

62965



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

**NOTA TÉCNICA HIDROGEOLÓGICA COMO
APOYO A LA PROTECCIÓN DEL ABASTECIMIENTO A
FUENTE CAMACHO (LOJA, GRANADA)**



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO

2.1. INFRAESTRUCTURAS

3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

3.1. MARCO HIDROGEOLÓGICO

3.2. HIDROQUÍMICA DEL SECTOR

3.3. LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO

3.4. PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA

3.5. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO Y BALANCE HIDRÁULICO

4. VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO FRENTE A LA CONTAMINACIÓN

4.1. INVENTARIO DE LOS FOCOS CONTAMINANTES

4.2. VULNERABILIDAD FRENTE A LA CONTAMINACIÓN

4.3. SISTEMA DE VIGILANCIA

5. DELIMITACIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN

5.1. ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS

5.2. ZONA DE MÁXIMAS RESTRICCIONES

5.3. ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS

5.4. ZONA DE PROTECCIÓN DE LA CANTIDAD

5.5. POLIGONAL ENVOLVENTE

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO 1

Fichas de inventario de los puntos de abastecimiento

ANEXO 2

Puntos de agua situados dentro de la poligonal envolvente que el ITGE tiene inventariados



1. INTRODUCCIÓN

La realización de este informe se enmarca en el Convenio de asistencia técnica suscrito entre la Excm. Diputación de Granada y el Instituto Tecnológico Geominero de España.

El marco legal para la realización de perímetros de protección a captaciones de abastecimiento urbano se basa en el artículo 54.3 de la Ley de Aguas y el procedimiento para su inicio se describe en el artículo 173.3 del R.D.P.H. donde se reseña que su delimitación se efectuará a solicitud de la autoridad medioambiental, municipal o cualquier otra en que recaigan competencias sobre la materia.

En los artículos 173.5 y 173.6 del R.D.P.H. se describen los condicionamientos que podrán imponerse en el perímetro delimitado con el objeto de impedir la afección a la cantidad o a la calidad de las aguas subterráneas captadas, señalando expresamente los tipos de instalaciones o actividades que podrán ser condicionadas.

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO

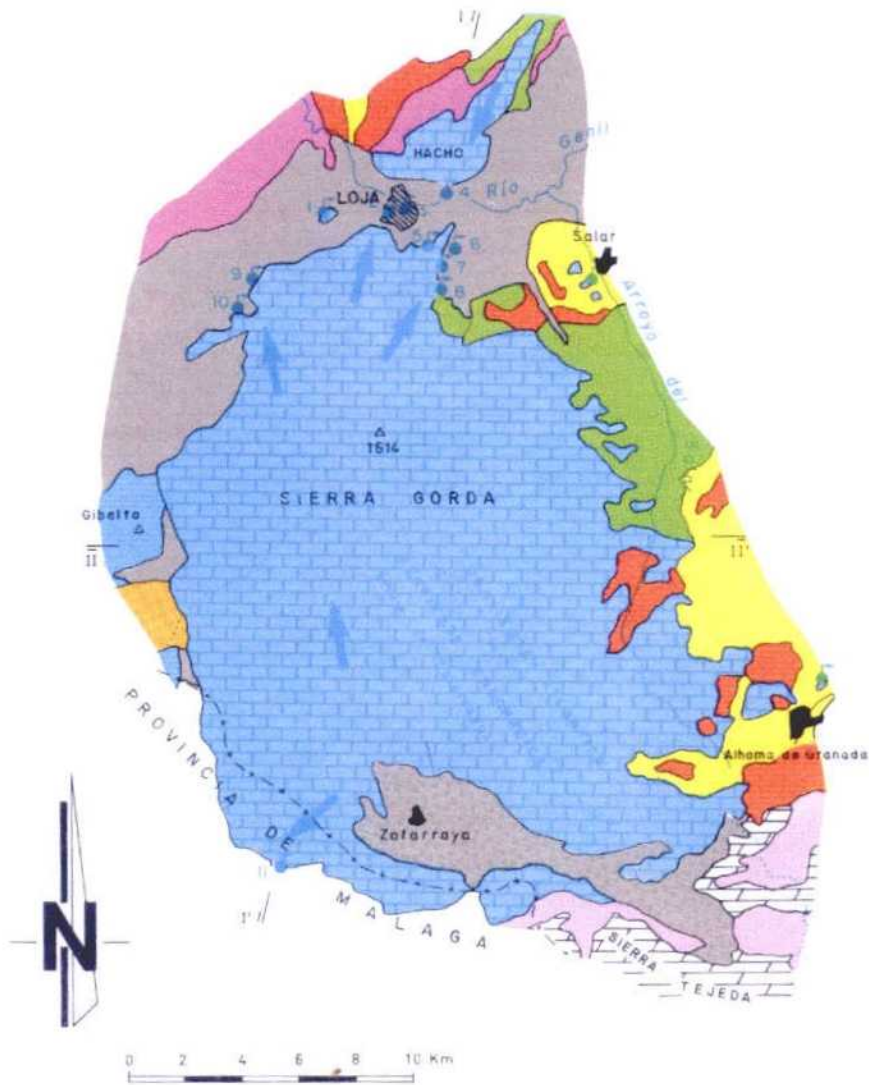
El municipio de Loja tiene una aproximada de 20.000 habitantes. Comprende un núcleo principal Loja con más de 14.000 habitantes, y un total de 20 núcleos menores, algunos de los cuales como San José, con 1.026 habitantes comparten las infraestructuras de abastecimiento con Loja. Los núcleos con captaciones analizados son Loja, Río Frío, Venta del Rayo y Fuente Camacho. En la figura 1 se observa la situación del núcleo de Loja.

La demanda base, calculada en función de una dotación de 280 L/hab/día para la población de Loja y San José, es de unos 4.420 m³/día, lo que representa una demanda anual de 1,6 hm³.

El municipio de Loja se abastece de diversos manantiales asociados a la unidad hidrogeológica 05.40 Sierra Gorda y Sierra Gibalto y la unidad hidrogeológica 05.39 Hacho de Loja.

El núcleo de Loja se abastece de cuatro manantiales asociados a descargas naturales de las unidades de Sierra Gorda y Hacho de Loja, éstos son el manantial de El Terciado (184210001), que aporta al sistema de abastecimiento unos 73 L/s y el manantial de Las Pasadillas (184210008), que aporta unos 57 L/s, ambos asociados a Sierra Gorda, el manantial de La Cadena (184210002) asociado a Sierra Gorda, que aporta 15 L/s, y el manantial de El Frontil (184150003) asociado a la unidad Hacho de Loja, que aporta al sistema 10 L/s. El caudal total aportado al sistema de abastecimiento de Loja es de 155 L/s.

El núcleo de Río Frío se abastece de una captación de aguas en los manantiales de Río Frío, estando asociadas estas surgencias al sector occidental de Sierra Gorda, que cuentan con un caudal medio de 1.034 L/s, del que se toma para abastecimiento a esta población 7 L/s, por lo que no es previsible que puedan producirse problemas de abastecimiento en relación a la cantidad



LEYENDA

LITOLOGIA	EDAD	COMPORTAMIENTO HIDROGEOLOGICO	SIMBOLOGIA
Conglomerados, gravas, arenas y lijos.	CUATERNARIO	ACUIFERO	Manantiales:
Limos y margas.	NEOGENO	ACUICLUDO	1. Pines
Calcarenitas.	NEOGENO	ACUIFERO	2. Ventisquero Cafes
Arcillas, margas y areniscas.	PALEOGENO	ACUICLUDO	3. El Botavillo
Margas y margocalizas.	CRETACICO	ACUICLUDO	4. El Frontal
Calizas y dolomitas. (a) Sierra Gorda-Hacho (b) Gibalta	JURASICO	ACUIFERO	5. Yoda
Arcillas y margas con yesos.	TRIASICO	ACUICLUDO	6. Parrales
Metapelitas.	PALEOZ.-TRIAS	ACUICLUDO/ACUIFERO	7. La Calera
MATERIALES PERTENECIENTES A OTROS ACUIFEROS			8. El Manzanil
Mármoles calizo-dolomíticos alpejarales.	TRIASICO	ACUIFERO	9. La Tascá
			10. Aduero
			11. Guaro
			Dirección aproximada de flujo subterráneo
			Divisoria de cuencas hidrográficas
			Situación de los cortes

Figura 1. Situación de Loja y esquema hidrogeológico del sector.



El núcleo de Venta del Rayo se abastece del manantial de La Tajea, que corresponde a una de las descargas del sector occidental de Sierra Gorda. Esta surgencia cuenta con un caudal que se cifra en 311 L/s de los que solo son captados unos 2 L/s.

Fuente Camacho tiene una demanda cifrada en 150 m³/día. Toma el agua para abastecimiento de una serie de manantiales asociados a la Unidad Sierra de Gibalto, de las que actualmente se captan unos 2,5 L/s para abastecimiento urbano. Contara con un sondeo de abastecimiento que aún no está instalado.

PUNTOS DE ABASTECIMIENTO Y SU RELACIÓN CON LAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS.			
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	PUNTO DE ABASTECIMIENTO	NÚCLEO ABASTECIDO	
Sierra Gorda	Sector oriental	Manantial El Terciado	Loja
		Manantial Las Pasadillas	
		Manantial La Cadena	
	Sector occidental	Manantial Río Frío	Río Frío
		Manantial La Tajea	Venta del Rayo
	Sierra Gibalto	Manantiales El Charcón y Caserío de Campos	Fuente Camacho
Sondeo Fuente-Camacho			
Hacho de Loja	El Frontil	Loja	

El volumen total de regulación en el núcleo de Loja es de 4.900 m³, considerado suficiente siempre que se asegure un caudal de abastecimiento adecuado. Las poblaciones de Venta del Rayo y Fuente Camacho cuentan cada una con un depósito de regulación de 120 y 160 m³ respectivamente. Río Frío cuentan con dos depósitos de 150 y 80 m³.

2.1. INFRAESTRUCTURAS

LOJA

El núcleo de Loja se abastece de varios puntos, todos ellos asociados a descargas naturales de las unidades de Sierra Gorda y Hacho de Loja:

- Manantial de El Terciado (184210001).
- Manantial de Las Pasadillas (184210008).
- Manantial de La Cadena (184210002).
- Manantial de El Frontil (184150003).

A continuación se repasan las características de estos puntos de abastecimiento, así como de las infraestructuras y equipamientos del sistema de abastecimiento a Loja.

También fueron visitados otros puntos que antiguamente servían para abastecimiento a Loja como son los manantiales de La Encarnación (184210009) y la Fuente del Confín (184210007), que han permanecido secos en algunos años secos.



Manantial de El Terciado (184210001) C-1: Este punto corresponde a una de las principales descargas del sector oriental de la unidad hidrogeológica de Sierra Gorda. El caudal medio drenado es de 92 L/s, aunque, el aforo efectuado el mes de septiembre de 1995 en este manantial ofrece un caudal de 109,77 L/s, que correspondería al caudal base para el año hidrológico 1994-1995. Este manantial se incorporó al sistema de abastecimiento cuando las fuentes de La Encarnación y del Confin empezaron a disminuir sensiblemente en su caudal.

Constituye el principal punto de abastecimiento a Loja y el aprovechamiento varía entre 40 y 70 L/s, aproximadamente. El resto de la descarga se utiliza para riego.

Manantial de Las Pasadillas (184210008) C-2: Se trata de una galería, de 0,70 m de ancho y unos 60 m de longitud, que capta recursos procedentes del sector oriental de Sierra Gorda. Se comporta, por tanto, como un punto de drenaje forzado de este acuífero kárstico.

La galería está excavada en calizas del Dogger-Malm. Se ha efectuado un aforo en el mes de septiembre de 1996, obteniéndose un caudal de 57 L/s, si bien, este volumen drenado no es constante, ya que está sometido a las oscilaciones causadas por la climatología y el funcionamiento hidrogeológico del acuífero kárstico de Sierra Gorda. El caudal drenado por la galería es derivado para abastecimiento en el núcleo de Loja, para ello, parte de éste se conduce directamente desde la galería hasta un depósito próximo D-3 mediante un túnel de 700 m de longitud. Otra parte del caudal se deriva mediante una tubería metálica de 200 mm de diámetro, la cual se divide, a su vez, en dos conducciones, una que alimenta a los depósitos de regulación de El Caminillo (próximo a la galería) y otra que transporta el agua hasta una estación de bombeo, la cual, eleva el caudal derivado hasta los depósitos de Los Pinos D-4.

Manantial de El Frontil (184150003) C-3: Corresponde al punto de descarga de la unidad hidrogeológica Hacho de Loja. La cota de surgencia es de 498 m. El caudal medio drenado es de 360 L/s, de los cuales, unos 10 L/s son captados mediante una tubería metálica de 200 mm de diámetro conducidos hasta una estación de bombeo, que eleva el agua hasta el depósito de regulación de El Frontil D-5.

Manantial de La Cadena (184210002) C-4: Se derivan unos 15 L/s del complejo La Presa, que recoge aguas procedentes del drenaje del Manantial de La Cadena, fundamentalmente, con un caudal medio de 192 L/s; así como los sobrantes del manantial de El Manzanil (184210012) y del manantial en "trop-plein" de La Presa (184210011), que se embalsan mediante una presa pequeña.

El manantial en "trop-plein" de La Presa presenta un comportamiento en la descarga totalmente condicionado por la climatología, y sólo en periodos muy húmedos presentan cierto caudal. El manantial de El Manzanil se utiliza, primordialmente, para riegos en el valle del Genil.

El agua para abastecimiento se deriva mediante una tubería de PVC de 315 mm de diámetro hasta una estación de bombeo que la eleva hasta los depósitos de regulación de El Caminillo D-2. En el trayecto existen dos partidores para reducir la presión del agua, la cual se conduce mediante tubería de polietileno de 315 mm de diámetro. En las figuras 2 y 3 se muestra el esquema de la infraestructura de abastecimiento de Fuente Camacho.



RÍO FRÍO

Manantiales de Río Frío (174240001) C-5: Este núcleo dispone de una captación de aguas para abastecimiento en los manantiales de Río Frío. Este conjunto de surgencias constituye la principal descarga del sector occidental de Sierra Gorda. Se trata de una descarga de gran magnitud (caudal medio de 1.034 L/s). La cota de surgencia (517 m) es similar a los puntos de descarga del sector oriental, ya que la independización de ambos sectores de Sierra Gorda no es piezométrica sino estructural, condicionada por las direcciones de drenaje preferencial del macizo kárstico.

El caudal derivado para abastecimiento es de 7 L/s, muy reducido con relación al total drenado por los manantiales de Río Frío, por lo que no es previsible que puedan producirse problemas de abastecimiento con relación a la cantidad.

El caudal captado es conducido hasta un primer depósito de regulación, desde el cual existe una conducción hasta una estación de bombeo, que eleva el agua hasta un depósito de regulación que permite el abastecimiento a la zona alta del núcleo. Gran parte del caudal drenado está comprometido en usos no consuntivos asociados a las piscifactorías de Río Frío, también se utiliza parte del caudal para riego.

VENTA DEL RAYO

Manantial de La Tajea (174240004) C-6: Este núcleo, adscrito al término municipal de Loja, se abastece del manantial de La Tajea, que corresponde a una de las descargas del sector occidental de Sierra Gorda. Presenta una cota de surgencia de 526 m. El caudal de drenaje se cifra en 311 L/s, cuya utilización principal es para riego, ya que sólo son captados unos 2 L/s, mediante tubería de polietileno de 67 mm de diámetro y conducidos hasta una estación de bombeo que eleva el agua hasta el depósito de regulación.

FUENTE CAMACHO

Manantiales Caserío de Campos (174240006) C-7 y El Charcón (174240007) C-8: Fuente Camacho toma el agua para abastecimiento de una serie de manantiales que constituyen la descarga del sector septentrional de la unidad Sierra de Gibalto (El Charcón y La Higuera-Tejilla). Estas surgencias se caracterizan por las fuertes oscilaciones estacionales que presentan, lo que provoca deficiencias en el abastecimiento. Se toman unos 2,5 L/s para abastecimiento a Fuente Camacho, que son conducidos mediante tubería de fibrocemento de 300 mm de diámetro hasta una estación de bombeo que se eleva al depósito de regulación utilizando una tubería de polietileno de 76 mm de diámetro.

Nuevo sondeo de Fuente Camacho (1742-8-0015) C-9: No está instalado pero podría satisfacer la demanda de esta población. Dicho sondeo se sitúa al este de la Sierra Gibalto, al pie de Pico Forcales, siendo la cota de emboquille de 810 m.s.n.m y la profundidad total de 286 m. Se perforó en calizas blancas bioclásticas del Lías estando situado el nivel estático en 91,30 m (718,7 m.s.n.m). El ensayo de bombeo efectuado reveló una transmisividad de 1.763 m²/día. La cota

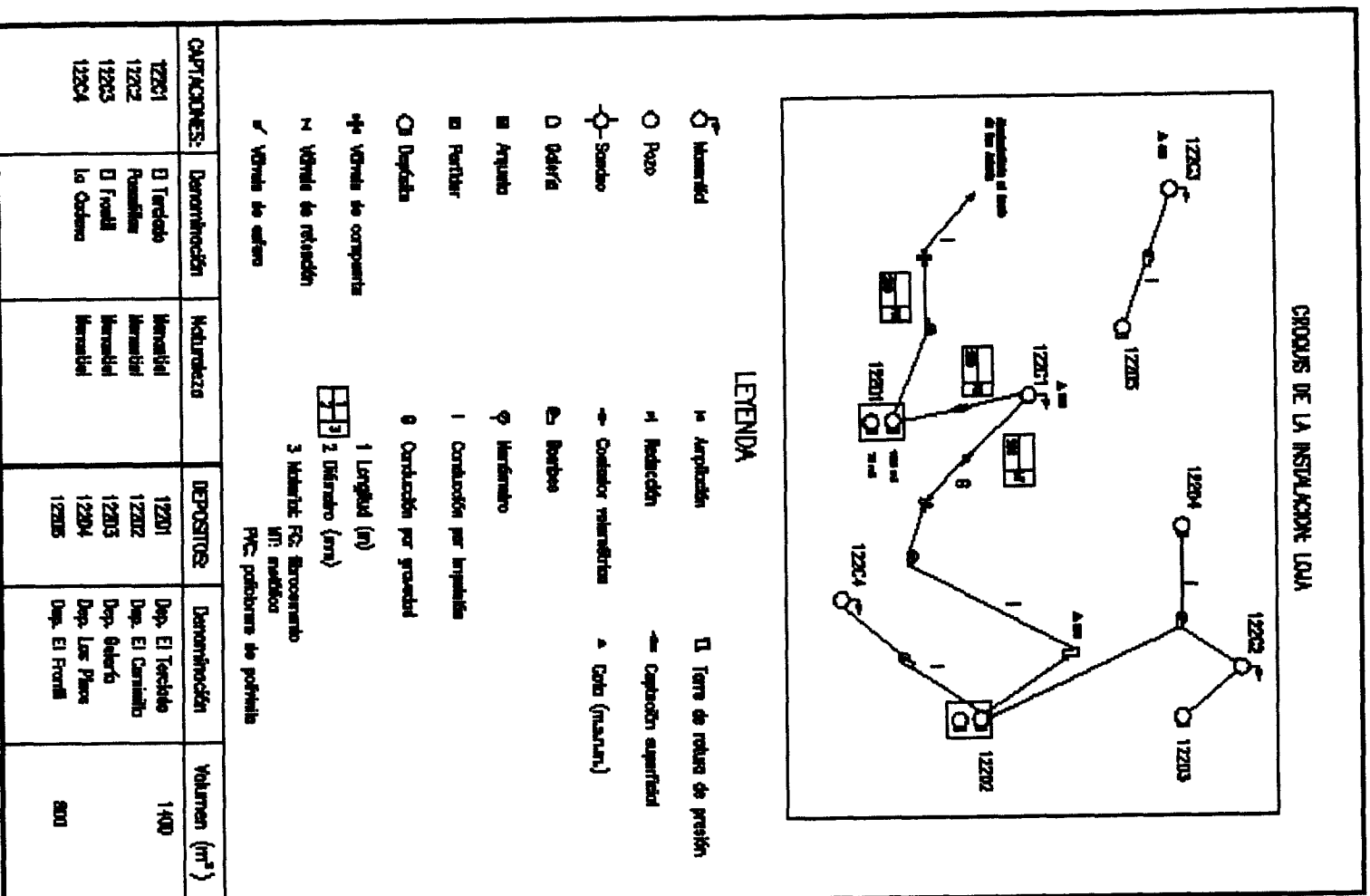


Figura 2. Esquema de las instalaciones.



piezométrica de este sondeo apunta que está hidrogeológicamente relacionado con la galería de El Charcón (713 m.s.n.m).

DEPÓSITOS

- D-1 Depósitos de El Tercio de 1.400 m³: recibe agua de la captación del manantial El Tercio.
- D-2 Depósito de El Caminillos: recibe agua de las captaciones C-2 manantial Las Pasadillas, C-1 manantial El Tercio y C-4 captación de La Cadena.
- D-3: recibe el agua de C-2 manantial Las Pasadillas.
- D-4 Depósito de Los Pinillos: recibe el agua de la captación C-2 manantial Las Pasadillas.
- D-5 Depósito El Frontil: recibe el agua de la captación C-3 manantial El Frontil.
- D-6 Depósito de Río Frío, de 150 m³ de capacidad.
- D-7 Depósito de Río Frío, de 80 m³ de capacidad.
- D-8 Depósito de Venta del Rayo, de 120 m³ de capacidad.
- D-9 Depósito de Fuente Camacho, de 160 m³ de capacidad.

El agua procedente de las captaciones de abastecimiento de la población de Loja se almacena en un complejo sistema formado por cinco depósitos de regulación escalonados y bombeos, que proporcionan un volumen de regulación total 4.900 m³, lo que supone 0,332 m³/hab, es decir, el 36% de la dotación diaria, que se puede considerar suficiente, siempre que se asegure un caudal de abastecimiento adecuado.

3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

Sierra Gorda se localiza en el área de contacto entre las Zonas Externas e Internas de las Béticas, presentando características de transición entre el Subbético medio y el interno, si bien ciertos autores la sitúan en el dominio Subbético interno septentrional.

SÍNTESIS ESTRATIGRÁFICA

La serie estratigráfica de Sierra Gorda está compuesta por los siguientes materiales, desde más antiguos a más modernos.

- Trias arcilloso. Debe constituir la base de la serie de Sierra Gorda.
- Dolomías. Alcanzan potencias de hasta 200 m y se atribuyen al Lías inferior. Son dolomías grises brechificadas con algunas intercalaciones de 0,5-1 m de espesor de margas amarillentas. Probablemente la dolomitización es secundaria.
- Calizas blancas oolíticas y pisolíticas. Son unas micritas blancas con abundantes foraminíferos bentónicos, lamelibranquios de concha gruesa, gasterópodos y algas laminadas dasycladáceas. Ocasionalmente se observan secuencias de somerización de 2 a 3 m de potencia, constituidas hacia la base por calizas masivas con oncolitos y fauna bentónica, siguen micritas con texturas fenestrales y culminan con niveles decimétricos de pisolitos. En el techo de la Formación se observa una lumaquela de braquiópodos y pasadas de calizas detríticas compuestas casi



exclusivamente por crinoides. La edad del conjunto infrayacente se puede establecer como Lías medio-superior y la potencia mínima observada es en torno a los 800 m.

- Calizas blancas con diques neptúnicos. Estas calizas son las mismas que las anteriores sólo que se observan diques neptúnicos de hasta 100 m de penetración. Los diques están sellados por calizas de filamentos del Dogger, que en parte son quien los rellenan.

- Calizas nodulosas. Son ligeramente discordantes con el Lías inferior y medio, con una potencia de 20 m y una edad que abarca desde el Bathoniense hasta el Tithónico-Berriasiense. Se pueden observar calizas nodulosas, brechoides bien estratificadas, a las que se asocian unas biomicritas condensadas pelágicas, siendo todo el conjunto muy fosilífero. También se observan superficies de interrupción sedimentaria donde aparecen estromatolitos pelágicos y mineralización de hierro y manganeso. El Tithónico superior y el Berriasiense están compuestos por calizas nodulosas de matriz margosa de textura fluidal y brechas infraformacionales.

- Calizas micríticas crema. Forman bancos gruesos hacia la base y mejor estratificados hacia techo, con abundantes nódulos de sílex. Llegan a incorporar cantos centimétricos a decimétricos de caliza blanca liásica. La potencia varía para el conjunto entre 30 y 50 m y se les asigna una edad Dogger.

- Calizas nodulosas con margas, sílex y niveles turbidíticos. Se observan sobre las calizas de filamentos del Dogger y constituyen unas brechas sinsedimentarias desorganizadas. Lateralmente y en la vertical dan paso a unas calizas nodulosas con una potencia de 5-10 m. En el Tithónico superior-Berriasiense se observa una serie de calizas nodulosas rojas y margas y margocalizas rojas con numerosas intercalaciones de turbiditas calcáreas finas, con nódulos de sílex. En total no superan los 20 m de potencia.

A partir de aquí empieza la serie cretácica margosa sin interés hidrogeológico, y que no forma, por tanto, parte de la unidad hidrogeológica. Constituye en general el límite impermeable en muchos puntos de la unidad.

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Sierra Gorda presenta, a grandes rasgos, forma de domo elongado según la dirección N-S, que es el resultado de la superposición de dos fases tectónicas que originan pliegues de dirección N150°E y N30°-50°E.

La primera fase la constituyen pliegues anticlinales asimétricos vergentes al SO, cuyos flancos normales son de orden kilométrico y los invertidos son mucho menores y de tamaño hectométrico. La segunda etapa de deformación que afecta a Sierra Gorda, confiere pliegues abiertos de dirección N30°-50°E, bien representados en su extremo septentrional, donde la buena estratificación de las calizas con sílex los hace patentes. En el sector central y meridional la estratificación en general queda desdibujada bajo los procesos de karstificación.

Las relaciones del Subbético interno con los demás dominios colindantes (Subbético medio al Norte y Zona Circumbética al Sur), no son visibles en este sector.



3.1. MARCO HIDROGEOLÓGICO

La unidad hidrogeológica Sierra Gorda se compone, principalmente, de tres subunidades: Sierra Gorda, Sierra de Gibalto y el detrítico del polje de Zafarraya. En la figura 1 se muestra un esquema hidrogeológico del sector.

Además, se han definido una serie de sectores dentro de la unidad en base a la disposición estructural, geológica y piezométrica existente, de manera que existirían una serie de zonas con comportamientos hidrogeológicos distintos y con un cierto grado de independencia.

La subunidad de Sierra Gorda constituye un buen ejemplo de morfología kárstica, caracterizada por el gran espesor de calizas y la forma de domo extremadamente fracturado que ha permitido que los procesos kársticos se desarrollen con mayor facilidad según las fracturas y de manera general en la charnela anticlinal. Presenta una extensión superficial de 305 km² y una potencia máxima presumiblemente superior a 1.000 m. Está rodeada en gran parte por formaciones impermeables sobre las que descansa por razones tectónicas o estructurales según el caso.

La unidad Hacho está constituida por calizas y dolomías jurásicas de unos 600 m de potencia y 9 km² de afloramientos permeables. El acuífero tiene carácter libre aunque se desconoce la geometría de su borde meridional y funcionamiento hidráulico.

3.2. HIDROQUÍMICA DEL SECTOR

La composición hidroquímica predominante en Sierra Gorda es la bicarbonatada cálcica, correspondiendo a los manantiales de mayor cota menores contenidos salinos.

3.3. LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO

El sistema hidrogeológico se compone, principalmente, de tres subunidades: Sierra Gorda, Sierra de Gibalto y detrítico del polje de Zafarraya.

Además, se han definido una serie de sectores dentro de la unidad en base a la disposición estructural, geológica y piezométrica existente, de manera que existirían una serie de zonas con comportamientos hidrogeológicos distintos y con un cierto grado de independencia. Los sectores que se describen a continuación son los más directamente relacionados con los puntos de abastecimiento de Loja:

- Sector occidental de Sierra Gorda. Se extienden con forma aproximadamente rectangular entre las poblaciones de Riofrío, al Norte, y el límite con la Sierra de Alhama, al Sur. La separación con el sector oriental, es un importante accidente tectónico de dirección cercana a N-S, a lo largo del cual afloran materiales margosos del Cretácico. La dirección de flujo es N-S, siendo el punto de surgencia principal el sector de Ríofrío con cotas del orden de 580-600 m s.n.m.



- Sector oriental de Sierra Gorda. Se encuentran los manantiales que abastecen a Loja. Se extiende aproximadamente de Norte a Sur, con forma alargada entre la población de Loja y el Llano de Zafarraya. El límite Oeste es la estructura ya descrita de Río Frío-El Almendral y el límite meridional lo constituye el importante accidente tectónico de El Almendral-Cjo. de la Lata que lo separa del sector Torrecilla-Los Revuelos. El sentido de flujo es N-S y los puntos de descarga son los manantiales de Loja y el Salar con cotas entre 445 y 560 m s.n.m.

La subunidad de Sierra Gorda constituye un buen ejemplo de morfología kárstica, caracterizada por el gran espesor de calizas y la forma de domo extremadamente fracturado que ha permitido que los procesos kársticos se desarrollen con mayor facilidad según las fracturas y de manera general en la charnela anticlinal.

La unidad acuífera, presenta una extensión superficial de 305 km² y una potencia máxima presumiblemente superior a 1.000 m. Está rodeada en gran parte por formaciones impermeables sobre las que descansa por razones tectónicas o estructurales según el caso.

3.4. PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA

En las zonas superficiales del acuífero kárstico de la unidad Sierra Gorda (zona de fluctuación piezométrica) se han estimado valores de transmisividad entre 1.500 (valores medios) y 14.000 m²/día, y coeficientes de almacenamiento con valores entorno al 1,5%. En áreas más profundas del acuífero (zona de saturación completa) podría admitirse una transmisividad de 100 m²/día y un coeficiente de almacenamiento de 10⁻⁴.

En la unidad de Sierra Gorda la piezometría presenta las siguientes características:

- Sector occidental de Sierra Gorda. Las cotas piezométricas en este sector vienen definidas por los puntos de descarga existentes al norte del mismo, que son, fundamentalmente, el manantial de Río Frío y La Tajea, situados a cotas de 580 y 600 metros respectivamente. Al Sur del sector, los niveles piezométricos están definidos por dos sondeos realizados por el SGOP. La realización de un control de los niveles durante los meses de abril y diciembre de 1989, con periodicidad quincenal, mostró que la piezometría en esta zona se situó entre 780 y 730 msnm, con fuertes oscilaciones que llegaron a ser de hasta 80 metros de una medida a la siguiente.

- Sector oriental de Sierra Gorda. Los niveles piezométricos en la zona norte de este sector están definidos por las cotas de surgencia de los manantiales de Loja y el Salar, situados entre los 445 y 560 msnm. En la zona Sur del sector, se controlaron los niveles en un sondeo de SGOP situado en el núcleo de El Almendral (nº SGOP 1843-7) y en cuatro sondeos en el Llano de Dona (nº SGOP 1842-4/5/6/72) y en el de Dedir. Las cotas medidas en estos puntos ponen de manifiesto gradientes hidráulicos de 3% con flujos hacia el Norte.

Todos los datos piezométricos confirman la existencia de como mínimo tres sectores en la unidad cuyo funcionamiento hidráulico es más o menos independiente.



3.5. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO Y BALANCE HIDRÁULICO

Las entradas de la unidad se producen fundamentalmente por infiltración directa del agua de lluvia y de la escorrentía de algunos cauces superficiales (Arroyo de la Madre), y en menor medida por retornos de riego. Las principales salidas se producen a través de manantiales, por bombeos (principalmente en el sector Torrecilla-Los Revuelos) y mediante salidas subterráneas ocultas hacia cauces y otras formaciones acuíferas adyacentes.

A continuación se indica el funcionamiento específico y piezometría de las distintas subunidades que la integran:

Subunidad de Gibalto. La alimentación de la unidad se produce exclusivamente por infiltración del agua de lluvia y su descarga se realiza a través de los manantiales de Fuente Lana en la Cuenca Sur y El Cortijo. El nivel piezométrico viene impuesto por la cota de estos manantiales (790 y 800 m, respectivamente).

Subunidad de Sierra Gorda. Su alimentación procede de la infiltración de las precipitaciones sobre sus afloramientos permeables y por infiltración de la escorrentía superficial del Arroyo de la Madre. El funcionamiento hidráulico varía en función de los diferentes sectores acuíferos:

- Sierra Gorda Occidental. La recarga procede de la infiltración del agua de lluvia y de la infiltración de la escorrentía superficial del Arroyo de la Madre en los sumideros del área noroccidental del Polje de Zafarraya. Podría existir una cierta alimentación subterránea procedente de Sierra Alhama. La dirección de flujo es N-S y las descargas se producen fundamentalmente en el sector de Río Frío, a través de los manantiales de Río Frío (174240001), y La Tajea (174240004) con caudales medios de 1066, y 311 L/s, respectivamente; y en el sector de Loja los manantiales de Plines (184150007), Genasal (1841530008) y Fuente de los 25 Caños (184150035) con caudales medios de 392, 319 y 15 L/s, respectivamente.

- Sector de Sierra Gorda Oriental. La recarga procede de la infiltración del agua de lluvia y de aportes subterráneos procedentes del sector Torrecilla-Los Revuelos. La descarga natural de la unidad se produce a través de diversos manantiales, siendo los principales: La Cadena (184210002), El Borbollote (184150036), Manzanil (184210012), manantial-galería de Las Pasadillas (184210008), Porrinas (184210010), Yola-Terciado (184210001), El Membrillo (184220005) y El Bañuelo (184220004), cuyos caudales medios son de 171, 148, 147, 128, 98, 71, 44 y 37 L/s, respectivamente.

Además hay que considerar los bombeos existentes en los poljes de Pilas del Dedil y Llanos de Dona.

- Sector Torrecilla-Los Revuelos. La alimentación de este sector procede de la infiltración del agua de lluvia y por la infiltración del Arroyo de la Madre entre La Alcaicería y Pilas de Algaida. Se encuentra intensamente explotado por numerosos sondeos, sobre todo en el Llano de Perea, donde tienen profundidades entre 150 y 250 m y presentan caudales medios de extracción de 25 L/s.



- Detrítico de Zafarraya. La alimentación del acuífero proviene de la infiltración del agua de lluvia y de las aguas del Arroyo de la Madre, y por retornos de riego. Las descargas se producen por extracciones de los más de 400 pozos existentes, muchos de ellos con drenes y por descargas subterráneas hacia el sector de Sierra Alhama.

El acuífero tiene el nivel piezométrico muy próximo a la superficie y presenta fluctuaciones de escasa magnitud influidas por la pluviometría, la recarga del Arroyo de la Madre y los retornos de regadíos. La morfología piezométrica varía poco de unas épocas a otras, señalándose un flujo general hacia el ONO y un gradiente medio del 3,3 %.

Los niveles acuíferos intermedios entre el carbonatado y el aluvial, que están constituidos por los tramos detríticos groseros del Mioceno, tienen un comportamiento muy desigual dependiendo de que se hallen o no en contacto con el acuífero kárstico. Generalmente presentan oscilaciones de nivel de pequeña magnitud y sólo cuando se hallan comunicadas con este acuífero presentan variaciones más aparentes y relacionadas con la pluviometría.

Las entradas totales en la unidad de Sierra Gorda ascienden a 135 hm³/a; las salidas son similares a las entradas, de las cuales 111 corresponden a manantiales, 13 (casi 12 para regadío) a bombeos y 11 a descargas ocultas.

4. VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO FRENTE A LA CONTAMINACIÓN

4.1. INVENTARIO DE FOCOS CONTAMINANTES

Unidad de Sierra Gorda

En general y para toda la Unidad, los principales focos de contaminación urbanos son las aguas residuales, los residuos sólidos urbanos y los agrícolas que están constituidos por abonos y residuos ganaderos.

Aunque la calidad del agua de la unidad es buena para todos los usos, no debe descuidarse su control, por el peligro de contaminación que presentan los núcleos urbanos situados sobre ella.

El polje de Zafarraya es, sin duda, el área más vulnerable a la contaminación, debido a los vertidos urbanos de los núcleos de Zafarraya, Ventas de Zafarraya y el Almendral, y a las actividades agrícolas que sobre el mismo se desarrollan.

Las principales fuentes de contaminación y su importancia, en el acuífero de Sierra Gorda, se exponen a continuación:

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| - Aguas residuales urbanas | 1,70 hm ³ /a |
| - Residuos sólidos urbanos | 5.500 Tm/a |
| - Superficie de Regadío | 2.462 ha |
| - Carga contaminante | 1.693 Tm/año DBO5 |

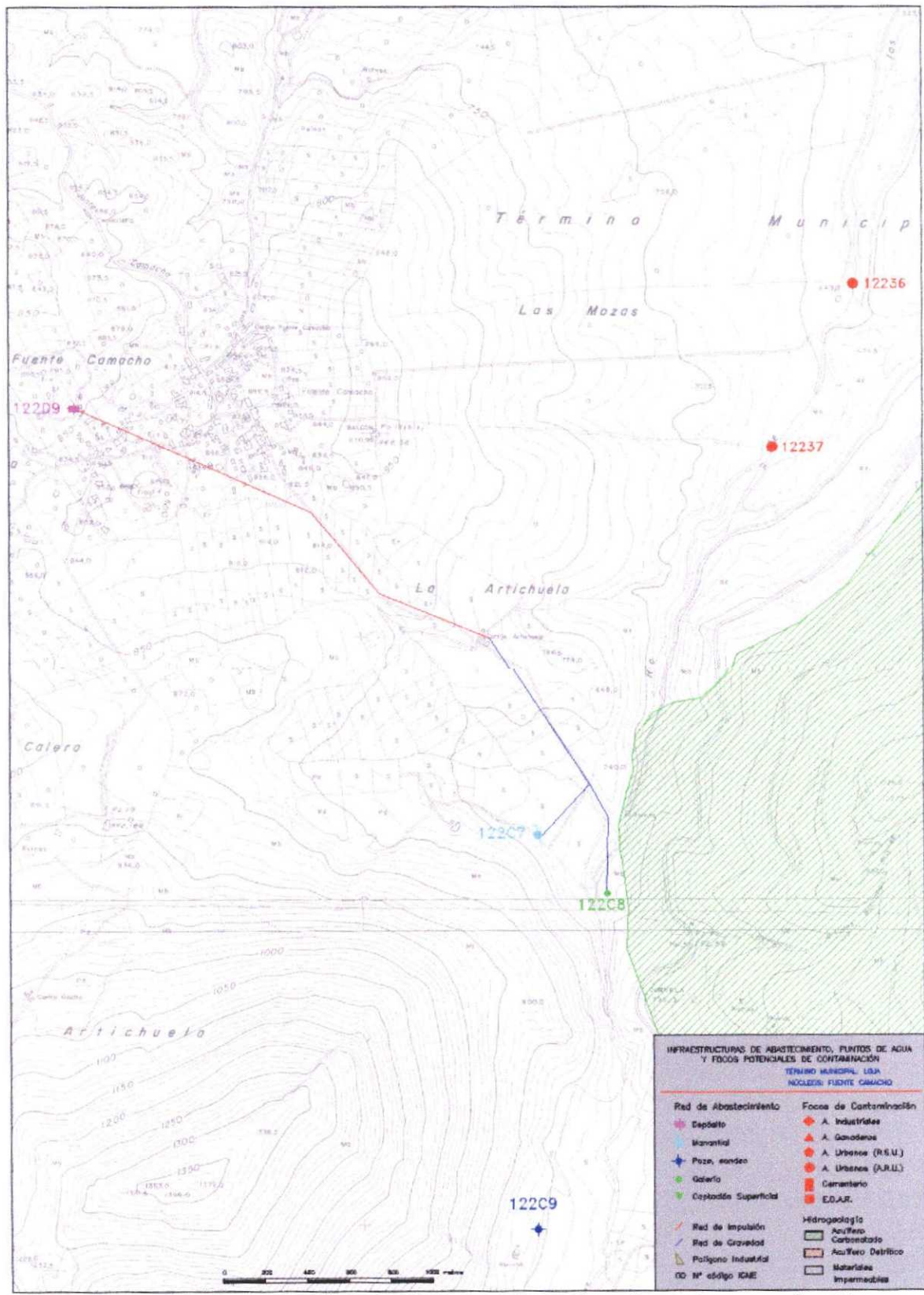


Figura 3. Infraestructura de abastecimiento de Fuente Camacho y focos de contaminación.



4.2. VULNERABILIDAD FRENTE A LA CONTAMINACIÓN

Unidad de Sierra Gorda

La Unidad presenta una gran vulnerabilidad frente a la contaminación debido a su alto grado de karstificación y fracturación.

4.3. SISTEMA DE VIGILANCIA

Dado que la circulación del agua en materiales kársticos es compleja, no es fácil diseñar un sistema de vigilancia, pero lo que si es factible es realizar análisis completos al menos dos veces al año, poniendo especial énfasis en constituyentes mayoritarios, microbiológico, metales pesados, especies nitrogenadas, fungicidas, pesticidas y herbicidas.

Además por parte del Ayuntamiento se debería realizar un seguimiento y control de todas aquellas actividades potencialmente contaminantes realizadas en el perímetro erradicando en la medida de lo posible aquellas circunstancias que pueden favorecer accidentes o vertidos incontrolados en el mismo.

5. DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE PROTECCIÓN

Para la delimitación del perímetro de protección se ha utilizado el criterio del tiempo de tránsito según el método de Wyssling, en el que se distinguen tres áreas de restricciones de uso crecientes con la proximidad a la captación, denominadas:

- Zona I o de restricciones absolutas (tiempo de tránsito 1 día)
- Zona II o de restricciones máximas (tiempo de tránsito 60 días)
- Zona III o de restricciones moderadas (tiempo de tránsito de 10 años)

La resolución del método precisa conocer las siguientes variables:

i = gradiente hidráulico
 Q = caudal de bombeo (m^3/s)
 k = permeabilidad horizontal (m/s)
 m_e = porosidad eficaz
 b = espesor del acuífero (m)

A partir de estos datos se calcula el radio de influencia o de la llamada zona (X_0), la anchura del frente de llamada (B), el ancho de llamada a la altura de la captación (B') y la velocidad efectiva (V_e) según las expresiones siguientes:

$$X_0 = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot b \cdot i \cdot k}; \quad B = \frac{Q}{k \cdot b \cdot i}; \quad B' = \frac{B}{2}; \quad V_e = \frac{k \cdot i}{m_e}$$

La distancia desde la captación a un punto con un tiempo de tránsito t (en días) viene dada por la expresión:



$$S = \frac{\pm l + \sqrt{l \cdot (l + 8 \cdot X_0)}}{2}$$

Donde l es el producto de la velocidad efectiva por el tiempo de tránsito. El signo positivo inicial se utiliza para calcular la distancia aguas arriba de la captación y el signo negativo para calcular la distancia aguas abajo de la captación.

Para el cálculo de las distintas zonas de protección de la captación para abastecimiento a Fuente Camacho, se consideran como datos de partida:

Loja	
Espesor del acuífero (m)	100
Porosidad eficaz	0,02
Permeabilidad horizontal (m/día)	10
Permeabilidad horizontal (m/s)	$1,15 \cdot 10^{-4}$
Caudal de bombeo (l/s)	2,5 l/s (174240006) 2,5 l/s (174240007) 25 l/s (174280015)
Gradiente hidráulico	0,03

Según la metodología propuesta se realiza una zonación dentro del perímetro de protección de la captación objeto de estudio en tres zonas con restricciones de uso tanto mayores cuanto más próximas a las captaciones.

5.1. ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS

Se considera como el círculo cuyo centro es el sondeo a proteger y cuyo radio (r_1) es la distancia que tendría que recorrer una partícula para alcanzar la captación en un día.

Esta zona tendrá forma circular u oval, dependiendo de las condiciones hidrodinámicas, sin embargo, se puede representar como un círculo por simplicidad, cumpliendo igualmente el objetivo que se persigue, proteger la boca del sondeo y sus proximidades.

Así, teniendo en cuenta las características de todas las captaciones se delimitará esta zona mediante una superficie circular 10 m de radio centrada en la captación. En ella se evitarán todas las actividades, excepto las relacionadas con el mantenimiento y explotación de la captación, para lo que se recomienda la construcción de caseta que proteja el sondeo, que se valle la zona definida y se instale un drenaje perimetral.

5.2. ZONA DE MÁXIMAS RESTRICCIONES



Se considera como el espacio (s_{II}) que tendría que recorrer una partícula para alcanzar la captación en más de un día y menos de 60 días. Queda delimitada entre la zona de protección inmediata y la isocrona de 60 días.

Teniendo en cuenta los resultados de los cálculos realizados mediante este método, por seguridad y teniendo en cuenta criterios hidrogeológicos, se definirá mediante una circunferencia de 1.000 m de radio (figura 4). En la tabla 1 se incluye la relación de actividades a prohibir, condicionar o permitir en esta zona.

5.3. ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS

Limita el área comprendida entre la zona de protección próxima II y la isocrona de 10 años (radio s_{III}). En este caso se delimitará con criterios hidrogeológicos y coincidirá con la poligonal envolvente.

Los valores resultantes por el método de Wyssling son excesivos, por este motivo se delimitará mediante criterios hidrogeológicos y coincidirá con la poligonal envolvente (figura 4). En la tabla 1 se incluye la relación de actividades a prohibir, condicionar o permitir en esta zona.

5.4. ZONA DE PROTECCIÓN DE LA CANTIDAD

Dado que los puntos a proteger se localizan en la zona de surgencia de este sector, donde se observan rápidas respuestas frente a las lluvias debido, probablemente, a una importante karstificación, es de suponer que las transmisividades sean elevadas; en este sentido, los valores de transmisividad conocidos varían entre 1.500 y 14.000 $m^2/día$ para el conjunto del acuífero, y alrededor de 1.800 $m^2/día$ en el caso del sondeo de abastecimiento. Por tanto, teniendo en cuenta estas importantes variaciones y los cálculos previos realizados para aplicar el método de Wyssling, esta zona coincidirá con la zona de máxima protección (figura 4).

5.5. POLIGONAL ENVOLVENTE

Las coordenadas de los vértices y límites de la poligonal que se propone son los siguientes:

	X	Y	Z
A	390.100	4106.660	700
B	389.300	4100.200	980
C	386.100	4100.260	920
D	384.340	4103.880	814

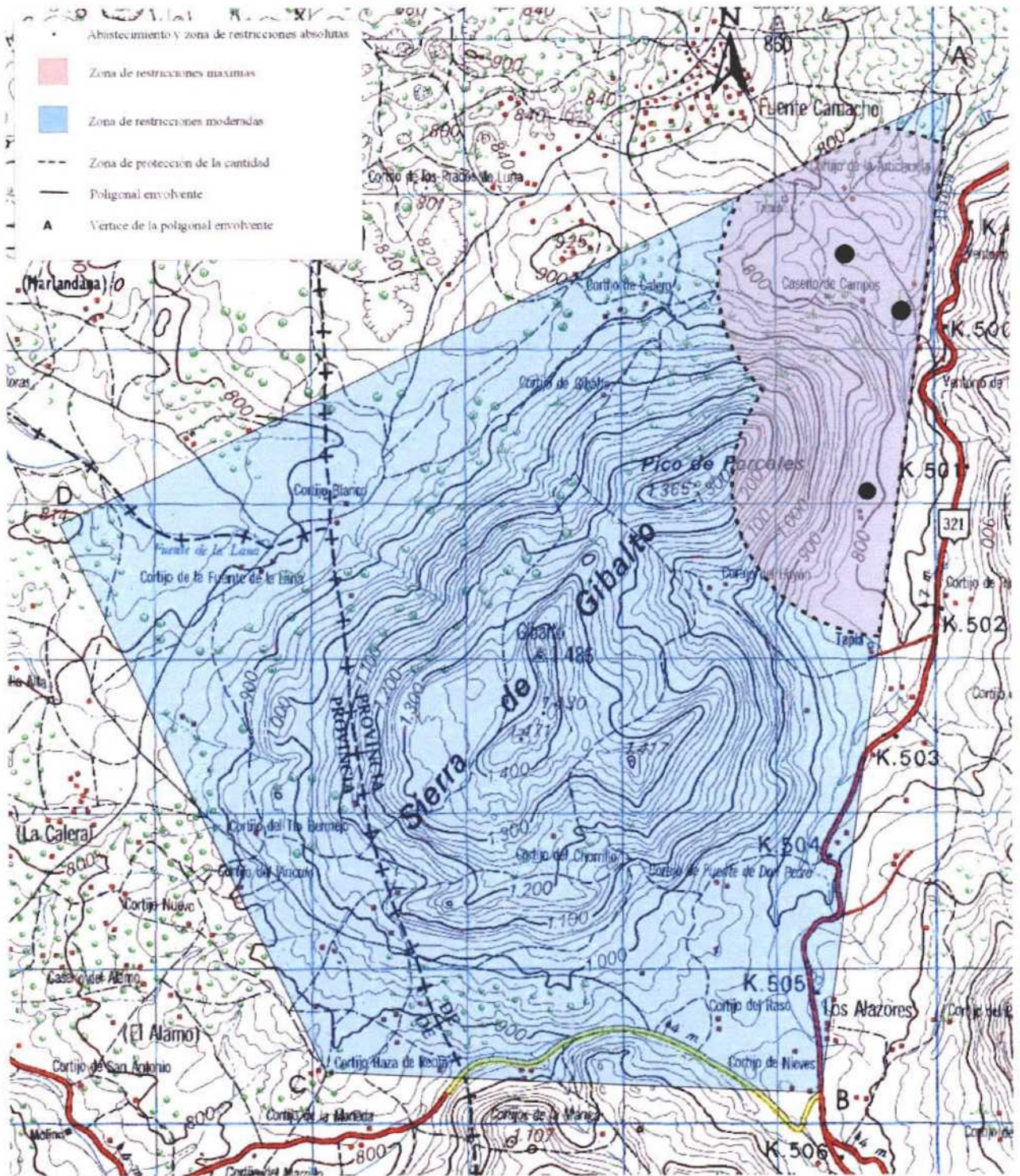


Figura 4. Zonas de protección definidas en los abastecimientos.



Tabla 1

DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES	Z. DE RESTRICCIONES MÁXIMAS			Z. DE RESTRICCIONES MODERADAS		
	Prohibido	Condicional	Permitido	Prohibido	Condicional	Permitido
ACTIVIDADES AGRÍCOLAS						
Uso de fertilizantes	*				*	
Uso de herbicidas	*				*	
Uso de pesticidas	*			*		
Almacenamiento de estiércol	*				*	
Vertido de restos de animales	*				*	
Ganadería intensiva	*			*		
Ganadería extensiva		*				*
Almacenamiento de materias fermentables para alimentación del ganado	*				*	
Abrevaderos-refugios de ganado		*				*
Silos	*				*	
ACTIVIDADES URBANAS						
Vertidos superficiales de aguas residuales urbanas sobre el terreno	*			*		
Vertidos de aguas residuales urbanas en pozos negros, balsas o fosas sépticas	*			*		
Vertidos de aguas residuales urbanas en cauces públicos	*			*		
Vertidos de residuos sólidos urbanos	*			*		
Cementerios	*			*		
ACTIVIDAD INDUSTRIAL						
Asentamientos industriales	*			*		
Vertidos de residuos líquidos industriales	*				*	
Vertidos de residuos sólidos industriales	*			*		
Almacenamiento de hidrocarburos	*			*		
Depósitos de productos radiactivos	*			*		
Inyección de residuos industriales en pozos y sondeos	*			*		
Conducciones de líquido industrial	*			*		
Conducciones de hidrocarburos	*			*		
Apertura y explotación de canteras	*				*	
Relleno de canteras o excavaciones	*			*		
OTRAS						
Campings	*				*	
Ejecución de nuevas perforaciones o pozos no destinados para abastecimiento	*				*	



6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Fuente Camacho se abastece de dos manantiales que drenan una parte de la Sierra de Gibalto; tiene, además, un sondeo sin instalar.

La complejidad de acuíferos carbonatados implica que los cálculos realizados para definir las distintas zonas sean orientativos respecto a la delimitación de las zonas definidas en el perímetro, teniendo más peso el conocimiento hidrogeológico de la zona y la aplicación de criterios de seguridad que persiguen la consecución de los objetivos definidos para cada zona del perímetro.

La zona de restricciones moderadas y la poligonal envolvente se deben considerar coincidentes, persiguiéndose con la misma poligonal la protección de la calidad.

Se han trazado de forma específica unos perímetros de cantidad para asegurar, en gran medida, los caudales que se drenan de forma natural por las distintas surgencias utilizadas para abastecimiento, así como el caudal que pueda explotar el sondeo existente.

En principio no parece necesario recomendar que se realice una red de control y alerta específica para el perímetro.

La calidad fisico-química de las aguas drenadas por estas unidades se puede considerar en general como buena.

Los acuíferos son muy vulnerables frente a la contaminación debido a la elevada permeabilidad por fisuración y karstificación que presentan en la zona no saturada.

Deben tomarse todas las medidas de control necesarias en toda la poligonal para evitar actividades que puedan contaminar los recursos de los acuíferos.

Fdo: Juan Antonio Luque Espinar
Oficina de Proyectos del ITGE de Granada



BIBLIOGRAFÍA

DGOH (1988). Estudio 01/88. Estudio hidrogeológico de la problemática hídrica del Llano de Zafarraya (Granada). Propuesta para la ordenación de sus recursos.

DGOH (1991). Informe sobre las relaciones de dependencia existentes entre las unidades hidrogeológicas de Sierra Gorda y Polje de Zafarraya (Granada)

DGOH (1995). Normas de explotación de las unidades hidrogeológicas con afección directa a los embalses de regulación y fuentes de abastecimiento a poblaciones de la Cuenca del Guadalquivir. Unidad hidrogeológica 05.40. Sierra Gorda y Zafarraya

DGOH-ITGE (1993). Propuesta de normas de explotación de las unidades hidrogeológicas con afección a embalses de regulación y fuentes de abastecimiento a poblaciones de la cuenca del Guadalquivir. Unidad Hidrogeológica nº 00.09 (40 y 41). Sierra Gorda y Polje de Zafarraya

IARA (1989) Estudio hidrogeológico de la problemática hídrica del Llano de Zafarraya (Granada). Propuesta para la ordenación de sus recursos.

IGME. Memoria y Mapa geológico de España a escala 1:50.000. Hojas 1024 (17-42) Archidona, 1025 (18-42) Loja, 1039 (17-43) Colmenar y 1040 (18-43) Zafarraya.

ITGE (1990). Informe final del sondeo para abastecimiento a la pedanía de Fuente Camacho (Loja-Granada).

ITGE-DPG (1990). Atlas hidrogeológico de la provincia de Granada.

ITGE-DPG (1995). Nota técnica sobre los trabajos de perforación y bombeo de ensayo realizados para el abastecimiento con aguas subterráneas a la localidad de Fuente Camacho (Loja-Granada).

ITGE-Diputación de Granada. 1995. Plan de control de recursos y gestión de captaciones de aguas subterráneas para abastecimientos urbanos de la provincia de Granada (primera fase).

LÓPEZ CHICANO, M. (1992). Hidrogeología del acuífero cárstico de Sierra Gorda (Tesis Doctoral).



ANEXOS



ANEXO I



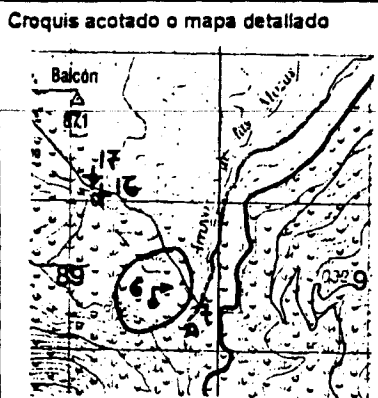
Fichas de inventario de los puntos de abastecimiento



ARCHIVO DE PUNTOS ACUIFEROS ESTADISTICA

1 N° de registro **174240006**
 N° de puntos descritos **01**
 Hoja topográfica 1/50.000
Archidona
 Número **1024**

2 **COORDENADAS**
 Lambert
 X Y
 UTM
 Huso Sector X Y
30 S 389580 41105300



4 Cuenca hidrográfica **Guadalquivir** **012**
 Unidad hidrogeológica
 Sistema acuífero **Sierra Gorda - Huelmo de Joja**
 410
 Provincia **Granada** **118**
 Término Municipal **Joja** **122**
 Toponimia **Casa Campos**

5 Objeto **Prospección de agua**
 Cota **76000**
 Referencia topográfica **1:50.000**

6 Naturaleza **Reserva** **3**
 Profundidad de la obra
 Profundidad/Longitud de la obra secundaria

7 Tipo de perforación
 Trabajos aconsejados por
 Año de ejecución Profundidad
 Reprofundizado el año Profundidad final

8 **MOTOR**
 Naturaleza
 Tipo equipo de extracción
 Potencia cv

BOMBA
 Naturaleza
 Capacidad
 Marca y tipo

9 Utilización del agua **Regadío y abto. afe. (canal)**
 Cantidad extraída (Dm³)
 Durante días

10 ¿Tiene perímetro de protección? **no** **2**
 Bibliografía del punto acuífero
 Documentos intercalados
 Entidad que contrata y/o ejecuta la obra **6**
 Escala de representación **1:50.000** **3**
 Redes a las que pertenece el punto

11 Modificaciones efectuadas en los datos del punto acuífero **Cambio de uso**
 Año en que se efectuó la modificación **1993**

12 **DESCRIPCION DEL CORTE GEOLOGICO**
 N° de litologías descritas

Número de orden	Edad geológica	Litología	Profundidad del techo	Profundidad del muro	Está interconectado	¿Es acuífero?	OBSERVACIONES
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

13 Nombre y dirección del propietario **D. José García de Diethe**
 Nombre y dirección del contratista

14 MEDIDAS DE NIVEL Y/O CAUDAL						16 COLUMNA ESTRATIGRAFICA	
Fecha	Surgencia	Altura del agua respecto a la referencia	Caudal m ³ /h	Cota absoluta del agua	Método de medida	metros	LITOLOGIAS (EDAD GEOLOGICA)
20 06 96	1		90				

15 ENSAYOS DE BOMBEO					
Fecha	[][][][][][]				
Caudal extraído (m ³ /h)	[][][][][][]				
Duración del bombeo	horas	[][]	minutos	[][]	
Depresión en metros	[][][][][][]				
Transmisividad (m ² /seg)	[][][][][][]				
Coefficiente de almacenamiento	[][][][][][]				
Fecha	[][][][][][]				
Caudal extraído (m ³ /h)	[][][][][][]				
Duración del bombeo	horas	[][]	minutos	[][]	
Depresión en metros	[][][][][][]				
Transmisividad (m ² /seg)	[][][][][][]				
Coefficiente de almacenamiento	[][][][][][]				

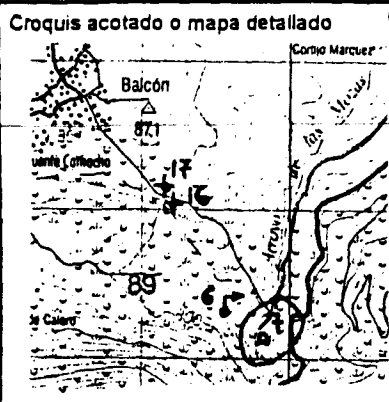
17 CARACTERISTICAS TECNICAS							
PERFORACION			REVESTIMIENTO				
De	a	Ø en mm.	OBSERVACIONES	De	a	Ø en mm.	OBSERVACIONES

18 OBSERVACIONES Cuando se instale el pozo 147-8-15 de xim...
 a utilizar que es de cemento.
 No se debe hacer del pozo en un solo...
 Instruido por **ESTRAIM S.A.** Fecha **20/6/96**

ARCHIVO DE PUNTOS
ACUIFEROS
ESTADISTICA

1 N° de registro 2
 N° de puntos descritos
 Hoja topográfica 1/50.000
 Arcidona
 Número 1024

COORDENADAS
Lambert
 X Y
 HUSO Sector X Y
 30 5 389810 41105100



3 4 Cuenca hidrográfica
 Unidad hidrogeológica
 Sistema acuífero
 Provincia
 Término Municipal
 Toponimia

5 Objeto
 Cota
 Referencia topográfica
 6 Naturaleza
 Profundidad de la obra
 Profundidad/Longitud de la obra secundaria

7 Tipo de perforación
 Trabajos aconsejados por
 Año de ejecución Profundidad
 Reprofundizado el año Profundidad final

8 MOTOR
 Naturaleza
 Tipo equipo de extracción
 Potencia cv

BOMBA
 Naturaleza
 Capacidad
 Marca y tipo

9 Utilización del agua
 y Asto. a Fte. (Cauca)
 Cantidad extraída (Dm³)
 Durante días

10 ¿Tiene perímetro de protección?
 Bibliografía del punto acuífero
 Documentos intercalados
 Entidad que contrata y/o ejecuta la obra
 Escala de representación
 Redes a las que pertenece el punto P C I G H

11 Modificaciones efectuadas en los datos del punto acuífero
 Año en que se efectuó la modificación

12 DESCRIPCIÓN DEL CORTE GEOLOGICO
 N° de litologías descritas

Número de orden	Edad geológica	Litología	Profundidad del techo	Profundidad del muro	Está interconectado	¿Es acuífero?	OBSERVACIONES
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

13 Nombre y dirección del propietario
 Nombre y dirección del contratista

⑭ MEDIDAS DE NIVEL Y/O CAUDAL						⑮ COLUMNA ESTRATIGRAFICA	
Fecha	Surgencia	Altura del agua respecto a la referencia	Caudal m ³ /h	Cota absoluta del agua	Método de medida	metros	LITOLOGIAS (EDAD GEOLOGICA)

⑰ ENSAYOS DE BOMBEO					
Fecha					
Caudal extraído (m ³ /h)					
Duración del bombeo	horas		minutos		
Depresión en metros					
Transmisividad (m ² /seg)					
Coefficiente de almacenamiento					
Fecha					
Caudal extraído (m ³ /h)					
Duración del bombeo	horas		minutos		
Depresión en metros					
Transmisividad (m ² /seg)					
Coefficiente de almacenamiento					

⑱ CARACTERISTICAS TECNICAS							
PERFORACION			REVESTIMIENTO				
De	a	Ø en mm.	OBSERVACIONES	De	a	Ø en mm.	OBSERVACIONES

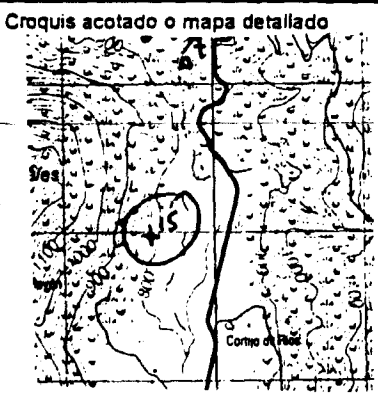
⑲ OBSERVACIONES: llega a dar los 200 l/s de agua en el terreno. Dejé de utilizar para desecamiento en la zona el número 1342-2-0005 de utlita desde hace 3 años.



ARCHIVO DE PUNTOS ACUIFEROS ESTADISTICA

1 N° de registro **1134280015**
 N° de puntos descritos **01**
 Hoja topográfica 1/50.000 **Aradiana**
 Número **1024**

2 COORDENADAS Lambert
 X
 Y
 Huso Sedor X UTM Y
30 S 389575 41103980



3 4 Cuenca hidrográfica **Guadaluquivir** **05**
 Unidad hidrogeológica
 Sistema acuífero **S. Gibalto** **4014**
 Provincia **Granada** **18**
 Término Municipal **Joja** **122**
 Toponimia **Gibalto**

5 Objeto **Prospección de aguas**
 Cota **8110.00**
 Referencia topográfica **1:70.000**
 6 Naturaleza **Sancho** **1**
 Profundidad de la obra **286.00**
 Profundidad/Longitud de la obra secundaria

7 Tipo de perforación **Rotoperforación** **9**
 Trabajos aconsejados por **I.T.G.E.**
 Año de ejecución **95** Profundidad **286 m**
 Reprofundizado el año Profundidad final

8 MOTOR
 Naturaleza **S.2**
 Tipo equipo de extracción **9**
 Potencia cv

BOMBA
 Naturaleza **S.2**
 Capacidad
 Marca y tipo

9 Utilización del agua **Abto.**
a Fte. Calcedo **E**
 Cantidad extraída (Dm³) **94**
 Durante **365** días

10 ¿Tiene perímetro de protección? **No** **2**
 Bibliografía del punto acuífero
 Documentos intercalados
 Entidad que contrata y/o ejecuta la obra **Diputación** **4**
 Escala de representación **1:70.000** **3**
 Redes a las que pertenece el punto **P C I G H**

11 Modificaciones efectuadas en los datos del punto acuífero
 Año en que se efectuó la modificación

12 DESCRIPCIÓN DEL CORTE GEOLOGICO
 N° de litologías descritas **01**

Número de orden	Edad geológica	Litología	Profundidad del techo	Profundidad del muro	Está interconectado	¿Es acuífero?	OBSERVACIONES
01	ZA	CAUJAN	<input type="text"/>	<input type="text"/>	0	0	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

13 Nombre y dirección del propietario **Ayto. de Joja**
 Nombre y dirección del contratista **JOJASA**

14 MEDIDAS DE NIVEL Y/O CAUDAL					16 COLUMNA ESTRATIGRAFICA		
Fecha	Surgencia	Altura del agua respecto a la referencia	Caudal m ³ /h	Cota absoluta del agua	Método de medida	metros	LITOLOGIAS (EDAD GEOLOGICA)
<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				

15 ENSAYOS DE BOMBEO	
Fecha	<input type="text"/>
Caudal extraído (m ³ /h)	<input type="text"/>
Duración del bombeo	horas <input type="text"/> minutos <input type="text"/>
Depresión en metros	<input type="text"/>
Transmisividad (m ² /seg)	<input type="text"/>
Coefficiente de almacenamiento	<input type="text"/>
Fecha	<input type="text"/>
Caudal extraído (m ³ /h)	<input type="text"/>
Duración del bombeo	horas <input type="text"/> minutos <input type="text"/>
Depresión en metros	<input type="text"/>
Transmisividad (m ² /seg)	<input type="text"/>
Coefficiente de almacenamiento	<input type="text"/>

17 CARACTERISTICAS TECNICAS							
PERFORACION			REVESTIMIENTO				
De	a	Ø en mm.	OBSERVACIONES	De	a	Ø en mm.	OBSERVACIONES

18 OBSERVACIONES *Verando se cubre las obras de conducción, para el establecimiento a Fuente Caliente*

19 Instruido por *ESTRAIN S.A.* Fecha *20/6/96*



ANEXO 2



Puntos de agua situados dentro de la poligonal envolvente que el ITGE tiene inventariados



Puntos de agua que el ITGE tiene inventariados en el interior de la poligonal del abastecimiento de Fuente Camacho:

N° de inventario ITGE	Coordenada X	Coordenada Y
1742-4-5	389.421	4.105.418
1742-4-6	389.421	4.105.418
1742-4-7	389.719	4.105.116
1742-4-11	390.124	4.105.927
1742-4-12	390.174	4.105.912
1742-4-16	389.176	4.106.119
1742-4-17	389.175	4.106.175
1742-8-7	394.055	4.096.139
1742-8-11	387.838	4.100.555
1742-8-13	389.786	4.104.833
1742-8-14	389.500	4.104.000
1742-8-15	389.600	4.104.150