

*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 CALATAYUD: 090.082.001**





## 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>10</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>16</b>
<b>8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA</b> .....	<b>17</b>
<b>9. ENTUBACIÓN REALIZADA</b> .....	<b>18</b>
<b>10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS</b> .....	<b>21</b>
10.1. ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS DEL ACUÍFERO .....	22
<b>11. HIDROQUÍMICA</b> .....	<b>32</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 (409) Calatayud</i> .....	<b>9</b>
<i>Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo</i> .....	<b>20</b>
<i>Figura 5. Diagrama de Piper. Sondeo 090.082.001 Calatayud.</i> .....	<b>34</b>
<i>Figura 6. Diagramas de Stiff. Sondeo 090.082.001 Calatayud.</i> .....	<b>34</b>

## **INDICE DE TABLAS**

<b><i>Tabla 1. Síntesis de la columna litológica atravesada (descripción en campo)</i></b> .....	<b>17</b>
<b><i>Tabla 2. Entubación realizada</i></b> .....	<b>18</b>
<b><i>Tabla 3. Resumen de los escalones del ensayo de bombeo</i></b> .....	<b>23</b>
<b><i>Tabla 4. Resumen de la tabla de datos del Escalón continuo</i></b> .....	<b>30</b>

## **ANEJOS**

**ANEJO Nº 1: PERMISOS**

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

**ANEJO Nº 4: GEOFÍSICA**

**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 (090.082.001) es disponer de, al menos, un punto de control piezométrico en esta masa de agua (082) para el acuífero de los materiales del Terciario debido a que dicha masa, presenta un aumento de la presión sobre las aguas subterráneas por efecto de la puesta en regadío de nuevas explotaciones agrícolas.

Este piezómetro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, en la zona de descarga del acuífero Terciario. Se trata de un acuífero eminentemente detrítico con un comportamiento entre confinado y semiconfinado, que en esta zona puede actuar como surgente.

El objetivo hidrogeológico de este sondeo es cortar las areniscas y conglomerados de cantos paleozoicos que forman el acuífero terciario en esta zona.

## 2. LOCALIZACIÓN

El sondeo se ubica en la localidad de Calatayud en la pedanía de Marivella (fig. 1) en la parcela 9021 del polígono 4 de titularidad municipal y lindante con al camino de Valdevicor.

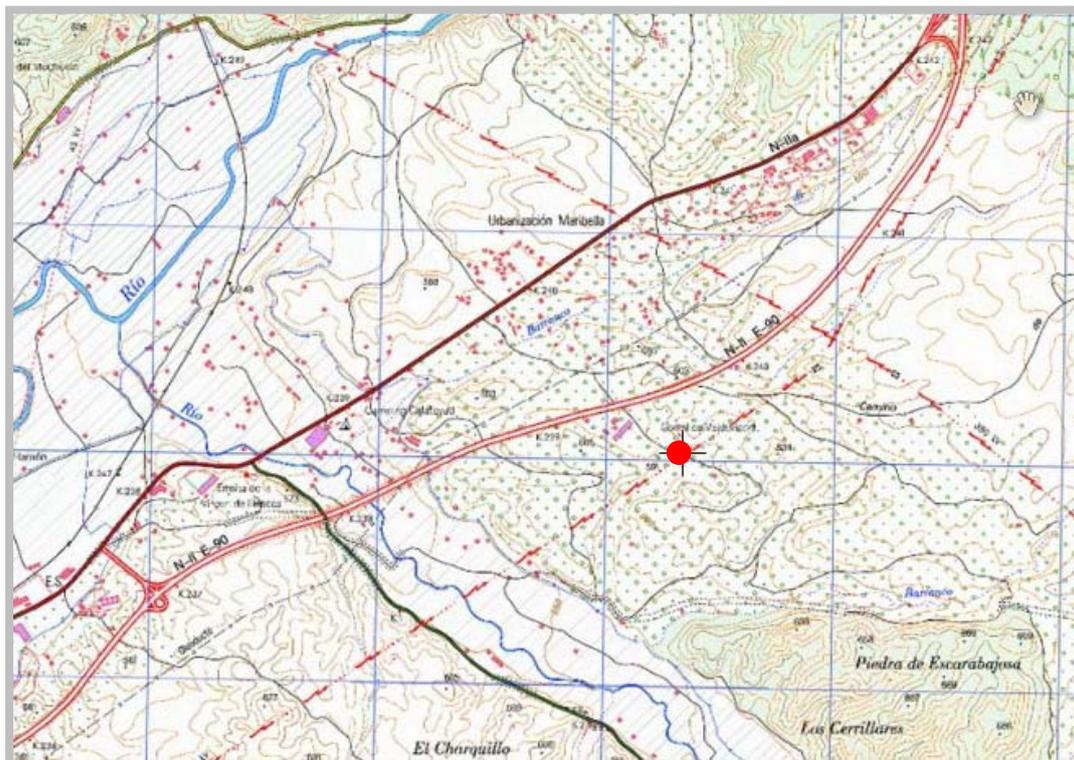
Se accede al mismo desde la antigua Carretera nacional II por la rotonda de entrada a Calatayud, con dirección a Soria y cogiendo el desvío que la une con la pedanía de Marivella. Una vez cruzados unos viveros se toma un desvío a la derecha junto a una zona urbanizada y se continúa, unos 500 metros, por un camino rural que pasa por debajo de la Autovía A-II. El sondeo se localiza en un ensanche, algo sobrelevado, en relación a la pista y donde hay un desvío a la izquierda para acceder a unas fincas particulares.

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

X: 618324

Y: 4580046

Z: 600 m.s.n.m



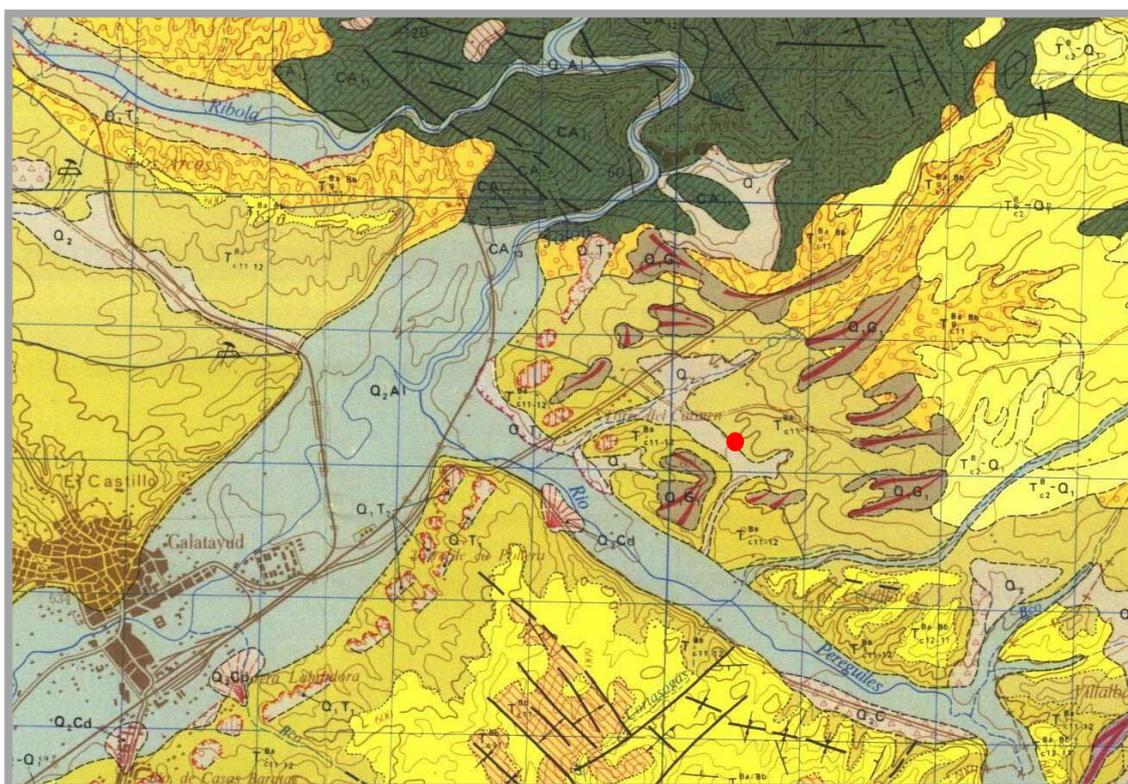
**Figura 1. Ubicación del piezómetro sobre base topográfica 1:25.000**



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

### 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El sondeo se sitúa sobre las margas y calizas de la parte media de la depresión terciaria de Calatayud, cercanas al borde NE de la misma y a los depósitos, intermedios y proximales, formados por limolitas y lutitas con arenas y conglomerados, de edad Mioceno. Estos materiales se apoyan discordantemente sobre los materiales paleozoicos de las sierra de Vicort. La disposición de los materiales, en la zona del sondeo, es subhorizontal o con ligeros buzamientos hacia el NE de no mas de 5°.



**Figura 3. Ubicación del piezómetro sobre la Cartografía Geológica MAGNA 1:50.000 (409) Calatayud.**

## 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.

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 Calamocho, 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 082 correspondiente al “Huerva-Perejiles”. Esta masa de agua corresponde con la zona SE de la Depresión de Calatayud, limitada al SO y NO por los aluviales del Jiloca y Jalón respectivamente. Limita además con la fosa de Montalbán, situada al SE de la masa. Su superficie es de 762 km<sup>2</sup>, localizada íntegramente en la comunidad autónoma de Aragón.

Los límites de la masa están definidos al NE, contacto de los materiales Neógenos con el Paleozoico del umbral de Calatayud - Montalbán. Al E, por la falla de Olalla, que individualiza la fosa de Montalbán. Al S, se traza en la

rambla del Pinar y río Pancrudo y al O y NO, respectivamente, según el contacto con los depósitos cuaternarios de los aluviales de los ríos Jiloca y Jalón.

Está situada en el sector oriental de la depresión de Calatayud, entre el macizo de Montalbán y los ríos Jalón y Jiloca. Esta cuenca intramontañaosa está controlada por fallas terdihercínicas, que hacen que tenga una geometría alargada con dirección NO-SE, cubierta por materiales terciarios y cuaternarios.

Dentro de esta masa de agua se han identificado los siguientes acuíferos:

- *Detrítico Terciario de la fosa de Calatayud*: este acuífero está constituido por los materiales detríticos más proximales (conglomerados y areniscas) que se sitúan orlando los afloramiento paleozoicos que bordean la depresión de Calatayud. Se trata de materiales de facies de Borde, que dan paso rápidamente a materiales de litologías de baja permeabilidad (limolitas, lutitas, margas y calizas) del centro de dicha cuenca. Sin embargo se puede extender por debajo de los mismos, dando acuíferos confinados, conectados con los materiales paleozoicos.
- *Detrítico de Mainar y Aluvial del Huerva*: Integran este acuífero los materiales del Mioceno detrítico de Campo Romanos y los depósitos aluviales del Huerva, ambos conectados hidráulicamente. El Mioceno está constituido principalmente por facies conglomeráticas que lateralmente pasan a areniscas y limolitas. Aflora a ambas márgenes del Huerva, y en buena parte

está recubierto por materiales de baja permeabilidad el Plioceno. Su espesor medio es del orden de los 100 m.

El acuífero aluvial del Huerva está formado por arenas y gravas con un espesor medio inferior a 5 m, y los depósitos de glaciares y abanicos aluviales adosados a los bordes de la sierra Paleozoica. Tienen estos un espesor del orden de los 5 m.

- *Acuífero de los páramos carbonatados*: aflora extensamente en la intercuenca Jiloca – Perejiles. Está constituido por calizas lacustres articuladas según dos tramos calcáreos separados por un tramo detrítico fino. Cuenta con una geometría tabular y un espesor variable entre 100 y 225 m. Constituye un acuífero libre permeable por fisuración y karstificación. Está descolgado con respecto a la red de drenaje, de forma que su descarga se realiza a través de multitud de pequeños manantiales periféricos.
- *Aluvial del río Perejiles*: está constituido por depósitos aluviales de gravas, arenas y lutitas. Su geometría es la propia de los aluviales, con un espesor medio en torno a 9 m. Constituye un acuífero libre de permeabilidad media a alta por porosidad primaria, cuyo funcionamiento está ligado al del río.

Apenas se dispone de información acerca de los parámetros hidrodinámicos en el ámbito de esta masa de agua subterránea. En el caso del acuífero carbonatado de los páramos se citan valores de transmisividad entre 10 y 100 m<sup>2</sup>/día, con un coeficiente de almacenamiento del orden de 5x10<sup>-2</sup>.

La mayor parte del relleno de la cubeta de Calatayud está formada por materiales de baja permeabilidad. Los flujos subterráneos son subsuperficiales, de carácter local y restringido a las zonas edáficas y de

alteración superficial. Estarán muy condicionados a la topografía y en dirección a la red de drenaje superficial. En el acuífero de los paramos la piezometría es de tipo radial, con descargas periféricas a cotas entre 800 y 900 m s.n.m. Los aluviales presentan unas direcciones de flujo convergentes hacia los ríos, colectores de los drenajes de esta masa de agua subterránea.

La recarga se produce por infiltración de las precipitaciones y desde la red hidrográfica. La zona de recarga está constituida por toda su extensión y no hay grandes áreas de descarga localizadas, produciéndose de manera difusa hacia los aluviales del Perejiles, Huerva y Jalón. Los páramos descargan en manantiales periféricos.

En cuanto a su hidroquímica se observan facies muy variadas entre bicarbonatadas y sulfatadas, de mineralización ligera a fuerte. En el acuífero de los páramos, las aguas son de naturaleza bicarbonatada cálcica con valores de conductividad eléctrica en torno a 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Hay síntomas de contaminación por nitratos asociados a pequeños drenajes de muy escasa representatividad.

La mayor parte del suelo agrícola está ocupado por cultivos en secano. Los regadíos están limitados a las vegas de los ríos Perejiles y Huerva y en conjunto suponen unas 2.100 ha. los núcleos de población más importante es Daroca, con unos 2.300 habitantes y localizado junto al Jiloca y Calatayud con unos 10.000 habitantes. El resto de los municipios son inferiores a 1.000 habitantes. No hay evidencias de contaminación puntual. Las extracciones son de escasa cuantía y destinadas fundamentalmente a usos agrarios. No se considera en riesgo.

## 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 rotopercusión 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 2 de Marzo de 2011 a las 19 horas y finaliza el mismo día 13:00 horas.

Se inician los trabajos el día 10 por la mañana una vez comunicado el comienzo de los mismos a los dueños de las parcelas vecinas y al ayuntamiento de Calatayud.

Una vez ubicado el equipo, se inician los trabajos con la perforación del emboquille, con un diámetro de 324 mm y hasta una profundidad de 6 m. A continuación se coloca la tubería de emboquille con un diámetro de 300 x 5 mm. A las 11:30 h, se continúa perforando, por el interior del emboquille, con el martillo de 246 mm con el fin de tener diámetro suficiente para engravillar. A las 12:00 h, se llevan perforados un total de 20 m, y se aprecia cierta humedad en los materiales perforados. A las 12:55 h, se está perforando a la profundidad de 33 m y a las 13:08 h se alcanza la profundidad de 38 m. A las 15:18 h, la profundidad alcanzada es de 51 m, y de 63 m a las 15:40 h. Cuando se encuentran a una profundidad aproximada de 78 m, encuentran dificultad para avanzar con la perforación al incrementarse los aportes y

tratarse de materiales arenosos a gravas poco consolidadas. Por esta razón se hace necesario añadir espumante para poder continuar y favorecer la salida del detritus. A las 17:30 h, se llevan perforados 91 m y hasta las 18:10 h no se alcanza la profundidad, aproximada, de 95 m momento en el que el sondista jefe comenta que no es posible seguir avanzando si no se entuba el sondeo. Se plantea la problemática a la dirección de obra y al considerar que se ha cubierto el objetivo hidrogeológico se da por finalizado el sondeo. (*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 – 3 m	Suelo vegetal compuesto por margas de color verde grisáceo claro, con algunos cantos calcáreos. Presencia de raíces.
3-7 m	Arcillas algo margosas, de color verde grisáceo claro, con algunos cantos carbonatados, y otros de margas cementadas angulosas.
7-9 m	Arcillas algo margosas de color grisáceo.
9-11 m	Arcillas algo margosas de color grisáceo algo más claro.
11-16 m	Arcillas algo margosas de color gris oscuro con cantos cementados y algunos cantos carbonatado
16-26 m	Margas grises con tramos de color más blanquecino, que aparecen formando aglomerados
26-62 m	Margas grises algo limosas.
62-73 m	Margas grises con algún canto o gravilla cuarcítica, y con algo de arena

	fina.
73-79 m	Arena grisácea, de tamaño fina -media a gruesa, de composición cuarcítica. Aparece lavada.
79-85 m	Gravas y arena media a gruesa y muy gruesa, de color grisáceo. Las gravas son tanto cuarcíticas como carbonatadas.
85-95 m	Gravas y arena muy gruesa, de composición poligénica (cuarcitas, calizas y areniscas), de tamaño máximo 5 cm. Lavadas.

**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 es la siguiente: del metro 0 al 3 relleno cuaternario. Del 3 al 95 se corresponde con los sedimentos terciarios de edad Mioceno (Aragoniense) compuestos por limolitas y lutitas con arenas y conglomerados. Durante la perforación se corta un primer tramo, hasta el metro 73, de margas algo limosas correspondientes a las facies distales e intermedias del sistema de abanicos aluviales. A partir del metro 73 y hasta el final del sondeo se perfora una serie detrítica compuesta por arenas y conglomerados, pertenecientes a las facies de borde de la depresión de Calatayud.

## 8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

La testificación geofísica se realiza el día 2 de Febrero de 2011 y la realiza la Compañía General de Ingeniería y Sondeos, CGS, S.A., con medios propios constituido por un equipo CENTURY SYSTEM – IV, montado sobre Furgoneta Volkswagen 4X4 y equipado con una sonda 9.055, que mide la desviación e inclinación del sondeo, y una sonda 8044 (hidrogeológica), que registra los parámetros de gamma natural, resistividad normal corta y larga, resistividad lateral, potencial espontáneo, temperatura y conductividad.

El equipo de geofísica llega sobre las 9:30 horas y comienza la testificación a las 10 horas finalizándose a las 11:30 horas. La testificación llega hasta los 94 metros y como resultados más significativos se observa que el agua se encuentra a unos 2 metros, que los materiales atravesados se corresponden a margas, arcillas, arenas y conglomerados en la parte inferior. Igualmente se detectan aportes de agua a partir de los 60 m haciéndose más evidentes a los 70 y más abundantes hacia la parte inferior del sondeo a partir de los 85 a 90 metros, lo que coincide con las variaciones de resistividad. La temperatura pasa de 18° a casi 20° en los primeros metros del sondeo para mantenerse prácticamente constante en 20°.

El sondeo presenta una desviación inferior de 0,6 m que se concentra hacia la parte inferior en los últimos 5 metros. *(El informe detallado y las diagráfias realizadas se pueden encontrar en el Anejo N° 4).*

## 9. ENTUBACIÓN REALIZADA

Se utilizan dos tipos de tubería de acero en tramos de 6 y 3 m. de longitud. Una primera de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor de la que se colocan 6 metros así como una segunda, en chapa de acero, de 180 x 4 mm, de los que se colocan 95 m: 73 m corresponden a tubería ciega y 18 m a filtro de puentecillo (180 mm) y 3 a tubería ranurada, que se coloca en cotas donde se detecta el aporte de agua.

Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-6	300	5	Acero al carbono	Ciega
0-61	180	4	Chapa de acero	Ciega
61-64	180	4	Chapa de acero	Filtro
64 -73	180	4	Chapa de acero	Ciega
73-82	180	4	Chapa de acero	Filtro
82-85	180	4	Chapa de acero	Ciega
85 -91	180	4	Chapa de acero	Filtro

91-94	180	4	Chapa de acero	Ranurada

**Tabla 2. Entubación realizada.**

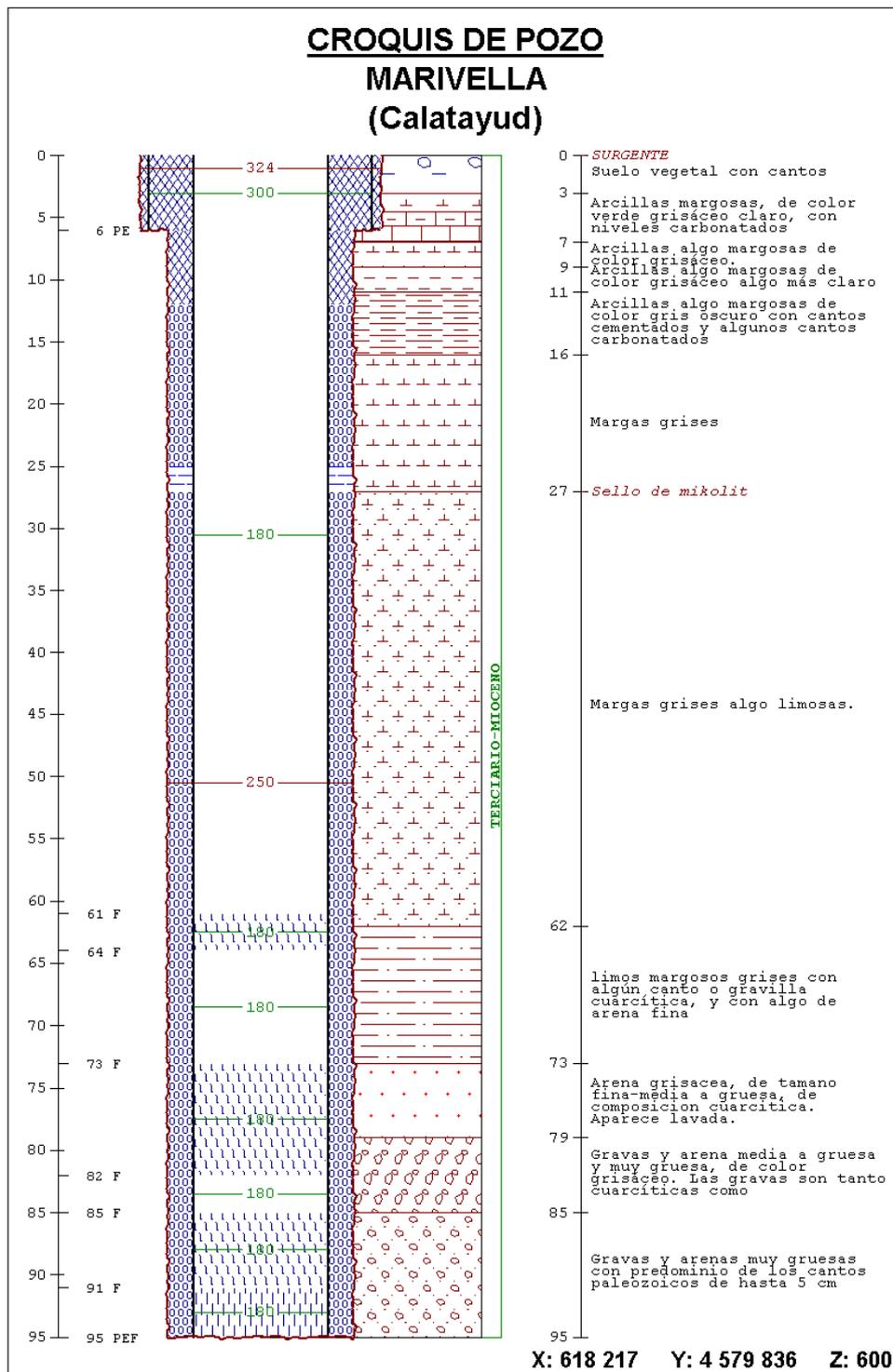
La unión entre tramos de tubería es mediante soldadura y la tubería se dispone apoyada sobre el fondo del sondeo.

Se ha realizado una cementación de la parte superior del sondeo, hasta el metro 6, entre la perforación y la tubería auxiliar de 300 mm para consolidar la parte superior del emboquille. Además se ha colocado entre el metro 27 y 25 un sello de mikolit para aislar el aporte del nivel superficial.

Asimismo, y para impedir que el aporte de finos produzca el cegado del sondeo, se ha previsto la realización de un empaque de grava silícea entre la tubería definitiva (180 mm.) y la pared del sondeo (250 mm). El engravillado del sondeo se realiza durante los días 2 y 3 de Marzo empleándose un total de 6 toneladas. Se trata de una grava silícea, 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 N° 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 arenas y gravas (conglomerados) de edad Terciario (Oligógeno-Mioceno) del borde de la Depresión de Calatayud.

Se detectan indicios de agua entorno a los 19-20 metros en un tramo de margas limosas alumbrando, claramente agua, a partir de los 60 a 62 metros cuando se empiezan a atravesar tramos de limos ligeramente arenosos. Los aportes de agua parecen incrementarse en el intervalo entre el metro 73 y 79, conforme se atraviesan litologías más favorables (arenas) y son mayores a partir del metro 85 cuando se atraviesan las gravas y conglomerados de cantos paleozoicos que conforman el acuífero. Estos carecen, prácticamente, de matriz y se observan lavados lo que indica la circulación de agua en el interior de los mismos y comenzando a aparecer, más frecuentemente, restos de areniscas e indicios de fracturas abiertas.

Durante la testificación geofísica se observa que existen aportes a partir de los 60 metros haciéndose mayores a los 70 y más abundantes hacia la parte inferior del sondeo a partir de los 85-90 metros, lo que coincide con las variaciones de resistividad.

Al final de la entubación y limpieza del sondeo (3/03/2011) se ha medido el nivel freático que se encontraba a 0,70 m.

## 10.1. ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS DEL ACUÍFERO

Durante los días 14 y 15 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 Saturn modelo 6SS – 60/14 con una potencia de 50 CV situada a 82 m de profundidad.

Se posiciona la bomba a 92 m y se constata que el sondeo es surgente.

Comienza el ensayo a las 17:00 h con un primer escalón de 1 l/sg que acaba a las a las 19:00 h, teniendo una duración de 120 minutos. El descenso producido, durante el desarrollo de este escalón, ha sido de, aproximadamente, 6,30 m ya que el nivel inicial, antes de comenzar a bombear, estaba por encima de la parte superior de la tubería (surgente) y el nivel, al final de este escalón, se encuentra a 6,00 m. A continuación se decide elevar el caudal hasta 2 l/sg dando paso al siguiente escalón que dura hasta las 20:00 h y teniendo una duración de 60 minutos. Comienza con el nivel a 6,00 m, y finaliza en 8,92 m, con lo que el descenso observado es de 2,92 m. Se considera necesario elevar el caudal a 5 l/sg e iniciar un nuevo escalón. En este tercer escalón, tras una hora bombeando, se constata la estabilización del nivel dinámico, a la profundidad de 20,26 m y se da por finalizado este escalón aumentando el caudal a extraer. El descenso observado ha sido de 11,34 m. El cuarto escalón da comienzo a las 21:00 h y acaba a las 23:00 h teniendo una duración de 120 minutos y con un caudal de 8 l/s. Comienza con el nivel a 20,26 m y finaliza en 39,00 m con lo que el descenso producido es de 18,74 m.

En ese momento se considera que este caudal es el óptimo para realizar el ensayo continuo por lo que se decide parar, recuperar el nivel y dar comienzo al escalón continuo.

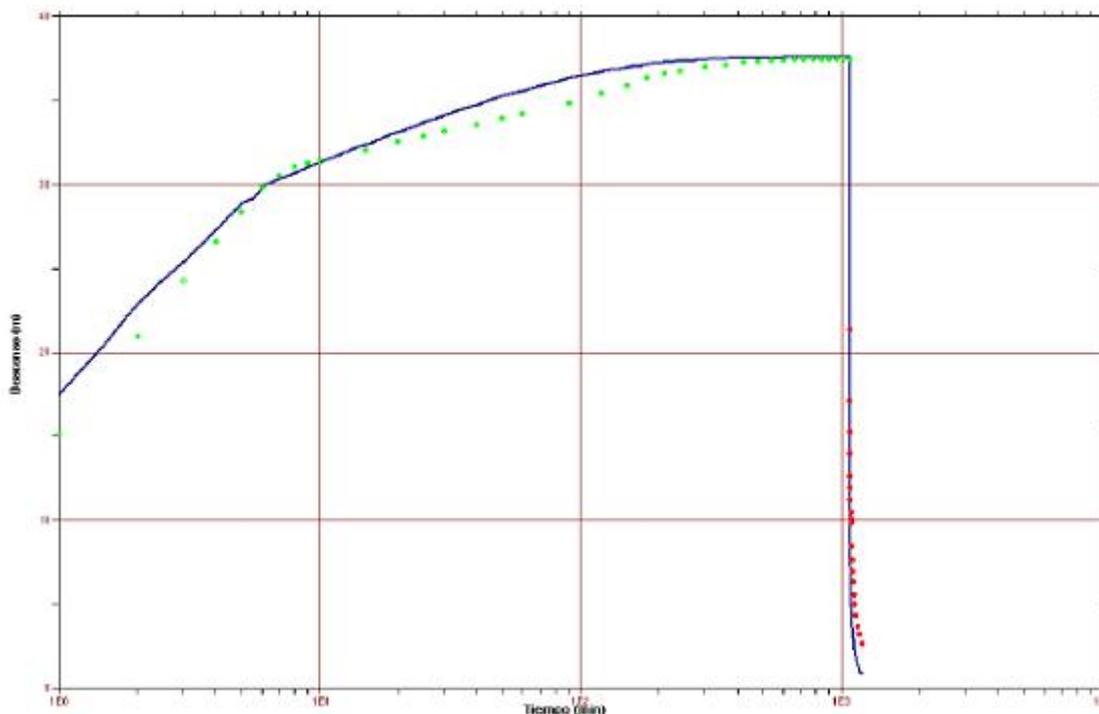
La recuperación da comienzo a las 23:00 h y tiene una duración de 60 m. El nivel del agua asciende hasta alcanzar los 3,65 m de profundidad, por lo que el ascenso es de 35,35 m. El escalón continuo comienza a las 00:00 horas del día 15 de marzo con un caudal de bombeo de 8 l/s. El descenso producido, durante el desarrollo de este escalón, es de 37,46 m ya que el nivel inicial, antes de comenzar a bombear, era de 3,65 m y el nivel al final se localiza a 41,11 m. La duración de este escalón ha sido de 1.080 minutos (18 horas); terminando a las 18:00 horas del día 15 de marzo. Momento a partir del cual se empieza la recuperación que dura 120 minutos (2 horas), observándose que el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 6,31 m de profundidad, con lo que el ascenso observado es de 34,80 m.

Escalón	Q(L/sg)	T(min)	N. inicial (m)	N. final (m)	Descenso (m)
Escalón 1	1	120	surgente	6,00	6,30
Escalón 2	2	60	6,00	8,92	2,92
Escalón 3	5	60	8,92	20,26	11,34
Escalón 4	8	120	20,26	39,00	18,74
Recuperación 1	0	60	39,00	3,65	35,35 (ascenso)
Escalón 5	8	1.080	3,65	41,11	37,46
Recuperación 2	0	120	41,11	6,31	34,80 (ascenso)

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

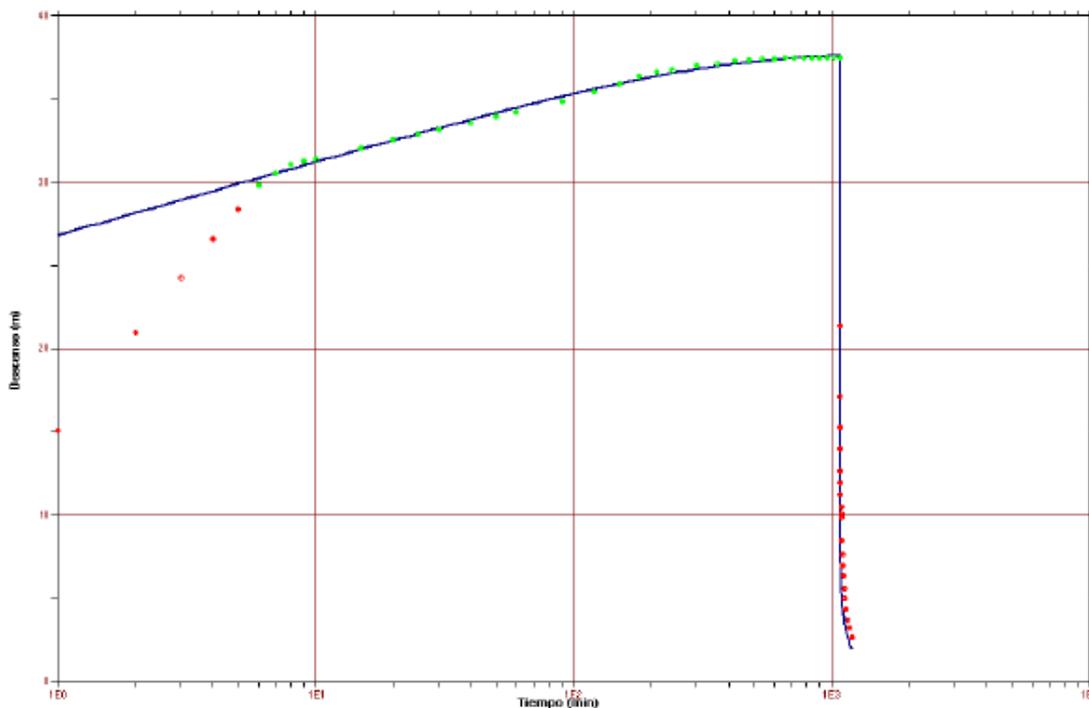
Los resultados de este ensayo de bombeo se han analizado e interpretado con el programa **Pibe 2.0** puesto a punto por la Diputación Provincial de Alicante y con el software de **Aquifer-Test v.3.5** de la empresa *Waterloo Hidrogeologic* . Se ha supuesto que se trata de un acuífero de tipo confinado, 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 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 **19.9** m<sup>2</sup>/día, con un coeficiente de almacenamiento de 0.01 y un radio eficaz de 0,023 con una relación r/B 0.00165. Con el siguiente Grafico de evolución que muestra cierta similitud con el gráfico observado de los datos y que presenta un efecto de capacidad con un factor de 576,07 .

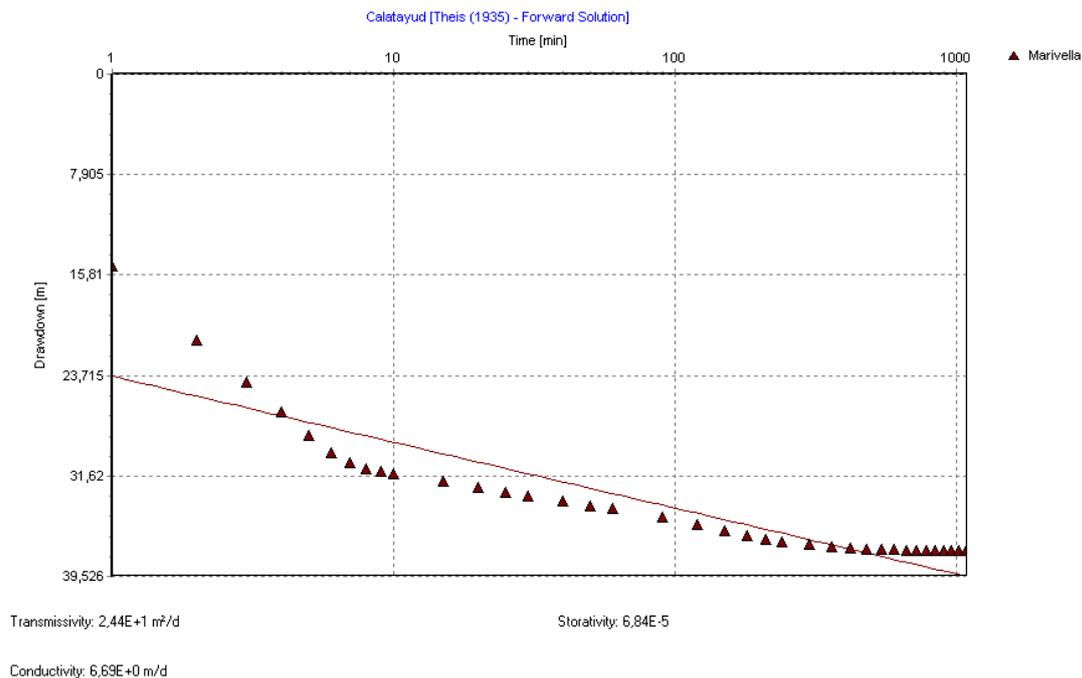


Con el **Pibe 2.0**, y mediante el método de Theis se obtienen unos valores de Transmisividad de **39.68** m<sup>2</sup>/día, con un coeficiente de almacenamiento de 0.01 y un radio eficaz de 0.00083, siendo necesario para

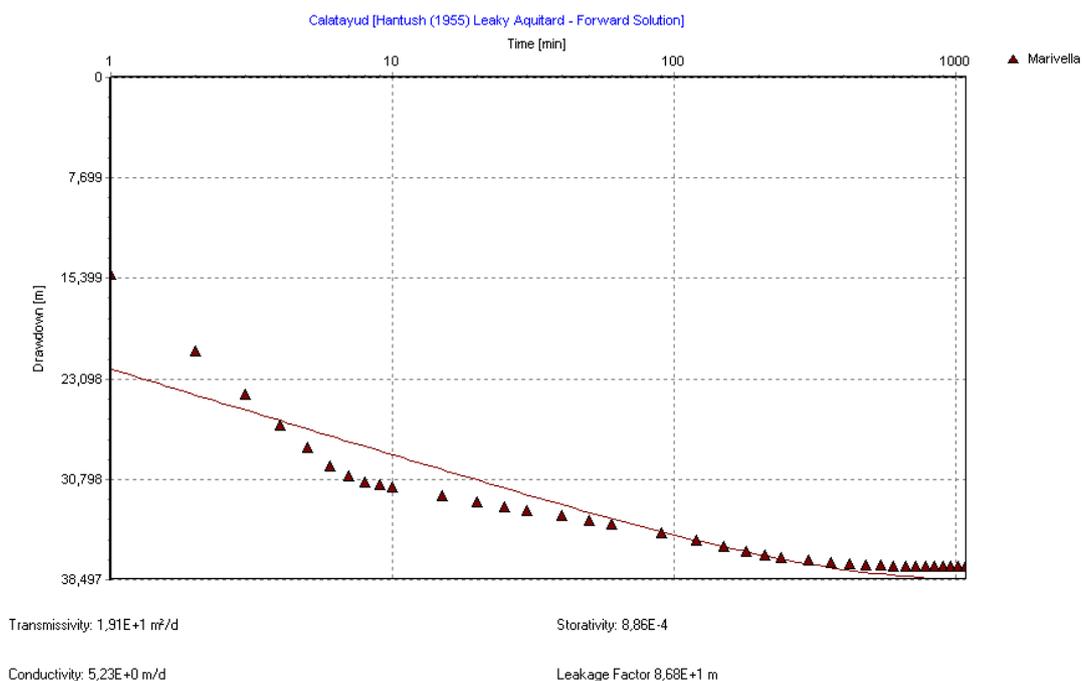
cuadrar los datos el ajustar únicamente los datos obtenidos a partir del minuto 6 del ensayo..



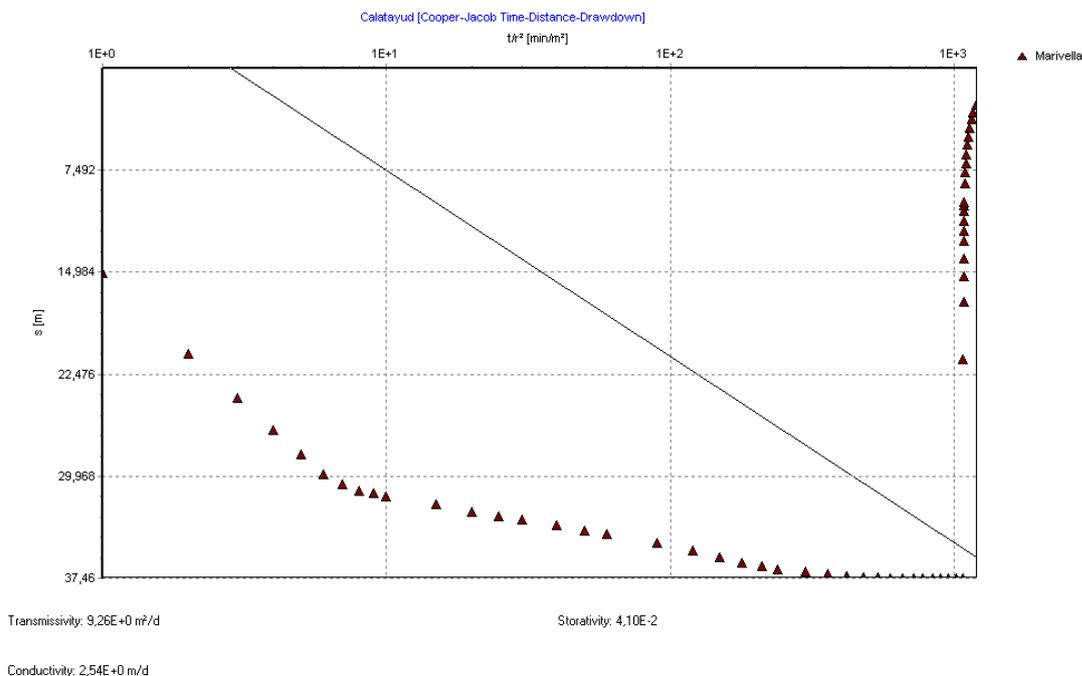
Con el **Aquifer-Test v.3.5** los valores obtenidos para el ensayo continuo, con la formula de Theis, se obtiene una transmisividad de **T: 24,4 m<sup>2</sup>/día**, con un coeficiente de almacenamiento de  $6.84 \times 10^{-5}$ , Cuya grafica es la siguiente.



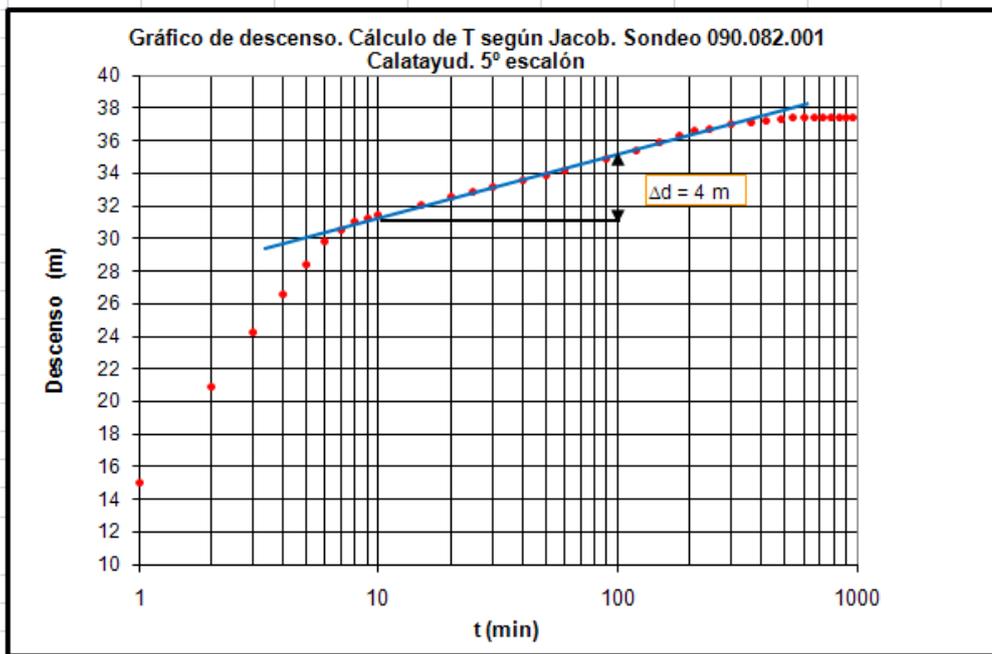
Usando la ecuación de Hantusch también con el software **Aquifer-Test v.3.5** los valores son diferentes dando una transmisividad menor de **19,1 m<sup>2</sup>/día**.



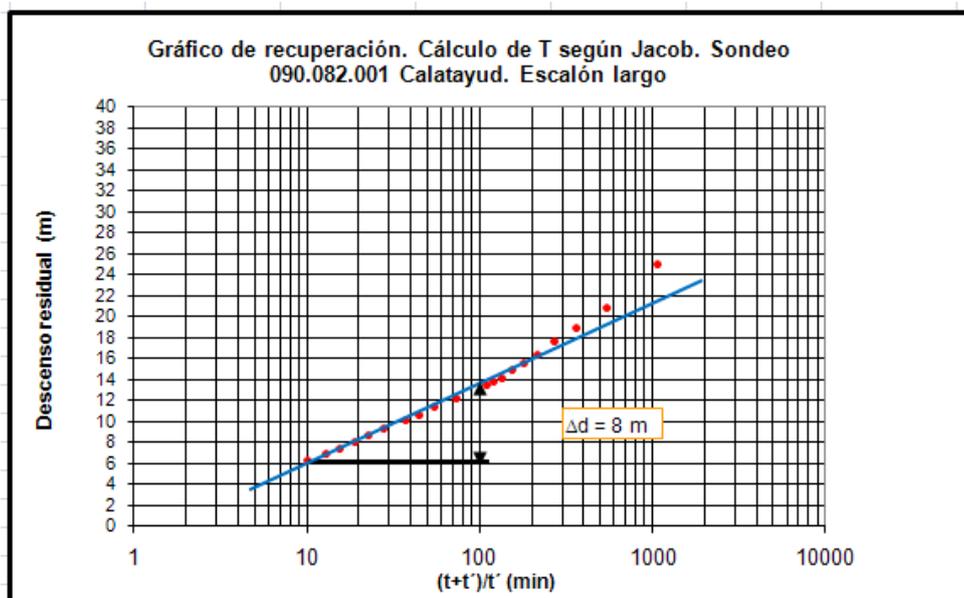
Usando la simplificación de Cooper-Jacob de la ecuación de Theis se obtienen unos valores de transmisividad de **T: 9,26 m<sup>2</sup>/día**.



Estos resultados se han comprobado manualmente con ayuda de una aplicación realizada con una hoja Excel. Que da unos valores de transmisividad de entre **31,6 m<sup>2</sup>/día**.



A modo de comprobación se ha interpretado también la recuperación del ensayo continuo con la formula de Theis, con una aproximación realizada con una hoja Excel, y se obtienen unos valores de transmisividad de **T: 15,8 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 ( $T^a$ ) y pH.

- Escalón 1 (Q= 1 l/s)
  - Inicio del Escalón 1:  
CE= 618  $\mu$ S/cm  
 $T^a$  = 20,8 °C  
pH= 7,86.
  - Final del Escalón 1:  
CE= 623  $\mu$ S/cm  
 $T^a$  = 20,6 °C  
pH= 7,61.
- Escalón 2 (Q= 2 l/s)
  - Final del Escalón 2:  
CE= 631  $\mu$ S/cm  
 $T^a$  = 20,4 °C  
pH= 7,75.
- Escalón 3 (Q= 5 l/s)
  - Final del Escalón 3:  
CE= 632  $\mu$ S/cm  
 $T^a$  = 19,9 °C  
pH= 7,58.
- Escalón 5 (Q= 8 l/s, larga duración)
  - Medio del Escalón 5:  
CE= 658  $\mu$ S/cm  
 $T^a$  = 20,1 °C  
pH= 7,62.  
  
CE= 643  $\mu$ S/cm  
 $T^a$  = 19,6 °C  
pH= 7,47.
  - Final del Escalón 5:  
CE= 641  $\mu$ S/cm

$T^a = 19,7 \text{ }^\circ\text{C}$

pH= 7,48.

<b>Tiempo de bombeo (minutos)</b>			
<b>Tiempo de bombeo (minutos)</b>	<b>Profundidad (metros)</b>	<b>Descenso (metros)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>
0	3,65	N.D	8
1	18,72	15,07	8
2	24,61	20,96	8
3	27,89	24,24	8
4	30,25	26,60	8
5	32,04	28,39	8
6	33,46	29,81	8
7	34,21	30,56	8
8	34,70	31,05	8
9	34,89	31,24	8
10	35,06	31,41	8
15	35,67	32,02	8
20	36,20	32,55	8
25	36,54	32,89	8
30	36,80	33,15	8
40	37,20	33,55	8
50	37,58	33,93	8
60	37,84	34,19	8
90	38,50	34,85	8
120	39,07	35,42	8
150	39,56	35,91	8
180	40,00	36,35	8
210	40,24	36,59	8
240	40,42	36,77	8
300	40,63	36,98	8
360	40,80	37,15	8
420	40,92	37,27	8
480	41,00	37,35	8
540	41,04	37,39	8
600	41,07	37,42	8
660	41,09	37,44	8
720	41,09	37,44	8
780	41,09	37,44	8
840	41,10	37,45	8
900	41,11	37,46	8
960	41,11	37,46	8

1020	41,11	37,46	8
1080	41,11	37,46	8

**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 090.082.001 situado en el municipio de Calatayud (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 2 y 15 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*:

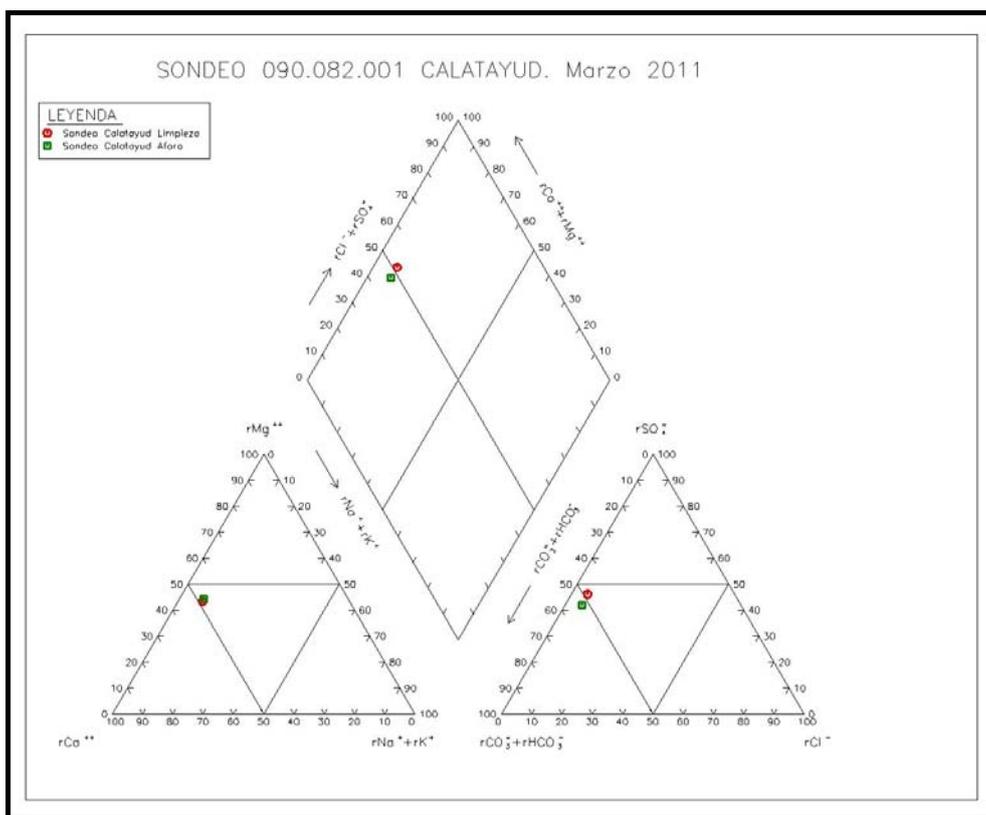
<b>DETERMINACIONES <i>IN SITU</i></b>	<b>Sondeo 090.082.001 Calatayud (muestra 1: final de la limpieza) (02/03/2011)</b>	<b>Sondeo 090.082.001 Calatayud (muestra 2: final del aforo) (15/03/2011)</b>
<b>Temperatura (°C)</b>	17,7	19,7
<b>Conductividad (µS/cm)</b>	610	641
<b>pH</b>	7,61	7,48

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

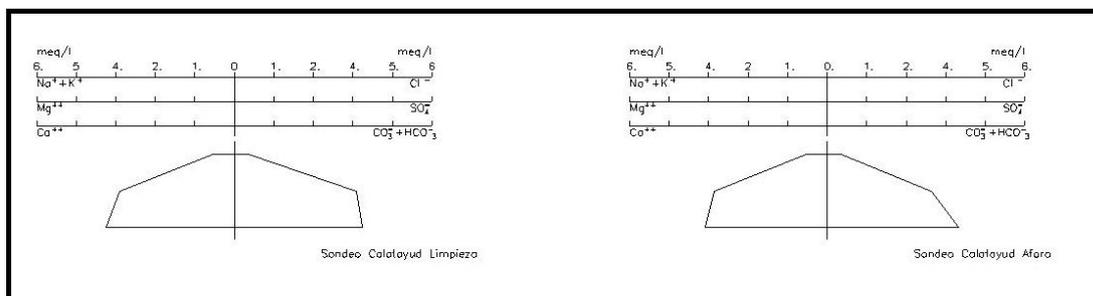
<b>DETERMINACIÓN</b>	<b>Sondeo 090.082.001 Calatayud (muestra 1: final de la limpieza) (02/03/2011)</b>	<b>Sondeo 090.082.001 Calatayud (muestra 2: final del aforo) (15/03/2011)</b>
<b>AMONIO (mg/l)</b>	0,11	<0,04l
<b>ANHIDRIDO SILICICO (mg/l)</b>	11,17	11,12
<b>BICARBONATOS (mg/l)</b>	<b>237,69</b>	<b>238,89</b>
<b>BORO (mg/l)</b>	0,10	0,08
<b>CALCIO (mg/l)</b>	<b>77,85</b>	<b>73,87</b>
<b>CARBONATOS (mg/l)</b>	0,00	<5
<b>CLORUROS (mg/l)</b>	15,42	14,74
<b>CONDUCTIVIDAD 20 °C (µS/cm)</b>	662	633
<b>FOSFATOS (mg/l)</b>	0,56	<0,16
<b>HIDROXIDOS (mg/l)</b>	0,00	0,00
<b>HIERRO (mg/l)</b>	0,05	<0,05
<b>MAGNESIO (mg/l)</b>	<b>42,15</b>	<b>41,43</b>

DETERMINACIÓN	Sondeo 090.082.001 Calatayud (muestra 1: final de la limpieza) (02/03/2011)	Sondeo 090.082.001 Calatayud (muestra 2: final del aforo) (15/03/2011)
MANGANESO (mg/l)	0,00	<0,02
NITRATOS (mg/l)	1,23	2,21
NITRITOS (mg/l)	0,05	<0,1
pH (ud pH)	7,94	7,71
POTASIO (mg/l)	3,82	3,35
SODIO (mg/l)	12,74	12,37
SULFATOS (mg/l)	<b>178,02</b>	<b>157,54</b>
Dureza (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	370	357
Facies hidroquímica	<b>Bicarbonatado-sulfatada cálcico-magnésica</b>	<b>Bicarbonatada cálcico-magnésica</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, al final del aforo, se clasifica como AGUA BICARBONATADA CÁLCICO-MAGNÉSICA (según clasificación de Piper. en función de iones dominantes), con un contenido significativo en *sulfatos*, como se observa también en los diagramas de Stiff. Esta composición química es característica del acuífero terciario detrítico con influencia de intercalaciones de materiales más salinos (presencia de yesos).



**Figura 5. Diagrama de Piper. Sondeo 090.082.001 Calatayud**



**Figura 6. Diagramas de Stiff. Sondeo 090.082.001 Calatayud**

La composición del agua tras la limpieza y el aforo es muy similar. Al final del aforo disminuye ligeramente el contenido en sulfatos, de modo que la facies representativa del acuífero es más bicarbonatada. De las dos muestras tomadas tras el aforo, no se ha tenido en cuenta la que le corresponde un mayor error de análisis y un contenido más bajo en calcio.

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.

Los indicadores de contaminación *nitratos*, *nitritos* y *amonio* tampoco constituyen un problema de calidad, ya que, aunque están presentes en concentraciones bajas. El contenido en *nitratos* (1,23 y 2,21 mg/l) es inferior al límite establecido por el R.D. 140/2003 y a la norma de calidad del R.D. 1514/2009. Aunque al final de la limpieza se detectaron *amonio* (0,11 mg/l) y *nitritos* (0,05 mg/l) ya no aparecen después del aforo.

## 12. CONCLUSIONES

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Calatayud con objeto de tener 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 Huerva-Perejiles (082) 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 95 m.

El acuífero atravesado está constituido por Arenas y gravas (conglomerados) de edad Terciario, OligóCeno-Mioceno del borde de la Depresión de Calatayud, cortándose el agua a los 60-62 metros de profundidad.

Actualmente el sondeo es surgente.

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 19,9 a 19,1 m<sup>2</sup>/día para un comportamiento semiconfinado y 24,4 a 39,8 m<sup>2</sup>/día para un comportamiento confinado.

El agua extraída tras la limpieza y el bombeo tiene una MINERALIZACIÓN MEDIA-BAJA, es MODERADAMENTE DURA y, por su composición al final del aforo, se clasifica como AGUA BICARBONATADA CÁLCICO-MAGNÉSICA, con un contenido significativo en *sulfatos*. Esta composición química es característica del acuífero terciario detrítico con influencia de intercalaciones de materiales más salinos (presencia de yesos). Son aguas aptas para el consumo, ya que los contenidos de todos los constituyentes analizados no superan los límites máximos fijados en el RD 140/2003.

Los indicadores de contaminación *nitratos*, *nitritos* y *amonio* tampoco constituyen un problema de calidad, ya que, aunque están presentes en concentraciones bajas. El contenido en *nitratos* (1,23 y 2,21 mg/l) es inferior

al límite establecido por el R.D. 140/2003 y a la norma de calidad del R.D. 1514/2009. Aunque al final de la limpieza se detectaron *amonio* (0,11 mg/l) y *nitritos* (0,05 mg/l) ya no aparecen después del aforo. *(Las fichas detalladas, de este piezómetro, se encuentran reflejadas en el Anejo N° 7).*

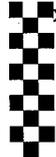


# **ANEJOS**



## **ANEJO N° 1: PERMISOS**





**Ayuntamiento  
de Calatayud**

# **Fax**

**Fecha 1 de marzo de 2011**

**Para: A/A TERESA CARCELLER. C.H.E.**

**De: Ayuntamiento Calatayud.**

---

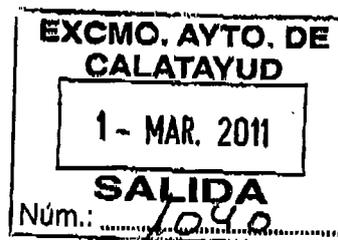
**Nº de Páginas (incluida la portada): 3**

En caso de recepción defectuosa llamar a los teléfonos (976) 881314 ó 881700

---



**Ayuntamiento  
de Calatayud**



En contestación a su escrito de 27-01-2011, adjunto remito certificación del acuerdo adoptado por el Ayuntamiento Pleno, en sesión celebrada el día 28 de febrero, autorizando la construcción de un piezómetro en parcela municipal, para su conocimiento y efectos oportunos.

Calatayud, 1 de marzo de 2011.  
EL ALCALDE



Fdo. Visto Javier Ruiz de Diego

**SRA. JEFA SERVICIO TECNICO DE LA OFICINA DE PLANIFICACION  
HIDROLOGICA  
CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL EBRO  
Pº Sagasta 24-28  
50071-ZARAGOZA**



Ayuntamiento  
de Calatayud

D<sup>a</sup> M<sup>a</sup> AMPARO MERCEDES UGARTE MARTINEZ, SECRETARIA  
GENERAL DEL EXCMO. AYUNTAMIENTO DE CALATAYUD,

CERTIFICO: Que el Ayuntamiento Pleno en sesión celebrada el día 28 de  
febrero de 2011, ha adoptado el siguiente acuerdo:

**.- URBANISMO. AUTORIZACIÓN CONSTRUCCIÓN Y OBSERVACIÓN DE  
UN PIEZÓMETRO EN PARCELA MUNICIPAL. CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL  
EBRO.**

Visto el expediente y atendiendo la solicitud de la CHE para la mejora de la  
red oficial para la valoración del estado cuantitativo de las aguas subterráneas en la cuenca  
del Ebro.

SE ACUERDA:

1º Autorizar a la CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO para la  
construcción de un piezómetro, en la parcela 9021 del polígono 24, de propiedad municipal,  
con una ocupación de un metro cuadrado, en el lugar que determinen los servicios técnicos  
municipales, durante el plazo de treinta años. La autorización incluye la ocupación de modo  
transitorio de la superficie necesaria mientras duren la ejecución de las obras y el ensayo del  
bombeo, así como el acceso del personal de la CHE para llevar a cabo las mediciones del  
nivel estático del agua subterránea y demás labores vinculadas a la instalación.

2º La presente autorización no exime a la CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA DEL EBRO de solicitar la preceptiva licencia municipal, acompañando la  
documentación técnica de la instalación.

3º Notificar el presente acuerdo a los interesados y áreas municipales.

Y para que así conste, de oficio, expido el presente, de orden y con el visto  
bueno del Sr. Alcalde, en Calatayud, a uno de marzo de dos mil once.

Vº Bº  
EL ALCALDE





**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 CALATAYUD**

Localización Geográfica (UTM, Uso 30):

X: 618.217 Y: 4.579.836 Z: 599 (m s. n. m)

RESUMEN DE UNIDADES			
Perforación		0 – 6 m	324 mm
		6 – 95 m	246 mm
Entubación	Ciega	6 m	300 x 5 mm
		73 m	180 x 4 mm
	Ranurada	3 m	280 x 4 mm
	Filtro PuenteCillo	18 m	180 x 4 mm
Limpieza		5 horas	

01/03/2011

EMPLAZAMIENTO

Se produce el traslado desde Cariñena y la llegada de la máquina de perforación a las 10:00 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 Calatayud.*

## PERFORACIÓN

Se inician los trabajos de perforación, una vez ubicado el equipo, mediante la perforación del emboquille, con un diámetro de 324 mm y una profundidad de 6 m. A continuación se coloca la tubería de emboquille, de 6 m de longitud y un diámetro de 300 x 5 mm.



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

A las 11:30 h, se continúa con la perforación por el interior del emboquille con el martillo de 246 mm. A las 12:00 h, se llevan perforados un total de 20 m, y se aprecia cierta humedad en los materiales perforados.

A las 12:55 h, se está perforando a la profundidad de 33 m. Y a las 13:08 h, están a 38 m. A las 15:18 h, la profundidad alcanzada es de 51 m, y de 63 m a las 15:40 h. Cuando se encuentran a una profundidad aproximada de 78 m, encuentran una mayor dificultad para avanzar con la perforación y se hace necesario adicionar espumante al sondeo, para seguir perforando y favorecer la salida del detritus.



*Imagen 3. Perforación del sondeo.*

A las 17:30 h, se llevan perforados 91 m, y hasta las 18:10 h no se alcanza la profundidad aproximada de 95 m, momento en el que el sondista jefe comenta que no es posible seguir avanzando. Se plantean una serie de alternativas, que son discutidas con la asistencia técnica y dirección de obra, y finalmente se opta por dar por finalizada la perforación.

La columna litológica obtenida durante la perforación de este sondeo es la siguiente:

- 0 – 2 m: Suelo vegetal compuesto por margas de color verde grisáceo claro, con algunos cantos calcáreos. Presencia de raíces.
- 3 – 7 m: Arcillas algo margosas, de color verde grisáceo claro, con algunos cantos carbonatados, y otros de margas cementadas angulosas.
- 8 – 9 m: Arcillas algo margosas de color grisáceo.
- 10 - 11 m: Arcillas algo margosas de color grisáceo algo más claro.
- 12 – 15 m: Arcillas algo margosas de color gris oscuro con cantos cementados y algunos cantos carbonatados.
- 16 – 18 m: Margas grises de color más blanquecino, que aparecen formando aglomerados o cantos subredondeados a redondeados de tamaño máximo 2-3 cm.
- 19 - 26 m: Margas grises.
- 27 – 62 m: Margas grises algo limosas.
- 63– 72 m: Margas grises con algún canto o gravilla cuarcítica, y con algo de arena fina.
- 73 – 79 m: Arena grisácea, de tamaño fina-media a gruesa, de composición cuarcítica. Aparece lavada.
- 80 – 85 m: Gravas y arena media a gruesa y muy gruesa, de color grisáceo. Las gravas son tanto cuarcíticas como carbonatadas.
- 86 – 95 m: Gravas y arena muy gruesa, de composición poligénica (cuarcitas, calizas y areniscas), de tamaño máximo 5 cm. Lavadas.

**02/03/2011**

#### TESTIFICACIÓN Y ENTUBACIÓN

Empieza la jornada laboral a las 8:15 h, continuándose con la extracción de las barras utilizadas durante la perforación y se comienza con los preparativos para realizar la testificación geofísica. Ésta se lleva a cabo a las 9:00 h, con el uso de un equipo tipo CENTURY SYSTEM – IV, cuyo operador es Paco Socuellamos.

A partir de la testificación geofísica se diseña la columna de entubación entre Javier Ramajo, por parte de la asistencia técnica y Esther Torresquebrada, por parte de la contrata. Se comenta con la dirección de obra y finalmente queda diseñada de la siguiente manera:

Profundidad	Diámetro	Longitud	Tipo	Material
94 - 91	180 x 4	3 m	Ciego (ranurada)	Chapa de acero
91 - 85	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
85 - 82	180 x 4	3 m	Ciego	Chapa de acero
82 - 73	180 x 4	9 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
73 - 64	180 x 4	9 m	Ciego	Chapa de acero
64 - 61	180 x 4	3 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
61 - 0	180 x 4	61 m	Ciego	Chapa de acero

En total, la entubación final está constituida por 94 m de tubería metálica en chapa de acero de 180 x 4 mm, de los cuales 76 m corresponden a tubería ciega (3 de los cuales se han ranurado) y 18 m corresponden a filtro puentecillo.

Una vez terminada la testificación se comienza con las labores de entubación del sondeo siguiendo el diseño propuesto.



*Imagen 4. Labores de entubación del sondeo.*

#### LIMPIEZA Y ENGRAVILLADO

A las 14:30 h, se disponen a introducir las varillas para hacer la limpieza, y de esta forma intentar bajar la tubería hasta el fondo de la perforación, pues se sospecha que se ha alcanzado una profundidad cercana a 95 m.

A las 15:20 h, se comienza con la limpieza, y se consigue introducir la tubería hasta la profundidad de 95 m.

A las 17:20 h, se comienza a meter la gravilla controlándose la profundidad que alcanza la misma, ya que se tiene pensado que cuando ésta se encuentre entre los 25-30 m, se coloque un sello de arcilla bentonítica (mikolit). Al tiempo, se realiza la limpieza del sondeo para asegurar el correcto asentamiento del empaque de gravas. Al alcanzarse la profundidad de 27 m, se realiza el vertido de 3 sacos de mikolit, y se continúa con la limpieza mientras la bentonita adquiere sus propiedades sellantes.



*Imágenes 5 y 6. Engravillado del sondeo.*



*Imágenes 7. Colocación del sello bentonítico (mikolit).*

A las 19:30 h, se termina con la limpieza del sondeo mediante el empleo de aire comprimido. Se ha tomado una muestra de agua en la que se han medido los siguientes parámetros *in situ*: conductividad (CE) = 610  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; temperatura ( $T^{\text{a}}$ ) = 17,7 ° C y pH= 7,61. También se ha tomado una muestra para su posterior ensayo en el laboratorio.



*Imágenes 8. Realización de limpieza.*



*Imagen 9. Medida de parámetros in situ.*

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

**03/03/2011**

#### ENGRAVILLADO, CEMENTADO Y CIERRE

La jornada laboral comienza a las 8:00 h con el engravillado y cementado del resto del anular, hasta la boca del sondeo. A continuación se lleva a cabo el cierre provisional del sondeo mediante la colocación de una tapa metálica en la parte superior de la tubería. Normalmente en esta tapa se deja un agujero para poder realizar medidas de nivel piezométrico, pero como en esta ocasión se sospecha que el sondeo puede ser surgente, se ha dejado un tapón roscado en el centro de la tapa.

Antes de colocar la tapa se ha medido el nivel y éste se encontraba a 0,70 m.



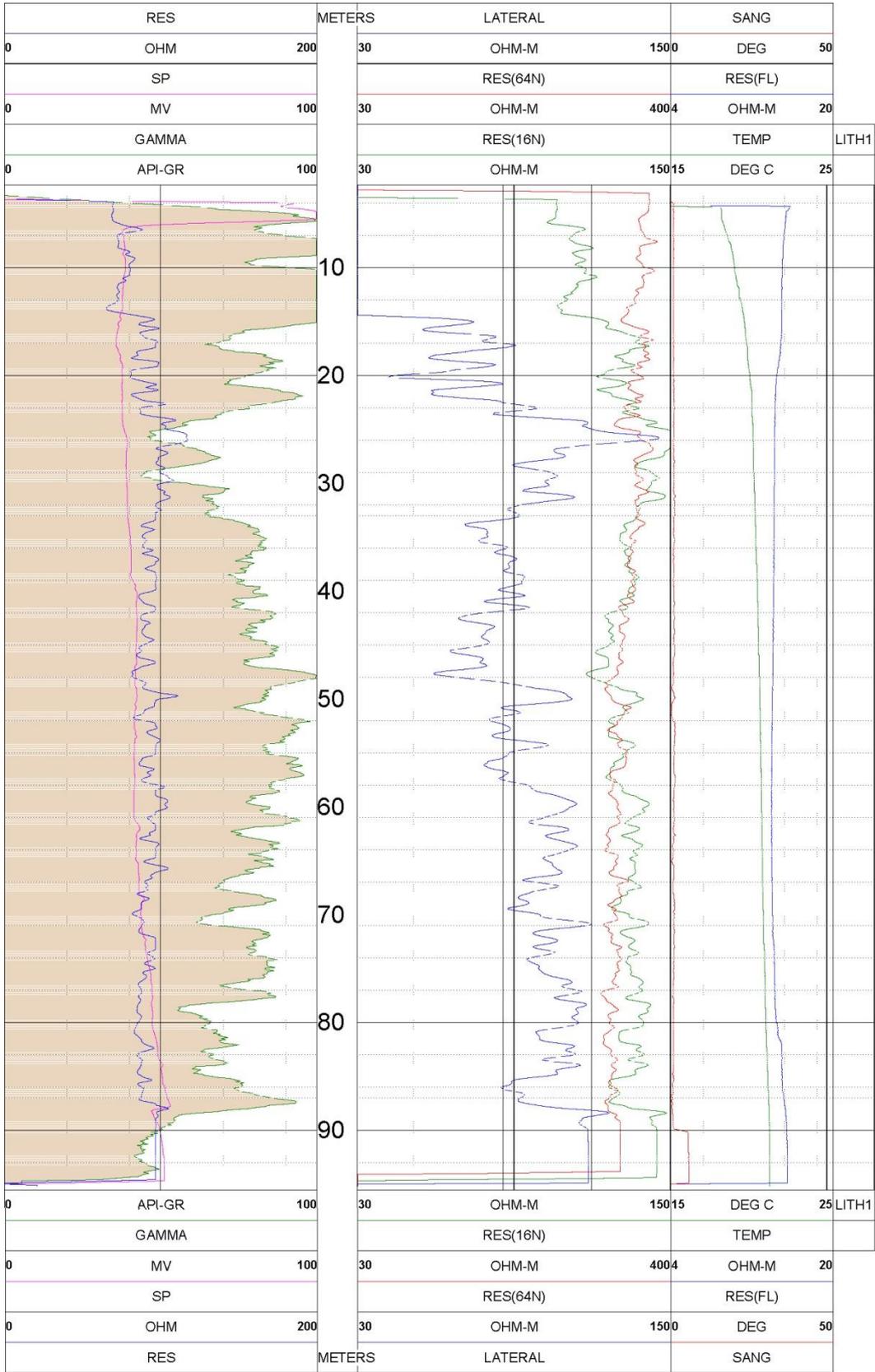
*Imagen 10. Aspecto del cierre provisional del sondeo de Calatayud.*

Esther Torresquebrada Aguirre.  
Hidrogeóloga.



## **ANEJO N° 4: GEOFÍSICA**



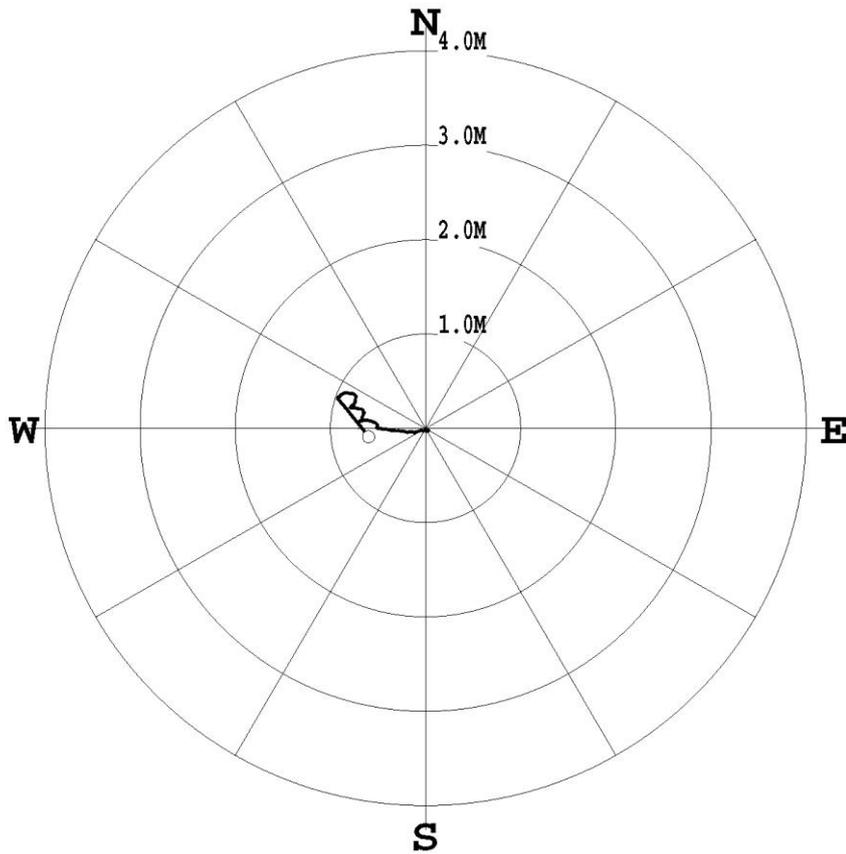


# PLAN VIEW COMPU-LOG DEVIATION

CLIENT:  
LOCATION: CALATAYUD  
HOLE ID: CALATAYUD  
DATE OF LOG: 03/02/11  
PROBE: 9144A 1243

MAG DECL: 0.0

SCALE: 1 M/CM  
TRUE DEPTH: 94.86 M  
AZIMUTH: 261.9  
DISTANCE: 0.6 M  
+ = 50 M INCR  
○ = BOTTOM OF HOLE



## **ANEJO N° 5: ENSAYO DE BOMBEO**



**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**

**AFORO DEL SONDEO CALATAYUD**

Localización Geográfica (UTM, Uso 30):

X: 618.217 Y: 4.579.836 Z: 599 (m s. n. m)

<b>RESUMEN DE UNIDADES</b>	
<b>Profundidad de la bomba</b>	82 m
<b>Horas de bombeo</b>	24 h.
<b>Horas de recuperación</b>	3 h.

**ENSAYO DE BOMBEO**

Llegada del equipo de aforos, a fecha 14 de marzo de 2011, al sondeo a las 13:10 horas. La maquinaria está formada por un equipo de aforo, con 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 Saturn modelo 6SS – 60/14 con una potencia de 50 CV situada a 82 m de profundidad.



*Imagen 1. Aspecto del sondeo antes de comenzar.*



*Imagen 2. Bomba instalada para el ensayo de bombeo.*



*Imagen 3. Instalación del equipo de bombeo.*



**Imagen 4.** Instalación del equipo de bombeo.

El ensayo de bombeo comienza a las 17:00 h, una vez equipado el sondeo. Las características del ensayo de bombeo son las que se describen en la siguiente tabla:

CALATAYUD					
	Q (l/s)	t (min)	N inicial	N final	s (m)
<b>Escalón 1</b>	1	120	surgente	6,00	6,30
<b>Escalón 2</b>	2	60	6,00	8,92	2,92
<b>Escalón 3</b>	5	60	8,92	20,26	11,34
<b>Escalón 4</b>	8	120	20,26	39,00	18,74
<b>Recuperación 1</b>	-	60	39,00	3,65	35,35 (*)
<b>Escalón 5</b>	8	1.080	3,65	41,11	37,46
<b>Recuperación 2</b>	-	120	41,11	6,31	34,80 (*)

(\*) El nivel asciende.

• **Escalón 1**

El Escalón 1 comienza a las 17:00 h y acaba a las 19:00 h, teniendo una duración de 120 minutos y con un caudal de 1 l/s. El descenso observado durante el desarrollo de

este escalón ha sido de aproximadamente 6,30 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear estaba por encima de la parte superior de la tubería (surgente), y el nivel al final de este escalón se encuentra a 6,00 m. El nivel se ha estabilizado.



*Imagen 5. Caudal extraído durante el primer escalón.*

- **Escalón 2**

Da comienzo a las 19:00 h, y acaba a las 20:00 h, teniendo una duración de 60 minutos y con un caudal de 2 l/s. Comienza con el nivel a 6,00 m, y finaliza en 8,92 m, con lo que el descenso observado es de 2,92 m. El nivel se ha estabilizado, por lo que se decide aumentar el caudal a extraer.



*Imagen 6. Caudal extraído durante el segundo escalón.*

- **Escalón 3**

Se extrae un caudal de 5 l/s, y tras una hora, a las 21:00 h, al observar la estabilización del nivel dinámico, a la profundidad de 20,26 m, se da por finalizado este escalón y se aumenta el caudal a extraer. El descenso observado durante este escalón ha sido de 11,34 m.



*Imagen 7. Caudal extraído durante el tercer escalón.*

- **Escalón 4**

Da comienzo a las 21:00 h, y acaba a las 23:00 h, teniendo una duración de 120 minutos y con un caudal de 8 l/s. Comienza con el nivel a 20,26 m, y finaliza en 39,00 m, con lo que el descenso observado es de 18,74 m.



*Imagen 8. Caudal extraído durante el cuarto escalón.*

Inmediatamente después, a las 23:00 h comienza la recuperación (Recuperación 1) con una duración de 60 min., donde el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 3,65 m de profundidad, por lo que el ascenso observado es de 35,35 m.

- **Escalón 5 (larga duración).**

A las 00:00 h del 15/03/2011 da comienzo el escalón de larga duración con un caudal a extraer de 8 l/s. El descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 37,46 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 3,65 m, y el nivel al final de este escalón se encuentra a 41,11 m. La duración de este escalón ha sido de 1.080 minutos (18 horas).



**Imagen 9.** Caudal extraído durante el sexto escalón (escalón de larga duración).

Inmediatamente después, a las 18:00 h, comienza la recuperación (Recuperación 2) con una duración de 120 minutos (2 horas), durante los cuales el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 6,31 m de profundidad, con lo que el ascenso observado es de 34,80 m.

Simultáneamente al ensayo de bombeo se toman medidas de CE,  $T^a$  y pH en cada escalón:

- **Escalón 1 (Q= 1 l/s)**

Inicio del Escalón 1: CE= 618  $\mu\text{S/cm}$ ;  $T^a$  = 20,8 °C; pH= 7,86.

Final del Escalón 1: CE= 623  $\mu\text{S/cm}$ ;  $T^a$  = 20,6 °C; pH= 7,61.

- **Escalón 2 (Q= 2 l/s)**

Final del Escalón 2: CE= 631  $\mu\text{S/cm}$ ;  $T^a$  = 20,4 °C; pH= 7,75.

- **Escalón 3 (Q= 5 l/s)**

Final del Escalón 3: CE= 632  $\mu\text{S/cm}$ ;  $T^a$  = 19,9 °C; pH= 7,58.

- **Escalón 5 (Q= 8 l/s, larga duración)**

Medio del Escalón 5: CE= 658  $\mu\text{S/cm}$ ;  $T^a$  = 20,1 °C; pH= 7,62.

Medio del Escalón 5: CE= 643  $\mu\text{S/cm}$ ;  $T^a$  = 19,6 °C; pH= 7,47.

Final del Escalón 5: CE= 641  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ;  $T^a = 19,7\text{ }^\circ\text{C}$ ; pH= 7,48.



**Imagen 10.** Realización de medidas *in situ*.

También se ha tomado una muestra de agua para su posterior ensayo en el laboratorio antes de finalizar el último de los escalones.

Debido a la lluvia, no es posible llevar a cabo la desinstalación del equipo de bombeo hasta las 12:30 h del miércoles 16. Una vez extraído el equipo de bombeo del pozo, se ha tomado una nueva medida del nivel, encontrándose a 1,73 m.

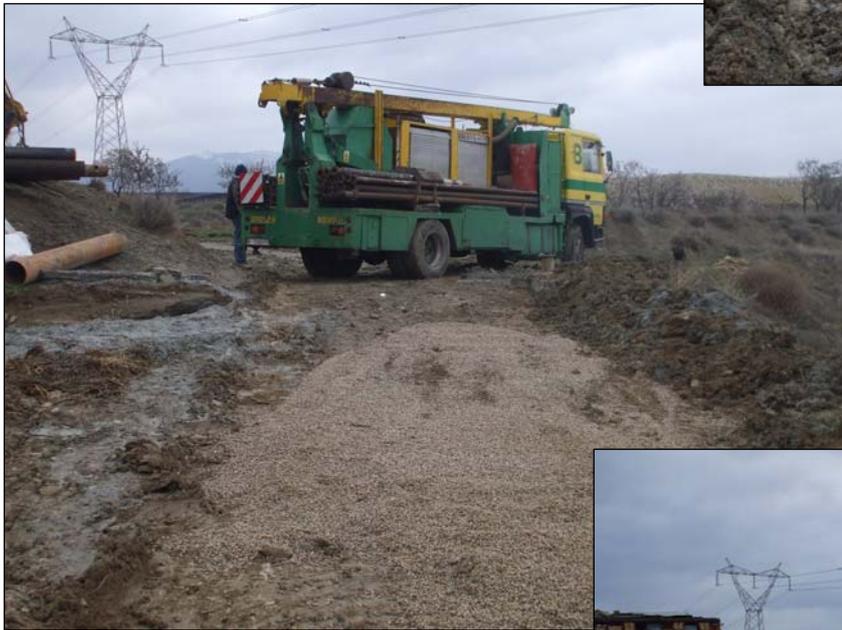
También se ha colocado una tapa estanca en la que se ha colocado un grifo para poder tomar muestras de agua directamente, sin necesidad de abrir la tapa, y se ha dejado un tapón en cuyo lugar irá colocado un manómetro para poder medir la presión que ejerce el agua.



**Imagen 11.** Colocación de tapa estanca.

La zona se encuentra tan embarrada que no se puede sacar la máquina de la parcela. Se contrata una retroexcavadora para poder arreglar el camino en el que se encuentra el sondeo, y poder tirar de la máquina de aforos, ya que no es posible sacarla de la zona. Estas labores, tienen lugar la mañana del jueves 17.







En cuanto se libera la máquina, se pone rumbo a Valdegutur.

Esther Torresquebrada Aguirre.  
Hidrogeóloga.



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



### INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000043764

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 CALATAYUD (AFORO)

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000040227

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: Técnicos de CAASA

Toma de Muestra: 15/03/2011

Hora: 17:50

Recepción: 30/03/2011

Inicio análisis: 30/03/2011

Fin análisis: 08/04/2011

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	10,41 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	241,29 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,08 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	56,80 mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l		Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	15,12 mg/l	±0,91	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	617 µS/cm	±12	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,42 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	±0,04	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l		Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	41,43 mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	2,28 mg/l	±0,27	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
NITRITOS	< 0,1 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
pH	7,63 ud. de pH	±0,20	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	3,42 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	12,64 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	157,54 mg/l	±9,45	Cromatografía iónica. (PIE-CION)

\* Resultados aproximados (no acreditados):

AMONIO 0,00 mg/l  
NITRITOS 0,00 mg/l

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.

13 de abril 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	15,12	0,43	5,54
SULFATOS	157,54	3,28	42,61
BICARBONATOS	241,29	3,95	51,37
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	2,28	0,04	0,48
SODIO	12,64	0,55	7,99
MAGNESIO	41,43	3,41	49,55
CALCIO	56,80	2,83	41,19
POTASIO	3,42	0,09	1,27

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - MAGNÉSICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos	541,46 mg/l
CO2 libre	9,00 mg/l
Dureza total	31,24 °Francés
Dureza total	312,44 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	114,65 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

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,94
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,10
$rNa/rK$	6,29
$rNa/rCa$	0,19
$rCa/rMg$	0,83
$rCl/rHCO_3$	0,11
$rSO_4/rCl$	7,69
$rMg/rCa$	1,20
i.c.b.	-0,49
i.d.d.	-0,03

Nº Registro: 40227

### INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000042977

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 CALATAYUD (FIN DE LIMPIEZA)

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000039724

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: Técnicos de CAASA

Toma de Muestra: 02/03/2011

Recepción: 14/03/2011

Inicio análisis: 14/03/2011

Fin análisis: 18/03/2011

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT. METODOLOGIA	
AMONIO	0,11 mg/l	±0,01	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	11,17 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	237,69 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,10 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	77,85 mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l		Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	15,42 mg/l	±0,93	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	662 µS/cm	±13	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,56 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	±0,06	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l		Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	0,05 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	42,15 mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	1,23 mg/l	±0,15	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
NITRITOS	< 0,1 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
pH	7,94 ud. de pH	±0,40	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	3,82 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	12,74 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	178,02 mg/l	±10,68	Cromatografía iónica. (PIE-CION)

\* Resultado aproximado (no acreditado):

NITRITOS

0,05 mg/l

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  
Leda. 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	15,42	0,43	5,40
SULFATOS	178,02	3,71	46,00
BICARBONATOS	237,69	3,90	48,35
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	1,23	0,02	0,25
SODIO	12,74	0,55	6,92
MAGNESIO	42,15	3,47	43,33
CALCIO	77,85	3,88	48,53
POTASIO	3,82	0,10	1,22

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos	580,96 mg/l
CO2 libre	4,35 mg/l
Dureza total	36,80 °Francés
Dureza total	367,97 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	173,13 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	194,94 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	194,94 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	1,06
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,09
$rNa/rK$	5,67
$rNa/rCa$	0,14
$rCa/rMg$	1,12
$rCl/rHCO_3$	0,11
$rSO_4/rCl$	8,52
$rMg/rCa$	0,89
i.c.b.	-0,50
i.d.d.	-0,03

Nº Registro: 39724

**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO N° 000045069**

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

**CAL1-CALATAYUD (ZARAGOZA)**

 Matriz: **Agua continental**

 N° de muestra: **000041605**

 Tipo de muestra: **Puntual**

 Tomada por: **El cliente**

 Recepción: **18/05/2011**

 Inicio análisis: **18/05/2011**

 Fin análisis: **23/05/2011**

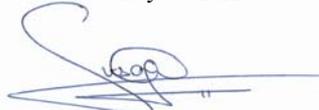
PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04	mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	11,12	mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	238,89	mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,08	mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	73,87	mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5	mg/l		Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	14,74	mg/l	±0,88	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	633	µS/cm	±13	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	41,43	mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02	mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	2,21	mg/l	±0,26	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
NITRITOS	< 0,1	mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
pH	7,71	ud. de pH	±0,20	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	3,35	mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	12,37	mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	152,41	mg/l	±9,14	Cromatografía iónica. (PIE-CION)

**OBSERVACIONES:**

NITRITOS

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	14,74	0,42	5,51
SULFATOS	152,41	3,17	42,09
BICARBONATOS	238,89	3,92	51,93
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	2,21	0,04	0,47
SODIO	12,37	0,54	6,97
MAGNESIO	41,43	3,41	44,16
CALCIO	73,87	3,69	47,75
POTASIO	3,35	0,09	1,11

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos	550,50 mg/l
CO2 libre	7,42 mg/l
Dureza total	35,51 °Francés
Dureza total	355,06 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	159,24 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	195,93 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	195,93 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,92
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,09
$rNa/rK$	6,28
$rNa/rCa$	0,15
$rCa/rMg$	1,08
$rCl/rHCO_3$	0,11
$rSO_4/rCl$	7,63
$rMg/rCa$	0,92
i.c.b.	-0,50
i.d.d.	-0,03

Nº Registro: 41605

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

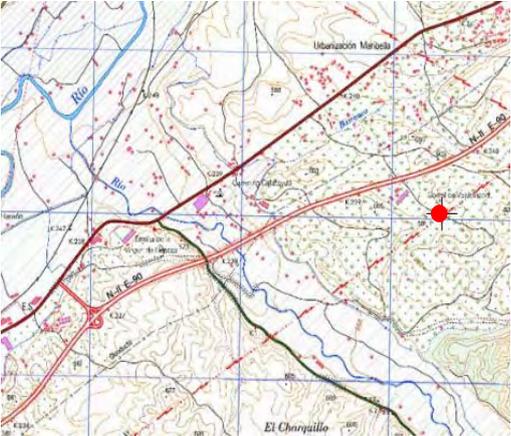


## FICHA DE PIEZÓMETRO

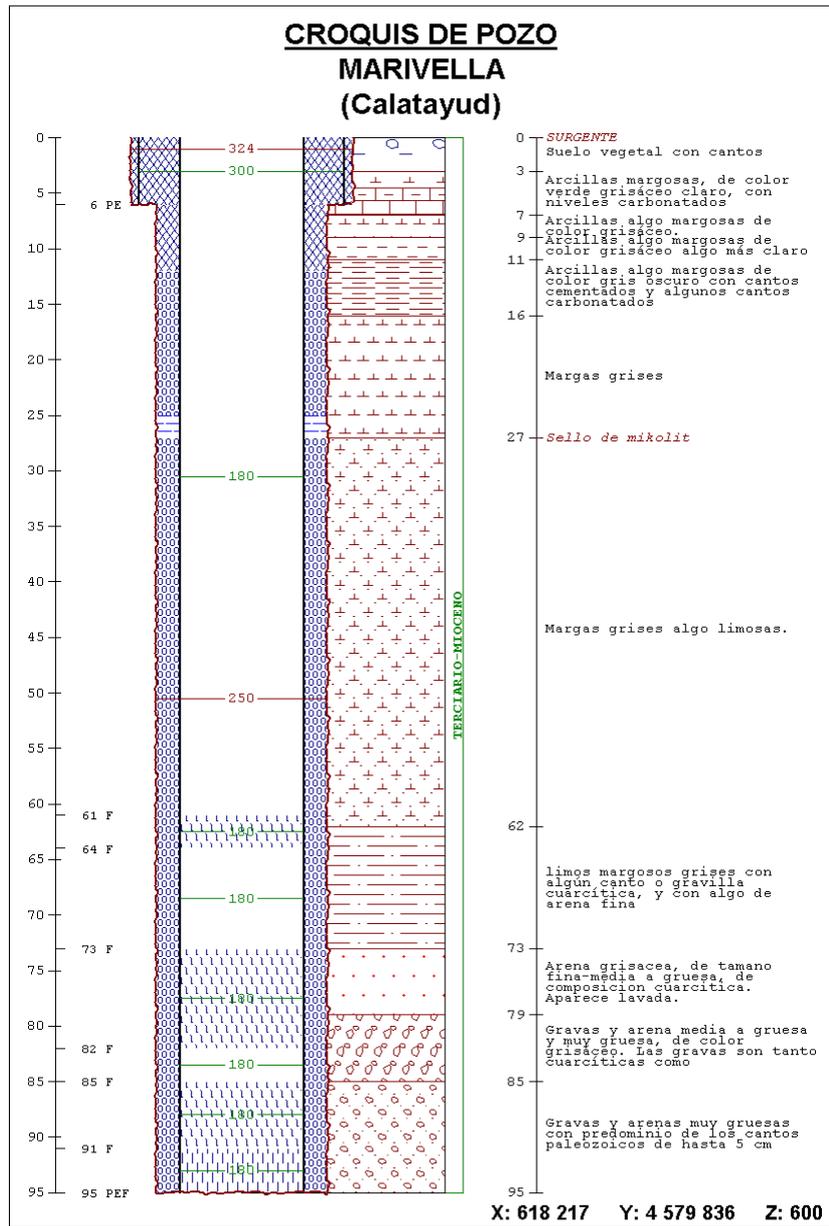
TOPONIMIA		MARIVELLA			CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		9.605.006	
CÓDIGO IPA		2516-8-0196	Nº MTN 1:50.000	2516	MUNICIPIO	CALATAYUD	PROVINCIA	Zaragoza
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO						
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		082  HUERVA-PEREJILES						
U. HIDROGEOLÓGICA		Central Ibérico						
ACUÍFERO(S)		08202 Terciario detrítico - Áreniscas y conglomerados						
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	618217	DATOS OBTENIDOS DE:		GIS-Oleicola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL	
	Y	4579835						
COTA DEL SUELO msnm	Z	599	DATOS OBTENIDOS DE:		GPS	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0	
POLÍGONO		4			PARCELA	9021		
TITULARIDAD DEL TERRENO		Municipal						
PERSONA DE CONTACTO								
ACCESO		Se accede al mismo desde la antigua Carretera nacional II por la rotonda de entrada a Calatayud, con dirección a Soria y cogiendo el desvío que la une con la pedanía de Marivella. Una vez cruzados unos viveros se toma un desvío a la derecha junto a una zona urbanizada y se continúa, unos 500 metros, por un camino rural que pasa por debajo de la Autovía A-II. El sondeo se localiza en un ensanche, algo sobrelevado, en relación a la pista y donde hay un desvío a la izquierda para acceder a unas fincas particulares.						

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO												
METODO	ROTOPERCUSIÓN						PROFUNDIDAD DEL SONDEO			95	EMPAQUE	Si
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION		
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA	
0	6	324	0	6	300	Metálica	61	64	Filtro	0	6	
0	95	250	0	95	180	Metálica	73	82	Filtro			
							85	91	Filtro			

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:** (2516) CALATAYUD

**UTMX:** 618328

**UTMY:** 4580042

**COTA:** 595

**Provincia:** ZARAGOZA

**Municipio:** CALATAYUD

**Localidad:** MARIVELLA

**Paraje:** Piezometro MARM MARIVELLA

**Polígono:** 4

**Parcela:** 9021

**Dominio Hidrogeológico:** Central Ibérico

**Unidad:** Depresión de Calatayud

**Acuífero:** Conglomerados terciarios de borde

**Masa Subterránea A:** HUERVA-PEREJILES

**Masa Subterránea B:**

**Acuífero:** Conglomerados terciarios de borde

**Redes:** PG PL PH CG CL CH CE L T LH I OT

**Río:** PEREJILES

**Cuenca:** EBRO

**Acceso:** Al sondeo se accede desde la antigua carretera Nacional N- II, tomando un camino que sale a la derecha una vez pasado los viveros. Este camino rural, parcialmente asfaltado, que lleva hasta el paraje de Valdevicor pasa por debajo de la Autovía. Una vez cruzado el paso inferior, a unos 500 metros del mismo, se toma un desvío hacia la izquierda que da acceso a unas fincas situadas por encima del camino. El sondeo se encuentra situado en este punto en la intersección de dos caminos.

**Observaciones:**



Acceso al cruce de caminos (10/05/2012)

Nº	RealizacionFicha	Fuente de informacion	FECHA	FECHAINFO	OBSERVACIONES
1	TCL		25/05/2011		
18	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:** 95

**Observaciones:**

Desde	Hasta	Diámetro (mm)
0	6	324
6	95	250

## REVESTIMIENTO

Desde	Hasta	Diámetro(mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	6	300	4	Metálica ciega	CEMENTACION
0	19	180	4	Plástico ciega	EMPAQUE DE GRAVA
19	25	180	4	Metálica puentecillo	EMPAQUE DE GRAVA
25	61	180	4	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA
61	64	180	4	Metálica puentecillo	EMPAQUE DE GRAVA
64	73	180	4	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA
73	82	180	4	Metálica puentecillo	EMPAQUE DE GRAVA
82	85	180	4	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA
85	91	180	4	Metálica puentecillo	EMPAQUE DE GRAVA
91	94	180	4	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA

## LITOLOGÍA

**Descripción geológica:** El sondeo se ubica sobre los materiales de margas y calizas del Terciario de la Depresión de Calatayud, que afloran por encima de los conglomerados de cantos paleozoicos correspondientes a las facies de borde de la Cuenca.

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	3	CALIZAS MARGOSAS	MIOCENO	
<b>Observaciones:</b> Margas y margocalizas pardas a ocre.				
3	8	MARGAS	MIOCENO	
<b>Observaciones:</b> Margas y margocalizas de tonos grises oscuros con niveles de calizas margosas con posibles fósiles de gasterópodos y cáraceas				
8	10	MARGAS	MIOCENO	
<b>Observaciones:</b> Margas y margocalizas grises con pasadas de calizas				
10	12	MARGAS	MIOCENO	
<b>Observaciones:</b> Margas grises ocre a margocalizas ocre				
12	16	MARGAS	MIOCENO	
<b>Observaciones:</b> Margas algo más calcares cde tonos gris a gris verdoso				
16	19	MARGAS	MIOCENO	
<b>Observaciones:</b> Margas a margocalizas de tonos gris- blanco				
19	26	LIMOLITAS	MIOCENO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Margas limosas a limolitas de tonos grises verdosos, con algo de arena				

26	62	MARGAS	MIOCENO	
<b>Observaciones:</b> Margas verdosas a veces plásticas que pasan hacia la base a tramos con un mayor contenido en limolitas y niveles de arenas de grano fino.				
62	72	LIMOLITAS	MIOCENO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Limolitas de tonos gris verdoso con niveles de arenas de grano fino a muy fino de cuarzo				
72	83	ARENAS Y GRAVAS	MIOCENO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Arenas de tamaño de grano medio a grueso con pasadas de cantos de cuarzo o cuarcitas de tonos grises claros a verdosos.				
83	95	GRAVAS	MIOCENO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Gravas de cuarcitas y materiales paleozoicos de tamaño variables con arenas de grano medio a grueso de naturaleza cuarcítica de tonos grises a verdosos.				

### ENSAYOS DE BOMBEO

Fecha	Caudal (l/s)	Nivel Inicial (m)	Depresión (m)	Duración (h)	Transmisividad (m <sup>2</sup> /d)	S	Fuente Información
15/03/2011	0	41.11	34.8	0			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> 2ª recuperación							
15/03/2011	8	3.65	-37.46	0.8			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> Escalón continuo							
14/03/2011	0	39	35.35	0			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> 1ª recuperación							
14/03/2011	8	20.26	-18.74	0.1			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> 4º escalón							
14/03/2011	5	8.92	-11.34	0			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> 3er escalón							
14/03/2011	2	6	-2.92	0			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> 2º escalón							
14/03/2011	1	0	-6	0.1			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> 1er escalón							

### PIEZOHIDROMETRÍA

NIVEL: NIVEL1

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
9	12.55	0	12.55	5.8044	3.5336

### 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.
15/03/2011	0.4259	3.2821	3.9556	0.0368	0.5496	3.424	2.8329	0.0875	641	7.5	-11.0513	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 INSPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS

	15.12	157.54	241.29	2.28	12.64	41.43	56.8	3.42				
15/03/2011	0.4152	3.1752	3.9162	0.0356	0.5378	3.424	3.6843	0.0857	641	7.5	2.4809	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
	14.74	152.41	238.89	2.21	12.37	41.43	73.87	3.35				
15/03/2011									643	7.5		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
15/03/2011									658	7.6		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
14/03/2011									632	7.6		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
14/03/2011									631	7.8		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
14/03/2011									623	7.6		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

---

---

14/03/2011									618	7.9		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
02/03/2011	0.4344	3.7088	3.8966	0.0198	0.5539	3.4835	3.8828	0.0977	610	7.6	-0.518	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
	15.42	178.02	237.69	1.23	12.74	42.15	77.85	3.82				

---

OTRAS FOTOS



DSCN3366\_Caltayud (31/05/2012)



Panoramica (10/05/2012)



Detalle de la Arqueta (10/05/2012)



Detalle del cierre de surgencia (10/05/2012)



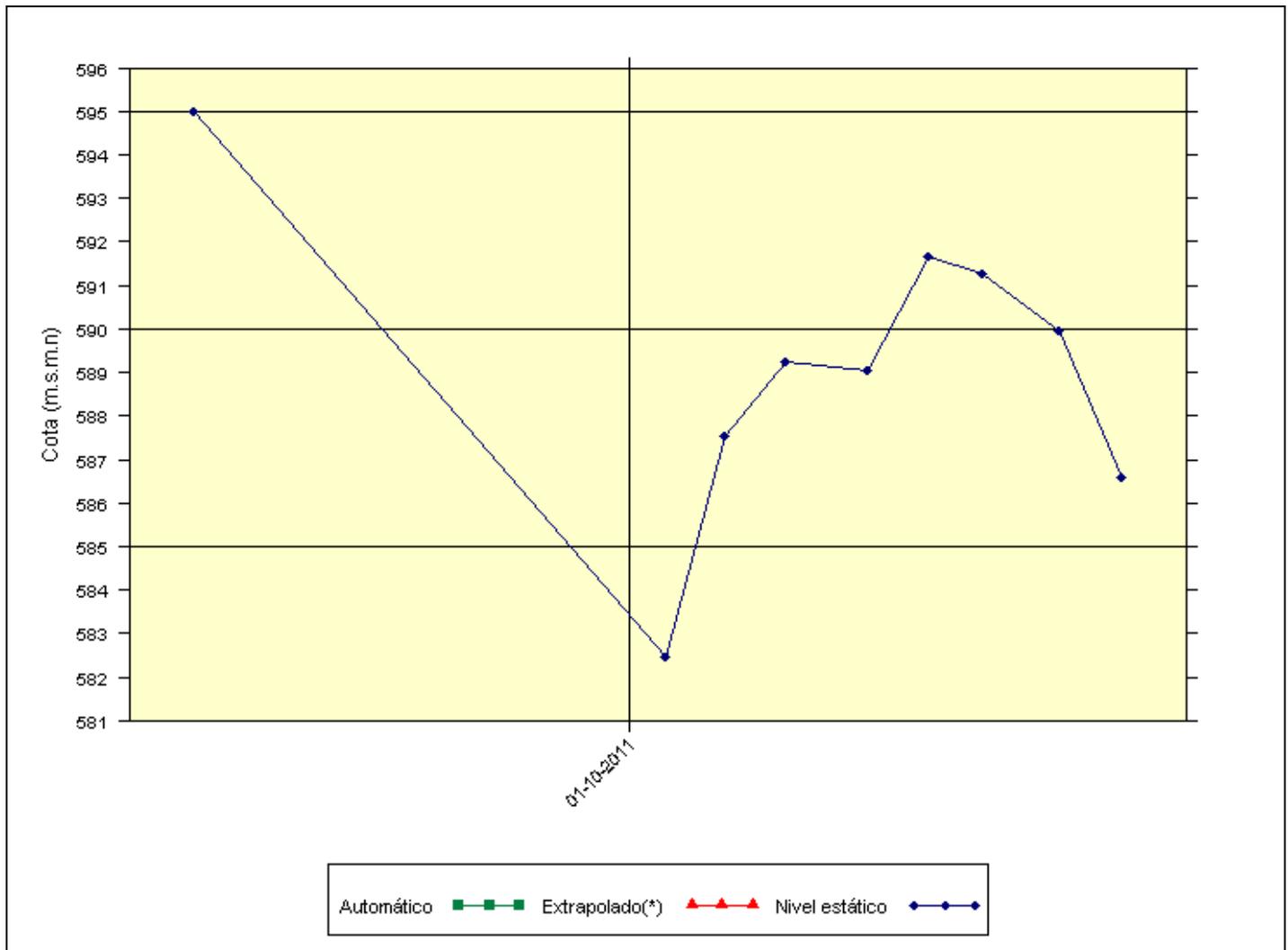
marivella (28/06/2012)

**CONSIDERACIONES PARA LA MEDICIÓN**

**Contacto:** Fernando Munilla (Arquitecto Tecnico municipal- Urbanismo Ayuntamiento de Calatayud). Tlf: 976881314. .

**Cierre:** Llave MARM y Cierre de surgencia

**Referencia:**

**HIDROGRAMA NIVEL 1: conglomerados terciarios****ESTADÍSTICA PIEZOMÉTRICA NIVEL 1: conglomerados terciarios**

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
9	12.55	0	12.55	5.8044	3.5336

**MEDIDAS PIEZOMÉTRICAS RECIENTES NIVEL 1: conglomerados terciarios**

Fecha muestreo	Nivel (m)	Observaciones
15/05/2012	8.43	Hay que desmontar el grifo para poder medir cuando no llega el agua al manometro, habia que realizar un agujero independiente con un tapón para este caso.
16/04/2012	5.05	Hay que desmontar el grifo para poder medir cuando no llega el agua al manometro, habia que realizar un agujero independiente con un tapón para este caso.
12/03/2012	3.72	Hay que desmontar el grifo para poder medir cuando no llega el agua al manometro, habia que realizar un agujero independiente con un tapón para este caso.
16/02/2012	3.33	Hay que desmontar el grifo para poder medir cuando no llega el agua al manometro, habia que realizar un agujero independiente con un tapón para este caso.
19/01/2012	5.95	Hay que desmontar el grifo para poder medir cuando no llega el agua al manometro, habia que realizar un agujero independiente con un tapón para este caso.
12/12/2011	5.75	Hay que desmontar el grifo para poder medir cuando no llega el agua al manometro, habia que realizar un agujero independiente con un tapón para este caso.
14/11/2011	7.46	Hay que desmontar el grifo para poder medir cuando no llega el agua hasta el manometro, había que realizar un agujero independiente con un tapón para este caso.
18/10/2011	12.55	Estaba con los tornillos sin atornillar, uno no atornilla, queda cerrado. ¿DATO?
14/03/2011	0	

**ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO**

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 6:“Dominio Central-Ibérico”, en la masa de agua 090.082 denominada acuífero “Huerva-Perejiles”. El acuífero atravesado son las areniscas y conglomerados de cantos paleozoicos que forman el acuífero terciario en el borde de la Cuenca de Calatayud en esta zona.

Este piezómetro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, en la zona de descarga del acuífero Terciario. Se trata de un acuífero eminentemente detrítico con un comportamiento entre confinado a semiconfinado, que en esta zona puede actuar como surgente.

**OTROS DATOS**

### DESCRIPCIÓN DEL ACCESO

Al sondeo se accede desde la antigua carretera Nacional N- II, tomando un camino que sale a la derecha una vez pasado los viveros. Este camino rural, parcialmente asfaltado, que lleva hasta el paraje de Valdevicor pasa por debajo de la Autovía. Una vez cruzado el paso inferior, a unos 500 metros del mismo, se toma un desvío hacia la izquierda que da acceso a unas fincas situadas por encima del camino. El sondeo se encuentra situado en este punto en la intersección de dos caminos.

### ORTOIMAGEN CON LA RUTA DE ACCESO



Coordenadas UTM del punto:  
X: 618328, Y:4580042 (Huso 30)

**FOTOS ADICIONALES**

**PANORÁMICA**



05/2012 Panorámica  
**ACCESO**

**DETALLE**



05/2012 Detalle de la Arqueta  
**ACCESO**



05/2012 Acceso al cruce de caminos  
**DETALLE REFERENCIA**

**INSTALACIÓN**



05/2012 DSCN3366 Caltayud



05/2012 Detalle del cierre de surgencia