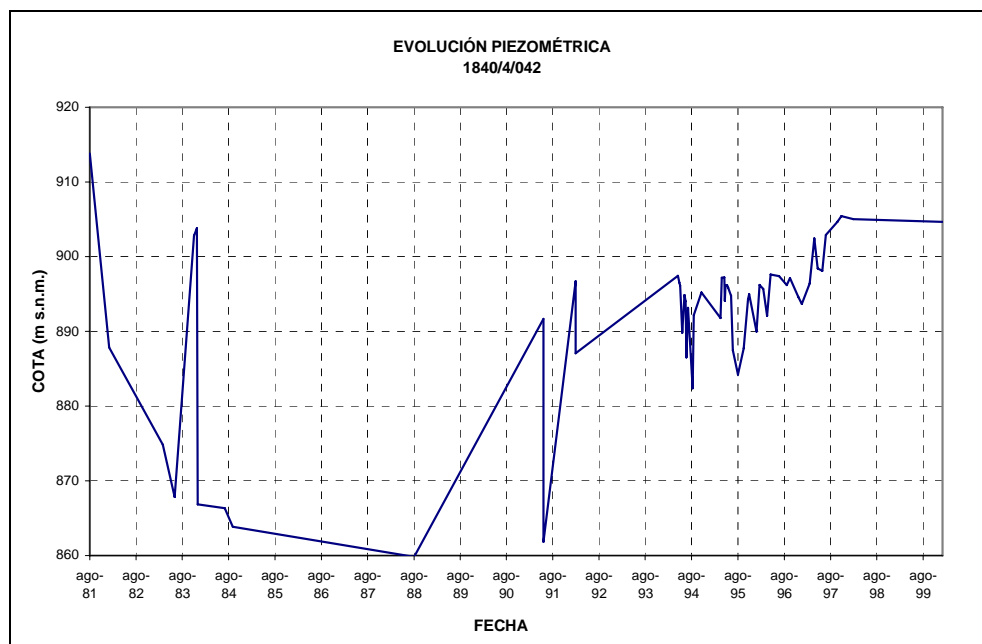


Gráfico 2: Evolución piezométrica del sondeo Llanos II

En el gráfico 2 se muestra la evolución piezométrica del sondeo Los Llanos II (184040042) (ITGE, 1999), en el período de agosto de 1981 a enero de 2000. En él, se observa un acusado descenso de niveles desde 1981 a 1988, como consecuencia de la intensa explotación para abastecimiento de Alcalá la Real. Posteriormente se observa una recuperación, que culmina en 1997, debido a la entrada en funcionamiento del sondeo de Frailes, lo que ocasiona una notable disminución de las extracciones del acuífero, pasando a realizarse extracciones sólo en estiaje.

No existen datos sobre reservas de agua explotables acumuladas en los acuíferos que componen la unidad, ya que no se conoce el coeficiente de almacenamiento ni la estructura en detalle.

### 3.2.6.- FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO Y BALANCE HIDRÁULICO

La alimentación de la M.A.S. se produce exclusivamente por infiltración de las precipitaciones sobre los afloramientos permeables y de forma diferida mediante percolación desde los materiales calco-margosos que recubren buena parte de las subunidades carbonatadas. Esto debe ser especialmente importante en el acuífero de Alta Coloma, ya que el volumen de recursos drenado por el manantial del Nacimiento del Río Arbuniel (193940002), única salida natural de este acuífero, es notablemente superior a la suma de las infiltraciones calculadas a partir de los afloramientos de alta permeabilidad del acuífero.

Las descargas se realizan fundamentalmente a través de manantiales en los contactos con los materiales impermeables que las limitan, con excepción de algunos acuíferos como Alcalá la Real-Santa Ana o San Pedro-La Rábida donde la explotación por bombeos es importante. A continuación se indica el funcionamiento específico y piezometría de las distintas subunidades que la integran:

- Frailes-Boleta (IGME, 1986): El acuífero drena fundamentalmente hacia el sur, a través del manantial de El Lavadero (194010013), cuya cota (980 m) representa su nivel piezométrico general. El nivel permeable del Jurásico superior, representa un acuífero colgado que drena a cotas superiores a través de diversos.
- Frailes-Montillana (DGOH, 1999): La unidad drena fundamentalmente en dirección oeste, hacia el río Frailes, a través de los manantiales de Haza Redonda (194010014), con un caudal medio de 110 l/s, y Puerta Alta (194020006), con un caudal de 24 l/s. El nivel piezométrico del acuífero viene impuesto por la cota de estas dos surgencias situadas a 960 m.
- Sierra del Trigo-Puerto Arenas (DGOH, 1999): Este acuífero drena hacia el noreste, al cauce del río Guadalbullón, a través del manantial de Puerto Arenas (193940001), situado a 720 m existe un pequeño sector acuífero que drena en el sector de Navalcán (nacimiento del río Villarejo), situado a unos 4 km al oeste de Noalejo. El

- nivel piezométrico de la subunidad viene impuesto por la cota de las descargas en Puerto Arenas.
- Alta Coloma (DGOH, 1999): El drenaje de la subunidad se produce hacia el noreste, a través del Nacimiento del Río Arbuniel (193940002), con un caudal medio de 456 l/s. El nivel piezométrico del acuífero viene impuesto por la cota de este manantial (940 m). En condiciones no influenciadas, la dirección y sentido preferenciales de flujo es hacia el norte. El gradiente hidráulico, calculado a partir de la cota de nivel cortada por el sondeo de abastecimiento a Campillo de Arenas (193970032), y de la cota de surgencia de manantial de Arbuniel, es del orden del 0,2 %.
  - Fresnedilla–Pico Madera (DGOH, 1999): El drenaje del acuífero se produce principalmente hacia el norte en la cabecera del arroyo de Carboneros manantiales de Cortijo Tercero y El Nacimiento (1939/6/2), situados a una cota de 1035 m. El sector meridional drena a una cota de 1.020 m, hacia el Río Luchena y Hoya del Salobral, a través de los manantiales de El Engarbo (194020025).
  - Alcalá la Real–Santa Ana (ITGE, 1999; REYES LUCAS, 2000): El nivel piezométrico de la unidad viene impuesto por los principales manantiales de descarga situados en su extremo meridional, como son Fuente del Rey (184040013) y Fuente Gallardo (184040021), situadas a una cota de 920 m. El sector noroccidental del acuífero drena a través del manantial de Fuente Corredera (184040074), situado a una cota de 960 m.
  - La Camuña (ITGE-DPJ, 1997): Las descargas se producen fundamentalmente hacia el norte, a través de los manantiales de El Caño (183970006) y Lavadero Público (183970005), situados a una cota de 760 m, y mediante extracciones del sondeo Puerto del Castillo (183980021) de abastecimiento a Castillo de Locubín, que presenta idéntica cota. Además deben producirse descargas difusas hacia el glacis que recubre sus bordes.

- Charilla (ITGE-DPJ, 1997): Esta subunidad drena fundamentalmente hacia el suroeste, con una piezometría impuesta por el manantial de Charilla (184040018), situado a una cota de 918-925 m.
- Vadillo (ITGE-DPJ, 1997): La piezometría del acuífero viene impuesta por los manantiales de Vadillo (183980012) y Vadillo Alto (183980011), situados a una cota de 680-700 m, en el cauce del río Guadalquivir.
- San Pedro–La Rábida: Una de las características hidrogeológicas de esta subunidad es la inexistencia de surgencias significativas, constituyendo los puntos de agua de interés una serie de pozos de excavación poco profundos existentes en el acuífero de La Rábida y más concretamente en el paraje denominado La Laguna. En este lugar se da la circunstancia que en años de elevada precipitación los pozos son surgentes y se forma una pequeña zona pantanosa. En el acuífero de San Pedro el punto de agua más significativo es el sondeo 183960046 de abastecimiento a La Rábida (Alcalá la Real) y Sabariego (Alcaudete).

Los datos aportados en los balances que se exponen a continuación provienen mayoritariamente de IGME (1986) revisado en ITGE-DPJ (1997), que trata en conjunto todos los acuíferos implicados en la M.A.S.. En líneas generales, los balances reflejan los problemas de una deficiente información, especialmente en lo que respecta al control de surgencias por manantiales o ríos relacionados con los acuíferos, ya que muy pocas de ellas han estado incluidas en las redes de control.

#### **Entradas:**

Infiltración de agua de lluvia sobre afloramientos permeables:

Subunidad Frailes-Boleta .....	0,6 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad Frailes-Montillana .....	5,5 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad Sierra del Trigo-Puerta Arenas .....	5,5 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad Alta Coloma .....	8,0 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad Fresnedilla-Pico Madera.....	1,6 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad Alcalá la Real-Santa Ana.....	1,3 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad La Camuña .....	1,4 hm <sup>3</sup> /año

Subunidad Charilla .....	0,3 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad Vadillo.....	0,7 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad San Pedro-La Rábita .....	2,0 hm <sup>3</sup> /año
<u>Subtotal</u> .....	<u>26,9</u> hm <sup>3</sup> /año
Infiltración diferida desde materiales semipermeables suprayacentes:	
Subunidad Frailes-Boleta .....	2,2 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad Frailes-Montillana .....	0,3 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad Sierra del Trigo-Puerto Arenas .....	0,2 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad de Alta Coloma .....	2,8 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad Fresnedilla-Pico Madera.....	3,4 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad de Charilla .....	0,4 hm <sup>3</sup> /año
<u>Subtotal</u> .....	<u>9,3</u> hm <sup>3</sup> /año
Otras entradas desconocidas.....	5,8 hm <sup>3</sup> /año
<b>TOTAL ENTRADAS</b> .....	<b>42 hm<sup>3</sup>/año</b>

**Salidas:**

Salidas por manantiales:

Subunidad Frailes-Boleta .....	2,8 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad Frailes-Montillana4 .....	,5 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad Sierra del Trigo-Puerto Arenas .....	0,1 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad Alta Coloma .....	15,7 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad Fresnedilla-Pico Madera.....	4,0 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad Alcalá la Real-Santa Ana.....	0,8 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad La Camuña .....	0,7 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad de Charilla .....	0,65 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad Vadillo.....	0,7 hm <sup>3</sup> /año
<u>Subtotal</u> .....	<u>29,9</u> hm <sup>3</sup> /año

Salidas ocultas a cauces y salidas difusas:

Subunidad Frailes-Montillana .....	0,6 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad Sierra del Trigo-Puerto Arenas .....	5,6 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad Fresnedilla-Pico Madera.....	1,0 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad La Camuña .....	0,6 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad de San Pedro-La Rábita .....	0,75 hm <sup>3</sup> /año

---

<u>Subtotal</u> .....	<u>8,55</u> hm <sup>3</sup> /año
Extracciones por bombeo para abastecimiento:	
Subunidad Frailes-Montillana .....	0,7 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad Alta Coloma .....	0,3 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad Alcalá la Real-Santa Ana.....	0,4 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad La Camuña .....	0,1 hm <sup>3</sup> /año
Subunidad San Pedro-La Rábita .....	0,25 hm <sup>3</sup> /año
Otros dispersos .....	0,05 hm <sup>3</sup> /año
<u>Subtotal</u> .....	<u>1,8</u> hm <sup>3</sup> /año
Extracciones por bombeo para regadío .....	1,7 hm <sup>3</sup> /año
<b>TOTAL SALIDAS</b> .....	<b>42</b> hm <sup>3</sup> /año

#### **4.- VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO FRENTE A LA CONTAMINACIÓN**

##### **4.1.- INVENTARIO DE FOCOS CONTAMINANTES**

El municipio de Castillo de Locubín presenta una importante actividad agrícola, ganadera e industrial lo que se traduce en un importante número de focos potenciales de contaminación.

En cuanto a la afección potencial sobre las captaciones de abastecimiento, esta puede llegar a ser significativa en el caso del manantial del Pedregal, muy próximo al casco urbano.

##### **4.2.- VULNERABILIDAD FRENTE A LA CONTAMINACIÓN**

Los afloramientos acuíferos de elevada permeabilidad de ambas unidades presentan un riesgo potencialmente alto de contaminación en relación con las características propias de sus materiales carbonatados, mientras que los materiales semipermeables que recubren el acuífero, presentan un riesgo moderado de contaminación.

## 5. - FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN

Los focos potenciales de contaminación se pueden observar en el mapa adjunto y se presentan en la Fichas de Focos Potenciales de Contaminación.

La actividad industrial del municipio consiste en cuatro almazaras, un establecimiento de compra-venta de aceitunas, una cooperativa de productos hortofrutícolas, una estación de servicio de carburante, dos fábricas de productos cárnicos, siete talleres de reparación de vehículos a motor y siete establecimientos hosteleros.

El alpeorajo de las almazaras se deposita en balsas impermeabilizadas de las que dos están sobre el aluvial del Río San Juan por lo que su afección potencial a las aguas subterráneas se considera elevada. Las demás balsas están sobre materiales de baja permeabilidad por lo que su afección potencial se considera insignificante.

La actividad ganadera en el municipio es importante. Existen 284 granjas con un total de 4.619 cabezas que generan una carga contaminante total de 135,8 tm de N y 6,6 tm de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> al año. La mayoría de la cabaña ganadera la representa la ganadería porcina cuyo aporte es de 18,8 tm del total de N y su afección potencial a las aguas subterráneas se considera insignificante a excepción de una de las granjas situada en el aluvial del Río San Juan, cuya afección potencial se considera elevada. La ganadería ovina, caprina y equina, debido a su carácter disperso, tiene una afección potencial baja.

La superficie total cultivada en el municipio es de 6.363 ha, de las que 163 ha pertenecen a cultivos de regadío y 6.200 ha a secano. Los principales cultivos de regadío son el olivar y las hortalizas, con 81 y 41 ha respectivamente, mientras que el principal cultivo de secano es el olivar con 6.150 ha. La afección potencial debido a estos cultivos por el uso de fertilizantes en exceso sería, en general, insignificante en el caso del olivar que se desarrolla en su mayoría sobre materiales de baja permeabilidad y elevada en el caso de los regadíos situados en el aluvial y proximidades del Río San Juan.



Los residuos sólidos urbanos son tratados fuera del municipio. Además existen dos vertederos de escombros incontrolados cuya afección potencial a las aguas subterráneas se considera baja-insignificante.

Las aguas residuales generadas en el municipio se vierten sin ningún tipo de tratamiento al Río San Juan muy lejos de los puntos de abastecimiento. La afección potencial al acuífero aluvial del mismo se considera elevada.

## 6.- VALORACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y POSIBLES MEJORAS

Del análisis de la situación actual se desprenden los siguientes resultados:

- Las M.A.S. donde se ubican las captaciones de abastecimiento a Castillo de Locubín tienen recursos suficientes para abastecer la demanda urbana del municipio.
- El manantial del Pedregal puede mantener un caudal medio en torno a 1 l/s en épocas de pluviometría normal.
- El manantial de Las Herrezuelas tiene un caudal histórico de entre 0,2 y 0,4 l/s y no parece ser suficiente para el abastecimiento al que está destinado ya que el depósito se llena a veces mediante cubas.
- La instalación de los sondeos del Nacimiento del Río San Juan, con dos bombas de 90 C.V. cada uno, es algo deficiente ya que no tienen tubería piezométrica y uno de ellos no tiene caudalímetro. Además no tienen contadores eléctricos independientes.
- El manantial de Hoyo Piedra puede mantener un caudal próximo a 0,5 l/s en épocas de pluviometría normal.
- El sondeo del Puerto del Castillo está abandonado debido, según informador municipal, a una presunta afección a un manantial utilizado para riego.
- El volumen de depósitos es suficiente para cubrir las necesidades de la población ya que supera 1,5 veces la demanda punta.
- Las aguas residuales se vierten sin depurar al Río San Juan.
- La afección sobre las captaciones de abastecimiento se considera inexistente.

**POSIBLES MEJORAS**

Para obtener mejoras sobre el abastecimiento del agua a la población de Castillo de Locubín se proponen las siguientes actuaciones:

1. Instalar sistemas de medida del caudal en los manantiales de El Pedregal, Las Herrezuelas y Hoyo Piedra y llevar a cabo un control del caudal drenado.
2. Instalar tuberías piezométricas, un caudalímetro y espitas tomamuestras en los sondeos del Nacimiento del Río San Juan y llevar a cabo su seguimiento. Además, sería conveniente instalas contadores de energía eléctrica independientes y posteriormente realizar la encuesta de cuantificación correctamente.
3. Depurar las ARU del municipio (los dos núcleos).
4. Llevar a cabo un estudio en el sondeo del Puerto del Castillo para conocer su estado actual (columna litológica, tramos ranurados, etc.) y determinar claramente la posible afección al manantial utilizado para riego para poder incluirlo en el sistema de abastecimiento para situaciones de emergencia.

## 7.-RESUMEN Y CONCLUSIONES

El municipio de Castillo de Locubín tiene una población residente estable de 5.004 habitantes en enero de 2005 de los que 4.260 corresponden al núcleo de Castillo de Locubín, 471 a Ventas del Carrizal y los 273 restantes a las aldeas de La Alfavila, El Cerrajón, Los Chopos, Marroquín-Encina Hermosa, La Nava, La Salina y diseminados. El incremento estacional se estima en aproximadamente 350 habitantes. El consumo real es de 286.876 m<sup>3</sup>/año, con un consumo base de 700 m<sup>3</sup>/día y punta de 899 m<sup>3</sup>/día.

El abastecimiento a Castillo de Locubín se realiza desde dos sondeos y tres manantiales localizados dentro del propio término municipal. Los sondeos se denominan Nacimiento del Río San Juan I y II (183980026 y 183980027) y los manantiales El Pedregal (183970029), Las Herrezuelas (183970011) y Hoyo Piedra (183930032). Los sondeos captan el agua de la Masa de Agua Subterránea (M.A.S) 05.70 "Gracia-Ventisquero"; los manantiales de El Pedregal y Los Chopos drenan agua de la M.A.S. 05.28 "Montes Orientales. Sector Norte" y Hoyo Piedra se localiza en una zona sin masa subterránea definida. Además, el núcleo dispone de un sondeo denominado El Puerto del Castillo (183980021) actualmente fuera de uso que capta la M.A.S. 05.28 "Montes Orientales. Sector Norte".

El agua procedente de las captaciones de abastecimiento se almacena en nueve depósitos que proporcionan una capacidad total de regulación de 3.610 m<sup>3</sup>. La capacidad óptima calculada para situaciones de demanda punta es de 1.767 m<sup>3</sup>, considerándose por lo tanto suficiente la existente.

La totalidad de las aguas residuales urbanas y de los vertidos industriales se vierten sin ningún tipo de tratamiento al Río San Juan lo que afectaría potencialmente a las aguas subterráneas de su acuífero aluvial en grado elevado.

Las mejoras se dirigen fundamentalmente a la instalación de tuberías piezométricas en los sondeos y sistemas de medición de caudal y al control de los caudales drenados por los manantiales y bombeados desde los sondeos. Asimismo,

se recomienda llevar a cabo un estudio en el sondeo del Puerto del Castillo para conocer su estado actual (columna litológica, tramos ranurados, etc.) y determinar claramente la posible afección al manantial utilizado para riego para poder incluirlo en el sistema de abastecimiento para situaciones de emergencia así como depurar las aguas residuales de los dos núcleos del municipio, Castillo de Locubín y Ventas del Carrizal.

**FICHA RESUMEN MUNICIPAL**

**FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN**

**MAPAS**