



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

ACTUACIONES HIDROGEOLÓGICAS EN LA UNIDAD DE
AHILLOS-CARACOLERA.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA MEJORA DEL
ABASTECIMIENTO A LOS NÚCLEOS DE BOBADILLA Y
NOGUERONES (ALCAUDETE, JAÉN) E INFORME SOBRE EL
ENSAYO DE BOMBEO REALIZADO EN EL SONDEO DE
REGULACIÓN DE FUENTE HIGUERA.

551



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

R
37548

SUPER PROYECTO	AGUAS SUBTERRANEAS	Nº	AS1
PROYECTO AGREGADO	Asesoramiento a Organismos de Cuenca y CC.AA.	Nº	05
TITULO PROYECTO PROYECTO DE INVESTIGACIÓN HIDROGEOLÓGICA EN ANDALUCÍA ORIENTAL 1.993-1.995			
Nº PLANIFICACIÓN		Nº DIVISIÓN AGUAS, G.A.	
		AS1058714	
FECHA EJECUCIÓN	INICIO	1993	FINALIZACIÓN
			1995

INFORME (Título): ACTUACIONES HIDROGEOLÓGICAS EN LA UNIDAD DE AHILLOS-CARACOLERA. ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A LOS NÚCLEOS DE BOBADILLA Y NOGUERONES (ALCAUDETE. JAÉN) E INFORME SOBRE EL ENSAYO DE BOMBEO REALIZADO EN EL SONDEO DE REGULACIÓN DE FUENTE HIGUERA	
CUENCA (S) HIDROGRÁFICA (S)	GUADALQUIVIR
COMUNIDAD (S) AUTÓNOMA (S)	ANDALUCÍA
PROVINCIA (S)	JAÉN

I.T.G.E.

DIRECCION DE AGUAS SUBTERRANEAS

SISTEMA DE GESTION DE DOCUMENTOS

Sign. Aguas: *

Volúmenes: **

Sign. Document: ***

Comu. Auto.: ANDALUCIA (1)

Provincia: JAÉN (23)

Cuenca Hidro.: GUADALQUIVIR (05)

Año: 1995

Sis. acuífero:

Título Informe: ACTUACIONES HIDROGEOLÓGICAS EN LA UNIDAD DE AHILLOS-CARACOLERA.
ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A LOS NÚCLEOS DE BOBADILLA Y NOGUERONES (ALCAUDETE. JAÉN)
E INFORME SOBRE EL ENSAYO DE BOMBEO REALIZADO EN EL SONDEO DE REGULACIÓN DE FUENTE HIGUERA.

Palabras Clave: 1.- ABASTECIMIENTO
51.- HIDROGEOLOGÍA

Observ.

Este Informe proviene del Proyecto de Investigación hidrogeológica en Andalucía Oriental

Nº de SICOAN 94036 (Secretaría)

Nº de Aguas AS1058714

*

** No rellenar

*b263W ■ |

â<

El presente Proyecto ha sido realizado por el Instituto Tecnológico GeoMinero de España (I.T.G.E.), con la dirección y supervisión de D. Juan Carlos Rubio Campos, Dr. en Ciencias Geológicas, y la colaboración de la empresa EPTISA interviniendo por la misma, los técnicos Alberto Batlle, Manuel Rolandi y Carlos Herrera.

ÍNDICE

<u>Contenido</u>	<u>Página</u>
1.- INTRODUCCIÓN	1
1.1.- DEMANDA HÍDRICA	1
1.2.- OBJETIVOS	3
2.- INFORME SOBRE EL ENSAYO DE BOMBEO REALIZADO EN 1990 EN EL SONDEO ACTUAL DE ABASTECIMIENTO	4
2.1.- CONSIDERACIONES PREVIAS	4
2.2.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA	4
2.3.- ENSAYO DE BOMBEO	4
2.4.- RESUMEN Y CONCLUSIONES	9
3.- MARCO GEOLÓGICO	10
3.1.- LITOESTRATIGRAFÍA	10
3.2.- TECTÓNICA	14
4.- MARCO HIDROGEOLÓGICO	15
4.1.- COMPORTAMIENTO HIDROGEOLÓGICO DE LOS MATERIALES	15
4.2.- UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS	17
5.- PROSPECCIÓN GEOFÍSICA ELÉCTRICA	23
6.- SOLUCIONES PROPUESTAS	26
7.- RESUMEN Y CONCLUSIONES	31
ANEXO I.- VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS. Desglose.	
ANEXO II.- INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA	
ANEXO III.- SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL. DATOS DE CAMPO.	
ANEXO IV.- PARTES Y GRÁFICAS DE BOMBEO	

1.- INTRODUCCIÓN.

El presente informe forma parte del Proyecto de Investigación Hidrogeológica en Andalucía Oriental (1993-95) y está contemplado dentro de los Planes de asesoramiento a las diferentes Administraciones públicas en materia de aguas subterráneas, que desarrolla el Instituto Tecnológico GeoMinero de España, al efecto de cumplir el mandato de la Disposición adicional 6ª de la vigente Ley de Aguas de 1985.

Específicamente, el informe forma parte de las actividades previstas en el Convenio de cooperación establecido entre el ITGE y la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía. En el mismo interviene como colaboradora la empresa EPTISA.

Ante el déficit que padece la actual dotación de agua de abastecimiento de los núcleos de población de Bobadilla y Noguerones debido al descenso de niveles producido en los últimos años en el sondeo del cual se abastecen, el Excmo. Ayuntamiento de Alcaudete, municipio al que pertenecen las pedanías anteriores, ha solicitado la realización del presente estudio hidrogeológico, con la intención de mejorar dicha dotación de agua potable.

Dicho sondeo se refiere al descrito en el primer informe de este documento, de la prueba de bombeo que se realizó en el año 1990.

1.1. DEMANDA HÍDRICA.

Según datos ofrecidos por el Excmo. Ayuntamiento de Alcaudete, la población de hecho de las pedanías de Bobadilla y Noguerones es de unos 1.200 habitantes cada una, aunque en verano se produce un notable incremento de esta población, que llega a casi duplicarse en época punta, coincidiendo con el mes de Agosto en ambos núcleos.

De acuerdo con las dotaciones máximas de agua a núcleos de población que aparecen en el Anexo 1 de la **Orden 2207 de 24 de Septiembre de 1992** del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (BOE nº 249 de 16 de Octubre de 1992), a estos dos núcleos de población les corresponden, para un primer horizonte en el año 2002, una dotación máxima de 210 litros por habitante y día, considerando que su población es muy inferior a los 10.000 habitantes y que su actividad industrial y comercial es baja.

En cualquier caso, dada la existencia de previsible fugas en la red de distribución, se ha considerado conveniente, a efectos prácticos, incrementar esta dotación hasta los 250 litros/habitante/día.

La demanda hídrica generada en los dos núcleos de población, obtenida a partir de estos datos, se resume en la siguiente tabla, diferenciándose el periodo estival del resto del año:

Tabla nº 1. Demanda hídrica estimada en los núcleos de Bobadilla y Noguerones.

Núcleo de Población	Demanda hídrica punta en l/s (verano)	Demanda hídrica en l/s (resto del año)
Bobadilla	7	3.5
Noguerones	7	3.5
TOTAL	14	7

En la actualidad, el sistema del abastecimiento es como sigue:

Tabla nº 2. Sistema actual de abastecimiento de los núcleos de Bobadilla y Noguerones.

Núcleo de Población	Puntos de Abastecimiento	Caudal (en l/s)
Bobadilla y Noguerones	Sondeo de regulación del manantial "Fuente Higuera"	4-16 (según com. verbal)

1.2. OBJETIVOS.

El objetivo del presente estudio es la localización de los sectores más favorables para la ubicación de nuevas captaciones de aguas subterráneas, susceptibles de aportar los recursos hídricos necesarios para satisfacer, en cantidad y en calidad, los déficits generados en los dos núcleos de población objeto del presente estudio, y que ascienden a 3 litros por segundo en los períodos de mayor escasez.

2.- INFORME SOBRE EL ENSAYO DE BOMBEO REALIZADO EN 1990 EN EL SONDEO ACTUAL DE ABASTECIMIENTO.

2.1.- CONSIDERACIONES PREVIAS.

El sondeo objeto de este informe responde a la investigación hidrogeológica llevada a cabo por el Instituto Tecnológico y GeoMinero de España en Junio de 1988, en la que se proponía la realización de una obra de regulación del manantial de Fuente Higuera, para la mejora del abastecimiento a los núcleos de Bobadilla y Noguerones, pedanías del municipio de Alcaudete (Jaén).

2.2.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA.

El sondeo realizado se ubica dentro del término municipal de Alcaudete, en las inmediaciones del Cortijo de la Higuera, en la confluencia del río Víboras con el arroyo del Cerro de las Palomas.

El sondeo se localiza dentro de la Hoja Geológica (escala 1:50.000) 968 de Alcaudete del ITGE con las siguientes coordenadas Lambert:

X: 568.500

Y: 338.400

Z: 540 m.s.n.m. aproximadamente.

2.3.- ENSAYO DE BOMBEO.

La prueba de bombeo se realizó durante los días 24 y 25 de Abril de 1990, con seguimiento técnico por parte del Instituto Tecnológico GeoMinero de España.

La duración total del aforo fue inferior a 24 horas, con inicio a las 19 horas del día 24 y finalización a las 16 horas 45 minutos del día siguiente.

La metodología seguida para la estimación de parámetros hidráulicos es la correspondiente a los regímenes variables, es decir, aquella que interpreta la evolución de niveles a lo largo de la prueba. En concreto, se ha aplicado el Método de Jacob, en el que en la prueba de descenso el valor de la Transmisividad (T) es:

$$T=0.183 \frac{Q}{d}$$

siendo:

Q: caudal constante de bombeo

d: pendiente de la recta ajustada por ciclo logarítmico.

DESCRIPCIÓN DE LAS DISTINTAS PRUEBAS REALIZADAS.

Se han realizado cuatro, que se detallan a continuación.

1ª PRUEBA

- Tipo de prueba: Descenso régimen variable. Primer escalón
- Comienzo: 24/04/90, a las 19h 00'.
- Finalización: 25/04/90, a las 08h 00'.
- Nivel estático inicial: 70.70 m. de profundidad.
- Nivel dinámico final (estimado): 75.10 m de profundidad
- Tiempo de duración del bombeo: 13 horas
- Caudal continuo: 12 l/s

2ª PRUEBA

- Tipo de prueba: Descenso a régimen variable. Segundo escalón.
- Comienzo: 25/04/90, a las 08h 00'.
- Finalización: 25/04/95, a las 15h 00'.
- Nivel dinámico inicial: 75.10 m de profundidad.
- Nivel dinámico final: 77.92 m de profundidad
- Tiempo de duración del bombeo: 7 horas
- Caudal continuo: 16 l/s

3ª PRUEBA

- Tipo de prueba: Recuperación.
- Comienzo: 25/04/90, a las 15h 00'.
- Finalización: 25/04/90, a las 16h 00'.
- Nivel dinámico inicial: 77.92 m de profundidad.
- Nivel dinámico final: 72.77 m de profundidad
- Tiempo de duración de la recuperación: 1 hora (5% del bombeo)
- Ascenso nivel del agua: 5.15 metros

4ª PRUEBA

- Tipo de prueba: Descenso régimen variable
- Comienzo: 25/04/90, a las 16h 00'.
- Finalización: 25/04/90, a las 16h 45'.
- Nivel dinámico inicial: 72.77 m de profundidad.
- Nivel dinámico final: 73.20 m de profundidad
- Tiempo de duración de la recuperación: 45 minutos
- Caudal continuo: 8 l/s

COMENTARIO DE LA PRIMERA PRUEBA.

Se somete al sondeo a un bombeo con caudal continuo de 12 l/s.

Los puntos iniciales representados en la gráfica de descenso, que cumplen la condición de Jacob, se alinean en una recta a partir de la cual se obtiene una transmisividad de $97 \text{ m}^2/\text{día}$. A partir del minuto 120 se observa un cambio de pendiente de los descensos, que se interpreta como el efecto de barrera negativa ya que el sondeo se encuentra situado cercano a un borde impermeable. A partir del minuto 300 se estabiliza totalmente el nivel dinámico del agua, por lo que, teóricamente, el valor de la transmisividad sería tendente a infinito. Este hecho se puede interpretar por el doble efecto de recarga del acuífero procedente del río Víboras y, en menor medida, del retorno del agua bombeada durante el ensayo ya que su evacuación se efectuó directamente sobre los materiales carbonatados.

COMENTARIO DE LA SEGUNDA PRUEBA.

Se decide abrir válvula para incrementar el régimen de explotación hasta los 16 l/s. Al principio el agua sale turbia, aunque aclara posteriormente con cierta celeridad.

Durante la primera hora de bombeo se observa el agua turbia, por lo que los descensos observados son mayores por el efecto de las pérdidas de carga.

Por tanto, los puntos adecuados para el cálculo de la transmisividad son los datos comprendidos entre 180 y 360 minutos, resultando un valor de 150 m²/día, superior al obtenido en la primera prueba ya que nos encontramos bajo la influencia positiva de la recarga del río y del agua de retorno del bombeo de ensayo.

Al final de la prueba también se observa una estabilización completa del nivel de agua.

COMENTARIO DE LA TERCERA PRUEBA.

Se deja de bombear, midiéndose los niveles del agua en recuperación.

El tiempo de medidas ha sido escaso, sobre un 5 % del tiempo de bombeo, lo que sin duda invalida totalmente la obtención de transmisividad en cualquiera de los puntos representados en esta gráfica.

COMENTARIO DE LA CUARTA PRUEBA.

Se inicia de nuevo el bombeo con un caudal de 8 l/s y dura la prueba 45 minutos.

En todo momento se observa una estabilización del nivel dinámico, aunque con pequeñas fluctuaciones.

2.4.- RESUMEN Y CONCLUSIONES.

- En Marzo-Abril de 1990 se realizó un sondeo de regulación del manantial de Fuente de la Higuera, para mejora del abastecimiento a los núcleos de población de Bobadilla y Noguerones, pedanías del municipio jienense de Alcaudete.
- Durante el primer escalón de la prueba de bombeo se ha observado como los puntos de la gráfica de tiempo-descenso se alinea en tres recta distintas. La primera de ellas representa la transmisividad propia del acuífero, la segunda el efecto de barrera impermeable del Triás y la tercera se justificaría por la sobrealimentación de recursos hídricos ajenos al acuífero carbonatado de Chircales-Caracolera.
- La hipótesis más probable podría ser la existencia de un aporte de las aguas superficiales desde el río Víboras al acuífero, ya que el desnivel del río respecto a esta obra de captación equivale aproximadamente a la profundidad a la cual se produce la estabilización del nivel del agua durante la prueba. También, aunque en menor medida, se piensa que pudiera existir una recarga del agua bombeada durante el ensayo cuya evacuación se realizó directamente sobre los materiales carbonatados.
- Se piensa, por todo ello, que durante periodos de sequía prolongados con disminución de los caudales del río Víboras, se pudiera producir un descenso en el régimen de explotación del sondeo, por cuanto el acuífero por sí solo no sea capaz de aportar en el sector atravesado el caudal requerido, unos 8 l/s.
- La transmisividad del acuífero en el punto del sondeo aforado debe situarse en torno a los 100 m²/día, ya que los valores obtenidos superiores a éstos están condicionados por la alimentación al acuífero del río Víboras y del agua de retorno del bombeo y los valores inferiores por el efecto de barrera negativa del Triás que afloran en las proximidades del sondeo.

3. MARCO GEOLÓGICO.

El área de estudio se encuentra dentro de la Zona Subbética de las Cordilleras Béticas, en el dominio paleogeográfico definido como Subbético externo, si bien al Norte y al Oeste del área de estudio afloran materiales de la Depresión del Guadalquivir.

3.1 LITOESTRATIGRAFÍA.

Las características lito-estratigráficas de cada uno de los materiales aflorantes se describen a continuación en orden cronológico decreciente, es decir, de más antiguo a más moderno (Figura nº 1. Mapa Hidrogeológico):

TRIÁSICO

Arcillas versicolores con yesos y areniscas.

Esta unidad geológica se extiende ampliamente en todo el sector que nos ocupa, excepto en su parte occidental.

Dentro de estos materiales, se diferencian lutitas de tonos rojizos aunque también pueden presentar colores verdes, violáceos u ocre. Entre estas lutitas aparecen intercalaciones de yesos y, más localmente, de areniscas grises y rojizas.

Los sedimentos lutíticos con yesos se atribuyen a un ambiente de depósito de "sebkha" costera en un clima árido mientras que las areniscas se asocian a depósitos fluviales en periodos húmedos.

El espesor máximo visible de este conjunto litológico es de unos 750 metros, estimándose una potencia total del orden de un kilómetro, mientras que las intercalaciones areniscosas no suelen sobrepasar los 25 metros.

Calizas y calizas dolomíticas

En general, estos materiales carbonatados aparecen en afloramientos dispersos, de mayor o menor entidad, sin continuidad geológica entre sí.

La serie descrita en el pico Majanillos, fuera de la zona de estudio, corresponde a un tramo basal de margocalizas y calizas pardo-amarillentas y un tramo suprayacente de calizas negras con algunos niveles de margas intercaladas.

La profundidad total de esta formación geológica puede alcanzar los 300 metros.

Ofitas

Se trata de rocas subvolcánicas, clasificadas petrologicamente como doleritas, cuya intrusión tuvo lugar durante el Triásico superior afectando tanto a las calizas como a las arcillas versicolores.

En nuestra zona de estudio aparecen en afloramientos dispersos de poca extensión.

JURÁSICO

Dolomías y calizas. Lías inferior y medio.

Afloran en la sierras de la Caracolera y de Chircales.

Se diferencia un paquete inferior compuesto por dolomías masivas y de tonos grises y otro tramo superior constituido por calizas cremas masivas o estratificadas.

Esta formación kárstica puede alcanzar una potencia estratigráfica máxima del orden de un kilómetro.

Calizas margosas y margas. Domeriense medio-Bajociense inferior.

En nuestra zona de estudio, esta unidad se cartografía en el núcleo sinclinal de las Sierras de la Caracolera y de Chircales, con una potencia de 35 a 70 metros.

Esta formación geológica está compuesta por una secuencia rítmica de niveles de margas y calizas margosas amarillentas en superficie y de tonos gris verdoso en corte fresco. Hacia el techo aumenta la proporción de niveles competentes. El tramo culmina con unos 5 metros de calizas nodulosas rojas de facies "ammonítico rosso".

Calizas con sílex y calizas oolíticas. Bajociense.

Constituye el término estratigráfico suprayacente al anterior.

Fundamentalmente, se distinguen calizas estratificadas de tonos gris claro a crema. Presentan nódulos de sílex, más abundantes en los primeros tramos de la unidad.

El espesor de estos materiales en este sector es de 50-75 metros.

CRETÁCICO

Margocalizas, margas y calizas. Cretácico inferior.

Afloran en la ladera sur de las Sierras de la Caracolera y de Chircales.

La serie descrita de estos materiales corresponde a una alternancia de niveles decimétricos de margas, margocalizas y calizas de aspecto blanco-amarillento en superficie, aunque son grises en corte fresco.

El espesor total de esta formación puede superar los 200 metros.

TERCIARIO

Margas y margocalizas blancas. Cretácico superior-Eoceno.

Aunque estos materiales se encuentren agrupados aquí como terciarios, la parte inferior de la unidad está datada como Cretácico superior.

Aparecen en las proximidades del núcleo de Sierra Ahillos, estimándose una potencia máxima de unos 200 metros.

Brechas con olistolitos mayoritariamente triásicos. Mioceno.

Esta unidad se cartografía en los sectores de los cerros San Cristóbal y Azulejo.

Se trata de una amalgama de litologías, compuesta por bloques y olistolitos de materiales mesozoicos y terciarios, envueltos en una matriz arcillosa rojiza.

Su diferenciación cartográfica con los materiales del Triás resulta, a veces, difícil por lo que los límites entre ambas unidades cartográficas no queda perfectamente definido.

Se puede hablar de una potencia máxima de todo este conjunto olistostrómico del orden de un kilómetro.

Margas diatomíticas y limos margosos con calcarenitas. Mioceno.

Estos sedimentos, constituidos principalmente por margas blancas ricas en diatomeas, se depositan discordantemente sobre la unidad anterior.

Presentan en nuestro sector un espesor de unos 200 metros.

CUATERNARIO

Derrubios de ladera. Cuaternario reciente.

Se cartografían en toda la ladera Norte de la Sierra de la Caracolera, recubriendo el contacto entre los materiales carbonatados jurásicos y los materiales triásicos y olistostrómicos.

Estos derrubios, compuestos por cantos angulosos envueltos en una matriz fina, tienen su origen en la meteorización del relieve carbonatado de la Sierra de la Caracolera.

Aluvial. Cuaternario reciente.

Constituye el depósito de los acarrees del río Víboras, compuesto por materiales detríticos de diversa granulometría: gravas, arenas, limos y arcillas.

3.2. TECTÓNICA.

Los caracteres tectónicos principales de la zona de estudio vienen definidos por el cabalgamiento de los materiales subbéticos sobre los materiales olistostrómicos de la Depresión del Guadalquivir.

En nuestro sector nos encontramos en el borde noroccidental de una superficie de cabalgamiento que sobrepasa los límites de nuestro estudio y cuyo contorno cartográfico dibuja un arco definido, aproximadamente, por los núcleos de población: Venta del Carrizal, Alcaudete, Cortijo de la Higuera y Fuentesanta de Martos.

A su vez, en la Sierras de la Caracolera y de Chircales los materiales jurásicos se encuentran cabalgados sobre sí mismos con una dirección WNW-ESE, con un doble juego de fracturas: uno perpendicular a la dirección del cabalgamiento y otro, de dirección NNW-SSE.

4. MARCO HIDROGEOLÓGICO.

4.1. COMPORTAMIENTO HIDROGEOLÓGICO DE LOS MATERIALES.

Los materiales aflorantes en el sector de estudio, ver Figura nº 1 (Mapa Hidrogeológico), presentan un comportamiento hidrogeológico variado:

MATERIALES DE PERMEABILIDAD BAJA-MUY BAJA

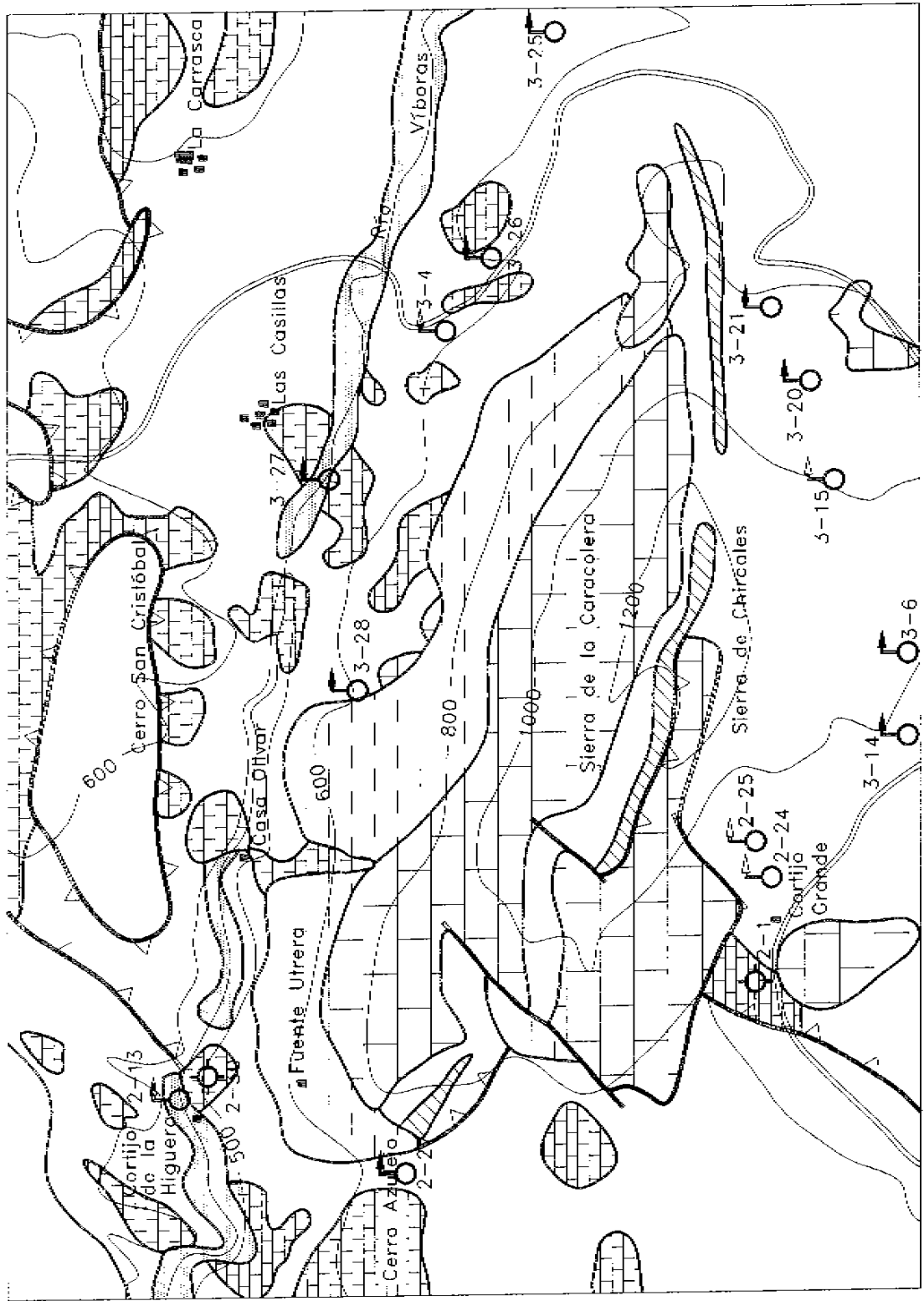
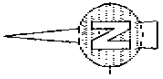
Están representados por aquellos sedimentos detríticos finos, en los que la porosidad intergranular es pequeña constituyendo límites impermeables por su carácter acuífugo. Dentro de este tipo de materiales podemos enumerar los siguientes:

- materiales triásicos: arcillas y limolitas.
- materiales jurásicos: margas y calizas margosas del Domeriense medio-Bajociense inferior.
- materiales cretácicos: margas y margocalizas del Cretácico inferior.
- materiales terciarios: margas y margocalizas del Cretácico superior-Eoceno; sedimentos olistostrómicos excepto materiales kársticos.

MATERIALES DE PERMEABILIDAD MEDIA-BAJA

En este grupo, se englobarían aquellos sedimentos detríticos con cierta porosidad intergranular, materiales detríticos finos con intercalaciones carbonatadas de mayor o menor entidad y los materiales carbonatados con cierto desarrollo kárstico, como pueden ser:

- las intercalaciones de areniscas del Triás.
- el tramo más competente de las calizas margosas jurásicas
- los niveles calizos del Cretácico inferior.



LEYENDA

PERMEABILIDAD

SIMBOLOS

LITOLOGIA

EDAD

EDAD	LITOLOGIA	PERMEABILIDAD
<p>TRIAS</p> <p>JURASICO</p> <p>CRETACICO INFERIOR</p> <p>CRETACICO SUP-EOGENO</p>	<p>Arcillas, limolitas, oñitas y areniscas.</p> <p>Margas, calizas margosas y calizas</p> <p>Margas, margocalizas y calizas</p> <p>Margas y margocalizas y sedimentos olistostrómicos</p>	<p>Medio a Muy Baja</p>
<p>TRIAS</p>	<p>Calizas y dolomías</p>	<p>Medio-Alta</p>
<p>LIAS INFERIOR Y MEDIO</p>	<p>Calizas y dolomías</p>	<p>Medio-Alta</p>
<p>DOGGER</p>	<p>Calizas calcificas y con sílex</p>	<p>Medio-Alta</p>
<p>CUATERNARIO</p>	<p>Aluvial</p>	<p>Medio</p>
<p>CUATERNARIO</p>	<p>Depósitos de lodera</p>	<p>Medio</p>

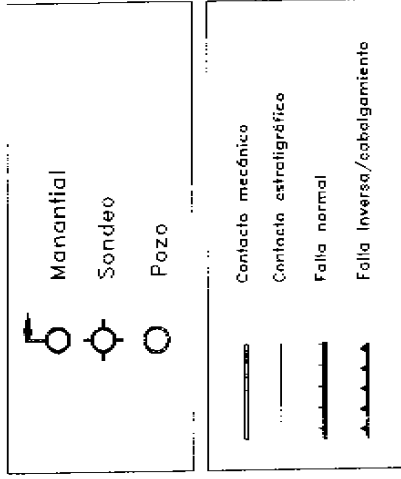


Figura n.1
MAPA HIDROGEOLOGICO

MATERIALES DE PERMEABILIDAD MEDIA

En nuestra zona de estudio están representados por los sedimentos aluviales del río Víboras y los depósitos de ladera de la Sierra de la Caracolera. Ambos materiales presentan porosidad intergranular y su permeabilidad dependerá de la proporción de detriticos finos y gruesos en cada sector.

MATERIALES DE PERMEABILIDAD MEDIA-ALTA

Corresponden a los materiales permeables por karstificación y/o fisuración, y que en nuestro sector están representados por las materiales calizo-dolomíticos del Trías, del Lías inferior y medio, del Bajociense y del Mioceno.

De todos ellos, las calizas y dolomias del Lías inferior y medio ofrecen un especial interés para su explotación hidrogeológica, por cuanto la calidad y cantidad de sus recursos hídricos subterráneos pueden cubrir las necesidades de agua potable que se demandan, no siendo así, en principio, para el resto de los afloramientos kársticos.

No obstante, en algunos sectores puntuales otros materiales carbonatados pueden presentar condiciones relativamente favorables para la ubicación de obras de captación de agua subterránea.

4.2. UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS.

ACUÍFERO DE CARACOLERA-CHIRCALES

Los materiales calizo-dolomíticos del Lías, que afloran en las Sierras de la Caracolera y de Chircales, constituyen los materiales acuíferos de mayor entidad de la zona de estudio, conformando la unidad denominada "Caracolera-Chircales".

Presentan una estructura sinclinal ligeramente vergente al Norte y cuyo flanco sur está invertido. En el núcleo de este sinforme afloran calizas del Dogger aunque

la conexión hidráulica de éstas con los materiales kársticos del Lías debe estar impedida por los términos margosos del Domeriense medio-Bajociense inferior.

A grandes rasgos, los límites laterales del acuífero están representados por las margas y margocalizas cretácicas y paleógenas al Sur, las arcillas de la unidad olistostrónica al Oeste y las arcillas de Triás al Norte y Este. Estas últimas también constituyen su substrato impermeable.

La extensión del acuífero es de unos 6 km² y la profundidad de los materiales kársticos puede alcanzar el kilómetro.

En el área de estudio, el manantial de Fuente Higuera (1839-2-13) representa el único punto significativo de descarga natural de agua subterránea y la única obra de captación de agua subterránea existente en esta unidad hidrogeológica es el sondeo actual de abastecimiento a Bobadilla y Noguerones (1839-2-30), que regula los recursos del manantial de Fuente Higuera, con un caudal aforado superior a 10 l/s.

El nivel piezométrico en esta unidad hidrogeológica debe encontrarse en torno a los 470 metros sobre el nivel del mar de acuerdo con la cota del manantial de Fuente Higuera (nº de inventario ITGE 1839-2-13) y con la profundidad del agua del sondeo de regulación próximo (1839-2-30).

Balance hídrico y funcionamiento hidrogeológico.

El caudal medio del manantial de Fuente Higuera es de 40-50 l/s, lo que supone un volumen anual de unos 1.4 hm³, procedentes exclusivamente de la infiltración directa del agua de lluvia si estimamos una precipitación media anual de 700 mm y un coeficiente de infiltración del 33%. No obstante, esta surgencia presentan una fuerte variación interanual con caudales de 60 l/s en periodos de lluvias y de 5 l/s en periodos de sequía prolongados.

Este hecho pone en evidencia la poca inercia del acuífero kárstico de Caracolera-Chircales, cuya explicación puede verse apoyada por el elevado buzamiento que presentan las capas, que en algunos casos llegan a ser subverticales. Esta disposición estructural favorece el desarrollo de los procesos de karstificación a lo largo de los planos de estratificación, lo que implica una permeabilidad elevada y un flujo del agua relativamente rápido.

Las entradas a esta unidad hidrogeológica se producen exclusivamente por la infiltración del agua de lluvia, excepto en períodos de sequía en los que se produzca un descenso del nivel piezométrico que cambie la relación ganador/perdedor del río Víboras respecto al acuífero Caracolera-Chircales.

En efecto, la conexión hidráulica entre el río Víboras y el acuífero Caracolera-Chircales parece ponerse en evidencia de acuerdo con el ensayo de bombeo del sondeo de regulación del manantial de Fuente Higuera (ver epígrafe 2), ya que en su curva de descensos el nivel dinámico del agua se estabiliza de forma inmediata lo que se justificaría por la existencia de una alimentación desde el río Víboras hasta el acuífero captado. De este modo, durante el bombeo el río Víboras resultaría perdedor respecto al acuífero, aunque esta situación se invertiría si cesara el bombeo, puesto que el nivel de base del río se encuentra a menor cota que el nivel piezométrico del acuífero.

En la cartografía geológica del ITGE, el manantial de Fuente la Higuera está asociada a un pequeño afloramiento calizo-dolomítico triásico que, para su extensión, no justifica en modo alguno, el volumen drenado en este punto, lo que necesariamente debe implicar la conexión hidráulica entre este afloramiento calizo y el acuífero kárstico del Lías.

Esta conexión hidráulica puede explicarse bajo varias hipótesis:

1ª hipótesis: Que el afloramiento carbonatado atribuido al Triás sea del Lías inferior y medio, y por tanto, represente la continuidad geológica del acuífero Caracolera-Chircales en este sector, bajo los derrubios de pie de monte de la Sierra de la Caracolera.

Suponiendo que el afloramiento carbonatado de Fuente Higuera corresponda realmente al Triás, otras interpretaciones posibles son:

2ª hipótesis: Que no exista contacto entre las formaciones carbonatadas de Fuente la Higuera y Caracolera-Chircales y que la conexión hidráulica entre ambas se realice a través de los derrubios de pie de monte.

3ª hipótesis: Que exista contacto geológico entre las calizas de Fuente la Higuera y el acuífero Caracolera-Chircales, aunque en nuestro caso dicho contacto esté recubierto por los derrubios cuaternarios y por el Triás arcilloso.

4ª hipótesis: Que los materiales kársticos de Fuente Higuera se encuentren, de una u otra forma, en contacto con las calizas negras del Muschelkalk de Casa Olivar. Estas últimas, a su vez, entran en contacto con las calizas de Caracolera-Chircales hacia arriba del barranco próximo a dicho cortijo y con el río Víboras, que atraviesa esta formación carbonatada triásica.

Los niveles margosos intercalados entre las calizas de Fuente la Higuera, atravesados en la columna del sondeo de regulación y observados en campo, parecen descartar la primera hipótesis, pues esta serie estratigráfica coincide con la descrita para la formación carbonatada del Triás y no para la del Lías.

Si fuera cierta la segunda hipótesis, los derrubios deberían tener una potencia excepcional para poder conectar hidráulicamente el manantial de Fuente la Higuera, a cota 470 m.s.n.m, y la formación carbonatada de Caracolera-Chircales, cuyos afloramientos topográficamente más bajos se encuentran a unos 620 m.s.n.m., lo que no parece que suceda.

De este modo, las hipótesis más plausibles en principio son las dos últimas, que suponen que debería haber en profundidad materiales carbonatados a través de los cuales se produjera el flujo subterráneo del agua del acuífero de Caracolera-Chircales al manantial de Fuente la Higuera.

Por otra parte, si observamos el análisis químico del manantial de Fuente la Higuera se aprecia un elevado contenido en cloruros y sulfatos lo que de alguna manera indica que existe contacto con materiales con contenidos salinos elevados, triásicos en este caso.

El mayor contenido en nitratos y potasio del análisis del sondeo puede estar corroborando la influencia del río sobre el acuífero en este sector, ya que estos iones son clara manifestación de la contaminación antrópica de las aguas superficiales y, en este caso, también de las aguas subterráneas por conexión hidráulica.

Calidad química de las aguas.

En principio, las aguas subterráneas asociadas al acuífero carbonatado de Caracolera-Chircales son aptas para su consumo como agua potable como así lo ponen de manifiesto los análisis químicos disponibles tanto del manantial de Fuente la Higuera como de su sondeo de regulación (ver figura nº 2), con unos contenidos iónicos que no sobrepasan los límites máximos establecidos por la normativa vigente.

No obstante, si se confirmara la hipótesis nº 4 expuesta en el epígrafe anterior, la buena calidad de las aguas del acuífero Caracolera-Chircales se vería mermada por la aportación del río Víboras, cuyas aguas presumiblemente presentan un carácter salino ya que su curso discurre en gran parte por los materiales yesíferos del Trías. Esta contaminación natural de las aguas sería mucho mayor en el sector de Casa Olivar ya que es en este lugar donde se produce, según la hipótesis nº 4, la conexión entre el río y el acuífero.

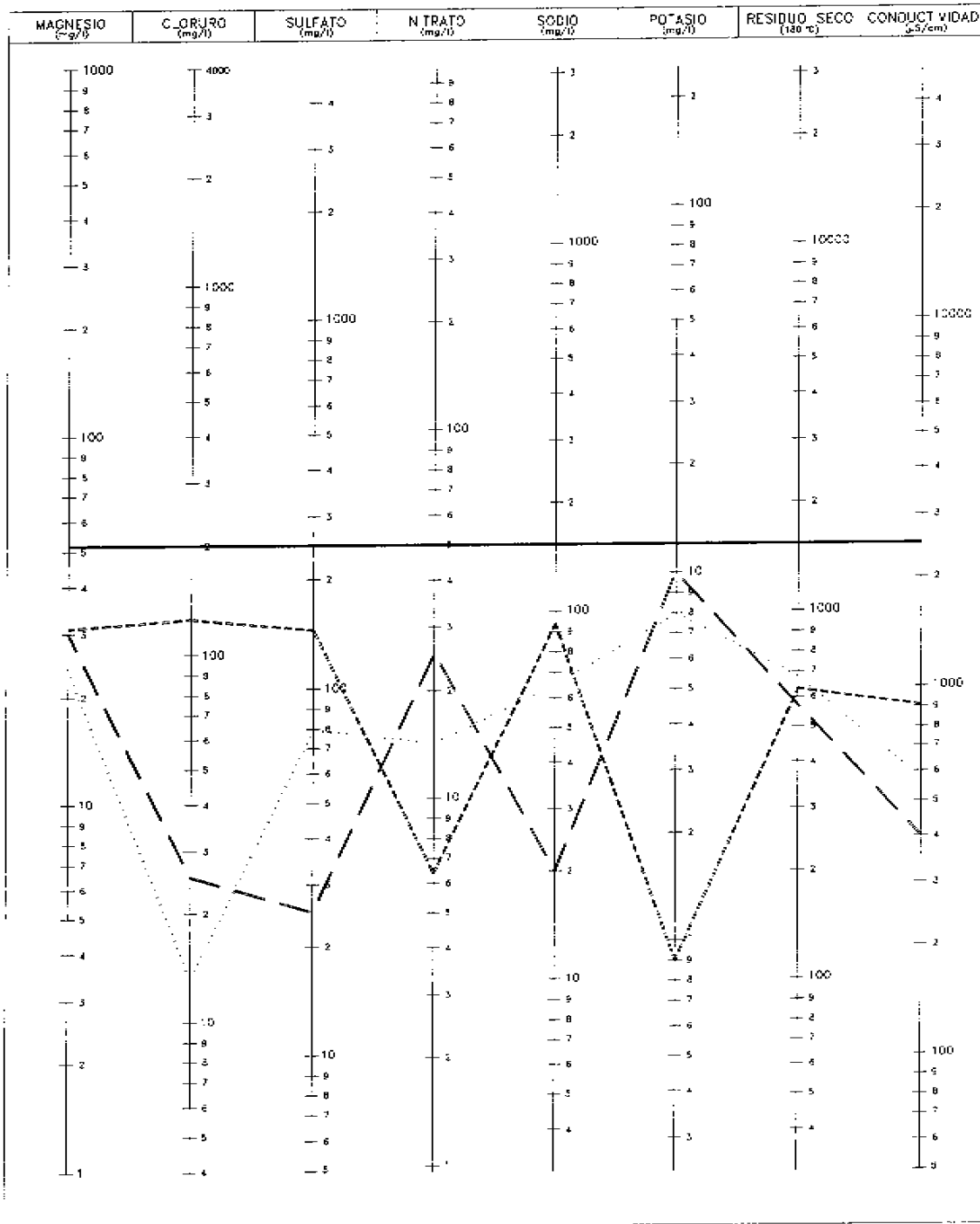
OTROS ACUIFEROS MENORES

Por acuíferos menores entenderemos aquellos materiales cuya extensión (en el caso de las calizas y dolomías del Trías) y/o permeabilidad (en el caso de las margas y margocalizas cretácicas y terciarias) no son de suficiente entidad para albergar recursos hídricos subterráneos suficientes para cubrir la demanda generada en los núcleos de población que se pretenden abastecer en el presente estudio.

La mayor parte de los materiales calizo-dolomíticos del Trías se encuentran individualizados entre sí, formando pequeños afloramientos sin conexión hidráulica entre ellos, y drenando sus escasos recursos en un gran número de surgencias de pequeño caudal, como los manantiales "Fuente Víboras" (1839-3-4), "Barranco Temples-La Carrasca" (1839-3-25), "Cerro Gata-Las Casillas" (1839-3-26) y "Casa D. Consuelo-Las Casillas" (1839-3-27).

Respecto a las margas y margocalizas cretácicas y terciarias, encontramos varias surgencias, también de poca importancia, que drenan la escasa agua subterránea que se infiltra por estos materiales de baja permeabilidad. Entre otros, podemos mencionar los manantiales de "Sierra Ahillos" (1839-2-25), "Chircales" (1839-3-15) y "Moraledas Altas" (1839-3-21).

DIAGRAMA DE POTABILIDAD QUÍMICA DEL AGUA



LIMITES DE POTABILIDAD (R.T.S., R.D. 1138/1990)

- Niveles máximas admisibles
- - - - - Niveles deseables

MUESTRA

FECHA

SONDEO DE REGULACION DEL MANANTIAL DE FUENTE DE LA HIGLERA (ALCAUDETE, JAEN), N^om. ITSE 1839-2-30

25-04-90

MANANTIAL DE FUENTE DE LA HIGLERA (ALCAUDETE, JAEN), N^om. ITSE 1839-2-12

17-08-91

AQUA
hidrología y medio ambiente
CONSULTORES

FIGURA n. 2

5.- PROSPECCIÓN GEOFÍSICA ELÉCTRICA

Con el objeto de confirmar la validez de alguna de las hipótesis expuestas anteriormente, se ha realizado un sondeo eléctrico vertical (SEV) y de este modo conocer la disposición de los materiales geológicos que se encuentran en la vertical investigada.

El SEV se realizó en un punto aproximadamente intermedio entre los cortijos Fuente Utrera y Casa Olivar, con una longitud total AB de un kilómetro y una orientación Este-Oeste (ver figura nº 3).

El esquema interpretativo de este SEV corresponde a una primera capa que alcanza los 70 metros de profundidad, con resistividades altas (entre 90 y 235 ohmios.metro) que pudieran corresponder a los derrubios de pie de monte. No se descarta que las calizas del Lías, que se encuentran próximas al SEV y tendrían buzamientos subverticales en este sector, influyeran en la interpretación geoelectrica de esta capa resultando una potencia mayor del que realmente tengan los materiales cuaternarios de pie de monte. En todo caso, nunca se llegaría a un espesor tal que hiciera válida la hipótesis nº 2.

A continuación se detecta claramente un descenso brusco de la resistividad eléctrica atribuido a la presencia en profundidad de los materiales arcillosos del Triás.

En las últimas medidas se observa una ligero incremento de la resistividad eléctrica cuya interpretación geológica es, cuando menos, discutible por cuanto no determina claramente la presencia en profundidad de materiales carbonatados pero tampoco niega la posibilidad de que existan estos materiales en la vertical investigada.

CURVA DE CAMPO SEV

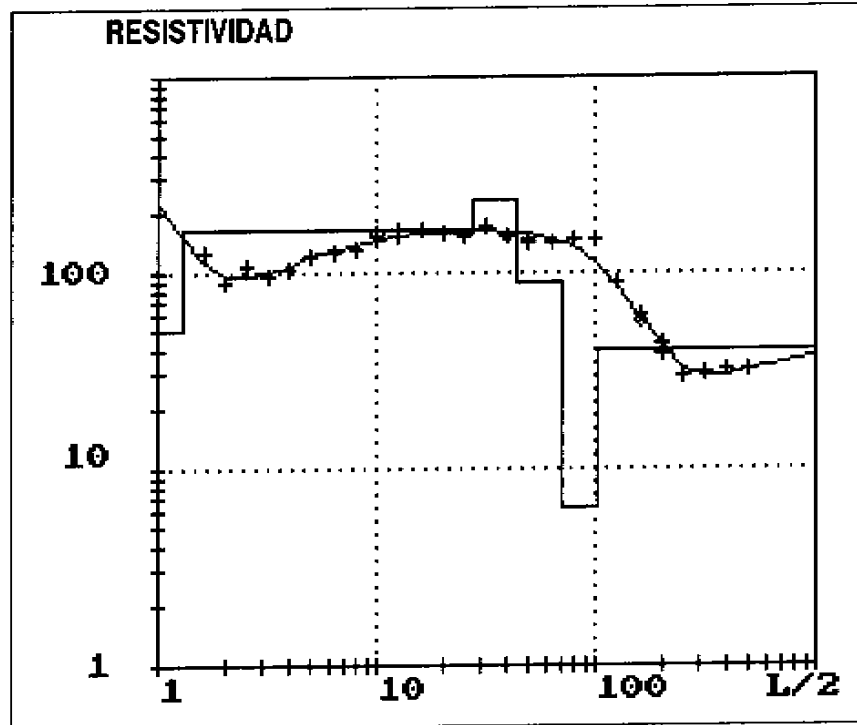
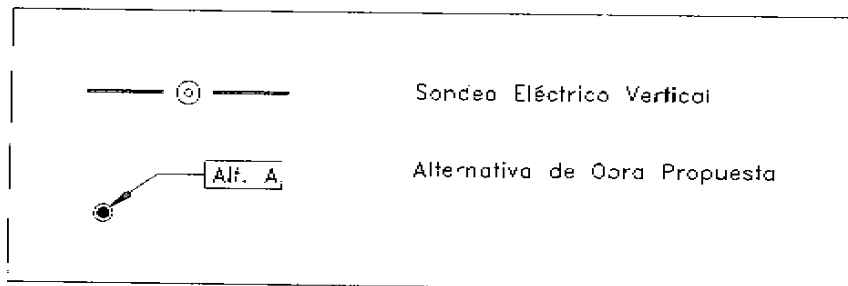
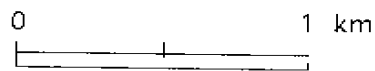
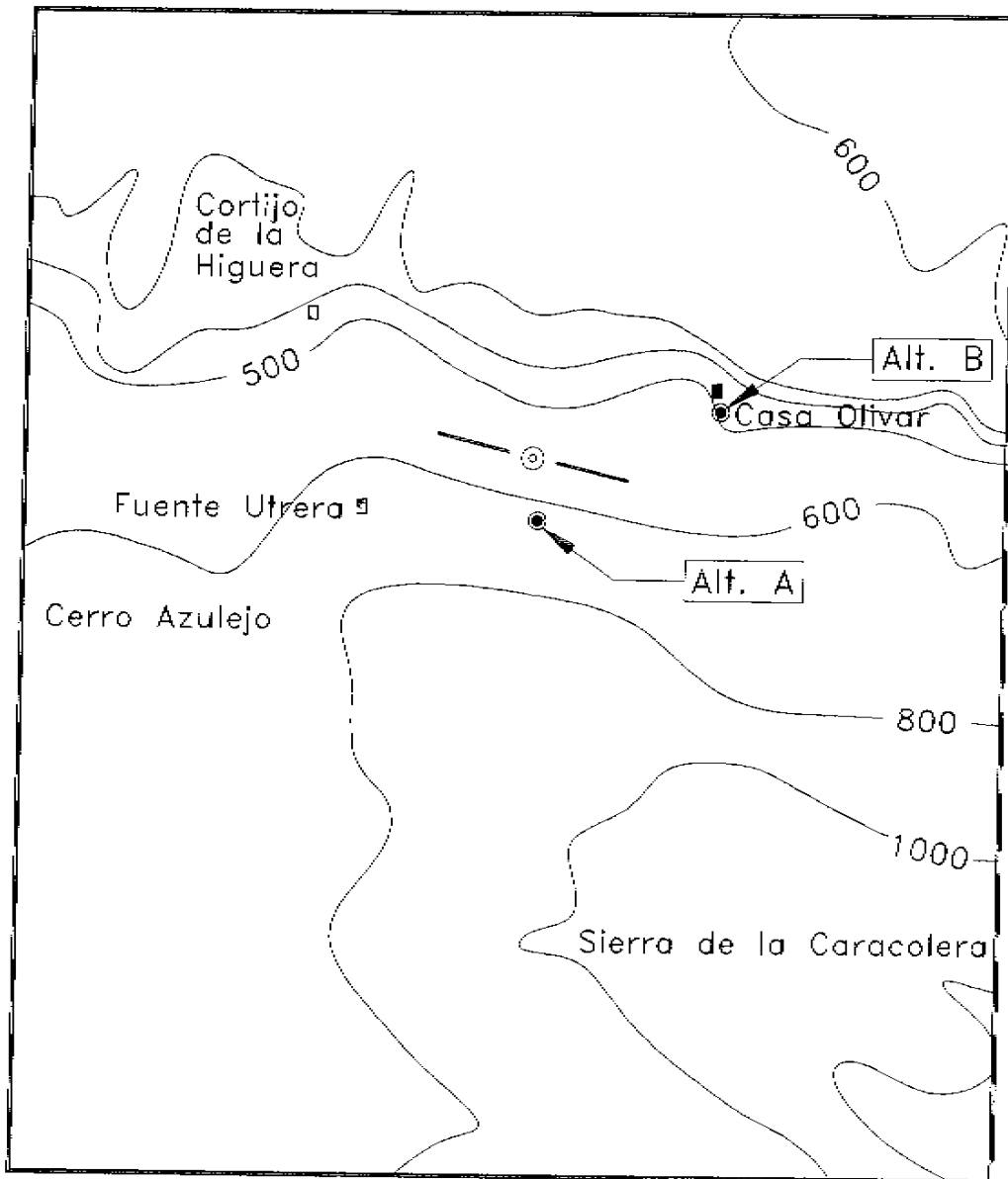


Figura nº 3

Resumen de la interpretación		
	Resisitividad (ohmios.metro)	Profundidad de muro (metros)
Capa 1	480	0.5
Capa 2	50	1.3
Capa 3	234	43
Capa 4	88	70
Capa 5	6	103
Capa 6	40	



PROYECTO: ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A LOS NÚCLEOS DE BOBADILLA Y NOGUERONES (ALCAJDETE, JAÉN)

AQUA
 hidrología y
 medio ambiente
CONSULTORES

FIGURA 4 SITJACIÓN DE LOS SEV REALIZADOS Y DE LAS OBRAS DE CAPTACIÓN PROPUESTAS

6.- SOLUCIONES PROPUESTAS.

En definitiva y puesto que los resultados del SEV no aclaran las dudas que se pretendían disipar, se ha considerado más conveniente, en aras del buen éxito de las obras, proponer alternativas, siempre con el carácter de investigación, en aquellos sectores donde afloran los materiales susceptibles de ser explotados hidrogeológicamente.

Así, en la pista forestal que recorre el borde septentrional de la Sierra de la Caracolera, afloran las calizas del Lías, encontrándonos en el tramo de techo de esta formación carbonatada. En este sector no se aprecia con nitidez la inclinación de las capas, aunque en otros puntos próximos los buzamientos son hacia el sur y subverticales. Ello implica que, aunque se pueda emboquillar directamente en calizas, no hay garantía plena de que los materiales kársticos continúen en profundidad hasta el final de la obra, con el consiguiente riesgo para el éxito de la propuesta. Además, para la ejecución de esta alternativa se debería proceder al ensanche de unos 150 metros de la pista forestal para permitir el transporte de la maquinaria de perforación. Esta alternativa la hemos denominado como "A".

En el sector de Casa Olivar afloran calizas negras del Trías Muschelkalk que, tras las observaciones de campo realizadas, se ha comprobado su contacto con las calizas del Lías. Por tanto, todo o parte de los recursos hídricos subterráneos albergados en el acuífero Caracolera-Chircales pudieran ser transferidos a estos materiales carbonatados triásicos que además se encuentran en conexión hidráulica con el río Víboras. La propuesta de una obra de investigación en este sector (alternativa "B") plantea la problemática de la posible mala calidad del agua extraída para consumo humano, por cuanto las aguas superficiales del río Víboras deben presentar un alto contenido en sales procedentes del lavado de las margas y arcillas con yesos del Trías.

Estas dos alternativas de obras propuestas, cuya situación geográfica y esquemas constructivos aparecen en las figuras 4, 5 y 6, se detallan a continuación.

ALTERNATIVA A

Tipo de obra:	Sondeo de investigación.
Situación:	Pista forestal que recorre el borde septentrional de la Sierra de la Caracolera, a unos 800 metros al Este del cortijo de Fuente Utrera.
Cota:	620 m.s.n.m.
Método de perforación:	Rotopercusión
Profundidad de obra:	300 metros
Diámetro de perforación:	220 mm
Nivel estático de agua previsto:	150 metros de profundidad aproximadamente
Columna litológica prevista:	0-300 m Calizas y dolomías del Lías.
Caudal previsto:	Superior a 10 l/s

De resultar positiva la investigación, se procederá a la instalación de tubería de 180 mm de diámetro interior y naturaleza metálica.

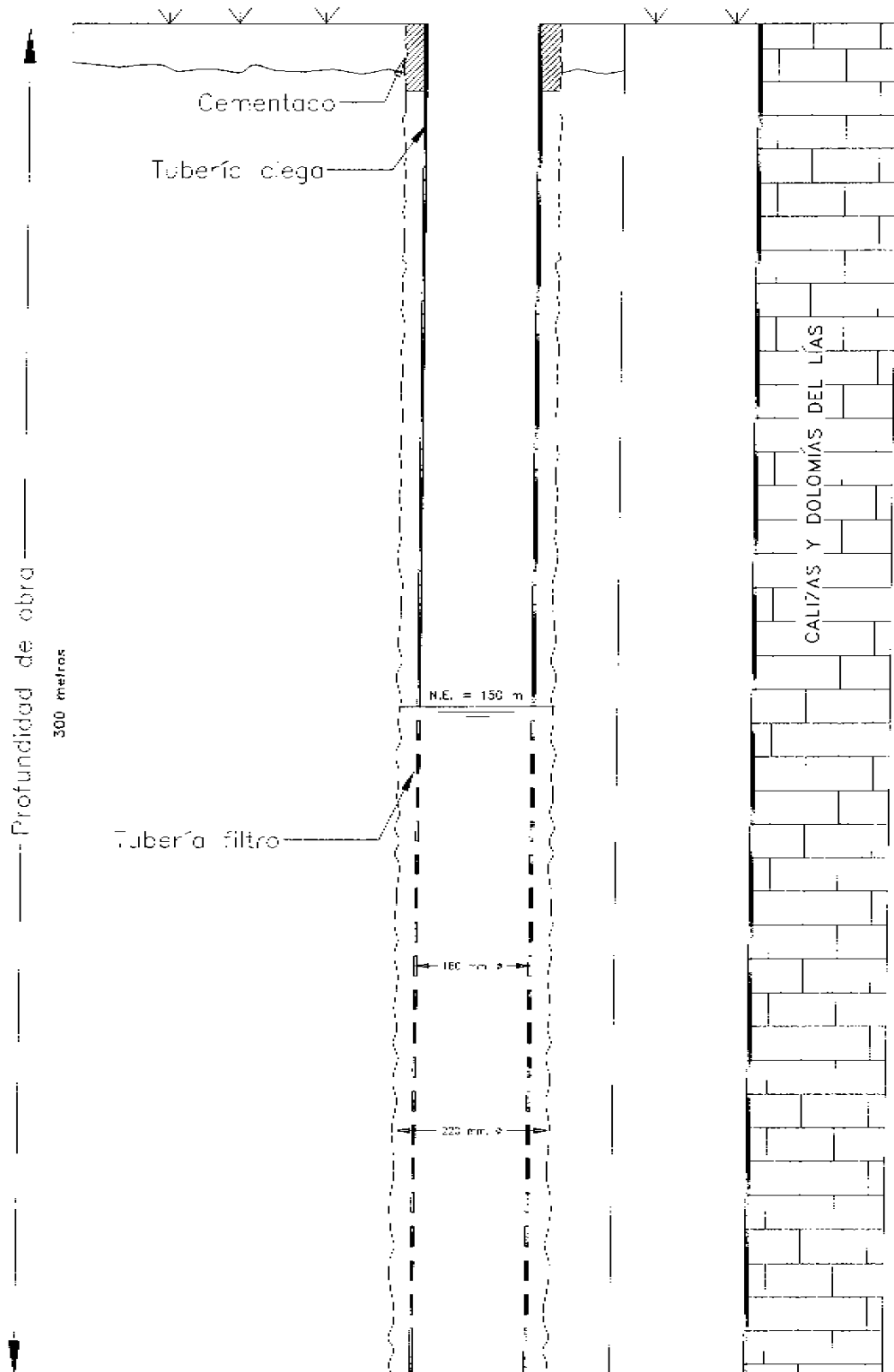
A criterio de la Dirección de Obra podría, en algún caso, recomendarse la reperforación a mayor diámetro, con el fin de instalar una tubería de mayor diámetro que la descrita.

ESQUEMA DE CONSTRUCCIÓN DE LA ALTERNATIVA A PROPUESTA

ABASTECIMIENTO A BOBADILLA Y NOGUERONES (ALCAJDETE. JAÉN)

Marzo, 1996.

Figura n. 5



ALTERNATIVA B

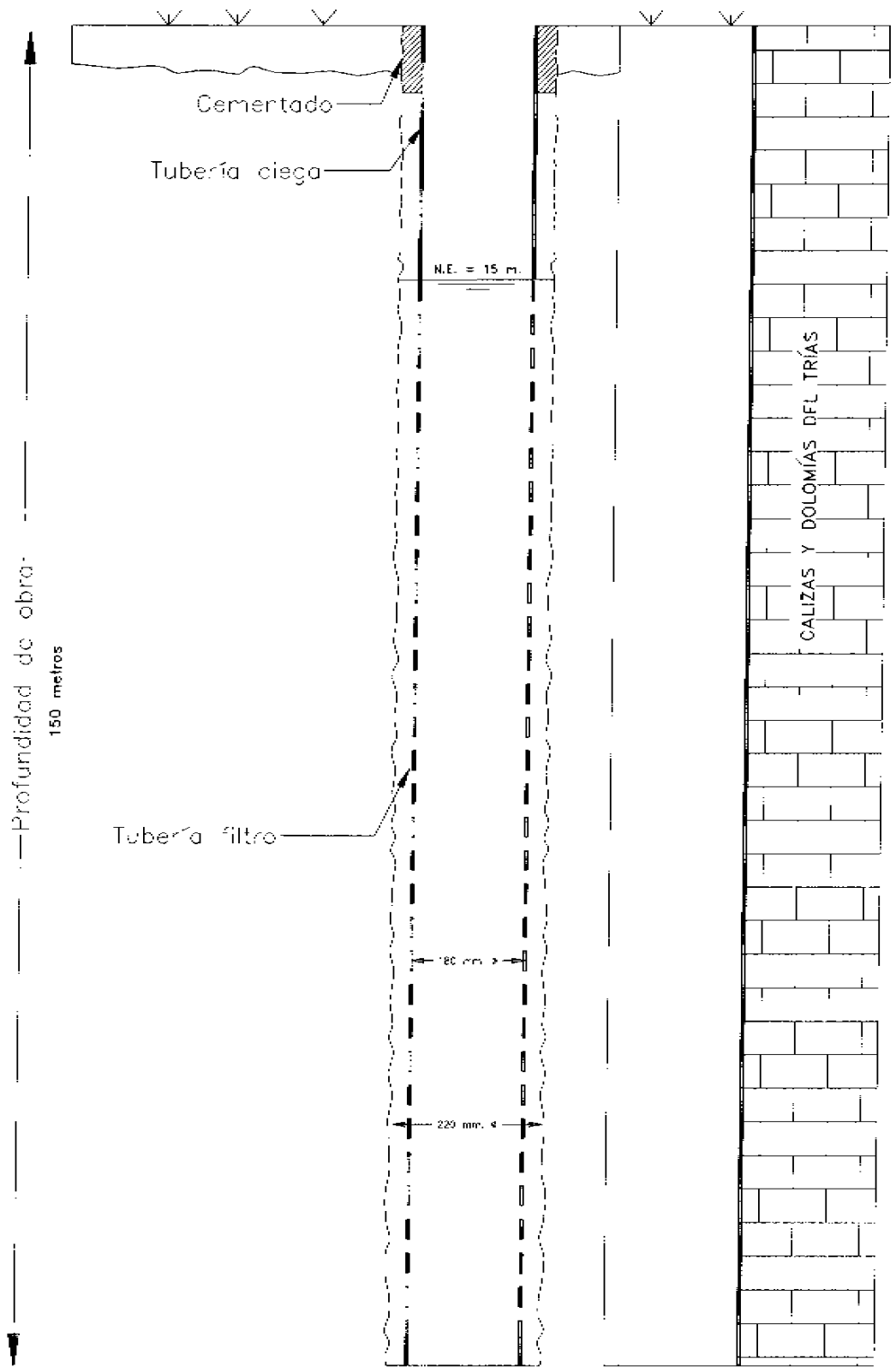
Tipo de obra:	Sondeo de investigación.	
Situación:	Junto cortijo Casa Olivar	
Cota:	520 m.s.n.m.	
Método de perforación:	RotoperCUSión	
Profundidad de obra:	150 metros	
Diámetro de perforación:	220 mm	
Nivel estático de agua previsto:	15 metros de profundidad aproximadamente	
Columna litológica prevista:	0-150 m	Calizas y dolomías del Trías Muschelkalk
Caudal previsto:	Superior a 10 l/s	

De resultar positiva la investigación, se procederá a la instalación de tubería de 180 mm de diámetro interior y naturaleza metálica.

A criterio de la Dirección de Obra podría, en algún caso, recomendarse la reperforación a mayor diámetro, con el fin de instalar una tubería de mayor diámetro que la descrita.

ESQUEMA DE CONSTRUCCIÓN DE LA ALTERNATIVA B PROPUESTA
ABASTECIMIENTO A BOBADILLA Y NOGUERONES (ALCAUDETE. JAÉN)
Marzo, 1996.

Figura n. 6



7.- RESUMEN Y CONCLUSIONES.

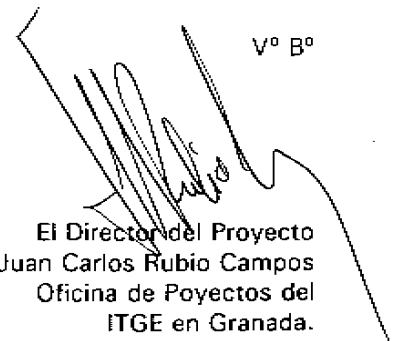
- El actual sistema de abastecimiento de los núcleos de población de Bobadilla y Noguerones, pedanías del municipio de Alcaudete (Jaén), presenta problemas de cantidad por el descenso de caudal de los puntos acuíferos de donde se abastecen.
- El actual sistema de abastecimiento domiciliario de agua de las pedanías de Bobadilla y Noguerones se sustenta gracias a los aportes del manantial "Fuente de la Higuera" situado en las proximidades del cortijo de la Higuera y de un sondeo de regulación que capta los recursos hídricos subterráneos del acuífero de Caracolera-Chircales.
- La demanda hídrica de los núcleos de Bobadilla y Noguerones es de unos 7 l/s en verano y de unos 3.5 l/s en invierno.
- Se ha llevado a cabo una investigación hidrogeológica en el sector del acuífero Caracolera-Chircales, con el objetivo de cubrir adecuadamente la demanda de agua potable, proponiéndose dos alternativas de obras de captación de aguas subterráneas.
- Estas alternativas de obra se concretan en dos sondeos verticales de investigación, realizados por el sistema de rotopercusión, ubicados uno junto a la pista forestal que bordea la ladera norte de la Sierra de la Caracolera y otro junto al cortijo Casa Olivar.

Vº Bº



Fdo: Juan Antonio López Geta
Director de Aguas Subterráneas
y Geotecnia del Instituto
Tecnológico GeoMinero de España.

Vº Bº



El Director del Proyecto
Fdo: Juan Carlos Rubio Campos
Oficina de Proyectos del
ITGE en Granada.

**ANEXO I.-
VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS
ALTERNATIVAS DE OBRAS PROPUESTAS
DESGLOSE**

ALTERNATIVA A.

SONDEO VERTICAL DE INVESTIGACIÓN A ROTOPERCUSIÓN

<u>Partida 1.</u> Perforación a 220 mm. de diámetro. De 0 a 100 m.	
Precio unitario (ML)	6.000
Total partida	600.000

<u>Partida 2.</u> Perforación a 220 mm. de diámetro. De 100 a 200 m. de profundidad.	
Precio unitario (ML)	7.000
Total partida	700.000

<u>Partida 3.</u> Perforación a 220 mm. de diámetro. De 200 a 300 m. de profundidad.	
Precio unitario (ML)	8.000
Total partida	800.000

<u>Partida 4.</u>	
Tubería de 180 mm. de diámetro interior, de 5 mm de espesor de chapa, instalada y probada.	
Precio unitario (ML)	5.000
Total partida	1.500.000

<u>Partida 5.</u>	
Desplazamiento, transporte y horas de parada por cuenta del cliente.	
Precio unitario	90.000
Total partida	90.000

SUMA

EJECUCION MATERIAL	3.690.000
GASTOS GENERALES Y B.I. (22%)	4.501.800
IVA (16 %)	5.222.088
Asistencia Técnica. Dirección de obra de sondeo	350.000

TOTAL5.572.088
(Pesetas, IVA incluido)

ALTERNATIVA B.

SONDEO VERTICAL DE INVESTIGACIÓN A ROTOPERCUSIÓN

<u>Partida 1.</u> Perforación a 220 mm. de diámetro. De 0 a 100 m.	
Precio unitario (ML)	6.000
Total partida	600.000

<u>Partida 2.</u> Perforación a 220 mm. de diámetro. De 100 a 150 m. de profundidad.	
Precio unitario (ML)	7.000
Total partida	350.000

<u>Partida 3.</u> Tubería de 180 mm. de diámetro interior, ranurada en tramos productivos. De 5 mm de espesor de chapa, instalada y probada. 150 metros	
Precio unitario (ML)	5.000
Total partida	750.000

<u>Partida 4.</u>	
Desplazamiento, transporte y horas de parada por cuenta del cliente.	
Precio unitario	90.000
Total partida	90.000

SUMA

EJECUCION MATERIAL	1.790.000
GASTOS GENERALES Y B.I. (22%)	2.183.800
IVA (16 %)	2.533.208
Asistencia Técnica. Dirección de obra de sondeo	350.000

TOTAL2.883.208
(Pesetas, IVA incluido)

ANEXO II.-
INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

HOJA 1839 OCTANTE 2

CARACTERÍSTICAS DE PUNTOS DE AGUA										Sistema acuífero					Hoja nº
Nº de orden TGE	Toponimia	Naturaleza	Cota m.s.n.m.	Prof. obra (m)	Nivel piezométrico		Características hidráulicas			Caudal (l/s)	Acuífero	Residuo seco (mg/l)	Observaciones		
					Prof. (m)	Cota	Q/s (l/s/m)	T (m ² /día)	S						
1	Sondeo I.N.C. nº 1553	Sondeo	860	53	38		0.38			1	Calizas		Realizado en 1968. Atraviesa calizas oquerosas muy tectonizadas con rellenos de calcita. Sobre el metro 46 aparecen las arcillas del Trias.		
13	Cortijo de la Higuera	Manantial	480							aforo actual	Calizas	622	Da unos 60 litros por segundo (12-3-96)		
24	Noguereñas	Manantial	900							0.2-0.3	Margas		Abastecimiento. El caudal puede duplicarse en invierno		
25	Sierra Ahillos	Manantial	960							0.2	Margas		Abastecimiento y regadío. El caudal aumenta en invierno		
30	Fuente Higuera	Sondeo	540	118	70.70			35		4-16	Calizas	685	Sondeo de regulación del manantial "Fuente Higuera". Abto actual a Bobadilla y Noguerones		

HOJA 1839 OCTANTE 3

CARACTERÍSTICAS DE PUNTOS DE AGUA										Sistema acuífero:					Hoja nº
Nº de orden ITGE	Toponimia	Naturaleza	Cota m.s.n.m.	Prof. obra (m)	Nivel piezométrico		Características hidráulicas			Caudal (l/s)	Acuífero	Residuo Seco (mg/l)	Observaciones		
					Prof. (m)	Cota	Q/s (l/s/m)	T (m ² /día)	S						
4	Fuente Víboras	Manantial	580							1.5	Calizas		Regadío y uso doméstico. Poca variación estacional		
6	Las Casillas	Manantial	1010							0.2			Uso doméstico. Aumenta considerablemente en invierno (1-2 l/s)		
14	Ahillos	Manantial	980							0.15			Abastecimiento. El caudal puede duplicarse en invierno		
15	Chircales	Manantial	990							0.2	Margas		Abastecimiento y regadío. Caudal máximo en invierno 0.3 l/s		
20	Las Lechugas	Manantial	940							0.25			Caudal máximo en invierno 0.5 l/s		
21	Moraledas Altas	Manantial	830							0.2	Margas		Abastecimiento y regadío. En invierno se duplica el caudal		

HOJA 1839 OCTANTE 3 (continuación)

CARACTERÍSTICAS DE PUNTOS DE AGUA										Sistema acuífero:					Hoja n°
N° de orden ITGE	Toponimia	Naturaleza	Cota m.s.n.m.	Prof. obra (m)	Nivel piezométrico		Características hidráulicas			Caudal (l/s)	Acuífero	Residuo Seco (mg/l)	Observaciones		
					Prof. (m)	Cota	Q/s (l/s/m)	T (m ² /día)	S						
25	Baranco Temples La Carrasca	Manantial	600							0.5-0.6	Calizas		Regadio. El caudal puede aumentar a 1 l/s en invierno.		
26	Cerro Gata Las Casillas	Manantial	620							0.2	Calizas		Abastecimiento. Caudal máximo en invierno 0.4 l/s		
27	Casa D. Consuelo Las Casillas	Manantial	520							0.6-0.8	Calizas		Regadio. Caudal máximo en invierno 2 l/s		
28	Arroyo Cerradura Las Casillas	Manantial	620							0.2-0.3			Regadio. Duplica su caudal en invierno		

**ANEXO III.-
SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL. DATOS DE CAMPO**

PROYECTO: Abto. Bobadilla-Nogueronas (Alcaudete)

ORIENTACION AB:

COORDENADAS X:

Y:

COTA (m.s.n.m.):

OPERADOR: J. Carlos Herrera

FECHA: 18-03-98

AQUA CONSULTORES

Hidrología y Medio Ambiente

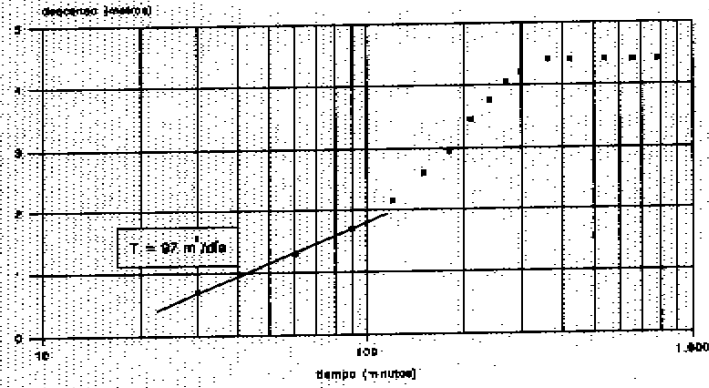
Urb. Bola de Oro, Sd. Veleta, P.4 1ºA
18002 GRANADA Tl. y Fax. 958-130845

SEV Nº: 1

AB/2	MN	V	K	I	pa	OBSERVACIONES
1.6	0.4	5900	9.4	450	123	
2		2100	15.1	360	88	
2.5		2000	23.9	440	109	
3.2		1225	39.6	510	95	
4		770	62.2	470	102	
5		380	97.5	310	119	
6.3		270	155	330	127	
8		225	251	430	131	
10		167	392	430	152	
12.6		107	624	440	152	
10	2	840	75.4	400	158	
12.6		440	122	325	165	
16		435	198	520	166	
20		185	311	370	155	
25		133	488	430	151	
32		65	801	300	173	
40		37	1253	308	150	
50		13.2	1960	180	144	
40	8	190	302	375	153	
50		60	478	206	139	
63		60	767	325	141	
80		41	1244	350	145	
100		47	1951	630	145	
126		12.8	3105	448	89	
160		6.25	5014	520	60	
200		1.2	7841	245	38	
160	32	25.5	1206	560	55	
200		6	1913	270	42.5	
250		4.5	3018	460	29.5	
320		3.1	4976	512	30.1	
400		3.1	7604	770	31.4	
450		2.0	9890	620	31.9	

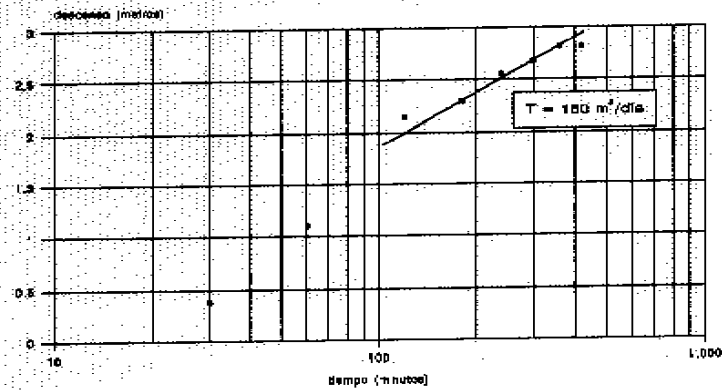
ANEXO IV
PARTES Y GRÁFICAS DE BOMBEO

ENSAYO DE BOMBEO SONDEO FUENTE HIGUERA. ALCAUDETE



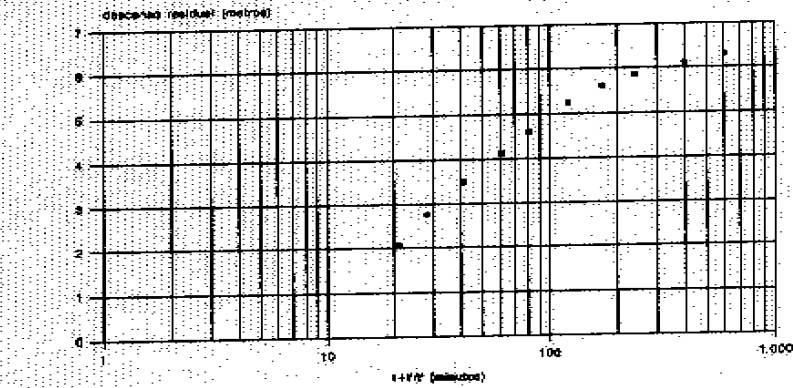
Primera prueba
Descenso régimen variable: $Q = 32 \text{ l/s}$

ENSAYO DE BOMBEO SONDEO FUENTE HIGUERA. ALCAUDETE



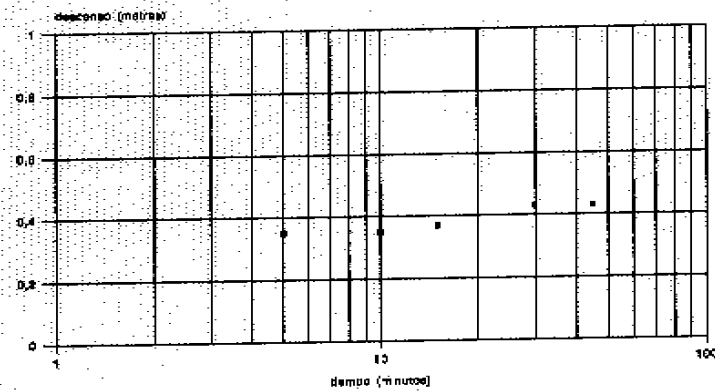
Segunda prueba
Descenso régimen variable: $Q = 18 \text{ l/s}$

RECUPERACION SONDEO FUENTE FIGUERA. ALCAUDETE



Tercera prueba
Recuperación

ENSAYO DE BOMBEO SONDEO FUENTE FIGUERA. ALCAUDETE



Cuarta prueba
Despenseo régimen variable. $Q = 8 \text{ l/s}$