

## **CABRA DEL SANTO CRISTO**

## 1.-GENERALIDADES

El municipio de Cabra del Santo Cristo tiene una población residente estable de 2.246 habitantes en enero de 2005 de los que 2.207 corresponden al núcleo de Cabra del Santo Cristo, 23 a la Estación de Cabra, 15 a la Estación de Huesa y 1 a la Estación de Larva. 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 494 m<sup>3</sup>/día. En los meses de verano, julio, agosto y septiembre, sube a una demanda aproximada de 571 m<sup>3</sup>/día. Esto representa una demanda aproximada de 187.000 m<sup>3</sup>/año. El consumo real es de 172.406 m<sup>3</sup>/año, con un consumo base de 403 m<sup>3</sup>/día y punta de 590 m<sup>3</sup>/día.

El abastecimiento se realiza desde un sondeo y un manantial, localizados dentro del propio término municipal. El sondeo, denominado Cerro de los Peones (203930023) y el manantial denominado El Nacimiento (203870002) drenan materiales carbonatados de la Masa de Agua Subterránea (M.A.S.) 05.41 "Guadahortuna-Larva". Además existe un sondeo denominado Las Nogueras (203870035) que capta materiales de la misma M.A.S. que dejó de utilizarse hace seis años debido al contenido salino del agua.

El sondeo 203930023 se localiza en paraje conocido como Cerro de los Peones, en la cara Este de dicho cerro. El nivel dinámico se situaba en torno a 126 m de profundidad en junio de 2006, a cota aproximada de 944 m s.n.m.. Suministra un caudal próximo a los 72 l/s. Este sondeo se comparte con la correspondiente comunidad de regantes.

El manantial del Nacimiento, que se localiza en el casco urbano de Cabra del Santo Cristo, tiene un caudal medio del orden de 14 l/s que es utilizado íntegramente para abastecimiento de la población.

El agua procedente de las captaciones de abastecimiento se almacena en cinco depósitos que proporcionan una capacidad total de regulación de 3.040 m<sup>3</sup>. La

capacidad óptima calculada para situaciones de demanda punta es de 857 m<sup>3</sup>, considerándose 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 1:25.000 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. **"Sondeo Cerro de los Peones" CA23017001 (203810045):** Capta materiales carbonatados de la M.A.S. 05.41 "Guadahortuna-Larva". Tiene una profundidad de 200 m y un diámetro de perforación de 500 y 600 mm. Se sitúa a cota 1.070 m s.n.m.. Está entubado con tubería metálica de 400 mm de diámetro interior.



Su caudal de explotación es de aproximadamente 72 l/s. El nivel dinámico se situaba a 126 m de profundidad el día 28 de junio de 2006, a cota aproximada de 944 m s.n.m.. Está instalado con una electrobomba sumergible de 90 C.V.. La tubería de impulsión es metálica de 250 mm.

El sondeo no dispone de tubo piezométrico para el control de los niveles estático y dinámico ni de caudalímetro para la medida del caudal bombeado. Dispone de contador de energía eléctrica individual y de espita tomamuestras. Además está instalado con dos salidas de la tubería ya que se comparte con la comunidad de regantes.



La Encuesta de Cuantificación de Volúmenes de Bombeo para el año 2005 no se pudo completar al no facilitar el Ayuntamiento los recibos de la compañía eléctrica del periodo de un año. No obstante se ha calculado, para una potencia activa de 170,32 kW y un caudal de 72 l/s, un rendimiento de la instalación del 57 % que se considera óptimo.

**2. " El Nacimiento" CA23017002 (203870002):** Situado al pie Sierra Cruzada y prácticamente en el casco urbano de Cabra del Santo Cristo, a cota 985 m s.n.m. drena los recursos de los materiales carbonatados de la M.A.S. 05.41 "Guadahortuna-Larva".



Tiene un caudal medio del orden de 14 l/s. La captación consiste en una arqueta desde la que el agua pasa a una caseta donde se encuentran los motores que bombean el agua hasta el depósito de San Blas, situado próximo al casco urbano.

El las proximidades se encuentra el antiguo lavadero del pueblo que es abastecido con agua procedente del sondeo Cerro de los Peones.



3. " **Sondeo de Las Nogueras**" **CA23017003 (203870035)**: Capta materiales carbonatados de la M.A.S. 05.41 "Guadahortuna-Larva". Tiene una profundidad y diámetro de perforación desconocidos así como su entubación. Se sitúa a cota 1.070 m s.n.m.. Actualmente está sin instalar y no se usa desde 2000.



El sondeo se perforó por iniciativa del propio ayuntamiento y, según información, local suministraba poco caudal por lo que se comenzó a usar un sondeo próximo (situado a unos cinco metros) propiedad de una comunidad de regantes y nº IGME 203870036. Posteriormente se dejó de usar también este último para abastecimiento debido a

las características químicas del agua (agua salobre).

### DEPÓSITOS

Existen cinco depósitos de regulación en uso:

- **DE23017001**: Denominado de las Cuevas, se sitúa a 1.040 m s.n.m.. Su base es circular y está construido de hormigón prefabricado con 1.600 m<sup>3</sup> de capacidad total. Se abastece desde el depósito y estación de bombeo de San Blas.



- **DE23017002**: Denominado Cerro de los Peones, se sitúa a 1.086 m s.n.m.. Es de planta rectangular y fabricado en hormigón. Su capacidad de almacenamiento es de 300 m<sup>3</sup>. Se abastece desde el sondeo del Cerro de los Peones y el agua es



conducida al depósito y estación de bombeo de San Blas además de al depósito de la Estación de Huesa y a las viviendas de la Estación de Cabra.

Depósito del Cerro de los Peones →



- **DE23017003:** Denominado de San Blas, se sitúa a 980 m s.n.m.. Se trata de un depósito de planta rectangular y fabricado en hormigón con una capacidad de almacenamiento de 1.000 m<sup>3</sup> y de una estación de bombeo que eleva el agua procedente del depósito Pequeño y del manantial del Nacimiento hasta el depósito de Las Cuevas.



- **DE23017004:** Denominado Pequeño, se sitúa a 995 m s.n.m.. Es de planta rectangular y fabricado en hormigón. Su capacidad de almacenamiento es de 100 m<sup>3</sup>. Se abastece desde el depósito del Cerro de los Peones y el agua que rebosa es conducida al depósito y estación de bombeo de San Blas que la eleva al depósito de Las Cuevas.



- **DE23017005:** Denominado de la Estación de Huesa, se sitúa a 865 m s.n.m.. Es de planta rectangular y fabricado en obra.

Su capacidad de almacenamiento es de 40 m<sup>3</sup>. Se abastece desde el depósito del Cerro de los Peones y suministra agua a las viviendas de la Estación de Huesa.



### CONDUCCIONES

El sistema de conducciones de abastecimiento en alta tiene una longitud total de aproximadamente 19 km de tuberías. Sus principales características se incluyen en el cuadro adjunto.

Código	Diámetro (mm)	Tipo	Estado	Long. (m)	Procedencia	Final
CO23017001	-	-	Se desconoce	272	Sond. Cerro Peones	Dep. Cerro Peones
CO23017002	160	PVC	Se desconoce	5.480	Dep. Cerro Peones	Depósito Pequeño
CO23017003	250	Fibro cemento	Se desconoce	232	Nacimiento	Depósito San Blas
CO23017004	-	-	Se desconoce	505	Depósito San Blas	Depósito Las Cuevas
CO23017005	-	-	Se desconoce	12.769	Depósito San Blas	Depósito Estación de Huesa
			<b>Total</b>	18.986		



## 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. El municipio cuenta con aproximadamente 3.110 m<sup>3</sup>/día solamente con el sondeo del Cerro de los Peones (considerando que dispone de la mitad del caudal del sondeo) cuando la demanda punta es de 571 m<sup>3</sup>/día. Además, tiene el manantial del Nacimiento con aproximadamente 1.200 m<sup>3</sup>/día.
2. El Sondeo Cero de los Peones, con un caudal de 72 l/s, tiene una bomba de 90 C.V., con una potencia activa calculada de 170,32 Kw (125 C.V.). Tiene un rendimiento del 57 % considerado óptimo.
3. Las captación del manantial del Nacimiento se considera adecuada.
4. El sondeo de Las Nogueras se encuentra fuera de uso debido al contenido salino del agua (agua salobre).
5. El volumen de los depósitos es de 3.040 m<sup>3</sup>, considerándose suficiente hasta en la época de verano.
6. Las conducciones de impulsión y de gravedad parecen estar en buen estado y ser adecuadas para sus caudales.

### 3. ACUÍFEROS EXPLOTADOS PARA ABASTECIMIENTO

#### 3.1.- GEOLOGÍA

Las captaciones de Cerro de los Peones (203930023), Las Nogueras (203870035) y El Nacimiento (203870012) utilizadas para el abastecimiento a Cabra del Santo Cristo se localizan en materiales incluidos en la M.A.S. 05.41 “Guadahortuna-Larva” que se asignan a la Zona Subbética en el dominio Subbético Medio (IGME, 1988b), si bien otros autores atribuyen esta zona a las denominadas “Unidades Intermedias”.

A grandes rasgos, dentro de la M.A.S. se pueden diferenciar tres sectores o franjas de orientación claramente bética (S-SE), ubicadas en el dominio Subbético medio:

- Un sector norte (Cabra de Santo Cristo–Larva), en el que están presentes afloramientos de materiales mesozoicos y neógenos, que conforman una zona de gran complejidad estructural.
- Un sector sur (Torrecardela–Pedro Martínez), en el que aparecen casi exclusivamente sedimentos paleógenos y aquitanienses conformando un extenso sinclinorio.
- Un sector central (Guadahortuna), situado entre los dos anteriores, que se encuentra ocupado por materiales recientes (Mioceno superior–Cuaternario) que ocultan la historia previa de esta zona.

Estratigráficamente se diferencian dentro de esta M.A.S. diversos materiales que se pueden esquematizar del siguiente modo:

- Triásico: Pertenecen a él los materiales más antiguos, aflorando de forma amplia y discontinua en la mitad septentrional de la misma, alcanzando potencias superiores a los 700 metros. Están representados por una alternancia de limolitas, arcillas versicolores y areniscas rojas y verdosas con esporádicos niveles yesíferos y/o dolomíticos y de forma más dispersa rocas volcánicas (ofitas).

- Jurásico: Está representado por una serie carbonatada que enlaza con los materiales anteriores a través de unos niveles de dolomías carniolares de edad finitriásica. Sobre estos materiales, se desarrolla una potente serie dolomítica de aspecto brechoide que hacia techo cambia paulatinamente a un carácter más calizo, lo que trae consigo un mayor desarrollo de la estratificación (calizas tableadas y calizas con silex). Su potencia total alcanza en algunos puntos los 300 metros y su techo puede datarse como Lías inferior-medio (Pliensbachiense). Como continuación de la serie jurásica y hacia techo, aparece una serie comprimida que comprende calizas nodulosas, calizas oolíticas, calizas con silex, margas, margocalizas y calizas margosas pertenecientes al Lías medio – superior – Dogger y Malm, con más de 200 metros de potencia. Son frecuentes las intercalaciones de rocas volcánicas en esta serie jurásica (ofitas).
- Cretácico: Se distinguen dos tramos, ambos de carácter margoso. El tramo inferior, está formado por una alternancia de margas, margocalizas y localmente areniscas con una potencia regional superior a los 500 metros, si bien en la unidad, tan solo aparecen retazos de escasas decenas de metros de espesor. El tramo superior está representado por una sucesión de margocalizas de tonos rosados y blancos cuya potencia no supera la docena de metros.
- Terciario: Junto con los materiales triásicos, son los que mayor extensión ocupan en la M.A.S.. Se pueden diferenciar una serie de facies distintas que aparecen de forma discontinua y de difícil diferenciación, ya que con gran frecuencia presentan formas resedimentadas, generalmente mesozoicas y eocenas. En concordancia y sin solución de continuidad sobre el Cretácico superior, sigue desarrollándose la misma sucesión de margas blanquecinas con teñidos rojizos que hacia el techo intercalan niveles de calcarenitas que llegan hasta el Oligoceno. Aparecen al norte, oeste y sur de la Sierra de Santerga, en contacto mecánico con el Trías y las rocas carbonatadas del Lías y recubiertas a su vez por materiales postorogénicos. Al sur de la M.A.S. aflora ampliamente en las inmediaciones de Torrecardela, constituyendo una potente serie turbidítica “Formación Cañada”. En los alrededores de Cabra de Santo Cristo y sur de Larva y Solera, las calcarenitas se sitúan concordantemente sobre las margas blanquecinas o sobre materiales más inferiores por medio de una discordancia angular erosiva. Petrográficamente están constituidas por calcarenitas, calizas bioclásticas y episodios de margas, arenas y

conglomerados, con frecuentes cambios de facies tanto lateral como verticalmente. Su potencia puede superar los 100 metros y su edad abarca desde el Oligoceno superior al Burdigaliense inferior.

- Neógeno: Está representado por series miocenas y pliocenas esencialmente detríticas.
  - El Mioceno está constituido por margas más o menos arenosas que incluyen niveles de areniscas y conglomerados, esta serie puede alcanzar potencias próximas a los 400 metros.
  - El Plioceno se encuentra bien representado en el sector central de la M.A.S., en la zona topográficamente deprimida por cuyo eje discurre el Río Guadahortuna. Esta formado por un nivel de colmatación que recubre el relieve previo muy accidentado constituido por conglomerados de tonos rojizos o pardos de cementación irregular, asimilables a los que constituyen la Formación Guadix.
- Cuaternario reciente: Está constituido por toda una gama de sedimentos continentales que comprende desde brechas cementadas de ladera, hasta pequeños conos de deyección y materiales de fondo de valle. La naturaleza de todos ellos es conglomerática con diferente grado de cementación.

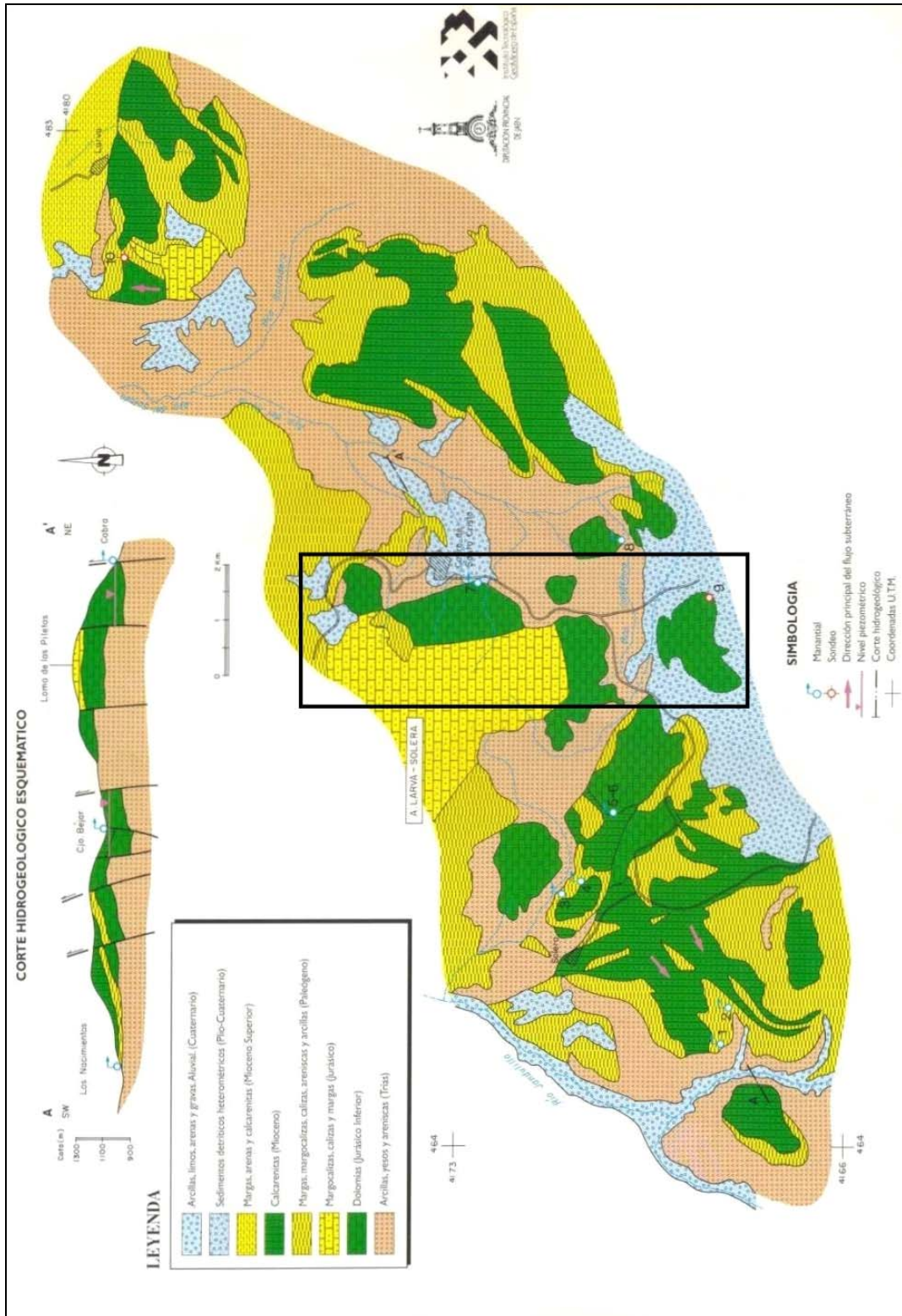


Figura 1: Hidrogeología del área donde se ubican las captaciones de abastecimiento a Cabra del Santo Cristo.

### 3.2.- MARCO HIDROGEOLÓGICO

La complejidad estructural de los materiales que conforman la M.A.S., unido a la variabilidad de los materiales acuíferos presentes en la misma, individualiza una serie afloramientos acuíferos con un funcionamiento hidrogeológico independiente de los demás. Con estas premisas, los acuíferos presentes en la Unidad se pueden agrupar de acuerdo a su composición litológica en:

- **Acuíferos carbonatados jurásicos:**

- Subunidad de Larva – Solera (DIPUTACIÓN DE JAÉN – ITGE, 1997): Se localiza en la transversal definida por los núcleos de población de Larva y Solera. Está constituida por materiales carbonatados jurásicos y calcareníticos miocenos que afloran en las sierras del Buitre, Larva, Cújar, Solera, Sazadilla, Los Chotos y Morrón, constituyendo el acuífero de Larva – Solera de 35 km<sup>2</sup> de extensión aproximada. En esta subunidad se pueden diferenciar tres acuíferos con un funcionamiento independiente:
  - o Acuífero de Cabra de Santo Cristo (ITGE, 1990a): Esta constituido por dolomías de edad Triásico–Lías inferior y medio que afloran en las sierras del Buitre y de los Cangilones, muy próximas a la localidad de Cabra de Santo Cristo. El conjunto se encuentra colgado sobre materiales impermeables de edad triásica, si bien algunos sectores de su borde oriental y septentrional se encuentran fracturados, lo que puede facilitar un cierto grado de enraizamiento. Al norte del Cortijo de los Barrancos, la base impermeable describe una especie de collado, a una cota superior a los 1.200 metros, y desciende tanto al este como al oeste, constituyendo una divisoria hidrogeológica dividiendo los materiales permeables en dos sectores independientes, uno oriental, denominado Cerro de los Buitres y otro occidental denominado La Silleta, con una superficie de 7,3 y 4,1 km<sup>2</sup> respectivamente.
  - o Acuífero de Chotos–Sazadilla–Los Nacimientos (DIPUTACIÓN DE JAÉN–ITGE, 1997): Comprende los relieves carbonatados y depósitos calcareníticos que



afloran en la transversal entre Solera y la Estación de Cabra de Santo Cristo. La extensión de estos afloramientos es de unos 9 km<sup>2</sup> para los materiales dolomíticos y de unos 20 km<sup>2</sup> para las calcarenitas. En general, los materiales acuíferos no presentan una continuidad cartográfica y aparecen individualizados en distintos afloramientos. El macizo dolomítico que aflora al norte de Solera se encuentra completamente rodeado de materiales arcillosos triásicos, por lo que se supone como acuífero aislado. Los afloramientos carbonatados del Cerro de Los Chotos y del Cortijo Hidalgo están separados por materiales pliocuaternarios que sellan la continuidad geológica entre ambos sectores, posiblemente estos mismos materiales también encubran la posible conexión entre los afloramientos del Cortijo Hidalgo y los del Cortijo de Metelo. El sector suroccidental denominado de los Nacimientos, litológicamente está formado por calcarenitas, calizas lacustres y niveles conglomeráticos, en cuya base se sitúan las margas que actúan de impermeabilizante de los niveles carbonatados superiores, produciéndose los drenajes a favor de este contacto. La intensa fracturación de estos materiales origina descargas de pequeños caudales en los contactos permeable – impermeable. El sector nordeste del acuífero (denominado Sazadilla), está constituido por dolomías y carniolas del Trías superior- Lías inferior, a las que se le superponen las calizas oolíticas con sílex del resto del Jurásico. Se distinguen dos sectores, uno al norte limitado por el Arroyo de Cabrera, de unos 2 km<sup>2</sup> de extensión, que actúa como un acuífero colgado cuya base impermeable está constituida por arcillas versicolores del Trías. El resto de acuífero, localizado al sur del anterior, presenta una extensión de unos 4 km<sup>2</sup>, aunque cabe suponer que exista continuidad tanto hacia el sureste como al suroeste bajo los materiales terciarios y cuaternarios.

- Acuífero de Larva (DIPUTACIÓN DE JAÉN – ITGE, 1997): Se sitúa en el sector nororiental de la Unidad y se encuentra completamente desconectado de los acuíferos anteriormente descritos. Está constituido por materiales dolomíticos jurásicos y calcareníticos oligocenos que afloran en la Sierra de Larva. Los materiales dolomíticos presentan potencias del orden de 300 m y ocupan una extensión aproximada de 0,5 km<sup>2</sup>, mientras que las areniscas bioclásticas, afloran en la zona de los Picones y en la ladera oriental del la Sierra de Larva,

con espesores entre 100 y 120 metros, ocupando entre ambos afloramientos una extensión de unos 3,5 km<sup>2</sup>. Este acuífero se encuentra muy compartimentado y en él se pueden diferenciar al menos tres sectores con funcionamiento hidráulico independiente (ITGE, 1996): El Sector Oriental, corresponde a los afloramientos calcareníticos miocenos localizados en la zona oriental de la Sierra de Larva, los cuales ocupan una extensión aproximada de 204 km<sup>2</sup>. El Sector Central, está constituido por conglomerados, areniscas y margas del Mioceno, que afloran en la Sierra de Larva, ocupando una superficie de 88 km<sup>2</sup>. El Sector Occidental, que ocupa la mitad occidental de la Sierra de Larva, está constituido por materiales calizo-dolomíticos jurásicos que ocupan su zona occidental, y por materiales calcareníticos miocenos que ocupan su zona oriental, separadas ambas por una falla de dirección NO-SE.

- Subunidad de Gante–Santerga (IGME, 1983): Al sur de la subunidad anteriormente descrita, cerca del núcleo urbano de Guadahortuna se localiza la subunidad de Gante–Santerga. El acuífero está constituido por afloramientos de calizas y dolomías jurásicas que configuran una estructura anticlinal de dirección este – oeste, extendiéndose desde la Sierra de Santerga al oeste hasta el Cortijo de Gante al este. La potencia media del conjunto carbonatado es de 300 metros, con una superficie de afloramientos permeables de unos 9 km<sup>2</sup>, distribuidos 4,9 km<sup>2</sup> en la Sierra de Santerga y el resto en los relieves que se extienden hacia el este. El sustrato impermeable de la subunidad los constituyen las margas y arcillas del Trías. El borde sur y este de la subunidad está representado por el contacto con los materiales detríticos pliocuaternarios de relleno de la depresión de Guadahortuna. Los bordes norte y oeste están constituidos por margocalizas y arcillas cretácicas, así como por materiales arcillosos triásicos cabalgantes al norte y extruídos a favor de una estructura normal al sur. En la subunidad, existen barreras impermeables debido a la fracturación y a presencia de tramos margosos cretácicos que individualizan diferentes acuíferos definidos por las estructuras anticlinales de Los Gallardos, Santerga, La Serreta–Gante-Cabeza Montosa:

- Acuífero de los Gallardos: Está constituido por un pequeño afloramiento de calizas beiges del Lías medio–superior en el borde occidental de la subunidad. Éstas, presentan unos 100 metros de potencia y una extensión inferior a 1 km<sup>2</sup>.
- Acuífero de Santerga: está constituido por dolomías y calizas del Lías inferior – medio, muy fracturas y bastante karstificadas, que constituyen parte del núcleo de una estructura anticlinal. Afloran en una extensión aproximada de unos 5 km<sup>2</sup>, aunque la potencia del acuífero es muy escasa.
- Acuífero de La Serreta–Gante–Cabeza Montosa: Está constituido por calizas oolíticas del Dogger–Malm, con alto grado de karstificación en superficie. El área de afloramiento de estos materiales es de aproximadamente 4 km<sup>2</sup>, para el primer sector y de unos 2 km<sup>2</sup> para el segundo. La potencia de los materiales acuíferos es normalmente superior a los 200 metros.

• **Acuíferos calcareníticos oligocenos:**

- Subunidad calcarenítica de los Altos de Torrecardela (DIPUTACIÓN DE GRANADA, 1995): Este acuífero está constituido por calcarenitas, areniscas bioclásticas y margas de edad Eoceno medio–Aquitaniense, que afloran en una extensión de unos 60 km<sup>2</sup>. Presenta frecuentes cambios de facies tanto lateral como verticalmente, con potencias que pueden superar los 100 metros. Estos materiales se sitúan concordantemente sobre margas blanquecinas con niveles de areniscas hacia techo, o bien sobre materiales más inferiores (capas rojas), igualmente margosos, por medio de una discordancia angular. En cualquier caso, ambos constituyen la base impermeable de este acuífero. En conjunto constituyen una serie de relieves alomados entre las depresiones de Guadahortuna y Moreda–Huélago. Las calcarenitas suelen presentar un aspecto masivo, constituyendo verdaderos promontorios en el relieve, como es el caso del Cerro Mochila, el Alto de Doña Marina, el pico Torrecilla o el Alto de los Navazuelos entre otros. Cuando presenta intercalaciones margosas da lugar a relieves más suaves. Los afloramientos permeables de esta formación, unos 47 km<sup>2</sup>, constituyen un acuífero de moderada potencialidad, limitado por la presencia de numerosas intercalaciones

margosas y por el juego de fracturación que induce a pensar en una fuerte compartimentación del mismo. En esta se pueden diferenciar dos sectores, uno al norte de Torrecardela, en el que las calcarenitas constituyen una capa superficial poco enraizada que se denomina afloramiento de Mochila y otro al sur de Torrecardela, que constituye un sinforme tumbado, vergente al norte, cuyo flanco inverso, muy verticalizado, aflora bajo el casco urbano de Torrecardela. La divisoria hidrogeológica entre ambos sectores, parece localizarse en el núcleo de esta sinforma, a favor de una fractura de dirección NE-SO.

- **Acuíferos detríticos:**

- Subunidad plio-cuaternaria de la Depresión de Guadahortuna (IGME, 1982): El acuífero está conformado por conglomerados más o menos cementados y lentejones de arenas que constituyen el tramo superior del Plioceno – Cuaternario. Presenta una gran heterogeneidad en su permeabilidad y en conjunto es de baja a media. Se disponen subhorizontalmente sobre un tramo basal, esencialmente limo–arcilloso, que constituye el impermeable de base. La superficie de afloramientos permeables de esta subunidad es de 161 km<sup>2</sup>. Este tramo superior permeable ha sido erosionado en los cauces de ríos y arroyos, dando lugar a una alta compartimentación del acuífero en sectores de escasa entidad, cada uno de los cuales se encuentra drenado por pequeños manantiales. La disposición subhorizontal de los materiales permeables, impide la acumulación de reservas de interés. La potencia media del horizonte acuífero no supera los 6 a 7 metros de espesor, de los cuales los 2 ó 3 metros inferiores suelen estar saturados.
- Subunidad del aluvial del Río Guadahortuna (IGME, 1982): Está constituido por niveles de gravas finas y arenas en una matriz limosa, con una permeabilidad media – baja en su conjunto, debida a porosidad intergranular. Estos materiales permeables reposan sobre los limos de la base Plioceno – Cuaternario, los cuales actúan como impermeables de base. El aluvial del Río Guadahortuna ocupa una superficie de 14 km<sup>2</sup>, con una cuenca de recepción de unos 225 km<sup>2</sup>. La potencia del aluvial varía entre los 15 y 7 metros, aumentando hacia aguas abajo.

### 3.3.- HIDROQUÍMICA DEL SECTOR

Las aguas de la M.A.S. presentan una gran variabilidad en cuanto a su calidad química en función del acuífero del que procedan.

- El acuífero de Larva (ITGE, 1996), presenta una gran variabilidad en la conductividad de sus aguas, con valores comprendidos entre 255  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (213810005) y 5790  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (203840027), lo que parece indicar la existencia de diferentes de sectores acuíferos claramente diferenciados. En el Sector Oriental las aguas presentan una mineralización media baja, con una conductividad de 255  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . En el Sector Central, la elevada salinidad de los dos únicos sondeos que captan el sector (conductividades de 5.790  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el sondeo 203840027 y 4.920  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el sondeo 203840001), hace pensar en la existencia de una elevada influencia de materiales salinos del Trías. Y en el Sector Occidental presenta mineralizaciones intermedias.
- En el acuífero de Chotos–Cortijo Hidalgo, sus aguas son de facies bicarbonatada cálcica y de bajos contenidos en sales, presentando una calidad aceptable para consumo humano, con excepción de los nitratos que superan al máximo admisible exigido en la Reglamentación Técnico-Sanitaria para abastecimiento y control de las aguas potables de consumo público (R.D. 1138/1990 de 14 de septiembre) (IGME, 1981).
- De las aguas del acuífero Gante–Santerga, solo se dispone de un análisis realizado en el manantial de Gante (203930021), se obtiene en él una facies sulfatada – bicarbonatada cálcico–magnésica, con un residuo seco de 660 mg/l. Los contenidos en sulfatos y magnesio pueden ser debidos a contaminación en profundidad por materiales triásicos. Con relación a la calidad para consumo humano, son de calidad tolerable, solo el contenido en magnesio está próximo al límite no tolerable. Las aguas analizadas pertenecen al grupo C<sub>3</sub>-S<sub>1</sub>, por lo que su utilización en regadíos estaría limitada a suelos con buen drenaje (IGME, 1983).

- Las aguas procedentes del acuífero calcarenítico de los Altos de Torrecardela presentan unas concentraciones en nitratos superiores al máximo admisible exigido en la Reglamentación Técnico-Sanitaria para abastecimiento y control de las aguas potables de consumo público (R.D. 1138/1990 de 14 de septiembre) (IGME, 2000 a y b). Se dispone de tres analíticas procedentes de los manantiales utilizados para abastecimiento a Torrecardela y El Gobernador (203960014, 204030015 y 204030055), estas aguas presentan facies bicarbonatada cálcica, con conductividades próximas a 600  $\mu\text{S}/\text{cm}$  o superiores, y una concentración en nitratos superior a 50 mg/l. Además, presentan contenidos ligeramente elevados en cloruros, sulfatos y calcio.
- Las aguas del aluvial del Río Guadahortuna, son de facies bicarbonatada cálcica con salinidad total comprendida entre 50 y 1.000mg/l (IGME, 1982). Desde el punto de vista de su uso para consumo humano son de buena calidad químicamente, si bien en la analítica no se determinó su contenido en nitratos.

Dentro de este estudio se han realizado análisis fisicoquímicos de las aguas procedentes del sondeo del Cerro de los Peones y del manantial del Nacimiento. Ambas presentan una facies bicarbonatada cálcica con conductividades a 20°C de 701  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para el sondeo y de 474  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para manantial. Destacan los 39 mg/l de nitratos de la muestra procedente del sondeo.

En la figura nº 2 se incluye un diagrama de Piper con la representación de las muestras analizadas. Los análisis se incluyen al final de este informe municipal junto con algunos de los parámetros calculados.



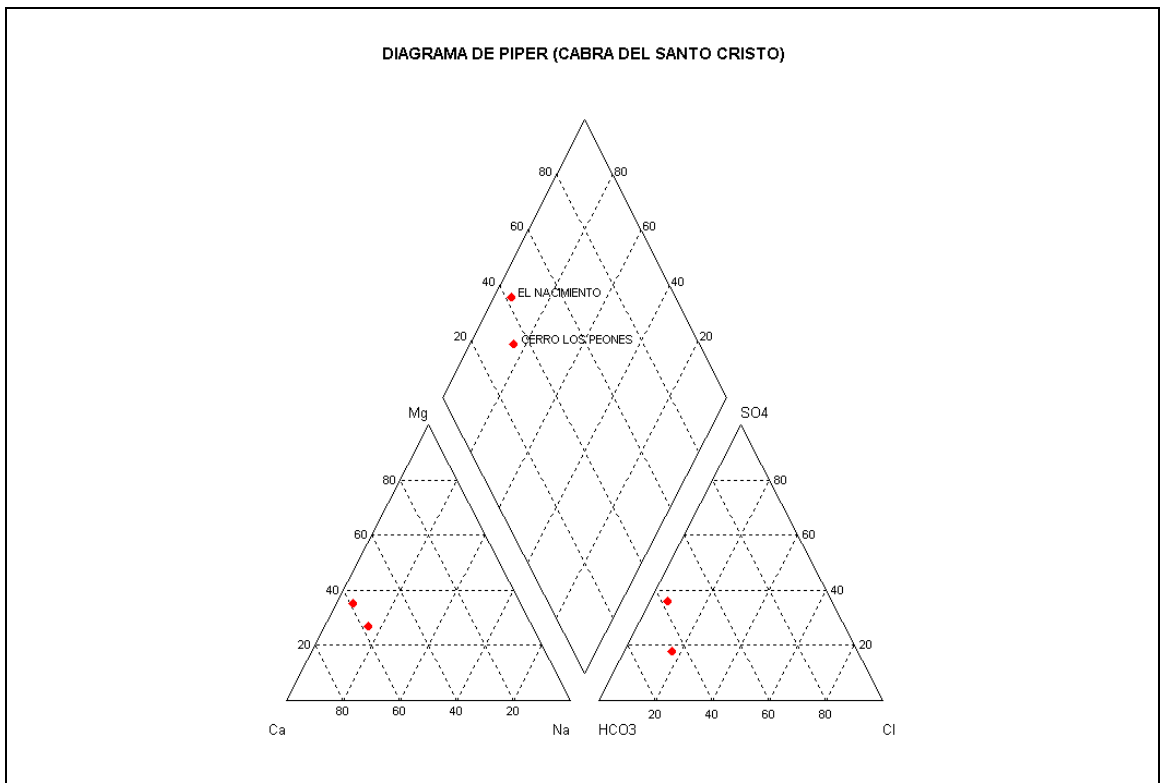


Figura nº 2: Diagrama de Piper de los principales puntos de abastecimiento a Cabra del Santo Cristo.

### 3.4.- LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO

Los principales acuíferos están constituidos por los niveles carbonatados jurásicos principalmente, y menor importancia tienen los tramos calcareníticos paleógenos y Tortoniense, así como los niveles detrítico pliocuaternarios y cuaternarios recientes.

Entre los niveles carbonatados jurásicos destacan las dolomías y calizas del Lías inferior que aparecen como acuíferos colgados, libres o confinados según el sector de que se trate. Deben su elevada permeabilidad a procesos de fracturación y/o karstificación. Las calizas del Dogger y Malm, tienen igualmente un comportamiento acuífero, pero debido a la presencia de niveles margosos, la permeabilidad del conjunto es inferior al tramo inferior liásico.

Los límites impermeables de estos acuíferos los constituyen las margas del Mioceno superior y las arcillas triásicas que a su vez representan el sustrato impermeable regional.

### 3.5.- PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA

Son muy escasos los datos referentes a parámetros hidráulicos de que se disponen. Las transmisividades más bajas se obtienen, como es de esperar, en el acuífero calcarenítico de los Altos de Torrecardela, con valores que oscilan entre  $2,3 \times 10^{-4}$  a  $4,6 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s (ITGE, 1992b).

En IGME (2000 a y b) se indican los siguientes parámetros para este acuífero:

- Transmisividad :  $6 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s
- Coeficiente de almacenamiento: 0,001
- Porosidad eficaz: 0,001
- Gradiente hidráulico: 0,5%

Un ensayo de bombeo realizado en el sondeo de abastecimiento a Alamedilla (203930028), ubicado en el acuífero Serreta–Gante, arroja unos valores de transmisividad del orden a 0,042 m<sup>2</sup>/s.

Los valores de transmisividad para el acuífero carbonatado de Chotos–Cortijo Hidalgo, calculados en el sondeo Cerro de los Peones (ITGE, 1991), son del orden de 0,1 a 0,14 m<sup>2</sup>/s. En el bombeo de ensayo realizado sobre el sondeo 203930023, se calculan valores de transmisividad del orden de 0,115 m<sup>2</sup>/s y un coeficiente de almacenamiento de  $2 \times 10^{-2}$  (ITGE, 1995).

La evolución piezométrica de la unidad hidrogeológica sólo es conocida en algunos de sus sectores:

- Acuífero de Larva:
  - Sector oriental: El nivel piezométrico en este sector se sitúa a una cota de 751 m correspondiente al único punto acuífero existente (sondeo 213810005).
  - Sector central: El nivel piezométrico se encuentra a una cota del orden de 650 m (646 m en el sondeo 203840027 y 654 m en el sondeo 203840001).
  - Sector occidental: Atendiendo a los niveles piezométricos existentes se podrían considerar a su vez dos subsectores separados por una falla de dirección NO-SE, uno occidental jurásico, correspondiente a los materiales jurásicos y paleógenos asociados, con el nivel situado a una cota entre 720 y 725 m y otro oriental calcarenítico, con el nivel situado a una cota de 710 m.
  
- Subunidad aluvial del río Guadahortuna: En la gráfica se muestra la evolución piezométrica en el periodo de 1998 a junio de 2002, de tres puntos de esta subunidad. La evolución muestra una tendencia al descenso de los niveles entre 1,25 y 2,65 metros, siendo más evidente este descenso hacia la zona de cabecera del río.

### 3.6. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO Y BALANCE HIDRÁULICO

El funcionamiento hidrogeológico y balance hidráulico para los acuíferos relacionados con las captaciones de abastecimiento a Cabra del Santo Cristo es el siguiente:

- Subunidad de Larva–Solera:
  - Acuífero de Cabra de Santo Cristo (ITGE, 1990a): el acuífero se encuentra dividido en dos sectores. La alimentación de la formación permeable se realiza exclusivamente a partir de la infiltración directa de las precipitaciones, y sus salidas se realizan por manantiales.

Las precipitaciones medias en la zona son del orden a 550 mm/año, lo que supone unos aportes de 4 hm<sup>3</sup>/año en el sector del Cerro del Buitre y de 2,2 hm<sup>3</sup>/año en el de La Silleta. Aplicando un coeficiente de infiltración del

35%, las entradas de agua en ambos sectores serían de 1,4 y 0,8 hm<sup>3</sup>/año respectivamente.

En el sector del cerro del Buitre, las salidas tienen lugar fundamentalmente a través del Manantial del Nacimiento (203870002), que drena un caudal medio de 20 l/s, a una cota de 960 metros, que se considera el nivel regional.

En el sector de La Silleta no se conocen descargas puntuales de entidad, lo que puede indicar una descarga muy rápida hacia los arroyos que tienen su cabecera en estos carbonatos.

- Acuífero de Chotos–Sazadilla–Los Nacimientos (ITGE, 1990b): La alimentación procede en su totalidad de la infiltración directa de la lluvia, y se calcula que tiene unos recursos renovables de 2,4 hm<sup>3</sup>/año, sí bien, las surgencias visibles representan unos caudales anuales algo inferiores, lo que hace suponer que parte de estos recursos son transferidos de forma oculta hacia los depósitos pliocuaternarios de borde.

El drenaje principal de este acuífero tiene lugar en dos sentidos de flujo principales, hacia el este y hacia el suroeste. En el borde oriental (sector de Chotos–Cortijo Hidalgo), se encuentra el manantial del Molino del Barranco (2038/7/9), que drena un caudal de 11 l/s, a una cota de 940 metros.

En el límite suroccidental, en la zona conocida como Los Nacimientos, se localizan dos manantiales (203920017 y 203920018), que drenan un caudal conjunto de unos 15 l/s, a cotas de 990 y 960 metros respectivamente. La intensa compartimentación estructural de este sector da lugar a pequeñas surgencias en el contacto permeable – impermeable a cotas más elevadas.

En el sector noreste de este acuífero, conocido como La Sazadilla, se distinguen dos subsectores. El primero se localiza al norte, constituyendo un acuífero colgado, cuya alimentación se realiza de manera directa por las precipitaciones, mientras que la descarga debe realizarse de manera difusa a través del contacto subhorizontal permeable–impermeable. En el subsector sur,

la alimentación se produce por infiltración directa del agua de lluvia, mientras que el drenaje visible se realiza a través del manantial del Cortijo de Bejar (203870023 a una cota de 1.060 metros) y el manantial de la Sazadilla (203870005, a una cota de 1.120 metros) entre otros.

El resto de las surgencias aparecen ligadas a depósitos recientes cuaternarios. Se trata de surgencias de escasa entidad, entre las que destaca el manantial de Fuente Rica (203860006, a 850 m).

El balance global aproximado para la subunidad Larva-Solera en su conjunto (acuíferos de Cabra de Santo Cristo, Chotos–Sazadilla–Los Nacimientos y Larva) es el que a continuación se presenta:

Entradas:

Infiltración del agua de lluvia .....	3,00 hm <sup>3</sup> /año
<u>TOTAL</u> .....	<u>3,00 hm<sup>3</sup>/año</u>

Salidas:

Bombeos .....	0,40 hm <sup>3</sup> /año
Descargas naturales.....	1,90 hm <sup>3</sup> /año
Flujo subterráneo a otras formaciones permeables ..	0,70 hm <sup>3</sup> /año
<u>TOTAL</u> .....	<u>3,00 hm<sup>3</sup>/año</u>

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

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

El municipio de Cabra del Santo Cristo presenta una importante actividad agrícola, y en menor medida ganadera e industrial.

En cuanto a la afección potencial sobre las captaciones de abastecimiento, esta puede considerarse elevada en el caso de las balsas de recepción de residuos de las almazaras situadas en las proximidades del casco urbano.

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

En el Mapa de vulnerabilidad de los acuíferos frente a la contaminación en Andalucía, que se recoge en el Atlas Hidrogeológico de Andalucía (ITGE–JUNTA DE ANDALUCÍA, 1998), se representan como “zonas de vulnerabilidad alta” las áreas ocupadas por afloramientos carbonatados jurásicos de la M.A.S. 05.41 “Guadahortuna-Larva” debido a la alta velocidad de circulación de las aguas, a su escasa capacidad de retención de contaminantes y autodepuración limitada. El resto de la superficie de la M.A.S. está representada como “zona de vulnerabilidad baja”.



## 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 es importante y consiste en tres almazaras, dos canteras de áridos, dos carpinterías, tres carpinterías metálicas, una estación de servicio de carburante, dos fábricas de esparto, una planta de hormigón, tres panaderías, cuatro talleres de reparación de automóviles, un comercio e fertilizantes, una industria cárnica y cinco establecimientos hosteleros.

El alpeorujo se vierte en balsas situadas sobre materiales detríticos permeables por lo que la afección potencial a las aguas subterráneas se considera elevada. Los residuos líquidos de las fábricas de esparto se depositan en balsas impermeabilizadas por lo que su afección es inexistente salvo accidente. El resto de las actividades vierten a la red de saneamiento.

La actividad ganadera en el municipio no es excesivamente importante. Existen 31 granjas con un total de 2.374 cabezas que generan una carga contaminante total de 16,1 tm de N y 2,7 tm de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> al año. La mayoría de la cabaña ganadera la representa la ganadería ovina cuyo aporte es de 7,7 tm del total de N. En general, la mayoría de la cabaña ganadera localiza sobre materiales de naturaleza permeable (detríticos) por lo que la afección potencial a las aguas subterráneas se considera elevada aunque al estar lejos de los puntos de abastecimiento, con respecto a estos es insignificante.

La superficie total cultivada en el municipio es de 6.185 ha, de las que 2.196 ha pertenecen a cultivos de regadío y 3.989 ha a secano. El único cultivo de regadío es el olivar mientras que los principales cultivos de secano son el propio olivar con 2.365 ha y el cereal con 1.373 ha. La afección potencial debido a estos cultivos por el uso de fertilizantes en exceso se considera media.

Los residuos sólidos urbanos son tratados fuera del término municipal. Además existe una escombrera incontrolada aunque situada sobre materiales de baja permeabilidad por lo que la afección potencial a las aguas subterráneas se considera insignificante.

Las aguas residuales generadas en el municipio se mezclan con la utilizada para regadía. La afección potencial a las aguas subterráneas se considera de grado medio.

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

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

- Los acuíferos donde se ubican el sondeo de Cerro de los Peones y el manantial del Nacimiento tienen recursos suficientes para abastecer la demanda urbana del municipio.
- El manantial del Nacimiento puede mantener un caudal medio en torno a 14 l/s en épocas de pluviometría normal.
- El sondeo del Cerro de los Peones, con un caudal de 72 l/s, tiene una bomba de 90 C.V., con una potencia activa calculada de 170,32 Kw (125 C.V.). La instalación eléctrica tiene un rendimiento del 57% considerado óptimo.
- El sondeo de Las Nogueras, perforado por iniciativa del Ayuntamiento, está fuera de uso debido al poco caudal que suministraba. Además, el agua del sondeo propiedad de la comunidad de regantes situado a 5 metros que se usó durante un tiempo para abastecimiento, tiene un contenido salino elevado (agua salobre).
- La calidad química del agua para abastecimiento no supera los límites exigidos por la Reglamentación Técnica Sanitaria (R.D. 140/2003) aunque el contenido en nitratos del agua del sondeo del Cerro de los Peones de 39 mg/l está próximo al límite máximo admisible (50 mg/l).
- El volumen de depósitos es suficiente para cubrir las necesidades de la población.
- Las aguas residuales se usan para regadío mezclada con la destinada a ese uso.
- La afección sobre las captaciones de abastecimiento al municipio se considera insignificante.

**POSIBLES MEJORAS**

Para obtener mejoras sobre el abastecimiento del agua a la población de Cabra del Santo Cristo se proponen las siguientes actuaciones:

1. Instalar una tubería piezométrica de diámetro adecuado y dos caudalímetros en el sondeo del Cerro de los Peones y llevar a cabo su seguimiento.
2. Una vez instalada la tubería piezométrica y los caudalímetros, realizar la encuesta de cuantificación correctamente y rediseñar, si procede, la instalación del sondeo.
3. Instalar un sistema de medida de caudal en el manantial del Nacimiento y llevar a cabo su seguimiento.
4. Realizar un estudio en el sondeo de Las Nogueras (testificación y/o ensayo de bombeo) con el objetivo de determinar el origen de la salinidad del agua y su posible eliminación.
5. Llevar a cabo un seguimiento del contenido en nitratos del sondeo del Cerro de los Peones.
6. Depurar las ARU antes de utilizarlas para regadío.

## 7.-RESUMEN Y CONCLUSIONES

El municipio de Cabra del Santo Cristo tiene una población residente estable de 2246 habitantes en enero de 2005 de los que 2.207 corresponden al núcleo de Cabra del Santo Cristo, 23 a la Estación de Cabra, 15 a la Estación de Huesa y 1 a la Estación de Larva. El incremento estacional se estima en aproximadamente 350 habitantes. El consumo real es de 172.406 m<sup>3</sup>/año, con un consumo base de 403 m<sup>3</sup>/día y punta de 590 m<sup>3</sup>/día.

El abastecimiento se realiza desde un sondeo y un manantial, localizados dentro del propio término municipal. El sondeo, denominado Cerro de los Peones (203930023) y el manantial denominado El Nacimiento (203870002) drenan materiales carbonatados de la M.A.S. 05.41 "Guadahortuna-Larva". Además existe un sondeo denominado Las Nogueras (203870035) que capta materiales de la misma M.A.S. que dejó de utilizarse hace seis años debido al contenido salino del agua.

El agua procedente de las captaciones de abastecimiento se almacena en cinco depósitos que proporcionan una capacidad total de regulación de 3.040 m<sup>3</sup>. La capacidad óptima calculada para situaciones de demanda punta es de 857 m<sup>3</sup>, considerándose suficiente la existente.

La calidad química de las aguas captadas para abastecimiento es aceptable aunque el agua del sondeo del Cerro de los Peones presenta un contenido en nitratos de 39 mg/l.

La totalidad de las aguas residuales urbanas y de los vertidos industriales se utilizan para regadío lo que afecta potencialmente a las aguas subterráneas en grado medio.

Las mejoras se dirigen fundamentalmente a la instalación de sistemas de medición de caudal y al control de los caudales drenados por el manantial y bombeados desde el sondeo y a instalar tubería piezométrica en este último. Asimismo, parece recomendable realizar un estudio en el sondeo de Las Nogueras

que podría consistir en una testificación y/o un ensayo de bombeo con el objetivo de determinar el origen de la salinidad del agua y su posible eliminación. Además, se recomienda el seguimiento del contenido en nitratos del agua del sondeo del Cerro de los Peones y la depuración de las aguas residuales urbanas antes de su uso para regadío.

**FICHA RESUMEN MUNICIPAL**

**FICHA DE CUANTIFICACIÓN DE VOLÚMENES DE BOMBEO**



**FICHAS DE ACONDICIONAMIENTO DE MANANTIALES**

**ANÁLISIS QUÍMICOS**

SampleID : 203930023  
 Location : CABRA DE SANTO CRISTO  
 Site : CERRO DE LOS PEONES  
 Sampling Date : 09/03/2006  
 Geology : 05.41 "Guadahortuna-Larva"  
 Watertype : Ca-Mg-HCO3

Sum of Anions (meq/l) : 7.9352  
 Sum of Cations (meq/l) : 7.8979  
 Balance: : -0.24%

Calculated TDS(mg/l) : 590.3

Hardness	: meq/l	°f	°g	mg/l CaCO3
Total hardness	: 6.68	33.40	18.70	334.0
Permanent hardness	: 1.93	9.63	5.39	96.3
Temporary hardness	: 4.75	23.77	13.31	237.7
Alkalinity	: 4.75	23.77	13.31	237.7

(1 °f = 10 mg/l CaCO3/l 1 °g = 10 mg/l CaO)

Major ion composition

	mg/l	mmol/l	meq/l	meq%
Na+	28.0	1.218	1.218	7.693
K +	0.0	0.0	0.0	0.0
Ca++	91.0	2.27	4.541	28.68
Mg++	26.0	1.07	2.139	13.51
Cl-	44.0	1.241	1.241	7.838
SO4--	63.0	0.656	1.312	8.286
HCO3-	290.0	4.753	4.753	30.019

Ratios

	mg/l	mmol/l	Comparison to Seawater	
			mg/l	mmol/l
Ca/Mg	3.5	2.123	0.319	0.194
Ca/SO4	1.444	3.462	0.152	0.364
Na/Cl	0.636	0.981	0.556	0.858

Dissolved Minerals:

	mg/l	mmol/l
Halite (NaCl)	: 71.248	1.2179
Carbonate (CaCo3)	: 54.562	0.5456
Dolomite (CaMg(CO3)2):	196.898	1.07
Anhydrite (CaSO4)	: 89.329	0.656
SiO2 as Quartz	: 7.146	0.119
or Feldspar (NaAlSi3O8):	31.204	0.119

SampleID : 203870002  
 Location : CABRA DE SANTO CRISTO  
 Site : EL NACIMIENTO  
 Sampling Date : 09/03/2006  
 Geology : 05.41 "Guadahortuna-Larva"  
 Watertype : Ca-Mg-HCO3-SO4

Sum of Anions (meq/l) : 5.6035  
 Sum of Cations (meq/l) : 5.8479  
 Balance: : 2.13%

Calculated TDS(mg/l) : 414.7

Hardness	: meq/l	°f	°g	mg/l CaCO3
Total hardness	: 5.5	27.50	15.40	275.0
Permanent hardness	: 2.39	11.93	6.68	119.3
Temporary hardness	: 3.11	15.57	8.72	155.7
Alkalinity	: 3.11	15.57	8.72	155.7

(1 °f = 10 mg/l CaCO3/l 1 °g = 10 mg/l CaO)

Major ion composition

	mg/l	mmol/l	meq/l	meq%
Na+	8.0	0.348	0.348	3.039
K +	0.0	0.0	0.0	0.0
Ca++	69.0	1.722	3.443	30.066
Mg++	25.0	1.028	2.057	17.963
Cl-	12.0	0.338	0.338	2.952
SO4--	94.0	0.979	1.957	17.09
HCO3-	190.0	3.114	3.114	27.193

Ratios

	mg/l	mmol/l	Comparison to Seawater	
			mg/l	mmol/l
Ca/Mg	2.76	1.674	0.319	0.194
Ca/SO4	0.734	1.759	0.152	0.364
Na/Cl	0.667	1.028	0.556	0.858

Dissolved Minerals:

	mg/l	mmol/l
Halite (NaCl)	: 19.801	0.3385
Dolomite (CaMg(CO3)2):	136.779	0.743
Anhydrite (CaSO4)	: 133.285	0.979
SiO2 as Quartz	: 3.611	0.06
or Feldspar (NaAlSi3O8):	15.77	0.06

**FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN**

**MAPAS**