

*Inspección y Vigilancia de las Obras de Construcción de sondeos para la Adecuación de las Redes de Piezometría y Calidad de las Aguas Subterráneas. Cuenca del Ebro.*



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

## **INFORME PIEZÓMETRO DE CARIÑENA: 090.077.001**





## ÍNDICE

	Pág.
<b>1. PROYECTO</b> .....	<b>1</b>
1.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS .....	1
1.2. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS .....	5
1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO .....	6
<b>2. LOCALIZACIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>3. SITUACIÓN GEOLÓGICA</b> .....	<b>9</b>
<b>4. MARCO HIDROGEOLÓGICO</b> .....	<b>9</b>
<b>5. EQUIPO DE PERFORACIÓN</b> .....	<b>15</b>
<b>6. DATOS DE LA PERFORACIÓN</b> .....	<b>15</b>
<b>7. COLUMNA LITOLÓGICA</b> .....	<b>17</b>
<b>8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA</b> .....	<b>19</b>
<b>9. ENTUBACIÓN REALIZADA</b> .....	<b>19</b>
<b>10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS</b> .....	<b>22</b>
10.1. ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS DEL ACUÍFERO .....	22
<b>11. HIDROQUÍMICA</b> .....	<b>31</b>
<b>12. CONCLUSIONES</b> .....	<b>35</b>

### INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ubicación del piezómetro sobre base topográfica 1:25.000</i> .....	<b>8</b>
<i>Figura 2. Ubicación del piezómetro sobre base del SIGPAC</i> .....	<b>8</b>
<i>Figura 3. Ubicación del piezómetro sobre la Cartografía Geológica MAGNA 1:50.000 1:50.000 (410) La Almunia</i> .....	<b>9</b>
<i>Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo</i> .....	<b>21</b>
<i>Figura 5. Diagrama de Piper. Sondeo 090.077.001 Cariñena</i> .....	<b>33</b>
<i>Figura 6. Diagramas de Stiff. Sondeo 090.077.001 Cariñena</i> .....	<b>33</b>

## **INDICE DE TABLAS**

<b><i>Tabla 1. Síntesis de la columna litológica atravesada (descripción en campo).</i></b>	<b>18</b>
<b><i>Tabla 2. Entubación realizada.</i></b>	<b>19</b>
<b><i>Tabla 3. Resumen de los escalones del ensayo de bombeo.</i></b>	<b>24</b>
<b><i>Tabla 4. Resumen de tabla de datos del Escalón continuo.</i></b>	<b>30</b>

## **ANEJOS**

**ANEJO Nº 2: INFORMES DÍARIOS DE PERFORACIÓN**

**ANEJO Nº 5: ENSAYO DE BOMBEO**

**ANEJO Nº 6: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS**

**ANEJO Nº 7: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA**

# 1. PROYECTO

## 1.1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

El Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino lleva varios años desarrollando un programa de ampliación, mejora y optimización de las redes oficiales de control de las aguas subterráneas incluyendo, piezometría y calidad de las mismas.

A lo largo de los últimos ocho años se han realizado diferentes proyectos de ejecución e instalación de sondeos, de nueva construcción, que han pasado a formar parte y complementar la red oficial de seguimiento del estado cuantitativo y calidad de las aguas de la Cuenca Hidrográfica del Ebro. La localización de dichos sondeos atendió, fundamentalmente, a criterios técnicos en relación con la caracterización, estado y evaluación de los recursos de las masas de agua donde se ubicaban.

Con el fin de alcanzar los objetivos recogidos en la Directiva Marco del Agua (D.M.A.:Directiva 2000/60/CE) en sus artículos 4 y 8 y con las especificaciones del anexo V, la Confederación Hidrográfica del Ebro redactó, en diciembre de 2006, el ***“Proyecto de Construcción de sondeos para la adecuación de las Redes de Piezometría y Calidad de las Aguas Subterráneas. Cuenca del Ebro”*** en el que quedaron definidos el número, situación y características constructivas de 35 nuevos sondeos que pasarían a formar parte de la Redes Oficiales y que afectan a masas de agua poco definidas o sin ningún punto de control.

En junio de 2007 se licita, mediante concurso público, el contrato de Servicios para la ***“Inspección y Vigilancia de las Obras de Construcción de sondeos para la Adecuación de las Redes de Piezometría y Calidad de las Aguas Subterráneas. Cuenca del Ebro”*** en el que se prevé la asistencia técnica, a la dirección de obra, en la construcción de 35 sondeos

que totalizan 3.785 metros de perforación y de los que 13 se prevén hacer a rotopercusión con martillo neumático en fondo y circulación directa, 5 a rotación con circulación inversa y los 17 restantes a percusión.

Con fecha 27 de Abril de 2009 se acuerda la adjudicación definitiva a CONSULNIMA, S.L., firmándose el Contrato de Servicios de Referencia 09.822-0003/0611 con fecha 21 de mayo de 2009.

Con fecha 30 de septiembre de 2009, la Dirección de Obra de la Confederación Hidrográfica del Ebro, solicita autorización de redacción de la Modificación nº 1 del contrato para la ejecución de las obras del proyecto.

Con fecha 7 de octubre de 2009, el Presidente de la Confederación Hidrográfica del Ebro resuelve autorizar la redacción de esta MODIFICACIÓN Nº 1 del “PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO”. Éste fue redactado en abril de 2010. En dicho modificado el número total de piezómetros a perforar o adecuar previsto es de 48, debido a la necesidad de realizar una serie de sondeos adicionales al objeto, sobre todo, de sustituir o adecuar ciertos piezómetros existentes que han quedado inoperativos o están en riesgo de estarlo.

Con ello se ve incrementado el número de sondeos a supervisar y vigilar durante las obras en el marco del contrato de servicios a ellas vinculado, por lo que con fecha 1 de octubre de 2009, la Dirección de Obra de la Confederación Hidrográfica del Ebro, solicita autorización de redacción de la Modificación nº 1 de dicho contrato de servicios.

Con fecha 7 de octubre de 2009, el Presidente de la Confederación Hidrográfica del Ebro resuelve autorizar la redacción de esta MODIFICACIÓN

Nº 1 del contrato para la “INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DELAS OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO”.

Las razones de interés general que justifican las modificaciones de obra consideradas en el Modificado Nº 1 son las que se describen a continuación:

- Existencia de determinados sondeos de titularidad pública que cumplen los mismos objetivos hidrogeológicos previstos y pueden ser incorporados a la red piezométrica (1 PIEZÓMETRO).
- Las características propias de determinadas masas de agua subterránea requieren el control del estado cuantitativo de diversos acuíferos característicos de la misma. Ello obliga a realizar diversos sondeos de menor profundidad para alcanzar las zonas alteradas de estos mismos acuíferos para una misma masa (3 PIEZÓMETROS).
- Necesidad de reponer algunos piezómetros de la red oficial que en el transcurso de los años desde la redacción del proyecto han quedado inoperativos; ello requiere que sean sustituidos por sondeos nuevos que permitan el mantenimiento del control con la menor carencia de registro posible, al objeto de poder realizar la correlación de los datos y de no tener pérdida de medidas (5 PIEZÓMETROS).
- Necesidad de intentar la adecuación de una serie de sondeos pertenecientes a la red piezométrica oficial que actualmente se encuentran obstruidos o en riesgo debido a la falta de protección de la tapa o brocal. En caso de no ser posible la desobstrucción sería necesario construir otro sondeo de similares características por entenderse inoperativos (6 PIEZÓMETROS).

- Variaciones constructivas de los piezómetros del proyecto durante la ejecución y planificación de las obras (mediciones, sistemas de perforación más adecuados, ubicación...).

Con ello el número total de piezómetros previsto a perforar o adecuar, y por tanto a inspeccionar y vigilar, es de 48 con la siguiente distribución:

- Número total de piezómetros: 48
- Sondeos a rotoperCUSión: 28
- Sondeos a percusión: 14
- Sondeos existentes a incorporar a la red: 1
- Sondeos existentes a acondicionar: 6
- Sondeos de hasta 100 m de profundidad prevista: 19
- Sondeos de entre 100-200 m de profundidad prevista: 22
- Sondeos de más de 200 m de profundidad prevista: 7

En Resumen, los trabajos realizados por CONSULNIMA, S.L. a lo largo de la ejecución del Proyecto se pueden agrupar en:

#### TRABAJOS DE INSPECCIÓN

- En relación con la supervisión de la obra.
- En relación con la documentación administrativa

#### TRABAJOS SISTEMÁTICOS DE CONTROL

- Control del Plan de Aseguramiento de la Calidad
- Control de ejecución de la obra
- Control de medición
- Control presupuestario
- Control de programación
- Control de Calidad



## 1.2 METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS

Los trabajos desempeñados y que han sido objeto de control durante la ejecución del proyecto constructivo se pueden desglosar y resumir en:

- **Trabajos anteriores a la perforación**
  - Comprobación sobre el terreno de la ubicación del sondeo y posible replanteo.
  - Comprobación de accesos y permisos.
  - Presentación ante la Autoridad Laboral de los Avisos Previos y actualizaciones.
  - Revisión del Plan de Seguridad y Salud que será objeto de un informe donde se recogerá el seguimiento realizado antes, durante y al final de cada obra. Especial atención se pondrá en:
    - Control de documentación de maquinaria y trabajadores presentes en la obra.
    - Visitas periódicas a las obras con atención especial a la señalización de las áreas de trabajo y al uso correcto de los equipos de protección individual (EPIS'S).
  
- **Trabajos durante la perforación**
  - Perforación
    - Seguimiento de la perforación y control del cumplimiento de los objetivos hidrogeológicos.
    - Interpretación geológica, hidrogeológica y geofísica
    - Propuesta de la finalización del sondeo y de entubación a la Dirección de Obra
    - Control de las tareas de limpieza, toma de muestras, medición de niveles piezométricos, etc..

- **Trabajos finales**
  - **Ensayos de Bombeo**
    - Seguimiento del ensayo en campo (bombeo y recuperación).
    - Restauración del terreno a su estado original y construcción y colocación del cierre con arqueta antivandálica.
    - Representación e interpretación de los datos colectados.
    - Redacción de un informe final de cada uno de los sondeos/piezómetros.

Para facilitar la comunicación y la coordinación entre la Dirección de Obra, empresa adjudicataria de la construcción de los sondeos y empresa adjudicataria de la Inspección y Vigilancia, se creó un proyecto en un Centro de Trabajo Virtual en el que se han ido incorporando todos los datos y documentación generada durante la ejecución de cada sondeo.

### 1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

El objetivo de este piezómetro (090.077.001) es sustituir parcialmente el punto de control que existía y en el que se podía controlar y medir el acuífero superficial (Pliocuaternario) como el suprayacente de edad Terciario. Actualmente está, este último, obstruido de tal modo que no se ha podido realizar medición alguna. Con este nuevo sondeo se mantendría un punto de control piezométrico en esta masa de agua (077) para este acuífero y en los materiales Terciarios.

Este piezómetro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, en la zona de transición del acuífero Terciario cuya área de recarga se sitúa en los afloramientos de conglomerados del borde de la sierra de Algairén. Se trataría de un acuífero que tiene un comportamiento de confinado a semiconfinado.

El objetivo hidrogeológico de este sondeo es cortar los Conglomerados del Terciario que conforman el acuífero más profundo de esta zona.

## 2. LOCALIZACIÓN

El sondeo se ubica en la localidad de Cariñena (fig. 1). En la parcela 9.008 del polígono 86 perteneciente al dominio Público hidráulico y gestionado por la Confederación Hidrográfica del Ebro.

Más concretamente, se encuentra situado en los márgenes del barranco de Valdemadera y se accede, al mismo, siguiendo la carretera que va de Cariñena a Villanueva de Huerva. Se toma el primer camino que sale a la izquierda una vez cruzada la A-23. Se sigue por dicho camino que discurre paralelo a la autovía, en dirección norte, y se atraviesa recto por el cruce de un segundo camino que la Autovía. Posteriormente se toma un camino a la derecha que atraviesa el citado barranco.

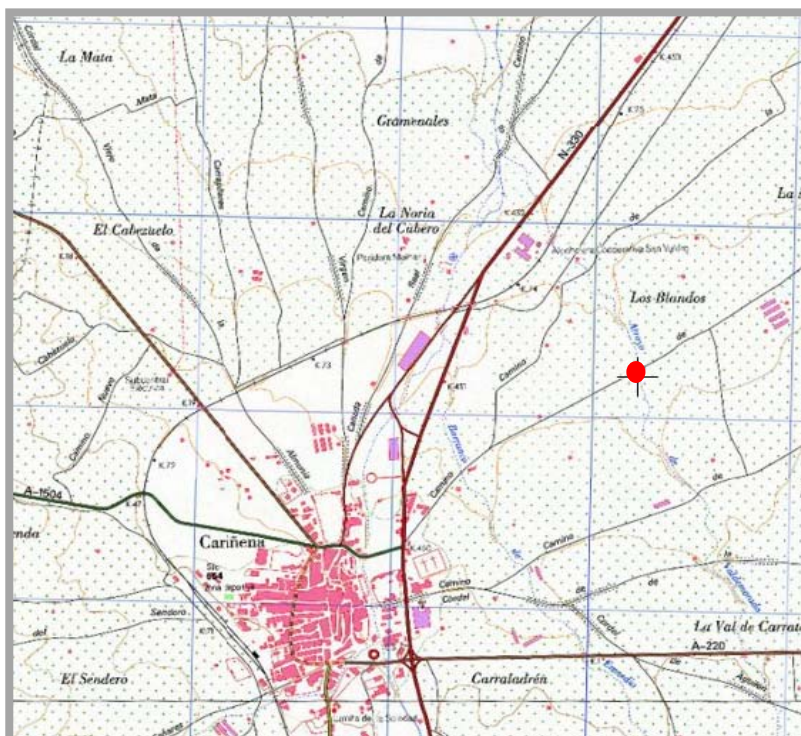
El sondeo, propuesto como alternativa, al piezómetro de la alcoholera se situaría en el cauce del barranco de Valdemadera, en una margen del mismo y unos 70 cm sobre el anterior, en un pequeño aterrazamiento.

Las coordenadas UTM (ED-50 Huso 30) del punto son:

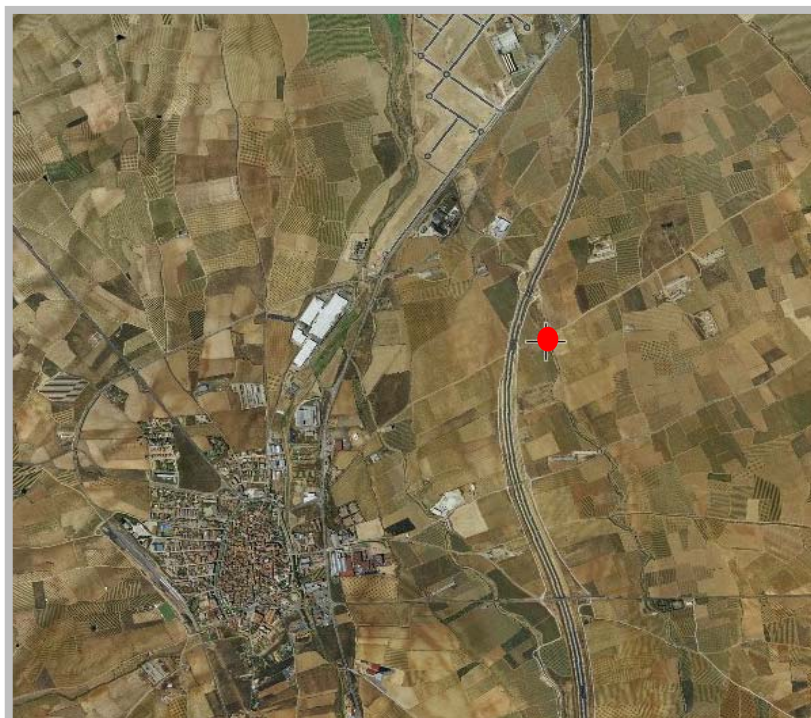
X: 650216

Y: 4579220

Z: 576.s.n.m



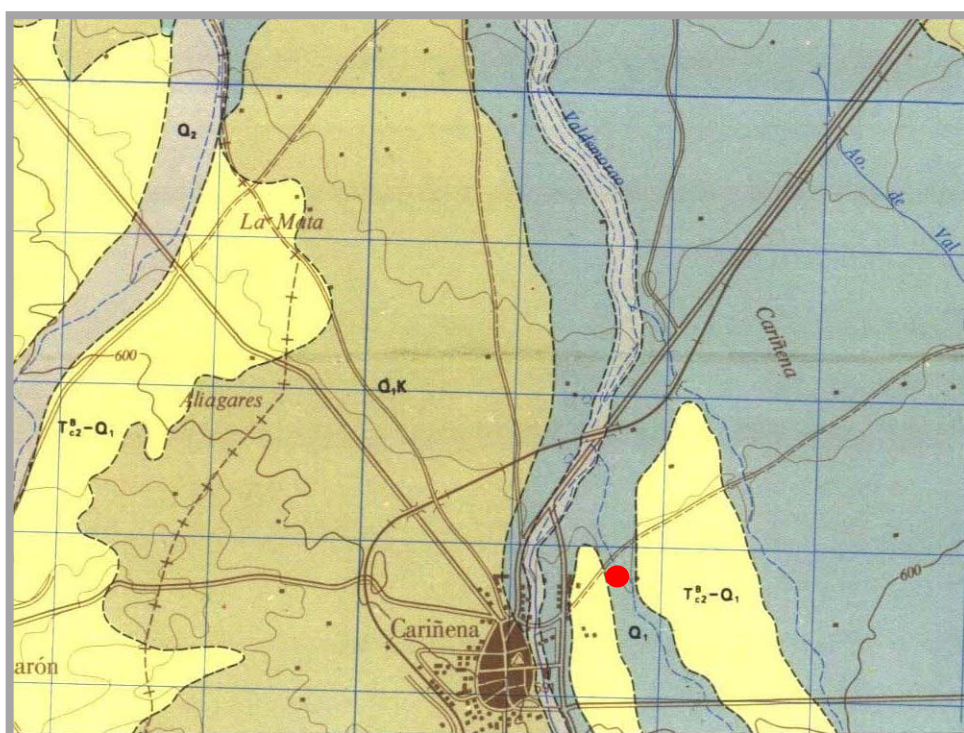
**Figura 1. Ubicación del piezómetro sobre base topográfica 1:25.000**



**Figura 2. Ubicación del piezómetro sobre base del SIGPAC.**

### 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Desde el punto de vista geológico, el sondeo se ubica sobre las arcillas y niveles conglomeráticos de los depósitos pliocuaternarios del margen de la Cuenca del Ebro y situados en los márgenes de la cordillera ibérica: sierras de Algairén y del Vicort. Estos materiales se disponen con suaves buzamientos, correspondientes a la antiguas superficies de depósito de los mismos hacia el Norte y Noreste y discordantes sobre los materiales terciarios de facies detríticas: lutitas arenas y conglomerados.



**Figura 3. Ubicación del piezómetro sobre la Cartografía Geológica MAGNA 1:50.000 (410) La Almunia.**

### 4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 6: "Dominio Central-Ibérico". Se sitúa en el sector central de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, englobando todas las serranías mesozoicas (Moncayo, Vicort, Oriche,

Cucalón, etc) que se extienden hacia el NE del macizo paleozoico de Ateca, aproximadamente desde la cuenca del Alhama al NO hasta la del Aguasvivas al SE; incluye las cuencas del Queiles, Huecha, Isuela, Aranda, parte baja del Jalón, Huerva y Aguas Vivas.

El dominio se caracteriza por la presencia de importantes macizos paleozoicos orlados por extensos somontanos en los que predominan los materiales calcáreos mesozoicos y detríticos terciarios. Desde un punto de vista estructural, la unidad se define en virtud de dos grandes accidentes que enmarcan la unidad al N y S; la falla NorIbérica y el macizo Paleozoico de Ateca-Daroca respectivamente. Ambas estructuras tienen importantes consecuencias hidráulicas, desconectando el dominio de las regiones adyacentes.

En lo que respecta a sus Límites, el límite noroccidental con el adyacente dominio de Demanda-Cameros se establece en el río Alhama hasta la divisoria Ebro-Duero. Continuado con el límite de la unidad de Aranda de Moncayo, sobre el cauce del río Rituerto y de su afluente por la izquierda, barranco de la Mata. Hacia el SE, en la zona de Borobia, el límite se identifica con la falla de Carabantes-Reznos hasta alcanzar la divisoria hidrográfica del Ebro, desde donde enlaza con el macizo Paleozoico de Ateca-Daroca.

El límite septentrional, de este dominio, consiste en el contacto entre la Cordillera Ibérica y la Depresión Terciaria del Ebro. El límite suroriental se establece, de O a E, tomando como límites los siguientes:

El río Pancrudo, enlazando con la sierra de Sta. Cruz por Calamocha, donde atraviesa la fosa del Jiloca. La traza del cabalgamiento de los cretácicos de la Sierra de San Just sobre los depósitos terciarios de la fosa de Montalbán, en su recorrido entre los ríos Pancrudo y Cabra. Así como el contacto Paleozoico-Mesozoico del flanco nororiental del núcleo del anticlinal de

Montalbán, desde el río Cabra, pasando por Montalbán, hasta la localidad de Monforte de Moyuela. Sobre los materiales terciarios de la cuenca del Ebro el límite se traza comenzando por la divisoria hidrográfica Cámaras-Moyuela, cruza el Aguasvivas aguas abajo del embalse de Moneva, pasa por Lécera y continua hacia el E para identificarse con la divisoria Aguasvivas-Martín, hasta alcanzar el Ebro. Hacia el NE, se define sobre el contacto del Terciario con el aluvial del Ebro hasta alcanzar el límite septentrional definido anteriormente a la altura de Pina de Ebro.

Por último el límite meridional de la unidad se ha definido en el macizo paleozoico de Ateca-Daroca. Este macizo actúa como barrera hidrogeológica regional impermeable (o de permeabilidad superficial en la zona de alteración) que individualiza la fosa de Calatayud al NE de la rama castellana de la Cordillera Ibérica al SO.

Dentro de este dominio se encuentra la masa de agua 077 correspondiente al “Mioceno Alfamen”. Esta masa de Se localiza en los llanos de Alfamén, bajo la masa de agua subterránea Pliocuaternario de Alfamén (76), entre las localidades de Calatorao al N y Cariñena al S, en la provincia de Zaragoza. Al NO limita con las sierras de la Virgen y Vicort.

Está localizado bajo los materiales pliocuaternarios de Alfamén, con su misma extensión lateral.

En cuanto a sus características geológicas, el acuífero detrítico terciario está formado por arenas, limos y conglomerados. Se dispone con una geometría subhorizontal con frecuentes cambios laterales de facies horizontales y verticales, constituyendo un medio muy heterogéneo confinado por un nivel arcilloso, de baja permeabilidad, que lo separa de los niveles permeables del Pliocuaternario en casi toda la masa de agua subterránea. En las zonas de contacto con las sierras paleozoicas, el nivel de baja

permeabilidad no existe, permitiendo el contacto directo entre ambos acuíferos.

Dentro de los acuíferos que conforman esta masa de agua se puede distinguir:

- *Formaciones carbonatadas del Jurásico*: fundamentalmente el Lías inferior (Fm Carniolas de Cortes de Tajuña y Fm Calizas y dolomías tableadas de Cuevas Labradas), acuífero cárstico de flujo difuso, de alta permeabilidad. Su espesor puede alcanzar 300 m. Está confinado en casi toda su extensión dentro de la masa de agua. El Jurásico tiene en superficie una reducida extensión de afloramiento. Sin embargo, los materiales jurásicos quedan ocultos en prácticamente toda la zona comprendida entre la Cadena Ibérica y la "falla noribérica". Los sondeos que explotan las formaciones hidrogeológicas acuíferas jurásicas aparecen especialmente concentrados en las zonas de Epila, Ricla y Calatorao; son obras que nunca atraviesan totalmente la serie. En la cuenca del Huerva las Subunidades Acuíferas del Jurásico son explotadas para el abastecimiento a pequeñas poblaciones; son los casos de Muel, Jaulín, Fuendetodos, Aguilón y Villanueva de Huerva.
- *Facies detríticas terciarias*: Esta compuesta por una serie de Conglomerados, areniscas y lutitas. Constituye un acuífero multicapa. Las facies más groseras, y por tanto más permeables, están adosadas a las sierras paleozoicas y recubriendo paleorrelieves jurásicos. Este acuífero está confinado por una serie arcillosa del neógeno. Su espesor puede alcanzar 300 m.



En cuanto a sus parámetros hidrodinámicos dependen del tipo de acuífero y se pueden distinguir entre los dos presentes.

**Acuífero terciario:** Los datos disponibles apuntan hacia valores comprendidos entre 300 y 800 m<sup>2</sup>/día para los casos más altos, y entre 200 y 300 m<sup>2</sup>/día para los valores más frecuentes. Pueden ser considerados valores excepcionalmente bajos los que no alcanzan 50 m<sup>2</sup>/día. Los caudales específicos altos se encuentran entre 5 y 10 l/s/m, los medios entre 1 y 2 l/s/m, y los bajos inferiores a 0,25 l/s/m.

**Acuífero Jurásico:** Se dispone de pocos datos fiables de transmisividades directamente medidas, que hablarían de un valor medio próximo a los 2.000 m<sup>2</sup>/día. Sin embargo, deducciones basadas en los caudales específicos observados en los sondeos de explotación indicarían un rango de transmisividad media comprendido entre 100 y 400 m<sup>2</sup>/día, correspondientes a caudales específicos situados entre 1 y 5 l/s/m de descenso. Algunos valores excepcionales superan puntualmente los 10 e incluso los 20 l/s/m.

En líneas generales, el flujo se orienta desde las sierras al llano, y dentro del llano hacia el Jalón. El Jalón actúa como línea de descarga general del Sistema. En la llanada que se extiende entre los cauces del Huerva y Jalón, la piezometría del acuífero Terciario muestra la presencia de una "cascada piezométrica" justo aguas abajo de la alineación Alfamén/Almonacid de la Sierra. Los gradientes verticales de potencial entre los acuíferos Jurásico y Terciario, son descendentes, salvo en las proximidades de la zona de descarga al Jalón, en donde se vuelven ascendentes. El seguimiento de los niveles piezométricos a lo largo de los años muestra un comportamiento del sistema acuífero subterráneo diferente según el área. La tendencia general en el acuífero Terciario ha sido al descenso progresivo de los niveles, máximo en la zona entre Alfamén y la Virgen de las Lagunas.

La recarga directa sólo se produce en las áreas adyacentes a la sierras, por infiltración de las escorrentías procedente de los barrancos que drenan las serranías paleozoicas. También se produce una percolación vertical desde la masa de agua suprayacente (Plioceno de Alfamén). Existe transferencia lateral de agua entre esta masa y la adyacente del Campo de Cariñena (75). La descarga natural se realiza hacia el Jalón, a través de la adyacente masa de agua del Campo de Cariñena.

La Hidroquímica de las aguas varía también en función del acuífero del que se trate. Las aguas del acuífero terciario presentan facies complejas de tipo HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>-Ca-Mg, con una salinidad variable. Su conductividad eléctrica varía usualmente entre 300 y 1.500 µS/cm, con un valor más usual del orden de 550 µS/cm. En el caso del acuífero Jurásico, las muestras analizadas presentan facies mixtas cálcico-magnésicas con predominio de los iones HCO<sub>3</sub> y SO<sub>4</sub> aunque en algunos casos también podemos encontrar el ión Cl. La conductividad alcanza valores promedios de 1.500 µS/cm, con un carácter sulfatado creciente hacia el Jalón.

En cuanto al estado de esta masa de agua se ha constatado la existencia de una tendencia descendente en los niveles piezométricos de este acuífero desde los años 70 con importantes descensos acumulados. Razón por la cual se considera a la masa en riesgo cuantitativo.

También existe una afección cualitativa debida fundamentalmente a la presión agrícola. El impacto más visible es la contaminación de compuestos de nitrógeno. Las concentraciones medias de nitrato, superan los 50 mg/l en algunas zonas de alta intensidad agrícola. Las zonas menos afectadas se encuentran en las áreas de recarga con concentraciones inferiores a 25 mg/l. En líneas generales, la contaminación por nitratos tiene la misma distribución

que la masa del Pliocuaternalio pero con concentraciones de nitratos más atenuados dada su menor vulnerabilidad.

## 5. EQUIPO DE PERFORACIÓN

La perforación del sondeo y construcción del piezómetro ha sido realizada por la Compañía General de Ingeniería y Sondeos C.G.S., S.A. actuando de subcontratista la empresa Perforaciones Jiennenses Marchal S.L.

Se ha contado con un equipo de perforación a rotoperusión formado por una sonda FDO 400 con capacidad de tiro de 60 toneladas, sobre camión con tracción total 4 x 4 y un compresor de 25 bares IR (Ingersoll Rand) 1170 25/33.

## 6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

La perforación se inicia el 24 de Febrero de 2011 a las 8 horas y se termina el 17 de Febrero de 2010 a las 13:00 horas.

Antes de emplazar dicho sondeo se notifica el comienzo de las obras al Ayuntamiento de Cariñena. Así mismo se notifica el comienzo de las obras a la Guardería Fluvial de la Confederación Hidrográfica del Ebro correspondiente a la demarcación de Cariñena al estar ubicado, dicho sondeo, en el cauce de un barranco y dentro del Dominio público hidráulico.

Se llega al emplazamiento a las 8 horas y se procede a realizar la perforación. Se comienza con un diámetro de 380 mm hasta 1,5 metros de profundidad y se procede a entubarlos. Posteriormente, a las 9:30 horas, una vez realizado el emboquille, se retoma la perforación por dentro del emboquille con un diámetro de 324 mm. Se sigue perforando hasta atravesar claramente las gravas, entre los 37 y 45 metros, del acuífero pliocuaternalio

que hay que aislar por lo que se decide dar por terminada la perforación y entubar con tubería ciega de 250 mm que permita retomar la perforación, con el martillo de 246 mm por el interior del sondeo.

Una vez retirada la maniobra se comienza a realizar la mezcla de cemento con acelerante, para aislar los aportes del acuífero superior que se han constatado que existen sobre todo en el tramo inferior a los 20 o 25 metros pero que son de pequeño caudal: inferior a 0,25 lt/sg o aún menores.

Para realizar la cementación del anular se suspende la tubería y se empuja por dentro con un pistón con la tubería suspendida para que la cementación del mismo sea más homogénea.

Se finalizan los trabajos hacia las 20:30 horas. Se espera a que fragüe el cemento durante la noche y se reinician las obras el día 25 por la mañana a las 8 de la mañana observándose que no ha fraguado el cemento, por lo que se decide a esperar hasta mediodía.

Se mide el sondeo y se comprueba que ha cementado por dentro hasta los 40 metros de profundidad y que no existe agua en el sondeo. Se realiza una segunda prueba a las 16 horas bajando la maniobra, comprobándose, al perforar, que el cemento sigue aún fresco. Se decide levantar la maniobra, lavar el martillo para quitar el posible cemento adherido y continuar el día siguiente por la mañana.

Se retoman los trabajos el día 26 de febrero a las 8 horas y se alcanzan los 132 metros a las 14 horas. Se han detectado aportes de agua a partir de los 86 metros y que se van haciendo mayores, a partir de los 90 metros, conforme avanza la perforación. A partir de los 106 metros, se aprecia un incremento de caudal y a partir de los 120 metros, las gravas y conglomerados salen más limpios y se constata la aparición de agua.

A las 16 horas se intenta alcanzar más profundidad llegándose a los 138 metros y en ese momento se agarran el martillo y la maniobra al quedarse atrapado el estabilizador y el martillo por las gravas limpias que aparecen entre 132 y 138 metros. Se intenta quitar el agarre durante el resto de la tarde terminándose a las 8 horas y consiguiéndose, únicamente, levantar unos 2 metros por lo que se decide volver a intentar sacar el martillo al día siguiente y, ante las dificultades de alcanzar los 150 metros y habiéndose alcanzado el objetivo hidrogeológico, se decide dar por terminado el sondeo y, en función de los datos hidrogeológicos obtenidos, proceder a su entubación. *(Ver Anejo N° 2, Informes diarios de perforación).*

## 7. COLUMNA LITOLÓGICA

Durante la realización de la perforación, se efectúa una primera descripción litológica, de los materiales cortados, mediante observación del ripio extraído de la de perforación a intervalos de metro. Cada 5 metros de avance se realiza una toma de muestra representativa y se guarda en recipiente, bien identificado, para su posterior envío a la litoteca que el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) dispone en el Km. 192 de la Ctra de Badajoz-Granada en la localidad de Peñarroya (Córdoba).

0-2 m	Relleno cuaternario de matriz limo arenoso y gravas de naturaleza cuarcítica.
2-5 m	Gravas y gravillas cuarcíticas con matriz arcillosa-arenosa y naturaleza cuarcítica.
5-7 m	Gravas cuarcíticas de cantos poco redondeados con matriz arcillosa
7-16 m	Gravas de más de 2 a 3 cm poco redondeadas con matriz arcillosa
16-29 m	Gravas ocre anaranjadas de tamaños variables y naturaleza cuarcítica y de areniscas paleozoicas, con gravillas y matriz arcillosa
29-32 m	Gravas y gravillas de naturaleza cuarcítica con matriz arcillosa y arenosa fina.

32-39 m	Arcillas amarillentas a anaranjadas con restos de gravillas
39-42 m	Margas arcillosas a arcillas margosas rojas anaranjadas con escasos restos de gravillas
42-45 m	Margas arcillosas o arcillas carbonatadas de tonos anaranjados a blancos amarillentos.
45-70 m	Margas anaranjadas a gris verdosas, en ocasiones con restos de gravillas y a veces con restos de tramos algo más carbonatados
70-73 m	Gravas a gravillas con matriz margosa a limo arcillosa, angulosas de naturaleza cuarcítica a veces con areniscas
73-80 m	Gravas cuarcíticas, anaranjadas de de matriz arcillosa.
80-84 m	Tramos de gravas de matriz arenosa de grano fino con restos de gravillas.
84-111 m	Gravas pequeñas de 1 a 2 cm de tamaño máximo, angulosas a subredondeadas de naturaleza areniscosa o cuarcítica (paleozoicas) con algo de matriz arenosa.
111-116 m	Gravas y gravillas con matriz margo arcillosas
116-122 m	Gravas algo más gruesas escasa con matriz arcillosa de naturaleza cuarcítica a areniscosa, escasamente redondeadas
122-126 m	Gravas y gravillas con matriz margo-arcillosas de tamaño menor.
126-132 m	Gravas limpias algo más redondeadas de tamaño variable con escasa matriz.
132-135 m	Gravas de naturaleza eminentemente cuarcítica y de tamaño mayor de 3 a 5 cm.
135-138 m	Gravas y gravillas con matriz arenosa y naturaleza cuarcítica.

**Tabla 1. Síntesis de la columna litológica atravesada (descripción en campo)**

La edad asignada a las litologías atravesadas, según su contexto geológico y las facies observadas, pueden ser: del metro 0 al 2 corresponde al relleno cuaternario del barranco, del metro 2 a al 42 se corresponde con los depósitos detríticos de edad pliocuaternario, formados por gravas y areniscas procedentes de los abanicos aluviales de la sierra de Algairén. Del 42 al final del sondeo, se corresponde con los depósitos del terciario de edad Mioceno (Aragoniense) correspondientes a las UTS T-6 o T-5 de Pérez *et al* (1994), correspondiendo los depósitos superiores, hasta el metro 70, a la facies

distales de lutitas y margas, mientras que los depósitos inferiores corresponden con los depósitos proximales de arenas y conglomerados.

## 8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

No se ha considerado la realización de testificación geofísica en este sondeo debido al uso de tubería auxiliar que impediría el registro de la mayor parte de los parámetros con valor hidrogeológico. se realiza el día 17 de Marzo de 2010.

## 9. ENTUBACIÓN REALIZADA

Se utilizan tres tipos de tubería de acero en tramos de 6 y 3 m. de longitud. Una primera de 380 mm de diámetro y 5 mm de espesor de la que se colocan 1,5 metros. Una auxiliar de 250 mm y 4 mm de espesor de la que se colocan 45 metros ciegos. Una tercera, que es la definitiva, en chapa de acero, de 180 x 4 mm, de los que se colocan 138 m: 105 m corresponden a tubería ciega y 31 m a filtro de puentecillo (180 mm) que se coloca en cotas donde se ha detectado el aporte de agua.

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-1.5	380	5	Acero al carbono	Ciega
0-45	250	4	Acero al carbono	Ciega
0-99	180	4	Chapa de acero	Ciega
99-102	180	4	Chapa de acero	Filtro
102-105	180	4	Chapa de acero	Ciega
105-111	180	4	Chapa de acero	Filtro
111- 114	180	4	Chapa de acero	Ciega
114-120	180	4	Chapa de acero	Filtro
120-123	180	4	Chapa de acero	Ciega
123-126	180	4	Chapa de acero	Filtro
126-135	180	4	Chapa de acero	Ranurada
135-138	180	4	Chapa de acero	Ciega

*Tabla 2. Entubación realizada.*

La unión entre tramos de tubería es mediante soldadura y la tubería se dispone apoyada sobre el fondo del sondeo.

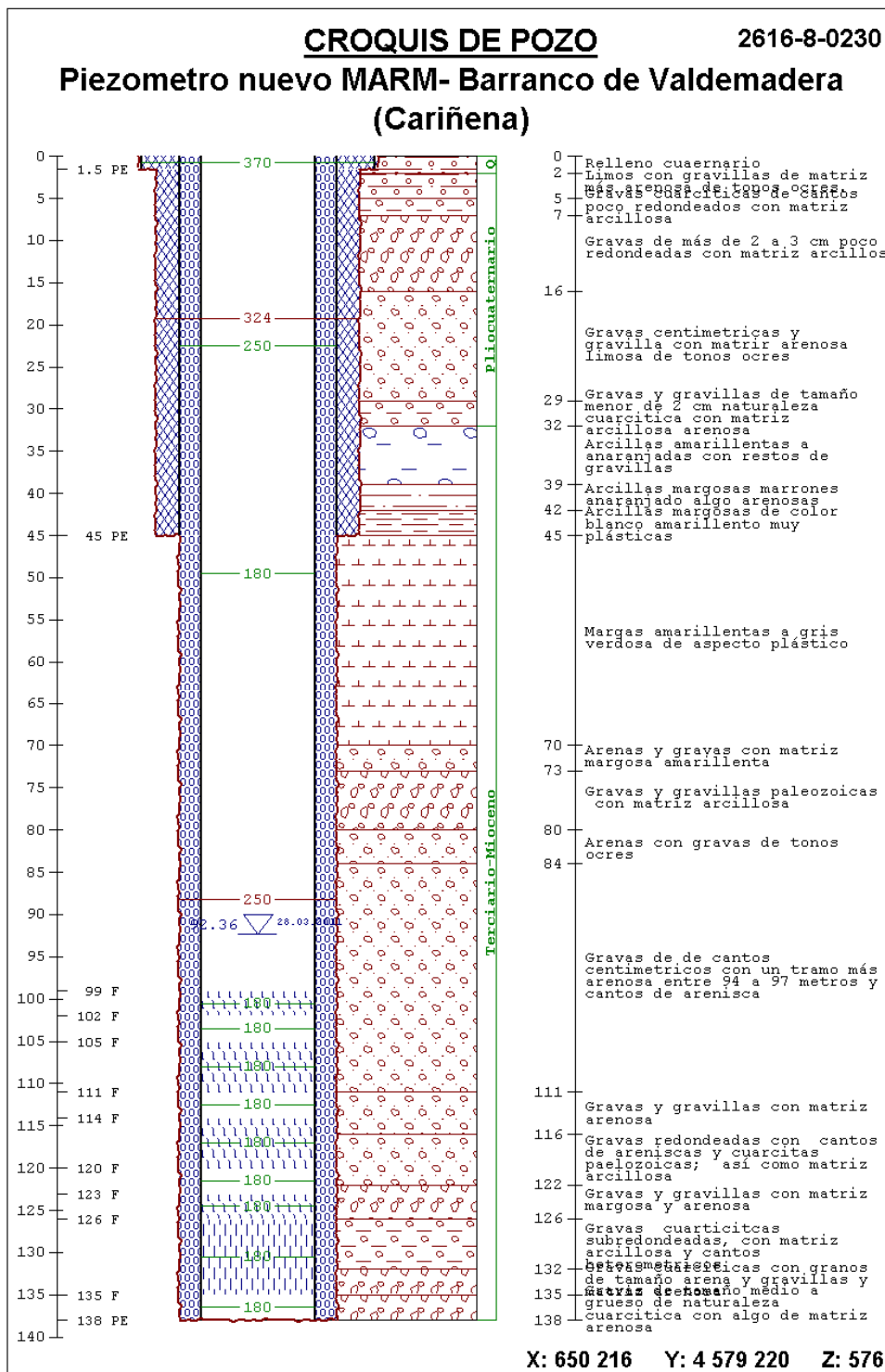
Se ha realizado una cementación de la parte superior del sondeo hasta el metro 45 entre la perforación y la tubería auxiliar de 250 mm, para aislar el aporte del acuífero superior del Pliocuaternario. Esta cementación se ha llevado a cabo durante los trabajos de perforación y mediante un sistema de pistón.

Asimismo y para impedir que el aporte de finos produzca el cegado del sondeo, se ha previsto la realización de un empaque de grava silíceo entre la tubería definitiva (180 mm.) y la pared del sondeo (250 mm.). El engravillado del sondeo produce el día 28 de Febrero empleándose un total de 4 toneladas. Se trata de una grava silíceo, redondeada y calibrada, de tamaño 6-12 mm.

Para terminar la adecuación del piezómetro, en la cabeza del sondeo se coloca una arqueta antivandálica que se protege mediante un dado de hormigón de 1m<sup>2</sup> de base x 0.7 m de altura.

En el croquis de la figura Nº 4 se ilustran las características constructivas y litológicas del sondeo.





**Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.**

## 10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero atravesado está constituido por las Conglomerados del Mioceno (terciario).

El agua se ha cortado entorno a los 20 o 25 metros pero que son aportes que corresponden al acuífero superior y presentan un escaso caudal: inferior a 0,25 l/s o aún menores. Estos aportes se aíslan ya que no interesa medir el nivel de este acuífero y, además, no es deseable que se mezclen los niveles.

Conforme se ha avanzado en la perforación, se observan aportes de agua a partir de los 86 metros que van creciendo con la profundidad a partir de los 90 metros apreciándose, un incremento de caudal a partir de los 106 metros, aumentando posteriormente a partir de los 120 metros, donde las gravas y conglomerados son más limpias y permaneciendo constante, el caudal desde este punto hasta el final del sondeo.

Al final de la entubación y de la limpieza del sondeo (28/02/2011) se ha medido el nivel freático que se ha localizado a cota de 91,50 m.

### 10.1. ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS DEL ACUÍFERO

Durante los días 28 y 29 de Marzo de 2011 se realiza el ensayo de bombeo.

El equipo de bombeo está constituido por un grupo generador marca Mecc Alte de 250 KVA, motor Fiat Alfo de 400 CV y una tubería de impulsión

de 70 mm de diámetro. Se utiliza una bomba Grundfos modelo SP-60-20 con una potencia de 50 CV situada a 115 m de profundidad.

Se posiciona la bomba a 115 m y se mide el nivel a 92,36 metros. El primer escalón comienza a las 15,30 h, con un caudal de 1 l/sg. Conforme se bombea se observa como el caudal se estabiliza rápidamente cerca de los 94,98 m, por lo que se decide aumentar el caudal. Este escalón dura 60 minutos, produciendo un descenso de 2,62 metros.

El siguiente escalón comienza a las 16:30 horas con un caudal de 3 l/s teniendo y tiene una duración de 120 minutos durante el que se observa un descenso muy acusado y tras dos horas no se estabiliza, quedando el nivel en 112,64 m, muy próximo a la aspiración de la bomba. El descenso observado ha sido de 17,66 metros. Ante este descenso tan acusado se decide parar de bombear, medir la recuperación e inicial el ensayo continuo con un caudal de 2 l/sg.

Se inicia la recuperación a las 18:30 horas, tiene una duración de 60 minutos y, durante la misma, el nivel asciende hasta 92,97 m con un ascenso de 19,67 metros.

A continuación se inicia el escalón continuo a las 19:30 minutos con una duración de 18 horas (1.080) minutos. En el mismo el nivel prácticamente se ha estabilizado entorno a los 101,70 metros, habiéndose observado un descenso de 8,73 metros.

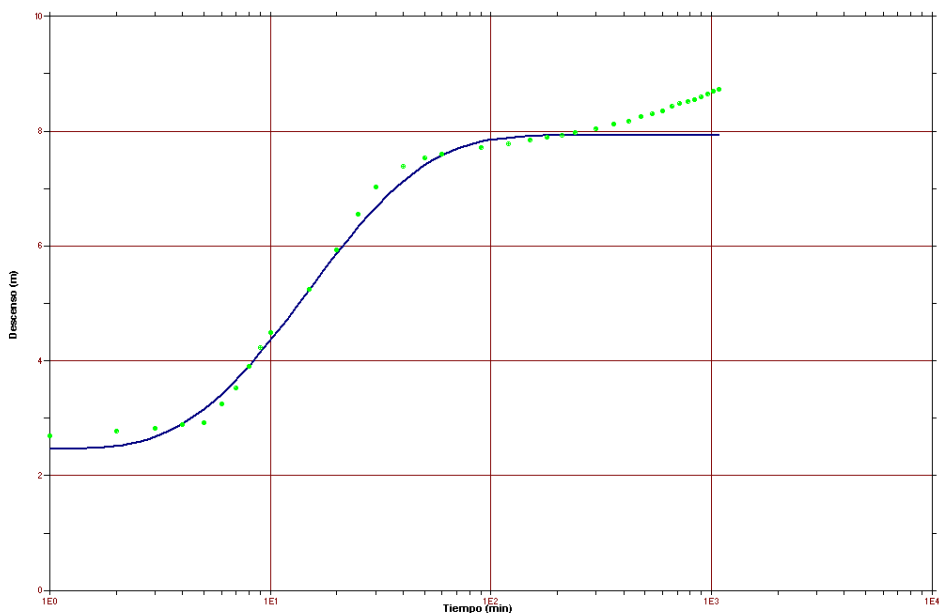
Termina este escalón a las 13:30 h del día 29/03/2011, momento en el que se procede a medir la recuperación durante 60 minutos, y en los que el nivel asciende hasta los 93,05 m por lo que se produce un ascenso de 8,65 metros.

Escalón	Q(L/sg)	T(min)	N. inicial (m)	N. final (m)	Descenso (m)
Escalón 1	1	60	92,36	94,98	2,62
Escalón 2	3	120	94,98	112,64	17,66
Recuperación 1	0	60	112,64	92,97	19,67 (ascenso)
Escalón 4	2	1.080	92,97	101,705	8,73
Recuperación 2	0	60	101,705	93,05	8,65 (ascenso)

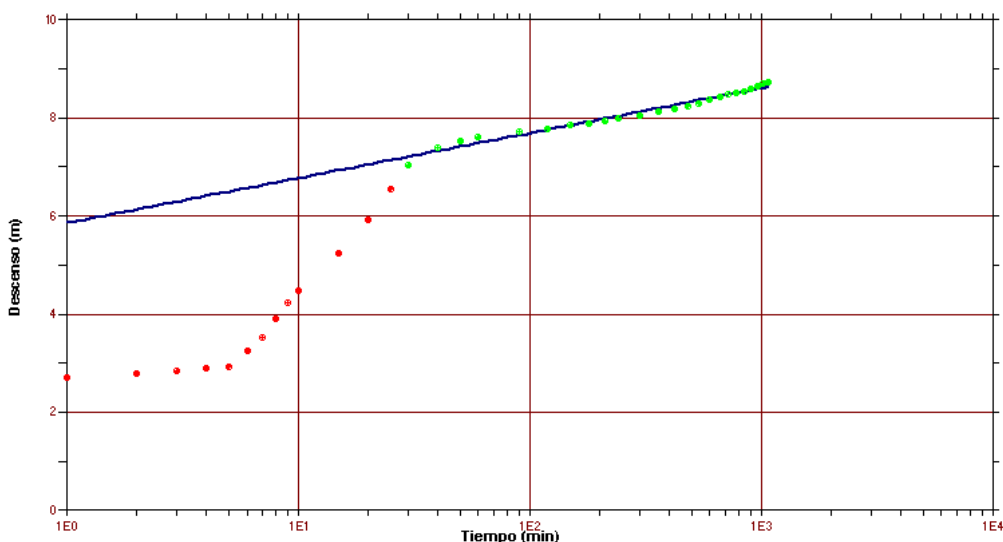
*Tabla 3. Resumen de los escalones del ensayo de bombeo*

Los resultados de este ensayo de bombeo se han analizado e interpretado con el programa **Pibe 2.0** puesto a punto por la Diputación Provincial de Alicante y con el software de **Aquifer-Test v.3.5** de la empresa *Waterloo Hidrogeologic*. Se ha supuesto que se trata de un acuífero de tipo confinado, que pudiera tener un comportamiento semiconfinado por lo que se ha interpretado con la ecuación Theis y se ha contrastado con la de Hantusch, así como simplificación de la ecuación de Theis por Cooper-Jacob y la el análisis de la recuperación. Los resultados de estos análisis son los siguientes:

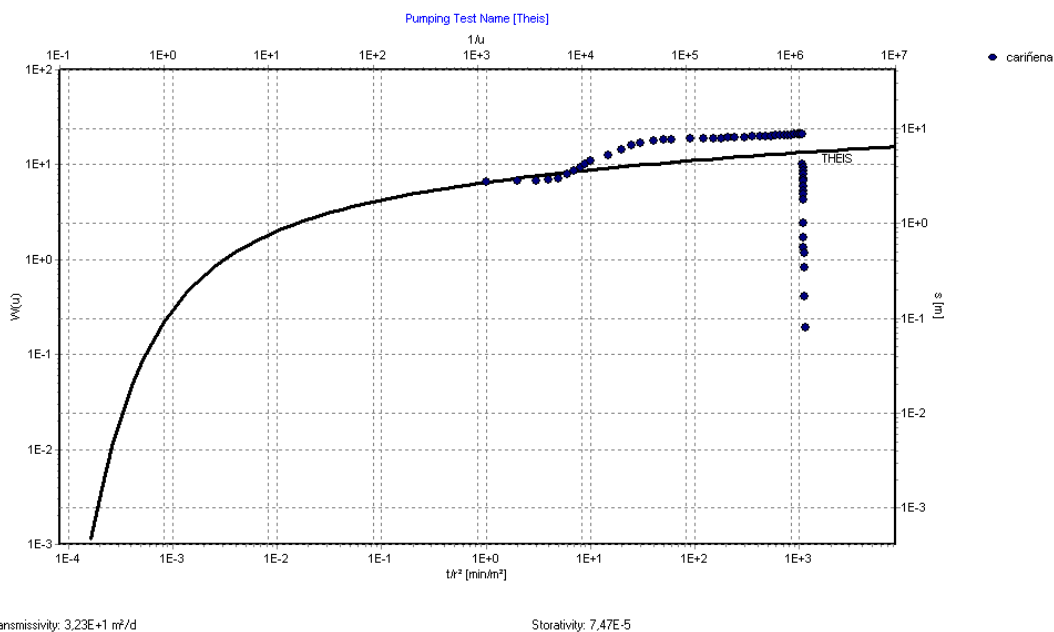
Con el **Pibe 2.0**, y mediante el método de Hantusch se obtienen unos valores de Transmisividad de **2.676 m<sup>2</sup>/día**, con un coeficiente de almacenamiento de 0.01 y un radio eficaz de 2.145 con una relación r/B 0.8406. Con el siguiente Grafico de evolución que muestra cierta similitud con el gráfico observado de los datos.



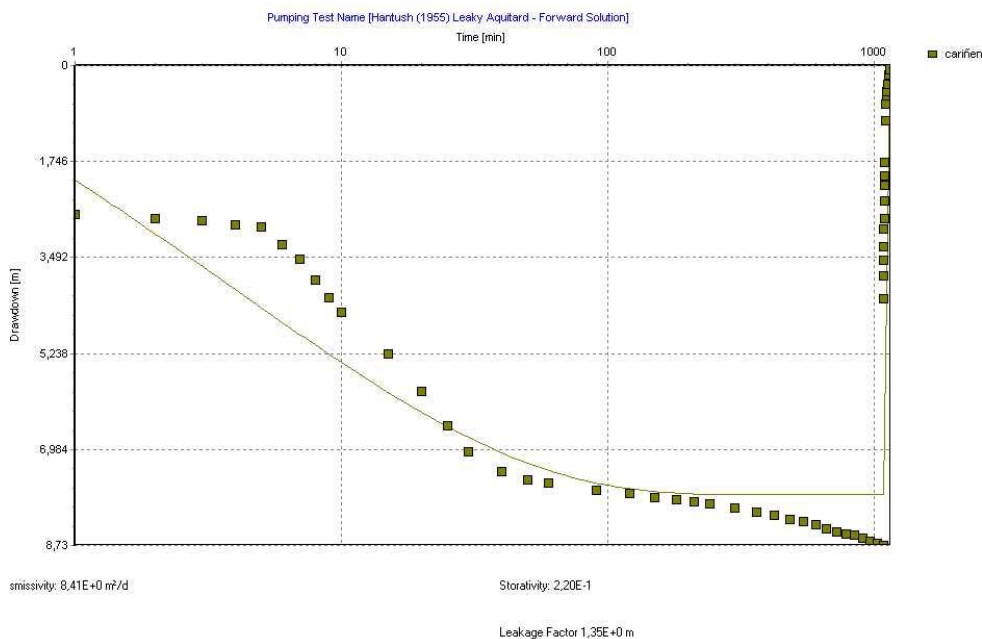
Con el **Pibe 2.0**, y mediante el método de Theis se obtienen unos valores de Transmisividad de **34.55 m<sup>2</sup>/día**, con un coeficiente de almacenamiento de 0.01 y un radio eficaz de 0.0015 con una relación r/B 0,05, siendo necesario para cuadrar los datos el ajustar únicamente los datos obtenidos de los últimas horas del ensayo de bombeo.



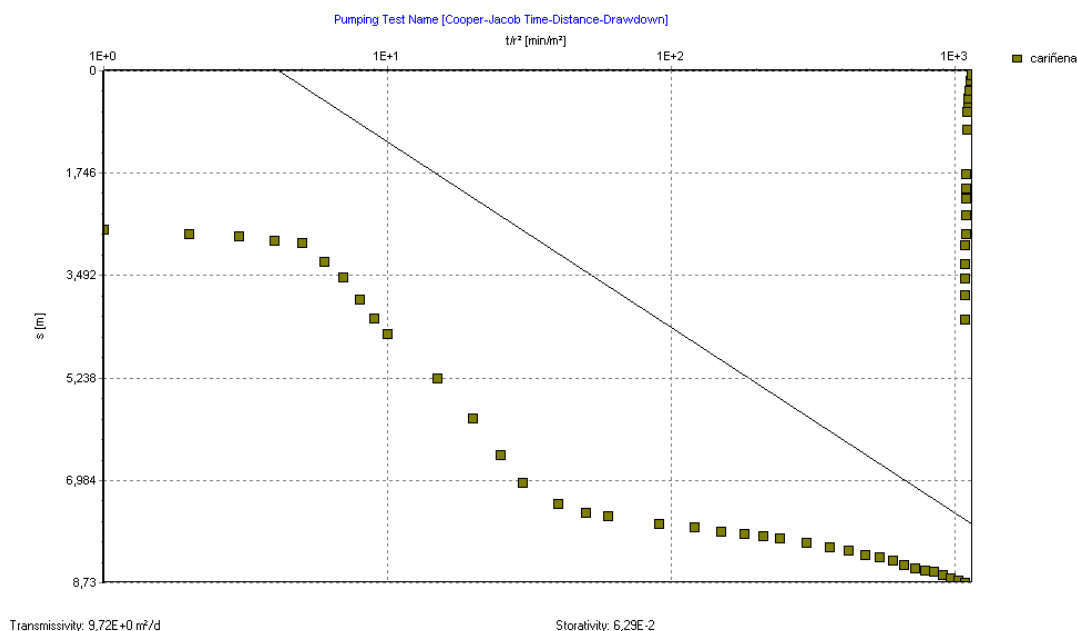
Con el **Aquifer-Test v.3.5** los valores obtenidos para el ensayo continuo, con la formula de Theis, se obtiene una transmisividad de **T: 32,3 m<sup>2</sup>/día**, con un coeficiente de almacenamiento de  $7.4 \times 10^{-5}$ , Cuya grafica es la siguiente.



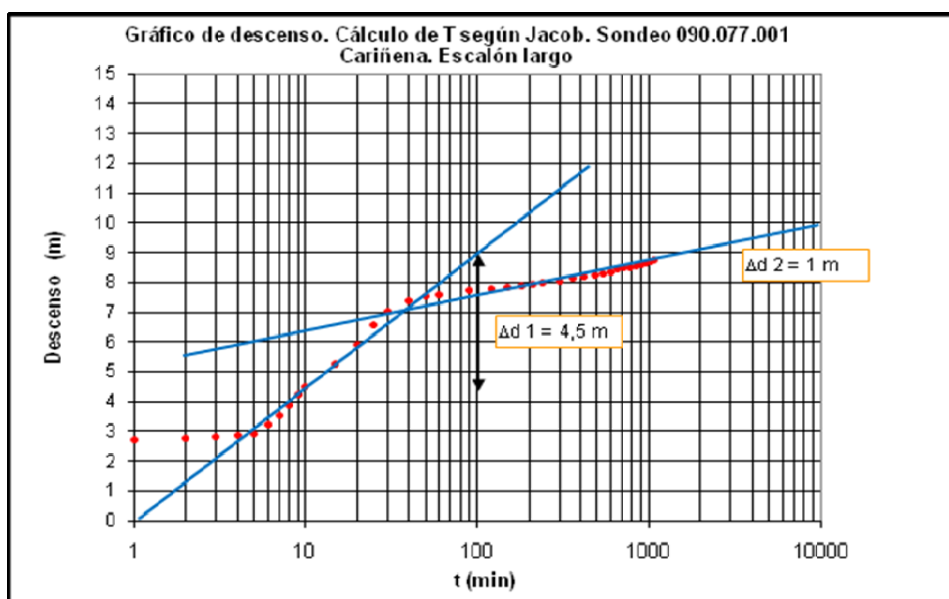
Usando la ecuación de Hantusch también con el software **Aquifer-Test v.3.5** los valores son diferentes dando una transmisividad menor de **8,41 m<sup>2</sup>/día**.



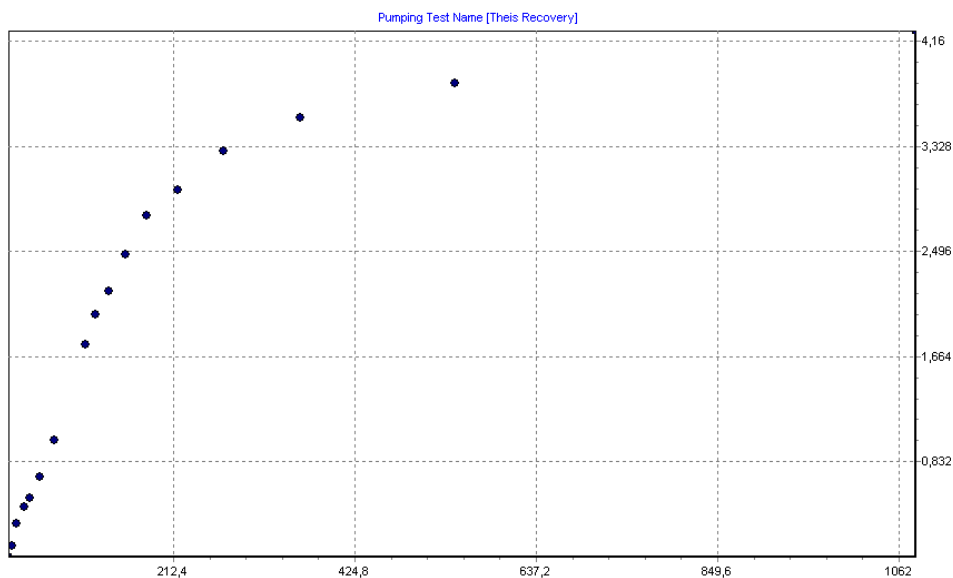
Usando la simplificación de Cooper-Jacob de la ecuación de Theis se obtienen unos valores de transmisividad de **T: 9,72 m<sup>2</sup>/día**. Y un coeficiente de almacenamiento de 0,00629



Estos resultados se han comprobado manualmente con ayuda de una aplicación realizada con una hoja Excel. Que da unos valores de transmisividad de entre **7 y 31,6 m<sup>2</sup>/día** en función del tramo de la curva que se interprete.

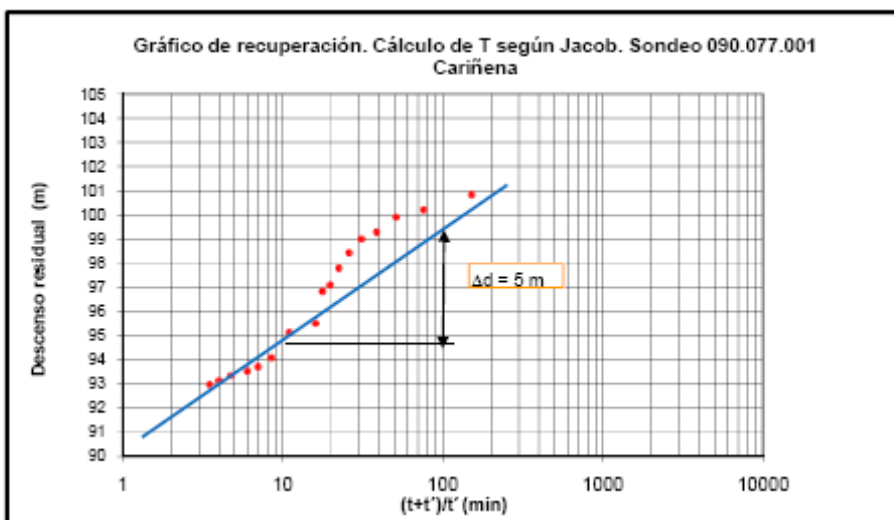


A modo de comprobación se ha interpretado también la recuperación del ensayo continuo con la fórmula de Theis. Obteniéndose un valor de transmisividad de **30,8 m<sup>2</sup>/día** con el programa **Aquifer-Test v.3.5**.



Transmissivity: 3,08E+1 m<sup>2</sup>/d

Esta recuperación se ha comprobado manualmente con una aproximación por Theis, realizada con una hoja Excel que ha dado unos valores de **T: 12,6 m<sup>2</sup>/día** para la recuperación de ensayo continuo.





Simultáneamente a la realización del ensayo de bombeo, se toman las siguientes medidas *in situ* de conductividad (CE), temperatura (T<sup>a</sup>) y pH.

- Final del Escalón 2:  
 CE= 520  $\mu$ S/cm  
 T<sup>a</sup> = 20,2 °C  
 pH= 7,20

Tiempo de bombeo (minutos)			
Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
0	92,97		2
1	95,67	2,70	2
2	95,75	2,78	2
3	95,80	2,83	2
4	95,86	2,89	2
5	95,90	2,93	2
6	96,22	3,25	2
7	96,49	3,52	2
8	96,87	3,90	2
9	97,20	4,23	2
10	97,46	4,49	2
15	98,21	5,24	2
20	98,90	5,93	2
25	99,53	6,56	2
30	100,00	7,03	2
40	100,36	7,39	2
50	100,50	7,53	2
60	100,57	7,60	2
90	100,69	7,72	2
120	100,75	7,78	2
150	100,82	7,85	2
180	100,86	7,89	2
210	100,90	7,93	2
240	100,95	7,98	2
300	101,02	8,05	2
360	101,09	8,12	2
420	101,15	8,18	2
480	101,22	8,25	2
540	101,27	8,30	2

600	101,33	8,36	2
660	101,40	8,43	2
720	101,45	8,48	2
780	101,49	8,52	2
840	101,52	8,55	2
900	101,56	8,59	2
960	101,62	8,65	2
1020	101,66	8,69	2
1080	101,70	8,73	2

**Tabla 4. Resumen de la tabla de datos del Escalón continuo.**

*(Los partes, gráficos e interpretación ampliada del ensayo de bombeo se encuentran en el Anejo N° 5)*

## 11. HIDROQUÍMICA

Además de los datos tomados *in situ* de conductividad eléctrica, pH y temperatura durante el ensayo de bombeo, recogidos en el capítulo 10, se tomaron dos muestras de agua en el *sondeo 090.077.001 situado en el municipio de Cariñena (Zaragoza)*, una al final de la limpieza y la segunda al final del aforo, para su posterior análisis físico-químico. El muestreo se realizó los días 28 de febrero y 29 de marzo de 2011, respectivamente. Se tomó una muestra duplicada del aforo para el control externo del laboratorio. Durante la toma de las muestras se llevaron a cabo las siguientes medidas *in situ*:

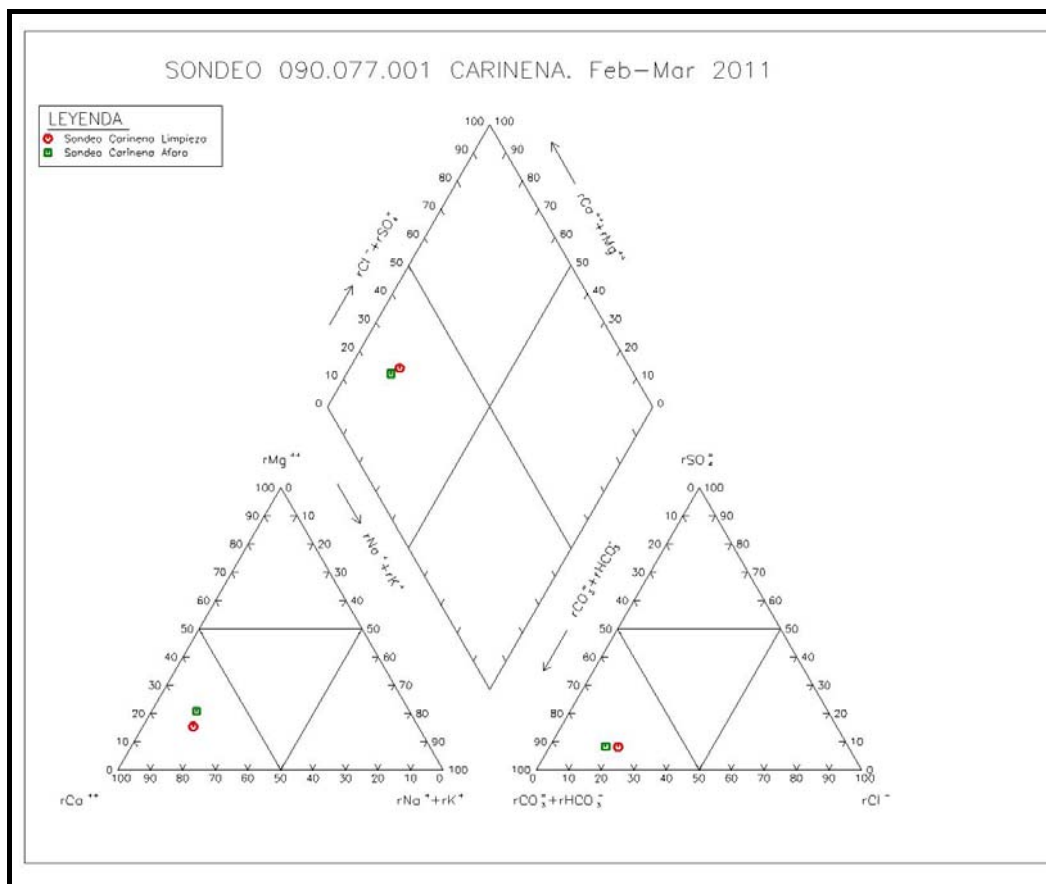
DETERMINACIONES <i>IN SITU</i>	Sondeo 090.077.001 Cariñena (muestra 1: final de la limpieza) (28/02/2011)	Sondeo 090.077.001 Cariñena (muestra 2: final del aforo) (29/03/2011)
Temperatura (°C)	10,1	20,2
Conductividad (µS/cm)	462	520
pH	7,58	7,20

Los parámetros analizados en el laboratorio y los resultados obtenidos se resumen a continuación:

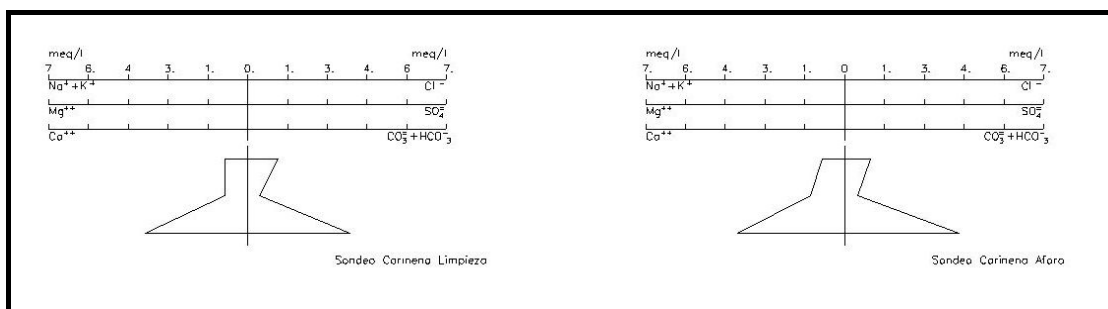
DETERMINACIÓN	Sondeo 090.077.001 Cariñena (muestra 1: final de la limpieza) (28/02/2011)	Sondeo 090.077.001 Cariñena (muestra 2: final del aforo) (29/03/2011)
AMONIO (mg/l)	0,04	<0,04
ANHIDRIDO SILICICO (mg/l)	10,82	13,14
BICARBONATOS (mg/l)	<b>218,48</b>	<b>241,29</b>
BORO (mg/l)	0,09	0,09
CALCIO (mg/l)	<b>71,89</b>	<b>75,07</b>
CARBONATOS (mg/l)	0,00	<5
CLORUROS (mg/l)	37,86	32,67
CONDUCTIVIDAD 20 °C (µS/cm)	464	509
FOSFATOS (mg/l)	0,48	<0,16
HIDROXIDOS (mg/l)	0,00	0,00
HIERRO (mg/l)	0,06	<0,05
MAGNESIO (mg/l)	9,63	14,45
MANGANESO (mg/l)	0,01	<0,02

DETERMINACIÓN	Sondeo 090.077.001 Cariñena (muestra 1: final de la limpieza) (28/02/2011)	Sondeo 090.077.001 Cariñena (muestra 2: final del aforo) (29/03/2011)
NITRATOS (mg/l)	16,61	19,46
NITRITOS (mg/l)	<b>1,37</b>	<0,1
pH (ud pH)	7,67	7,45
POTASIO (mg/l)	2,14	1,13
SODIO (mg/l)	17,24	17,41
SULFATOS (mg/l)	19,82	21,54
Dureza (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	220	248
Facies hidroquímica	<b>Bicarbonatada cálcica</b>	<b>Bicarbonatada cálcica</b>

Según los valores de conductividad eléctrica es un agua de MINERALIZACIÓN MEDIA-BAJA, por su dureza se considera MODERADAMENTE DURA, y por su composición, se clasifica como AGUA BICARBONATADA CÁLCICA (según clasificación de Piper, en función de iones dominantes), con un bajo contenido del resto de los constituyentes, destacando que el contenido en *cloruros* es relativamente mayor que el de sulfatos, como se observa también en los diagramas de Stiff. Esta composición química es característica del acuífero terciario detrítico, sin influencia de otros materiales más salinos.



**Figura 5. Diagrama de Piper. Sondeo 090.077.001 Cariñena**



**Figura 6. Diagramas de Stiff. Sondeo 090.077.001 Cariñena**

Hay escasas diferencias entre la composición del agua tras la limpieza y el aforo. Al final del aforo disminuye ligeramente el contenido en cloruros y aumenta el de magnesio, de modo que la facies representativa del acuífero es más bicarbonatada cálcica, con un contenido de magnesio más alto. Los

resultados de las dos muestras tomadas en el aforo para el análisis de contraste confirman la calidad y representatividad de los mismos.

Los valores obtenidos se han comparado con los recogidos en el R.D. 140/2003 *por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano*, y en el Real Decreto 1514/2009 *por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro*.

Teniendo en cuenta los constituyentes analizados, son aguas aptas para el consumo, ya que los contenidos de todos ellos no superan los límites máximos fijados en el RD 140/2003. Sólo la concentración de *nitritos* (1,37 mg/l) después de la limpieza es superior al permitido, pero disminuye con el bombeo y ya no se detecta en el aforo.

Otros indicadores de contaminación *nitratos* y *amonio* tampoco constituyen un problema de calidad, sobre todo al final del aforo, ya que, aunque están presentes, no superan los límites permitidos. El contenido en *nitratos* es moderado (16,61 y 19,46 mg/l), pero inferior al establecido en el R.D. 140/2003 y a la norma de calidad del R.D. 1514/2009, aumentando ligeramente tras el bombeo del aforo, lo que indica que existe una incipiente contaminación consecuencia de las actividades agrícolas que se desarrollan sobre el acuífero.

Al finalizar la limpieza el contenido en nitritos es alto (1,37 mg/l) y se ha detectado amonio, pero ambos disminuyen significativamente en el bombeo, de manera que al finalizar el aforo ya no se detecta ninguno de ellos.

## 12. CONCLUSIONES

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Cariñena con objeto sustituir un piezómetro existente que actualmente se encuentra obstruido, y seguir teniendo un punto de medida de los niveles piezométricos para la toma de muestras y medida de parámetros físico-químicos y complementar la red operativa de piezometría en la Cuenca del Ebro.

Con este nuevo piezómetro se pretende la caracterización de la masa de agua subterránea Detrítico Terciario de Alfamen (077) con el control mensual de la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua dentro del acuífero el nivel del agua dentro del acuífero y asimismo determinar la calidad química de las aguas subterráneas.

El sondeo se ha realizado por el método de Rotopercusión con diámetro de 250 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 138 m.

El acuífero atravesado está constituido por las conglomerado del Terciario, cortándose el agua a los 86 metros de profundidad.

Actualmente 28/03/2011 nivel estático se sitúa alrededor de los 92,36 metros de profundidad.

Los datos interpretados a partir de los ensayos de bombeo son muy variables en función de que se considere confinado o semiconfinado el acuífero con unos valores de transmisividad que oscilan entre 2,6 a 8,4 m<sup>2</sup>/día para un comportamiento semiconfinado y 9,2 a 34,55 m<sup>2</sup>/día para un comportamiento confinado.

El agua extraída tras la limpieza y el bombeo tiene agua de MINERALIZACIÓN MEDIA-BAJA, MODERADAMENTE DURA, y de composición

BICARBONATADA CÁLCICA, con un bajo contenido del resto de los constituyentes, destacando que el contenido en *cloruros* es relativamente mayor que el de sulfatos. Esta composición química es característica del acuífero terciario detrítico, sin influencia de otros materiales más salinos.

En general, son aguas aptas para el consumo, ya que los contenidos de todos ellos no superan los límites máximos fijados en el RD 140/2003. Sólo la concentración de *nitritos* (1,37 mg/l) después de la limpieza es superior al permitido, pero disminuye con el bombeo y ya no se detecta en el aforo.

Otros indicadores de contaminación *nitratos* y *amonio* tampoco constituyen un problema de calidad, sobre todo al final del aforo, ya que, aunque están presentes, no superan los límites permitidos. El contenido en *nitratos* es moderado (16,61 y 19,46 mg/l), pero inferior al establecido en el R.D. 140/2003 y a la norma de calidad del R.D. 1514/2009, aumentando ligeramente tras el bombeo del aforo, lo que indica que existe una incipiente contaminación consecuencia de las actividades agrícolas que se desarrollan sobre el acuífero. *(Las fichas detalladas, de este piezómetro, se encuentran reflejadas en el Anejo N° 7).*



# **ANEJOS**



**ANEJO N° 2: INFORMES DIARIOS DE  
PERFORACIÓN**



**OBRA: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LA RED DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO. CLAVE 09.822-0003/2111**

**CONSTRUCCIÓN DEL SONDEO CARIÑENA**

Localización Geográfica (UTM, Uso 30):

X: 650.101 Y: 4.579.017 Z: 576 (m s. n. m)

RESUMEN DE UNIDADES			
Perforación		0 – 3 m	400 mm
		3 – 45 m	315 mm
		45 – 138 m	246 mm
Entubación	Ciega	1,5 m	380 x 5 mm
		45 m	250 x 5 mm
		111 m	180 x 4 mm
	Ranurada	3 m	180 x 4 mm
	Filtro Puentecillo	24 m	180 x 4 mm
Limpieza		5 horas	

24/02/2011

EMPLAZAMIENTO

Se produce la llegada de la máquina de perforación a las 8:15 h aproximadamente. El equipo de perforación está compuesto por una Máquina FDO 400 con capacidad de tiro de 60 toneladas, montada sobre camión 4 x 4; y un compresor IR 1170 25/33.



*Imagen 1. Vista general del sondeo de Cariñena.*

## PERFORACIÓN, ENTUBACIÓN Y CEMENTADO

Se inician los trabajos de perforación, una vez ubicado el equipo, mediante la perforación del emboquille, con un diámetro de 400 mm y una profundidad de 3 m. A continuación se coloca la tubería de emboquille, de 1,5 m de longitud y un diámetro de 380 x 5 mm.



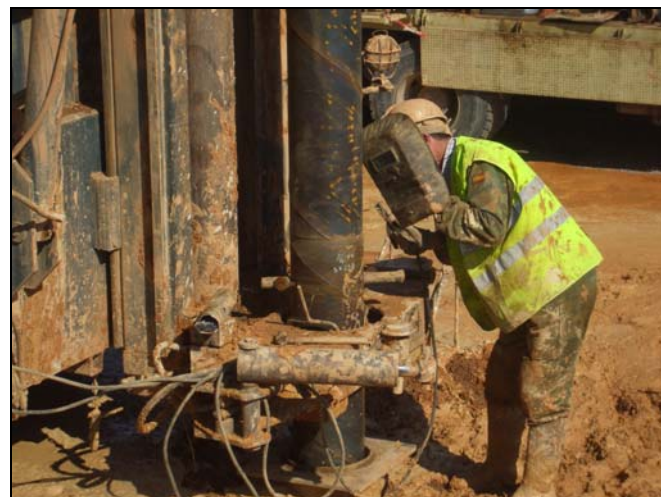
*Imagen 2. Perforación por el interior del emboquille.*

Se continúa con la perforación por el interior del emboquille con el martillo de 315 mm. A las 11:15 h, se llevan perforados 27 m, y a las 11:28 h, son 33 m. La profundidad de 45 m la alcanzan a las 12:05 m. Los materiales atravesados son de carácter detrítico, compuesto principalmente por gravas y arenas, con intercalaciones arcillosas, hasta los 40 m, donde prevalecen las arcillas margosas. En este sondeo se persigue aislar el acuífero superior del inferior, por lo que se ha perforado hasta alcanzar el nivel impermeable que separa ambos acuíferos, con la intención de cementar el nivel superior. Se ha comprobado que al perforar hasta los 45 m, nos hemos introducido unos 5 m en dicho nivel impermeable.



*Imagen 3. Perforación del sondeo.*

Después de extraer el varillaje, se realiza la entubación de los metros superiores con tubería de acero ciega, helicoidal, con un diámetro de 350 x 5 mm. A las 13:20 h se comienza a colocar la tubería. Esta labor les lleva hasta las 17:00 h, momento en el que introducen de nuevo la maniobra para poder limpiar el detritus del fondo del sondeo y que la cementación sea lo mejor posible.



*Imágenes 4 y 5. Labores de entubación con tubería de 250 x 5 mm.*

A las 18:20 h, una vez extraído el varillaje, se comienza a preparar el cemento con el acelerante para que el fraguado sea más rápido, en una hormigonera portátil situada a pie de sondeo.



*Imagen 6. Preparación del cemento en hormigonera.*



*Imágenes 7 y 8. Adición del acelerante en la mezcla, y vertido de la misma en el interior del sondeo.*

El cemento se vierte por el interior de la tubería de 350 x 5 mm. A las 19:45 h, se ha terminado de introducir el cemento, y se eleva la tubería, ya que por el interior de la misma se introduce un pistón o émbolo (en la parte inferior del varillaje) cuya función es empujar el cemento para que éste ascienda por el espacio entre la tubería y la pared del sondeo.



*Imagen 9. Pistón utilizado para cementar el sondeo.*

Conforme se va introduciendo el varillaje en el sondeo, el cemento se desplaza, y a las 20:45 h, al introducir la última de las barras, se observa cierta resistencia cuando queda un tercio fuera. Se hace descender la tubería hasta el fondo de la perforación, y se saca la maniobra con la idea de dejar que el cemento fragüe. La maniobra ha salido limpia, exceptuando la barra de abajo que aparece algo manchada.





*Imagen 10. Aspecto del pistón tras el cementado del sondeo.*

Hoy se ha llevado a cabo la visita del coordinador de Seguridad y Salud.

**25/02/2011**

La jornada comienza a las 8:00 h, y se comprueba el estado del cemento, el cual se encuentra aún muy fresco, por lo que se hace necesario esperar. Debido a la importancia que tiene un correcto sellado o cementado del nivel superior, se consulta con la asistencia técnica, y a su vez ésta con dirección de obra, la posibilidad de dejar el resto de la jornada para el fraguado del cemento.

**26/02/2011**

#### PERFORACIÓN

La jornada comienza a las 8:00 h, y a las 9:25 h se llevan perforados 69 m, profundidad a la que se localiza una zona de fractura. A las 9:32 h, se encuentran perforando a 72 m. Y a las 10:15 h, están a 86 m. A las 12:00 h la profundidad a la que se está perforando es 98 m, y veinte minutos más tarde, están a 104 m. Cuando se para a comer, a las 13:30 h, la profundidad alcanzada es de 132 m. Alrededor de los 106 m ha aparecido claramente el agua, y también se observa aporte alrededor de los 120 m.



*Imagen 11. Perforación del sondeo.*



**Imagen 12.** Colocación de las muestras extraídas durante el sondeo.

A las 15:00 h se reanudan los trabajos de perforación. Cuando se encuentran a la profundidad de 139 m, se observa que el martillo se queda atrapado e intentan liberarlo. A las 18:25 h, siguen sin poder avanzar con la perforación y deciden "golpear" para ver si pueden liberarse. A las 19:20 h, siguen atascados.

Al finalizarse la jornada, a las 20:30 h, siguen sin poder liberar el martillo.

**27/02/2011**

## PERFORACIÓN Y ENTUBACIÓN

Desde el inicio de la jornada se ha seguido intentando liberar el martillo. A las 9:50 h, consiguen sacar la primera de las barras, y aunque la segunda también se resiste, a las 10:00 h, la extraen del sondeo.

Debido a las dificultades observadas en la realización de estos últimos metros, se decide dar por finalizada la perforación, con una profundidad final de 138 m. La columna litológica obtenida durante la perforación de este sondeo es la siguiente:

- 0 – 2 m: Suelo vegetal compuesto por arena de grano fino a medio, con gravillas y gravas finas a medias, de composición principalmente cuarzo-feldespática, aunque con algo de carbonato, de color marrón.  
Las gravas son heterométricas (desde mm a 3-4 cm), poligénicas (cuarcíticas en su mayoría, aunque también hay cantos calizos), que tienden a ser subangulosas.
- 3 – 4 m: Gravas y arenas, con bastante arcilla, de color marrón ocre. Las gravas son heterométricas, subangulosas y principalmente cuarcíticas. Depósitos de glacia.
- 5 – 15 m: Gravas heterométricas y poligénicas (areniscas, cuarcitas, ...) con matriz arcillo-arenosa de color ocre rojizo. La arena es de grano muy fino.
- 16 - 33 m: Gravas similares a las suprayacentes pero con mayor proporción de cantos de arenisca. También presenta cantos arcillosos cementados con gravillas muy finas. La matriz es arcillosa y algo limosa hacia muro, de color ocre-rojizo. Las gravas alcanzan tamaños del orden de 6-7 cm.
- 34 – 38 m: Margas arcillosas de color ocre-rojizo, con algunas a bastantes gravas.

- 39 – 42 m: Margas arcillosas de color más anaranjado, con indicios de gravas.
- 43 - 44 m: Marga arcillosa de color amarillento, que es bastante plástica.
- 45 – 68 m: Marga arcillosa de color amarillo blanquecino, muy plástica.
- 69– 71 m: Gravas con matriz margo-arcillosa de color amarillo-blanquecino. Las gravas son poligénicas (cuarcitas, cuarzos, areniscas y algo de calizas) y heterométricas.
- 72 – 80 m: Gravas con matriz arcillo-margosa (que reacciona con el HCl, pero ha ganado en fracción arcillosa), con algo de limo, de color ocre rojizo. Las gravas presentan cierta diversidad de tamaño, y se trata en su mayoría de cuarcitas y areniscas.
- 81 – 86 m: Arcilla carbonatada o margosa, de color ocre rojizo, que presenta indicios de arena fina y es plástica. Hacia muro contienen indicios de grava.
- 87 – 100 m: Gravas con matriz arcillo-margosa de color ocre rojizo. Son también poligénicas (cuarcitas, areniscas de todos los colores: marrones, grises, rojas,..), y presentan una mayor redondez en algunos cantos, aunque siguen siendo subangulosos. Hay presencia de cantos de arcilla rojiza.
- 101 – 105 m: Arcilla carbonatada o margosa de color ocre rojizo, que tiene algo de arena media e indicios de gravillas finas.
- 106 – 110 m: Gravas con matriz margo-arcillosa de color ocre rojizo. Las gravas son las mismas que las que aparecen en niveles superiores (cuarcitas, cuarzos y areniscas).
- 111 – 115 m: Gravas y arcillas, o gravas con matriz margo-arcillosa, en la que la proporción en gravas es inferior, con alguna intercalación más margo-arcillosa hacia el metro 113.
- 116 – 122 m: Gravas con matriz margo-arcillosa con mayor proporción de gravas, que presentan una mayor variedad de tamaños (desde muy fina a gruesa). Las gravas compuestas por cantos de arenisca son en su mayoría de color rojo.
- 123 – 126 m: Gravas y arcillas, o gravas con matriz margo-arcillosa. Las gravas son de menor tamaño.
- 127 – 132 m: Gravas heterométricas con algunos cantos mayores de 3-5 cm, compuestas por cantos de cuarcitas y areniscas. Aparecen muy lavadas, sin matriz. Esto puede ser debido al aporte de agua.
- 133 – 134 m: Gravas subangulosas a subredondeadas, de un tamaño más homogéneo entre ellas, pero de mayor tamaño que en el resto de los niveles. Presentan una matriz arcillosa algo carbonatada que reacciona con el HCl, es de color algo más anaranjado y menos rojizo.
- 135 – 138 m: Gravas con algo de matriz de composición similar a las anteriores, pero de menor tamaño.



*Imagen 13. Muestras extraídas en la realización del sondeo de Cariñena.*

A partir de la testificación litológica se diseña la columna de entubación entre Javier Ramajo, por parte de la asistencia técnica y Esther Torresquebrada, por parte de la contrata. La columna propuesta es la siguiente:

Profundidad	Diámetro	Longitud	Tipo	Material
138- 135	180 x 4	3 m	Ciego	Chapa de acero
135 - 126	180 x 4	9 m	Ranurada	Chapa de acero
126- 123	180 x 4	3 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
123 - 120	180 x 4	3 m	Ciego	Chapa de acero
120 - 114	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
114 - 111	180 x 4	3 m	Ciego	Chapa de acero
111- 105	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
105 - 102	180 x 4	3 m	Ciego	Chapa de acero
102 - 99	180 x 4	3 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
99 - 0	180 x 4	99 m	Ciego	Chapa de acero

La entubación comienza a las 11:00 h. Finalmente, en lugar de los 9 metros ranurados en la base de la entubación, se han colocado tres metros ranurados y seis de filtro de puentecillo. Por lo que la entubación final está constituida por 138 m de tubería metálica en chapa de acero de 180 x 4 mm, de los cuales 114 m corresponden a tubería ciega (3 de los cuales se han ranurado) y 24 m corresponden a filtro de puentecillo.



*Imagen 14. Ranuración "in situ" del tramo inferior.*



*Imagen 15. Soldadura durante la entubación del sondeo.*

A las 16:25 h, se disponen a cortar parte de la tubería para introducir el varillaje por el interior para poder limpiar y terminar de introducir la tubería, la cual no parece entrar hasta la profundidad final alcanzada. Una vez introducida la maniobra, se comienza a limpiar.

Se da por finalizada la jornada a las 20:00 h, sin haber terminado de meter toda la tubería.

**28/02/2011**

#### ENTUBACIÓN, ENGRAVILLADO Y LIMPIEZA

La jornada da comienzo a las 8:00 h, y se continúa intentando introducir la tubería en el sondeo. A las 9:30 h, tras infructuosos intentos se da por finalizada la entubación del sondeo, quedándose 7 metros fuera. Se continúa con la limpieza del sondeo, que se lleva a cabo mediante el empleo de aire comprimido.

A las 11:00 h, se comienza con el engravillado del sondeo, con una gravilla silícea, redondeada y calibrada, de tamaño 6-12 mm. Se han introducido un total de 4 toneladas de grava. Mientras se ha llevado a cabo el engravillado se ha continuado limpiando el sondeo, para de esta forma asegurar que la grava se asentaba. Debido a la caída de arcilla de las

paredes del sondeo, no ha sido posible introducir más cantidad de grava, y tampoco se ha colocado un sello de bentonita, ya que en este caso no se considera necesario.



*Imágenes 16 y 17. Engravillado del sondeo.*

Una vez acabada esta tarea, se introduce el varillaje para llevar a cabo la limpieza. Ésta se inicia a las 9:30 h, y se realiza mediante el empleo de aire comprimido.



*Imagen 18. Realización de la limpieza.*

A las 14:30 h, se da por finalizada la limpieza del sondeo, al final de la cual se ha tomado una muestra de agua para medir y los siguientes parámetros *in situ*: conductividad (CE)=462  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ;  $T^{\circ} = 10,1^{\circ}\text{C}$ ;  $\text{pH} = 7,58$ .

También se ha tomado una muestra para su posterior ensayo en el laboratorio.

#### CIERRE

Se lleva a cabo el cierre provisional del sondeo mediante la colocación de una tapa metálica con un agujero para poder llevar a cabo medidas del nivel freático.



*Imagen 19. Aspecto del cierre provisional del sondeo de Cariñena.*

Se ha medido el nivel freático, a las 18:00 h, y se encuentra a 91,50 m, desde la boca del sondeo.

Esther Torresquebrada Aguirre.  
Hidrogeóloga.





## **ANEJO N° 5: ENSAYO DE BOMBEO**



┌ ┐  
 C.G.S. Compañía General de Sondeos, S.A.  
 C/ ANABEL SEGURA, 11 Edificio A, 4º of. b  
 28108 ALCOBENDAS  
 MADRID  
 └ ┘

Fecha: 30 DE MARZO DE 2011

<b>Sondeo:</b> ANADON	<b>Termino municipal:</b> ANADON	<b>Provincia:</b> TERUEL
-----------------------	----------------------------------	--------------------------

<b>Comienzo:</b> Día 28/03/11 Hora 15:30 NE. 92,36	<b>Terminación:</b> Día 29/03/11 Hora 15:30 ND. 101,70
--	--

Grupo generador	Grupo motobomba	Perforación m.	
<b>Marca:</b> MECC-ALTE <b>KVA.:</b> 250 <b>Motor:</b> FIAT-AIFO <b>Potencia:</b> 400 CV	<b>Marca:</b> GRUNDFOS <b>Tensión:</b> 760 <b>Tipo:</b> SP 60-20 <b>Potencia:</b> 50 CV	180 Ø m	<b>Profundidad rejilla:</b> 130 m. <b>Q. medidas con:</b> TUBO PITOT <b>Niveles medidos con:</b> SONDA <b>Ø Tubería:</b> 70 mm.

RECUPERACIÓN					
Tiempo minutos	Recuperación metros	Tiempo minutos	Recuperación metros	Tiempo minutos	Recuperación metros
½		6		20	
1		7		25	
2		8		30	
3		9		40	
4		10		50	
5		15		60	

Observaciones:

1º Escalon				2º Escalon				Recuperacion			
Hora	Q	N.D.		Hora	Q	N.D.		Hora	Q	N.D.	
20:30	l/s	m.			l/s	m.			l/s	m.	
0m	NE	92,36	NE	0m	ND	94,98	ND	0m	ND	112,64	ND
1m	0,5	93,17	SUCIA	1m	3	95,51	SUCIA	1m		100,83	
2m	0,5	93,80	SUCIA	2m	3	95,98	SUCIA	2m		100,21	
3m	0,5	94,00	SUCIA	3m	3	96,26	SUCIA	3m		99,90	
4m	0,5	94,05	SUCIA	4m	3	96,55	SUCIA	4m		99,28	
5m	0,5	94,11	SUCIA	5m	3	96,76	SUCIA	5m		99,00	
6m	0,5	94,20	SUCIA	6m	3	97,00	SUCIA	6m		98,43	
7m	0,5	94,27	SUCIA	7m	3	97,22	SUCIA	7m		97,79	
8m	0,5	94,35	SUCIA	8m	3	97,42	SUCIA	8m		97,10	
9m	0,5	94,40	SUCIA	9m	3	97,63	SUCIA	9m		96,83	
10m	0,5	94,46	SUCIA	10m	3	97,94	SUCIA	10m		95,51	
15m	0,5	94,53	SUCIA	15m	3	99,86	SUCIA	15m		95,12	
20m	0,5	94,60	SUCIA	20m	3	101,49	SUCIA	20m		94,08	
25m	0,5	94,65	SUCIA	25m	3	102,00	SUCIA	25m		93,71	
30m	0,5	94,70	SUCIA	30m	3	102,89	SUCIA	30m		93,53	
				40m	3	104,73	SUCIA	40m		93,35	
				50m	3	106,15	SUCIA	50m		93,13	
				60m	3	107,00	SUCIA	60m		92,97	
				75m	3	107,80	SUCIA				
				90m	3	109,20	SUCIA				
				120m	3	112,64	SUCIA				

Escalon Largo				Recuperacion			
Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.	
0m	ND	92,97	ND	0m	ND	101,70	ND
1m	2	95,67	SUCIA	1m		97,21	
2m	2	95,75	SUCIA	2m		96,80	
3m	2	95,80	SUCIA	3m		96,52	
4m	2	95,86	SUCIA	4m		96,26	
5m	2	95,90	SUCIA	5m		95,95	
6m	2	96,22	SUCIA	6m		95,75	
7m	2	96,49	SUCIA	7m		95,44	
8m	2	96,87	SUCIA	8m		95,15	
9m	2	97,20	SUCIA	9m		94,97	
10m	2	97,46	SUCIA	10m		94,73	
15m	2	98,21	SUCIA	15m		93,97	
20m	2	98,90	SUCIA	20m		93,68	
25m	2	99,53	SUCIA	25m		93,52	
30m	2	100,00	SUCIA	30m		93,45	
40m	2	100,36	SUCIA	40m		93,31	
50m	2	100,50	SUCIA	50m		93,14	
60m	2	100,57	SUCIA	60m		93,05	
1,5h	2	100,69	SUCIA				
2h	2	100,75	SUCIA				
2,5h	2	100,82	SUCIA				
3h	2	100,86	SUCIA				
3,5h	2	100,90	SUCIA				
4h	2	100,95	SUCIA				
5h	2	101,02	SUCIA				
6h	2	101,09	SUCIA				
7h	2	101,15	COLOR				
8h	2	101,22	COLOR				
9h	2	101,27	COLOR				
10h	2	101,33	COLOR				
11h	2	101,40	COLOR				
12h	2	101,45	COLOR				
13h	2	101,49	COLOR				
14h	2	101,52	COLOR				
15h	2	101,56	COLOR				
16h	2	101,62	COLOR				
17h	2	101,66	COLOR				
18h	2	101,70	COLOR				



## **ANEJO N° 6: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS**





**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO N° 000044384**

Solicitado por:

 COMPAÑÍA GENERAL DE SONDEOS, S.A.  
 C/ ANABEL SEGURA, 11 EDIF. A - 4º OF. B 28108 ALCOBENDAS (MADRID)

Denominación de la muestra:

SONDEO CARIÑENA

 Matriz: **Agua continental**

 N° de muestra: **000041051**

 Tipo de muestra: **Puntual**

 Tomada por: **El cliente**

 Toma de Muestra: **29/03/2011**

 Hora: **14:15**

 Recepción: **28/04/2011**

 Inicio análisis: **28/04/2011**

 Fin análisis: **04/05/2011**

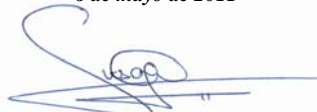
PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04	mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	14,45	mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	252,09	mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,06	mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	84,20	mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5	mg/l		Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	30,38	mg/l	±1,82	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	508	µS/cm	±10	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	< 0,16	mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l		Cromatografía Iónica. (PIE-CION)
*HIDROXIDOS	0,00	mg/l		Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05	mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	12,28	mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02	mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	17,28	mg/l	±2,07	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
NITRITOS	< 0,1	mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
pH	7,39	ud. de pH	±0,20	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	1,16	mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	18,19	mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	19,38	mg/l	±1,16	Cromatografía iónica. (PIE-CION)

**OBSERVACIONES:**

 NITRITOS  
 FOSFATOS

 0,07 mg/l  
 0,08 mg P-PO4<sup>3-</sup>/l

6 de mayo de 2011



 Fdo.: Susana Avilés Espiñeiro  
 Lcda. en Ciencias Químicas  
 Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

El presente informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y no debe ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de CAASA. Los procedimientos empleados son normas internas de CAASA. El Laboratorio dispone de la incertidumbre de sus medidas a disposición del cliente.

CAASA dispone de un sistema de gestión de la calidad certificado conforme a los requisitos de las normas ISO 9001:2008 e ISO 14001:2004. Los ensayos marcados en este informe con (\*), las interpretaciones, los comentarios y los resultados expresados en observaciones, no están amparados por la acreditación ENAC.

## ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

### MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	30,38	0,86	15,11
SULFATOS	19,38	0,40	7,12
BICARBONATOS	252,09	4,13	72,86
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	17,28	0,28	4,91
SODIO	18,19	0,79	13,11
MAGNESIO	12,28	1,01	16,75
CALCIO	84,20	4,20	69,64
POTASIO	1,16	0,03	0,49

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos	449,55 mg/l
CO2 libre	16,34 mg/l
Dureza total	26,08 °Francés
Dureza total	260,82 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	54,18 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	206,75 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad total	206,75 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

### RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,31
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,16
$rNa/rK$	26,67
$rNa/rCa$	0,19
$rCa/rMg$	4,16
$rCl/rHCO_3$	0,21
$rSO_4/rCl$	0,47
$rMg/rCa$	0,24
i.c.b.	0,04
i.d.d.	0,01

Nº Registro: 41051

### INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000042978

Solicitado por:

COMPañIA GENERAL DE SONDEOS, S.A.  
C/ ANABEL SEGURA, 11 EDIF. A - 4º OF. B 28108 ALCOBENDAS (MADRID)

Denominación de la muestra:

SONDEO CARIÑENA (FIN DE LIMPIEZA)

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000039725

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: Técnicos de CAASA

Toma de Muestra: 28/02/2011

Hora: 16:30

Recepción: 14/03/2011

Inicio análisis: 14/03/2011

Fin análisis: 18/03/2011

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	0,04 mg/l	±0,02	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	10,82 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	218,48 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,09 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	71,89 mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l		Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	37,86 mg/l	±2,27	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	464 µS/cm	±9	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,48 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	±0,05	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l		Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	0,06 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	9,63 mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	16,61 mg/l	±1,99	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
NITRITOS	1,37 mg/l	±0,18	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
pH	7,67 ud. de pH	±0,38	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	2,14 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	17,24 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	19,82 mg/l	±1,19	Cromatografía iónica. (PIE-CION)

El presente Informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y NO deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de CAASA.

Los procedimientos empleados son normas internas de CAASA. El Laboratorio dispone de la incertidumbre de sus medidas a disposición del cliente.

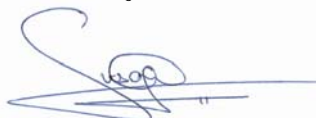
Las muestras tomadas por técnicos de CAASA se realizan según el Procedimiento de toma de muestras puntuales y compuestas (IO-013), incluido en el alcance de esta acreditación para ensayos físico-químicos.

Los ensayos y comentarios marcados en este informe (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del Laboratorio.

CAASA TECNOLOGÍA DEL AGUA, S.A. dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad CERTIFICADO POR SGS conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2008.

CAASA TECNOLOGÍA DEL AGUA, S.A. dispone de un Sistema de Gestión Ambiental CERTIFICADO POR SGS, conforme con los requisitos de la norma ISO 14001:2004.

22 de marzo de 2011



Fdo.: Susana Avilés Espiñeiro  
Lcda. en Ciencias Químicas  
Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

Página 1/1

## ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

### MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	37,86	1,07	20,04
SULFATOS	19,82	0,41	7,74
BICARBONATOS	218,48	3,58	67,19
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	16,61	0,27	5,03
SODIO	17,24	0,75	14,46
MAGNESIO	9,63	0,79	15,28
CALCIO	71,89	3,59	69,20
POTASIO	2,14	0,05	1,06

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos	406,54 mg/l
CO2 libre	7,44 mg/l
Dureza total	21,92 °Francés
Dureza total	219,17 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	40,08 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	179,19 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad total	179,19 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

### RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,41
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,18
$rNa/rK$	13,70
$rNa/rCa$	0,21
$rCa/rMg$	4,53
$rCl/rHCO_3$	0,30
$rSO_4/rCl$	0,39
$rMg/rCa$	0,22
i.c.b.	0,25
i.d.d.	0,06

Nº Registro: 39725

**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO N° 000045070**

Solicitado por:

**CONSULNIMA, S.L.**  
**INFANTA MERCEDES, 90 28020 MADRID**

Denominación de la muestra:

**CARI-CARIÑENA (ZARAGOZA)**

 Matriz: **Agua continental**

 N° de muestra: **000041606**

 Tipo de muestra: **Puntual**

 Tomada por: **El cliente**

 Recepción: **18/05/2011**

 Inicio análisis: **18/05/2011**

 Fin análisis: **23/05/2011**

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04	mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	13,14	mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	241,29	mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,09	mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	75,07	mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5	mg/l		Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	32,67	mg/l	±1,96	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	509	µS/cm	±10	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	< 0,16	mg P-PO4 <sup>3-/l</sup>		Cromatografía Iónica. (PIE-CION)
*HIDROXIDOS	0,00	mg/l		Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05	mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	14,45	mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02	mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	19,46	mg/l	±2,33	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
NITRITOS	< 0,1	mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
pH	7,45	ud. de pH	±0,20	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	1,13	mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	17,41	mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	21,54	mg/l	±1,29	Cromatografía iónica. (PIE-CION)


**OBSERVACIONES:**

 AMONIO  
 NITRITOS

0,01 mg/l

0,02 mg/l

25 de mayo de 2011



 Fdo.: Susana Avilés Espiñeiro  
 Lcda. en Ciencias Químicas

Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

El presente informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y no debe ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de CAASA. Los procedimientos empleados son normas internas de CAASA. El Laboratorio dispone de la incertidumbre de sus medidas a disposición del cliente.

CAASA dispone de un sistema de gestión de la calidad certificado conforme a los requisitos de las normas ISO 9001:2008 e ISO 14001:2004.

Los ensayos marcados en este informe con (\*), las interpretaciones, los comentarios y los resultados expresados en observaciones, no están amparados por la acreditación ENAC.

## ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

### MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	32,67	0,92	16,34
SULFATOS	21,54	0,45	7,95
BICARBONATOS	241,29	3,95	70,14
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	19,46	0,31	5,57
SODIO	17,41	0,76	13,24
MAGNESIO	14,45	1,19	20,78
CALCIO	75,07	3,75	65,48
POTASIO	1,13	0,03	0,51

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos	436,30 mg/l
CO2 libre	13,62 mg/l
Dureza total	24,70 °Francés
Dureza total	246,95 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	49,17 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	197,90 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad total	197,90 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

### RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,35
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,16
$rNa/rK$	26,20
$rNa/rCa$	0,20
$rCa/rMg$	3,15
$rCl/rHCO_3$	0,23
$rSO_4/rCl$	0,49
$rMg/rCa$	0,32
i.c.b.	0,15
i.d.d.	0,03

Nº Registro: 41606

**ANEJO N° 7: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA**





## FICHA DE PIEZÓMETRO

TOPONIMIA		Piezometro nuevo MARM- Barranco de Valdemadera			CÓDIGO IDENTIFICACIÓN	
CÓDIGO IPA		261680230	Nº MTN 1:50.000	2616	MUNICIPIO Cariñena	PROVINCIA Zaragoza
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO				
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		077   MIOCENO DE ALFAMÉN				
U. HIDROGEOLOGÍCA		Central Ibérico				
ACUÍFERO(S)		07702   Detrítico terciario de Alfamén - Arenas, limos y conglomerados				
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	650216	DATOS OBTENIDOS DE:	GIS-Oleicola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL
	Y	4579220				
COTA DEL SUELO msnm	Z	576	DATOS OBTENIDOS DE:	GPS	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0
POLÍGONO		86	PARCELA		9008	
TITULARIDAD DEL TERRENO		Dominio Publico Hidraulico				
PERSONA DE CONTACTO						
ACCESO		El sondeo se ubica en la localidad de Cariñena en los márgenes del barranco de Valdemadera				

### CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO

METODO		RotoperCUSión		PROFUNDIDAD DEL SONDEO			138			EMPAQUE		SI	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION			
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA		
0	1,5	380	0	1,5	380	Metálica	99	102	Puentecillo	0	45		
0	45	324	0	45	250	Metálica	105	111	Puentecillo				
45	138	250	0	138	189		114	120	Puentecillo				
							123	126	Puentecillo				
							126	135	Ranurado				

### HISTORIA

PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	
ORGANISMO	CHE (OPH)		

### LOCALIZACIÓN

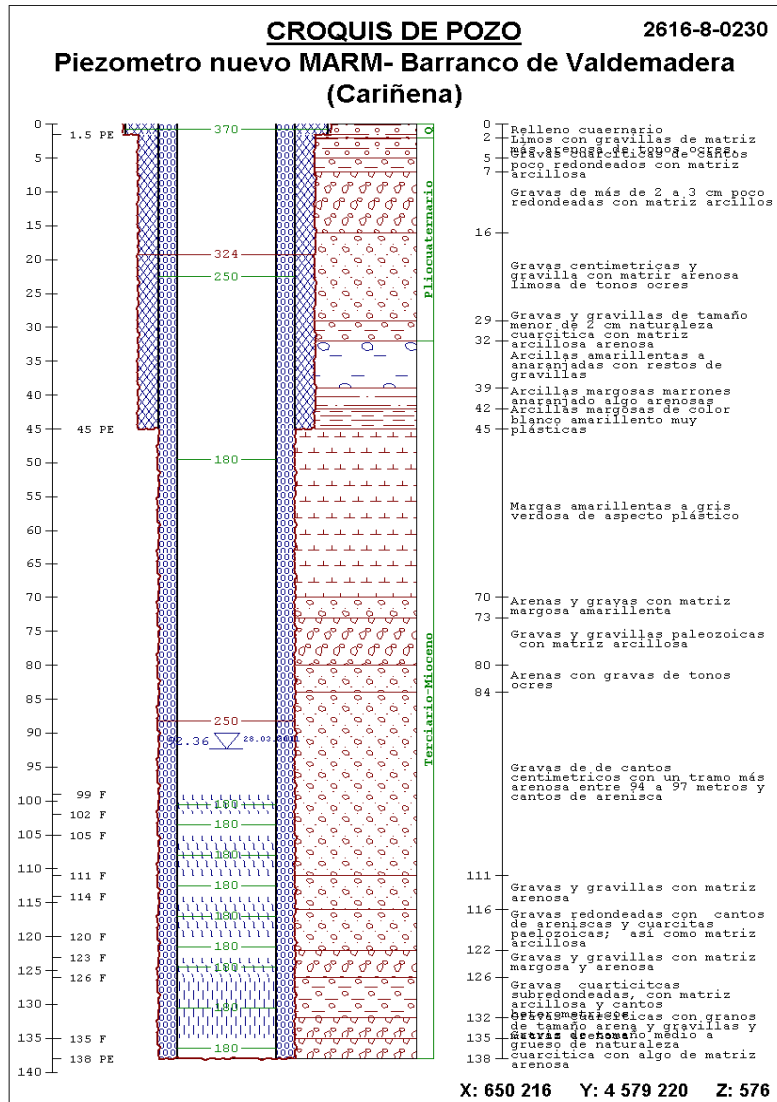
MAPA TOPOGRÁFICO 1.25.000



FOTO AÉREA



# CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



## FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE





## CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

*Oficina de Planificación Hidrológica*

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

**Tipo:** SONDEO

**Fuente de información:** CHE (OPH)

**Mapa 1:50.000:** (2616) LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA

**UTMX:** 650216

**UTMY:** 4579220

**COTA:** 576

**Provincia:** ZARAGOZA

**Municipio:** CARIÑENA

**Localidad:** CARIÑENA

**Paraje:** Piezometro nuevo MARM- Barranco de Valdemadera

**Polígono:** 86

**Parcela:** 9008

**Dominio Hidrogeológico:** Central Ibérico

**Unidad:** Campo de Cariñena

**Acuífero:** Detrítico terciario de Alfamén

**Masa Subterránea A:**

**Masa Subterránea B:** MIOCENO DE ALFAMÉN

**Acuífero:** Detrítico terciario de Alfamén

**Redes:**

PG	PL	PH	CG	CL	CH	CE	L	T	LH	I	OT
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Río:** JALON

**Cuenca:** EBRO

**Acceso:** El sondeo se ubica en la localidad de Cariñena en los márgenes del barranco de Valdemadera. Se accede al mismo siguiendo la carretera que va de Cariñena a Villanueva de Huerva, tomando el primer camino que sale a la izquierda una vez cruzada la A-23 y que va paralela a la misma, en dirección N, se atraviesa recto por el cruce del camino que sale de las instalaciones de vinos Monteviejo y se vuelve a cruzar la Autovía, en este punto se toma un camino a la derecha que atraviesa el citado barranco. El sondeo se situaría en el cauce del barranco de Valdemadera, en una margen del mismo y ligeramente sobre elevado (70 cm) sobre el mismo en un pequeño aterramiento.

**Observaciones:**



Vista general (10/05/2012)

Nº	RealizacionFicha	Fuente de informacion	FECHA	FECHAINFO	OBSERVACIONES
1	TCL		25/05/2011		
21	TCL	CHE (OPH)	28/06/2012		meto ortoimagen de situación facilitada por Javier Ramajo.

## PERFORACIÓN

Contratista: CGS (Perforaciones Marchal S.L)

Año: 2011

Tipo perforación: ROTOPERCUSION CON CIRCULACION DIRECTA Profundidad total: 138

Observaciones: Se ha realizado un aislamiento del nivel superior los primeros 45 metros mediante cementación con pistón

Desde	Hasta	Diámetro (mm)
0	1.5	380
1.5	45	324
45	138	250

## REVESTIMIENTO

Desde	Hasta	Diámetro(mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	1.5	380	5	Metálica ciega	CEMENTACION
0	45	250	4	Metálica ciega	CEMENTACION
0	99	180	4	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA
99	102	180	4	Metálica puentecillo	EMPAQUE DE GRAVA
102	105	180	4	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA
105	111	180	4	Metálica puentecillo	EMPAQUE DE GRAVA
111	114	180	4	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA
114	120	180	4	Metálica puentecillo	EMPAQUE DE GRAVA
120	123	180	4	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA
123	126	180	4	Metálica puentecillo	EMPAQUE DE GRAVA
126	135	180	4	Metálica ranurada	EMPAQUE DE GRAVA
135	138	180	4	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA

## LITOLOGÍA

**Descripción geológica:** El sondeo se sitúa sobre los materiales Pliocuatnarios (gravas y arcillas) del acuífero superior. Posteriormente atraviesa una serie de margas y arcillas del Mioceno que independizan el acuífero superior del inferior formado por los niveles de conglomerados escasamente cementados que son el objetivo hidrogeológico de este sondeo.

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	2	SUELO	CUATERNARIO ALUVIAL	
<b>Observaciones:</b> Relleno cuaternario de gravas de matriz limo-arenosa de tonos marrones con arenas más o menos fino.				
2	5	ARCILLAS ARENAS Y GRAVAS	PLIOCUATERNARIO	
<b>Observaciones:</b> Limos con gravillas de matriz más arenosa de tonos ocre. Los cantos son de naturaleza cuarcítica				
5	7	GRAVAS	PLIOCUATERNARIO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Gravas cuarcíticas de cantos poco redondeados con matriz arcillosa de naturaleza cuarcítica				
7	16	GRAVAS	PLIOCUATERNARIO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Gravas de más de 2 a 3 cm poco redondeadas con matriz arcillosa				
16	29	ARENAS Y GRAVAS	PLIOCUATERNARIO	ACUIFERO

**Observaciones:** Gravas centimétricas y gravilla con matriz arenosa limosa de tonos ocres

29	32	ARCILLAS Y GRAVAS	PLIOCUATERNARIO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Gravas y gravillas de tamaño menor de 2 cm naturaleza cuarcítica con matriz arcillosa arenosa				
32	39	ARCILLAS	MIOCENO	
<b>Observaciones:</b> Arcillas amarillentas a anaranjadas con restos de gravillas				
39	42	ARCILLAS	MIOCENO	
<b>Observaciones:</b> Arcillas margosas marrones anaranjado algo arenosas				
42	45	ARCILLAS	MIOCENO	
<b>Observaciones:</b> Arcillas margosas de color blanco amarillento muy plásticas				
45	70	MARGA ARCILLOSA	MIOCENO	
<b>Observaciones:</b> Margas amarillentas a gris verdosa de aspecto plástico				
70	73	ARENAS Y GRAVAS	MIOCENO	
<b>Observaciones:</b> Arenas y gravas con matriz margosa amarillenta				
73	80	GRAVAS	MIOCENO	
<b>Observaciones:</b> Gravas y gravillas paleozoicas con matriz arcillosa				
80	84	ARENAS Y GRAVAS	MIOCENO	
<b>Observaciones:</b> Arenas con gravas de tonos ocres				
84	111	ARENAS Y GRAVAS	MIOCENO	
<b>Observaciones:</b> Gravas de de cantos centimétricos (1-2 cm), con un tramo más arenoso entre 94 a 97 metros y cantos de areniscas y cuarcitas paleozoicas.				
111	116	GRAVAS	MIOCENO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Gravas y gravillas con matriz arenosa				
116	122	GRAVAS	MIOCENO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Gravas redondeadas con cantos de areniscas y cuarcitas paleozoicas; así como matriz arcillosa				
122	126	GRAVAS	MIOCENO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Gravas y gravillas con matriz margosa y arenosa de centimétrico				
126	132	GRAVAS	MIOCENO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Gravas cuarcíticas subredondeadas, con matriz arcillosa y cantos heterométricos				
132	135	GRAVAS	MIOCENO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Gravas cuarcíticas centimétricas (3 a 5 cm) con granos de tamaño arena y gravillas y matriz arenosa				
135	138	GRAVAS	MIOCENO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Gravas de tamaño medio a grueso de naturaleza cuarcítica con algo de matriz arenosa				

## ENSAYOS DE BOMBEO

Fecha	Caudal (l/s)	Nivel Inicial (m)	Depresión (m)	Duración (h)	Transmisividad (m <sup>2</sup> /d)	S	Fuente Información
29/03/2011	0	101.7	8.65	0			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> 2ª recuperación							
28/03/2011	2	92.97	-8.73	0.8			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> Escalón continuo							
28/03/2011	0	112.64	19.67	0			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> 1ª recuperación							
28/03/2011	3	94.98	-17.66	0.1			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> 2º escalón							
28/03/2011	1	92.36	-2.62	0.1			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> 1er escalón							

**PIEZOHIDROMETRÍA**

NIVEL: NIVEL3

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
9	95.09	92.36	2.73	94.25	0.7999

**HIDROQUÍMICA**

Fecha muestreo	Cl meq/l mg/l	SO4 meq/l mg/l	HCO3 meq/l mg/l	NO3 meq/l me/l	Na meq/l mg/l	Mg meq/l mg/l	Ca meq/l mg/l	K meq/l mg/l	Cond20 campo lab.	Ph campo lab.	Error %	Fuente info.
28/03/2011	0.9203	0.4488	3.9556	0.3139	0.757	1.1942	3.7441	0.0289	520	7.2	1.5091	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
	32.67	21.54	241.29	19.46	17.41	14.45	75.07	1.13				
28/03/2011	0.8558	0.4038	4.1326	0.2787	0.7909	1.0149	4.1995	0.0297	520	7.2	6.2201	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
	30.38	19.38	252.09	17.28	18.19	12.28	84.2	1.16				
28/02/2011	1.0665	0.4129	3.5816	0.2679	0.7496	0.7959	3.5855	0.0547	462	7.6	-2.7245	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
	37.86	19.82	218.48	16.61	17.24	9.63	71.89	2.14				

**PUNTOS RELACIONADOS**

- 2616-8-0108 (Control conjunto)

**OTRAS FOTOS**



Referencia\_Cariñena (31/05/2012)



Aspecto de la Arqueta (10/05/2012)



cariñena barranco (28/06/2012)





GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

Oficina de Planificación Hidrológica

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

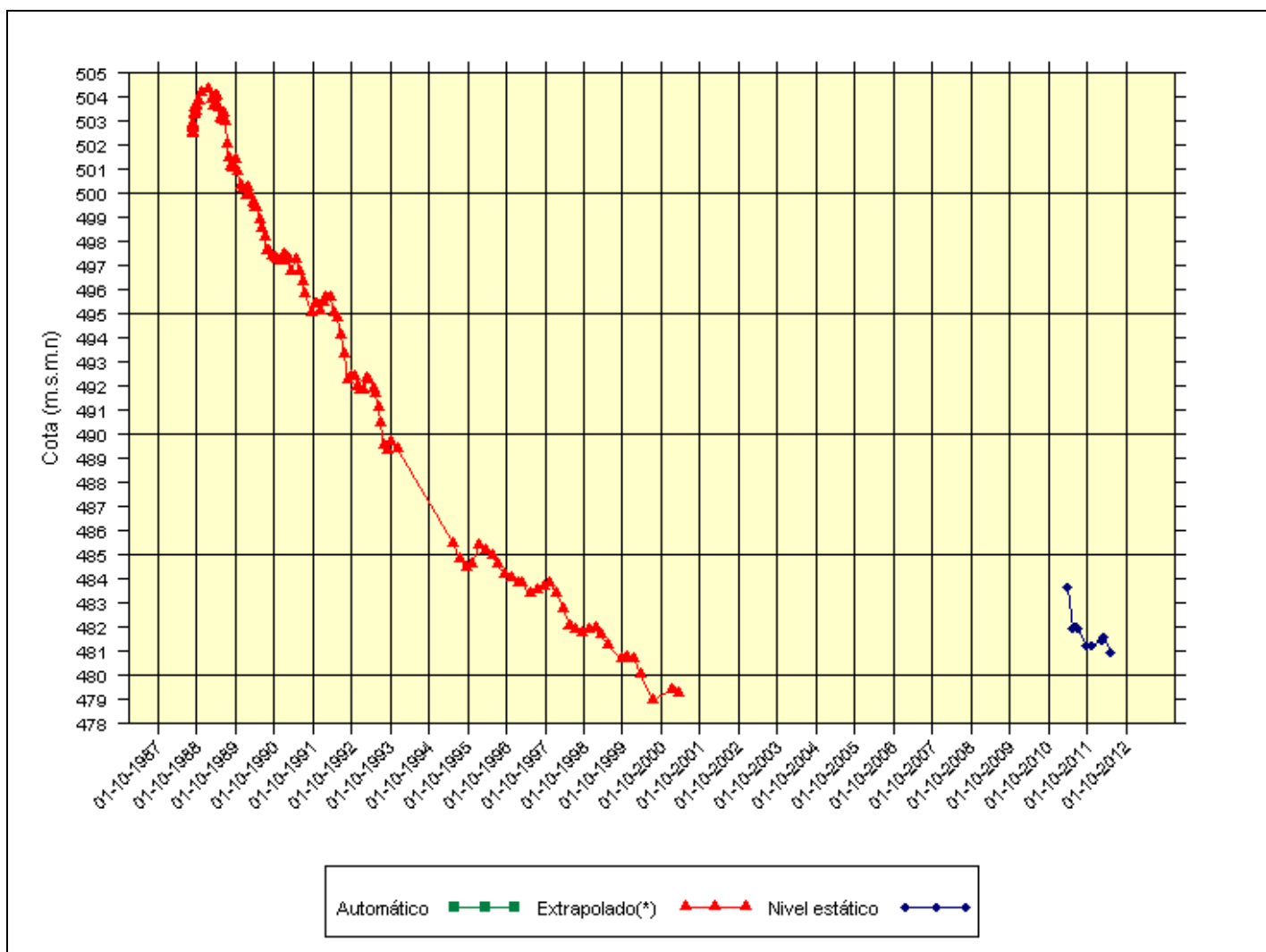
CONSIDERACIONES PARA LA MEDICIÓN

**Contacto:** Sergio Ortiz Alcalde de Cariñena (Ayuntamiento de Cariñena) . Esta en Dominio Publico hidraulico.

**Cierre:** Llave MARM

**Referencia:**

HIDROGRAMA NIVEL 3: Detritico mioceno



\*Extrapolado del punto 261680108

ESTADÍSTICA PIEZOMÉTRICA NIVEL 3: Detritico mioceno

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
128	97.088	71.718	25.37	82.6876	8.3911

**MEDIDAS PIEZOMÉTRICAS RECIENTES NIVEL 3: Detritico mioceno**

Fecha muestreo	Nivel (m)	Observaciones
16/05/2012	95.09	Ricardo López Plaza
16/03/2012	94.45	V. TORCAL
16/02/2012	94.55	
22/11/2011	94.8	
26/09/2011	94.8	
13/07/2011	94.1	últimos 3 metros de cinta y sonda llenos de barro
28/06/2011	94.01	Mide Victor Torcal. el nuevo ya con nº de inventario
18/05/2011	94.09	Mide Victor Torcal. el nuevo ya con nº de inventario
28/03/2011	92.36	

**ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO**

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 6:“Dominio Central-Ibérico”, en la masa de agua 090.077 denominada acuífero “Mioceno de Alfamen”. El acuífero atravesado son los conglomerados del Terciario que conforman el acuífero inferior en esta zona, situado por debajo de unas margas impermeables que lo individualizan del acuífero detrítico Pliocuaternario superior.

Este piezómetro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, en la zona de transición del acuífero Terciario cuya área de recarga se sitúa en los afloramientos de conglomerados del borde de la sierra de Algairén. Se trataría de un acuífero detrítico que tiene un comportamiento de confinado a semiconfinado.

**OTROS DATOS**



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN  
Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

## CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

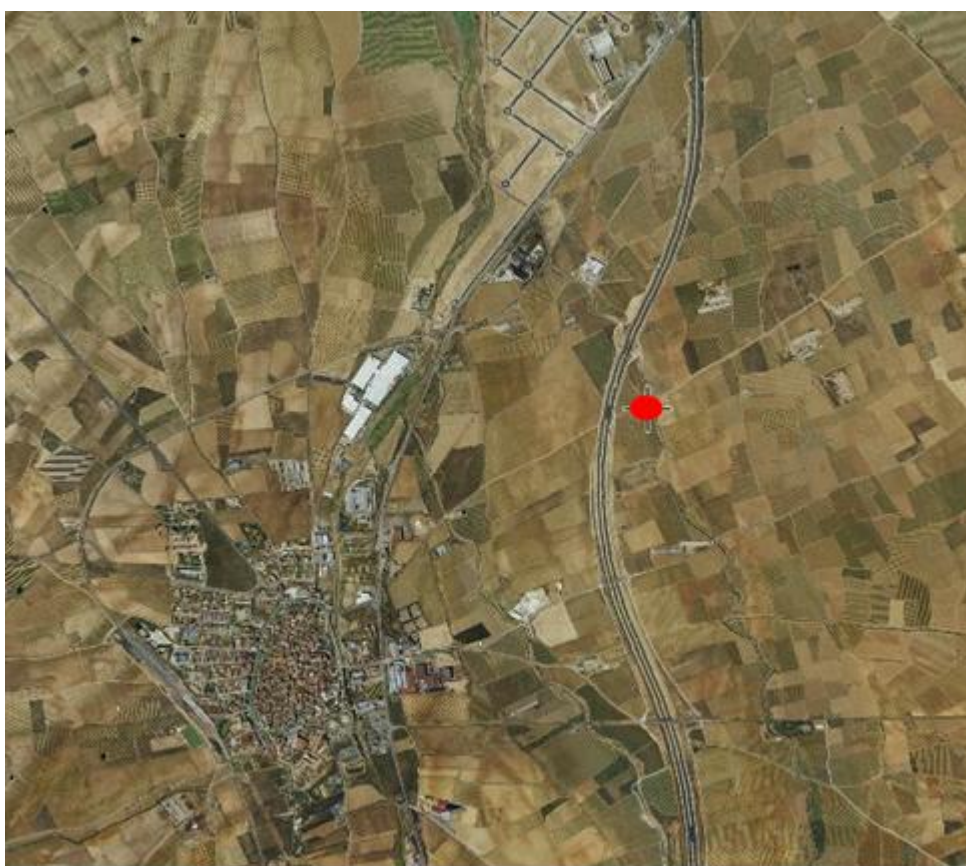
*Oficina de Planificación Hidrológica*

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

### DESCRIPCIÓN DEL ACCESO

El sondeo se ubica en la localidad de Cariñena en los márgenes del barranco de Valdemadera. Se accede al mismo siguiendo la carretera que va de Cariñena a Villanueva de Huerva, tomando el primer camino que sale a la izquierda una vez cruzada la A-23 y que va paralela a la misma, en dirección N, se atraviesa recto por el cruce del camino que sale de las instalaciones de vinos Monteviejo y se vuelve a cruzar la Autovia, en este punto se toma un camino a la derecha que atraviesa el citado barranco. El sondeo se situaría en el cauce del barranco de Valdemadera, en una margen del mismo y ligeramente sobre elevado (70 cm) sobre el mismo en un pequeño aterrazamiento.

### ORTOIMAGEN CON LA RUTA DE ACCESO



Coordenadas UTM del punto:  
X: 650216, Y:4579220 (Huso 30)

**FOTOS ADICIONALES**

<b>PANORÁMICA</b>	<b>DETALLE</b>
 <p data-bbox="293 819 571 853">05/2012 Vista general</p>	 <p data-bbox="959 819 1329 853">05/2012 Aspecto de la Arqueta</p>
<p data-bbox="363 853 501 887"><b>ACCESO</b></p>	<p data-bbox="1070 853 1208 887"><b>ACCESO</b></p>
<p data-bbox="244 1451 624 1485"><b>DETALLE REFERENCIA</b></p>	<p data-bbox="1026 1451 1259 1485"><b>INSTALACIÓN</b></p>
 <p data-bbox="252 2011 612 2045">05/2012 Referencia Cariñena</p>	