

*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 VILLAR DE LOS NAVARROS: 090.80.001**





## 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>14</b>
<b>6. DATOS DE LA PERFORACIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>7. COLUMNA LITOLÓGICA</b> .....	<b>17</b>
<b>8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA</b> .....	<b>18</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 .....	23
<b>11. HIDROQUÍMICA</b> .....	<b>30</b>
<b>12. CONCLUSIONES</b> .....	<b>34</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 (439) Azuara</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 090.080.001 Villar de Los Navarros</i> .....	<b>32</b>
<i>Figura 6. Diagrama de Stiff. Sondeo 090.080.001 Villar de Los Navarros</i> .....	<b>32</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. Datos mensuales del nivel piezométrico medidos con sonda hidronivel antes y después del ensayo de bombeo.....</i></b>	<b>23</b>
<b><i>Tabla 4. Resumen de los escalones del ensayo de bombeo.....</i></b>	<b>24</b>
<b><i>Tabla 5. Resumen de la tabla de datos del Escalón continuo.....</i></b>	<b>29</b>

## **ANEJOS**

**ANEJO Nº 1: PERMISOS**

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

**ANEJO Nº 3: INFORME GEOLÓGICO**

**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 (090.078.001) es disponer de, al menos, un punto de control piezométrico en esta masa de agua (078) para el acuífero detrítico del Terciario.

Este piezómetro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, en la zona de transición del acuífero detrítico del Terciario, que descarga de manera difusa hacia la red Fluvial, en este caso el Río Camaras. Este acuífero tiene un comportamiento semiconfinado a confinado, al estar cubierto los materiales permeables (conglomerados a areniscas) por

las facies distales lutitas y limolitas del Mioceno. Se trataría también de un acuífero por fracturación y/o kárstico al tratarse de conglomerados y areniscas con cemento carbonatado.

El objetivo hidrogeológico de este sondeo es cortar las Areniscas y conglomerados del Terciario (Mioceno) que forman el acuífero en esta zona.

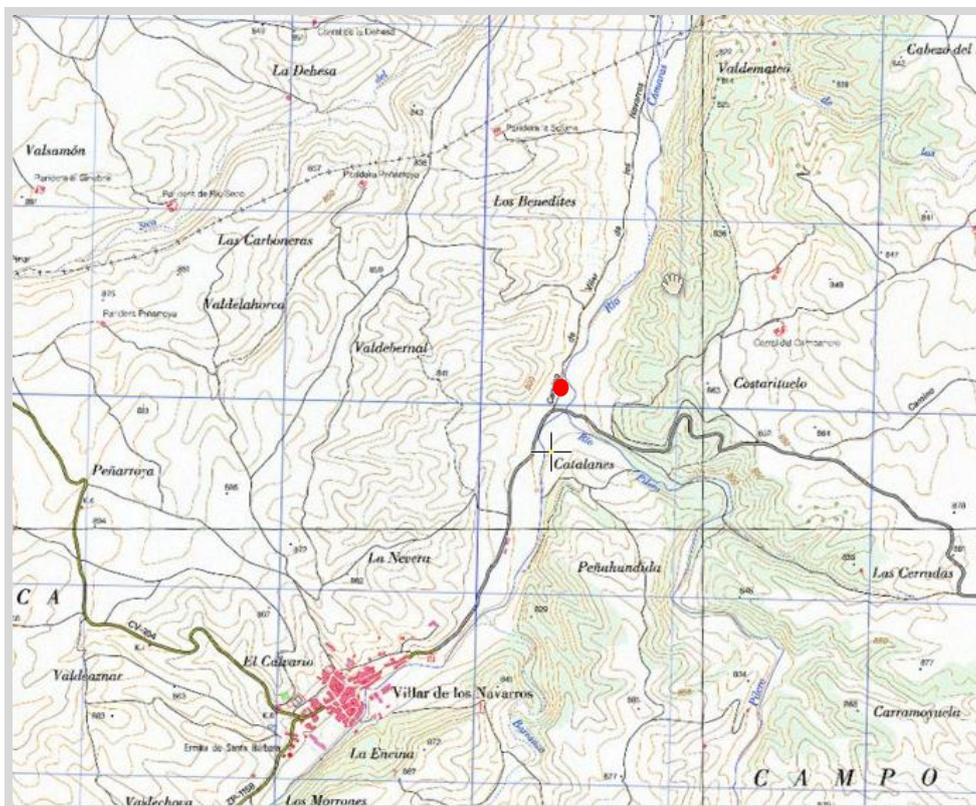
## **2. LOCALIZACIÓN**

El sondeo se ubica en la localidad de Villar de los Navarros. En la parcela 9003 del polígono 25 perteneciente al dominio público hidráulico, gestionado por la propia Confederación Hidrográfica del Ebro.

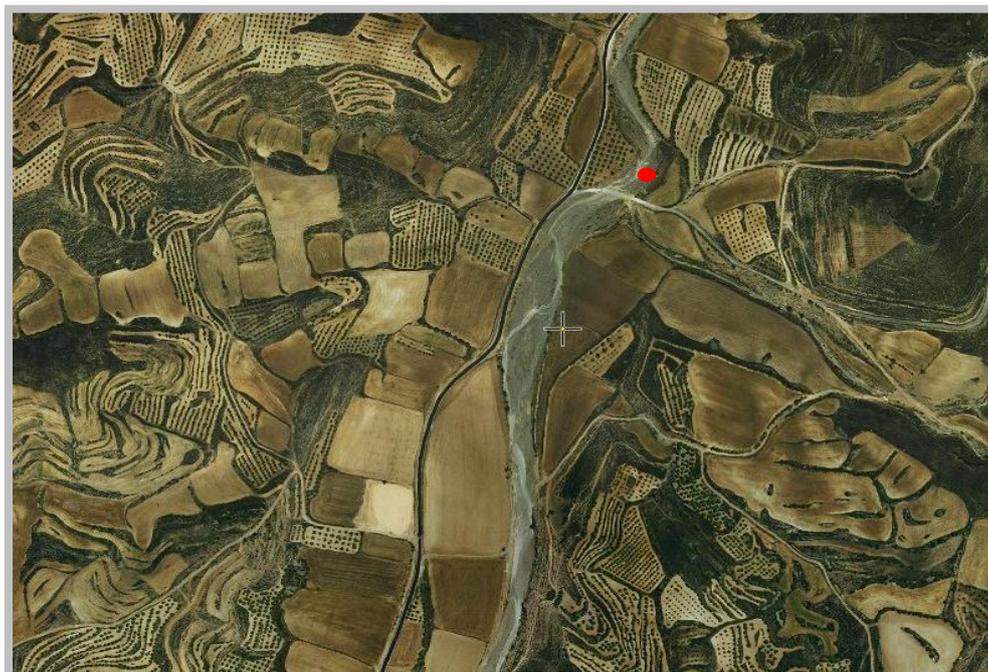
Se accede al mismo desde dicha localidad siguiendo el desvío que a la entrada del pueblo indica la localidad de Azuara y siguiendo en esta dirección unos 2 Km Se accede al mismo tomando un desvío que sale a la derecha de dicha carretera que cruza el Río Cámaras y da acceso a un camino rural. El sondeo se ubica en una parcela situada nada más cruzar el río y que forma parte del Dominio Público Hidráulico alejado, unos 20 metros del cauce y a unos dos metros de desnivel respecto al cauce.

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

X: 665359      Y: 4559765      Z: 887m.s.n.m



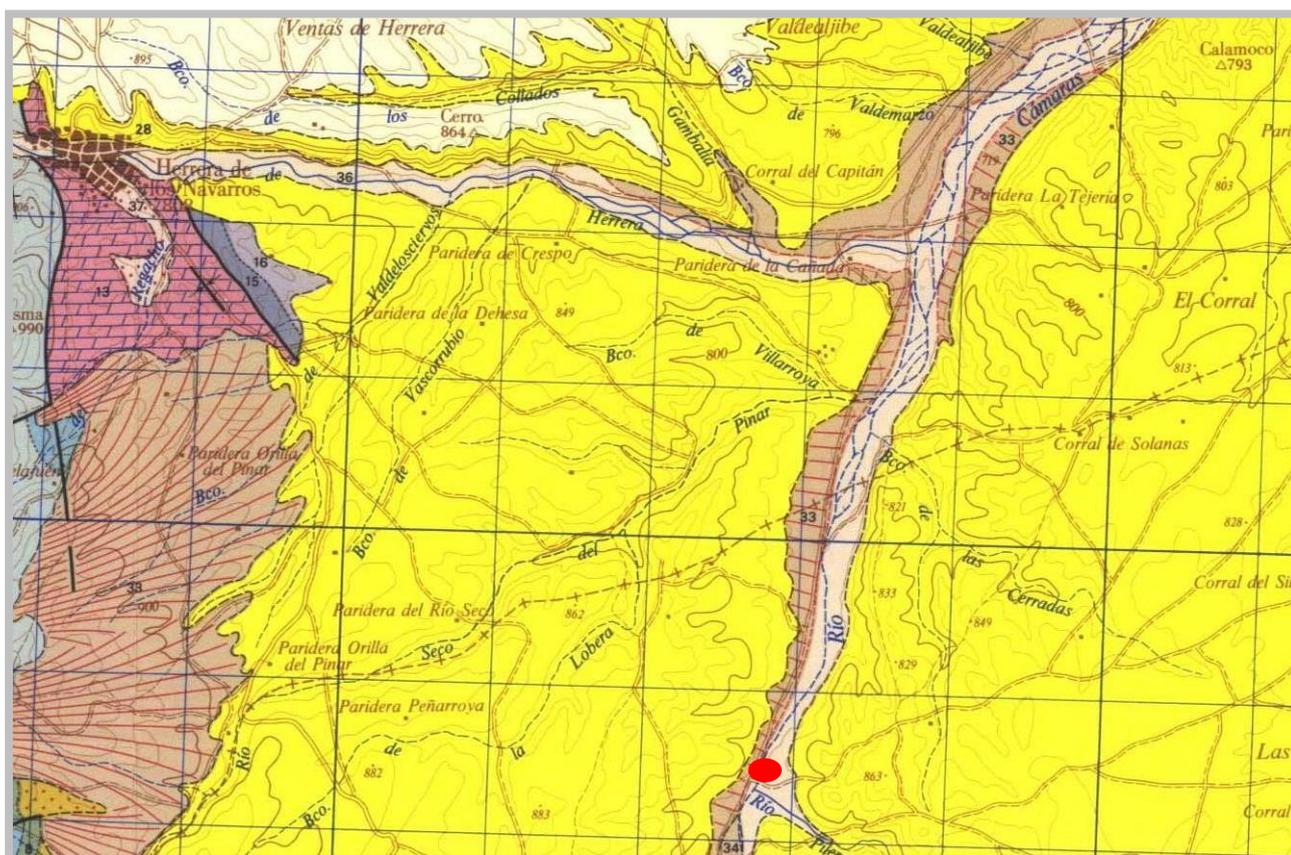
**Figura 1. Ubicación del piezómetro sobre base topográfica 1:25.000**



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

### 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Desde el punto de vista geológico el sondeo se ubica sobre los depósitos Aluviales del Río Camaras, para posteriormente atravesar los conglomerados con areniscas, lutitas y limos, edad Mioceno medio-superior (Aragoniense-Vallesiense), atribuidos a la unidad Tectosedimentaria (U.T.S) T-6. Estos materiales se disponen de manera horizontal o subhorizontal discordantemente sobre los materiales del Paleozoico y Triásico del Borde de la Cordillera Ibérica, que afloran en las localidades de Herrera de los Navarros y Villar de los Navarros.



**Figura 3. Ubicación del piezómetro sobre la Cartografía Geológica MAGNA 1:50.000 (439) Azuara.**

## 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 esta unidad se puede diferenciar la masa de agua número 080, Cubeta de Azuara. Esta masa de agua se localiza en la zona meridional de la provincia de Zaragoza. Limita al N con el campo de Belchite y al SO con las Sierras de la Virgen y Vicort. Al E limita con la localidad de Letux y al N con Aguilón. Cuenta con una extensión de 381 km<sup>2</sup> en la comunidad autónoma de Aragón. Hacia el N y NE, el límite sigue el contacto de los materiales conglomeráticos del Mioceno con otros de menor tamaño de grano. Hacia el E, sigue paralelo al río Aguasvivas hasta las proximidades del embalse de Moneva. El límite SE se establece en la divisoria hidrográfica e hidrogeológica entre los ríos Cámaras y Moyuela. En el SO, sigue el contacto de los materiales terciarios con los paleozoicos de la sierra de Herrera hasta la

divisoria hidrogeológica Huerva-Aguasvivas. Por el O, se traza desde la localidad de Herrera de los Navarros hasta la población de Aguilón sin incluir los afloramientos de materiales Muschelkalk.

Desde el punto de vista geológico, esta masa de agua está formada por una depresión recubierta por materiales conglomeráticos miocenos dispuestos subhorizontalmente. Presentan numerosos cambios de facies, laterales y verticales, que hacia el N pasan a ser progresivamente menos permeables, configurando un sistema hidráulico heterogéneo. Por debajo de estos materiales, se encuentran materiales mesozoicos afectados por estructuras anticlinales, que son los responsables de las descargas puntuales de la zona, los manantiales de Samper del Salz y Azuara.

Los acuíferos identificados en esta masa de agua incluyen: El Acuífero Jurásico, que abarca los materiales carbonatados de las Fms Imón, Cortes de Tajuña, Cuevas Labradas, Chelva, Loriguilla e Higuieruelas. El Acuífero Terciario compuesto por Areniscas y conglomerados y los acuíferos Cuaternarios, conformados por los depósitos aluviales y terrazas, de los cauces Fluviales de los ríos Aguasvivas y Camaras.

El acuífero Jurásico apenas tiene expresión superficial en el ámbito de esta masa de agua subterránea. Constituye un acuífero regional de tipo cárstico con flujo difuso que en todo este ámbito está confinado bajo el detrítico terciario. Dentro de los materiales terciarios, muy heterogéneos en facies, las mejores posibilidades acuíferas residen en los conglomerados del Mioceno que afloran en todo el sector occidental. Está formado por conglomerados poligénicos y lutitas con intercalaciones conglomeráticas. Constituye un acuífero de permeabilidad media por fisuración. Hacia el norte y hacia el este, esas facies pasan progresivamente a otras más finas, de arcillas y arenas, y de baja permeabilidad.

El acuífero Cuaternario está representado por los aluviales del Aguasvivas y de su afluente Cámaras. Ambos con escaso desarrollo vertical. Se trata de acuíferos libres de permeabilidad media a alta por porosidad intergranular. Apenas se dispone de información acerca de los parámetros hidrodinámicos de los acuíferos en el ámbito de esta masa de agua subterránea. Las explotaciones sobre el acuífero terciario tienen un caudal generalmente inferior a 5 l/s y descensos específicos del orden de 1,5 l/s m.

Apenas se dispone de información piezométrica en el ámbito de esta masa de agua subterránea si bien, en el en el acuífero Terciario, las direcciones de flujo serán convergentes hacia el río Cámaras.

En cuanto a la recarga esta se produce por infiltración de las precipitaciones y por infiltración de los cauces fluviales y acequias. Hay descargas puntuales asociadas a los materiales carbonatados mesozoicos y debidos a cambios bruscos de permeabilidad que ocurren bajo el recubrimiento terciario. Hay también descargas de tipo difuso hacia el río Aguasvivas.

La hidroquímica varía en función de los materiales acuíferos que forma esta masa de agua, siendo fundamentalmente aguas de facies bicarbonatada cálcica. De los datos disponibles se deduce que los acuíferos Aluviales del río Aguasvivas presenta facies bicarbonatada cálcica, con una mineralización entre 200 y 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Las concentraciones medias de nitrato registradas, se sitúan por encima de 25 mg/l y sólo en un caso los 50 mg/l. Proceden de muestras obtenidas en el aluvial del Aguasvivas con un rango de variación anual muy elevado.

En cuanto al volumen de extracción es muy bajo y no pone en riesgo a la masa de agua. Las zonas de regadío se abastecen de aguas superficiales procedentes del río Aguasvivas.

No se reconocen focos de contaminación puntual significativos. La única presión significativa deriva de las prácticas agrícolas, mayoritariamente de cultivos en secano. En las muestras procedentes del aluvial se registran contenidos significativos de nitrato que apuntan a una posible contaminación difusa de origen agrícola. No se dispone de información al respecto en los materiales terciarios. Se considera en riesgo por contaminación difusa de origen agrario. El grado de confianza de esta caracterización del riesgo es bajo. No existen datos que aclaren el estado de las aguas del acuífero Terciario. Además, los puntos de análisis de nitratos se limitan al aluvial del Aguasvivas, muy vulnerable a la contaminación, por lo que no son fácilmente extrapolables al resto del ámbito de la masa de agua subterránea.

## **5. EQUIPO DE PERFORACIÓN**

La perforación del sondeo y construcción del piezómetro ha sido realizada por CGS (Compañía General de Ingeniería y Sondeos) 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 contracción 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 8 de Abril de 2010 a las 19:00 horas y se termina el 16 de Abril de 2010 a las 11:30 horas.

Se llega al emplazamiento a las 18 horas y se posiciona la maquina, en el punto convenido, una vez avisado el guarda de la Confederación Hidrográfica del Ebro y el Ayuntamiento de Villar de los Navarros. A partir de las 19 horas se comienzan las labores de perforación del emboquille de 324 mm de diámetro hasta los 5 m de profundidad viéndose, la necesidad, de entubar, los 2 primeros metros, con tubería de 380 mm debido a que se producen derrumbes de las gravas cuaternarias. Dicha tubería se acopió en el sondeo de Munébrega por lo que hay que proceder a su traslado.

Se retoman los trabajos a las 11:30 horas del día 9 de abril. Se coloca el emboquille de 380 mm y se reperfora parte del sondeo cortando, a partir de los 2 metros, los niveles de conglomerados y lutitas del Terciario hasta alcanzar los 7 metros. En este momento se produce una avería del sistema eléctrico, que impide que se produzca el cambio de maniobra. Dicha avería se intenta reparar con resultado nulo, por lo que es preciso llamar a un técnico para efectuar su reparación, lo que tiene lugar el lunes 12 de abril. Durante esta jornada se persona en el Sondeo el Coordinador de Seguridad y Salud.

El día 12 de abril se llega al emplazamiento a las 9 horas y se realiza una primera reparación de la maquina que permite retomar la perforación. La profundidad prevista es hasta los 15 metros pero se prolonga hasta los 17,50 metros, debido a que se atraviesa una cavidad a los 14 metros, decidiendo rebasarla hasta cortar roca compacta. Una vez alcanzado un sustrato firme a los 17 metros se inicia la entubación del sondeo que avanza con gran dificultad, siendo necesario rotar e incluso empujar la tubería con el martillo. Terminada la entubación a las 18 horas y hasta las 19 horas, se realiza el sellado del emboquille vertiendo, en el espacio anular entre la tubería colocada y la perforación, una bentonita impermeable en la parte inferior y cemento rápido en la parte superior. Así mismo se decide cementar los 2,5 metros inferiores para dar una mayor consistencia e impedir que se produzcan

derrumbes por efecto de la cavidad. Se decide dejar fraguar el cemento al menos 18 horas y comprobar como esta el mismo antes de retomar la perforación.

El día 13 de abril y aprovechando el tiempo de fraguado se realiza visita al emplazamiento de Aliaga. Se vuelve al sondeo antes de las 13 horas y se comprueba que el cemento, debido a la humedad, no ha fraguado completamente por lo que se decide esperar hasta la tarde para retomar la perforación, que se reinicia a las 15 horas.

Mientras se efectúan los trabajos previos al reinicio de la perforación, sufre una lesión uno de los operarios, que obliga a su traslado al centro de Salud de Azuara donde es atendido y derivado a Zaragoza para su posterior tratamiento. De dicho incidente se da parte a la Dirección de Obra y a la Coordinación de Seguridad y Salud.

Se retoman las labores de perforación el día 15 de abril a las 9 horas.

Durante la perforación se detectan fracturas a 25 m, a los 97 y entre los metros 101 y 102. Se ha perforado en seco hasta, aproximadamente los 59 m. Momento en el que se produce la pérdida de barrido y es necesario añadir agua y espumante sin que se recuperen muestras litológicas desde ese momento. A partir del metro 103 se recupera, parcialmente, el barrido y se observa la expulsión de aire, agua y espuma por la boca del sondeo. Junto con el espumante se saca algo de grava fina o arena gruesa con cantos de naturaleza poligénica (calcáreos y silíceos) y arcillas que pueden ser tanto producto de la perforación como de los derrumbes de las paredes.

Se retoman los trabajos el día 16 de abril del 2010 a las 8:30 horas. Se sopla antes de comenzar la perforación y el incremento de presión observado sirve para verificar que existe agua en el sondeo. Posteriormente se retoma la

perforación y se tiene que volver a añadir agua y espumante al comprobar que no se extrae ripio. Esporádicamente entre los metros 132 y 138 se toman muestras de ripios correspondientes a cantos de naturaleza poligénica y de tamaño grava a arena gruesa, con restos de lutitas. Se terminan los trabajos de perforación a las 11:30 horas una vez alcanzada la profundidad prevista. *(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).

0-4 m	Gravas poligénicas de cantos calcáreos y silíceos, con matriz arenosa a limosa, corresponden a los depósitos del río Camaras.
4-11 m	Conglomerados pocos cementados que se recuperan como gravas de cantos poligénicos, con arena de grano medio a grueso, con limolitas y lutitas de tonos rojizos
11-14 m	Arenas medias a finas con limolitas anaranjadas a ocres
14-18 m	Conglomerados pocos cementados (gravas) de cantos poligénicos, con arenas y lutitas a limolitas anaranjados a ocres
18-29 m	Arenas o areniscas de grano fino a medio con limolitas y lutitas de tonos rojos anaranjados.
29-39 m	Conglomerados finos de cantos angulosos a redondeados, con matriz lutítica a arenosa de grano fino a medio de tono rojo a ocre.
39-44 m	Lutitas plásticas ocres a marrones
44-58 m	limolitas y lutitas ocres anaranjadas, con arenas de grano fino a medio a veces grueso y esporádicos Cantos poligénicos de tamaño grava

58-133 m	Perdida de Barrido, se observan aportes a partir de los 103 metros cuando empieza a recuperarse parcialmente el barrido
133-138 m	Restos de ripios correspondientes a cantos de naturaleza poligénica y de tamaño grava a arena gruesa, con restos de lutitas
138-150 m	Perdida de Barrido

**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 a 4 corresponde con las gravas del aluvial del Río Camaras. A partir del metro 4 y hasta final del sondeo, se corresponde con la serie de lutitas y limolitas que pasan hacia la parte inferior a areniscas con conglomerados del terciario del borde de la Cubeta de Azuara de edad Mioceno Medio-Superior (Aragoniense-Vallesiense) correspondientes a la U.T.S T-6 Perez *et al* (1994).

## 8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

La testificación geofísica la realiza, el día 16 de Abril de 2010, 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.

Se inicia a las 12:30 horas y dura unas dos horas, constatándose que la serie atravesada esta formada por una sucesión de conglomerados y areniscas con intercalaciones de lutitas. También se comprueba que los tramos aportantes se encuentran en el contacto entre las lutitas y las intercalaciones detríticas. Una observación de la gráfica de temperatura indica la existencia de pequeños aportes entre los 20 y 30 metros, así como una zona situada entre

74 y 78 metros cortándose, el nivel principal, partir de los 84 metros e identificándose diversas zonas de aportes entre los metros 87 y 88, entre 91-92, entre los 95 y los 99 metros, a los 101-102 metros coincidiendo con una zona de fractura observada durante la perforación, entre 103-104 m, a los 108-109 m, a los 110, a los 120, 121, 122 y 123 m, a los 128-131 metros, a los 134-135 m. y a los 139-142 m. La sonda no ha descendido más allá de los 146,80 m aproximadamente y la desviación ha sido de 0,1 m con un porcentaje inferior al 0,06 %. La temperatura es de unos 15º, incrementándose muy ligeramente a partir de los 120 metros. La conductividad es de 600 mS/cm y se incrementa hasta los 700 mS/cm y 750 mS/cm a partir de los 110-115 metros.

## 9. ENTUBACIÓN REALIZADA

Se utilizan tres tipos de tubería: Una primera de 380 mm de diámetro y 5 mm de espesor de la que se colocan 1,5 m. Otra de 300 mm de acero y 5 mm de espesor de la que se colocan 17,5 metros y una tercera que consiste en tubería en chapa de acero, de 180 x 4 mm, de los que se colocan 150 m: 124 m corresponden a tubería ciega y 26 m a filtro de puentecillo (180 mm) que se pone en cotas donde se detecta el aporte de agua.

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-2	380	5	Acero al carbono	Ciega
0-17,5	300	5	Acero al carbono	Ciega
0-96	180	4	Chapa de acero	Ciega
96-104	180	4	Chapa de acero	Filtro
104-110	180	4	Chapa de acero	Ciega
110-116	180	4	Chapa de acero	Filtro
116-122	180	4	Chapa de acero	Ciega
122-132	180	4	Chapa de acero	Filtro
132-138	180	4	Chapa de acero	Ciega
138-144	180	4	Chapa de acero	Filtro
144-150	180	4	Chapa de acero	Ciega

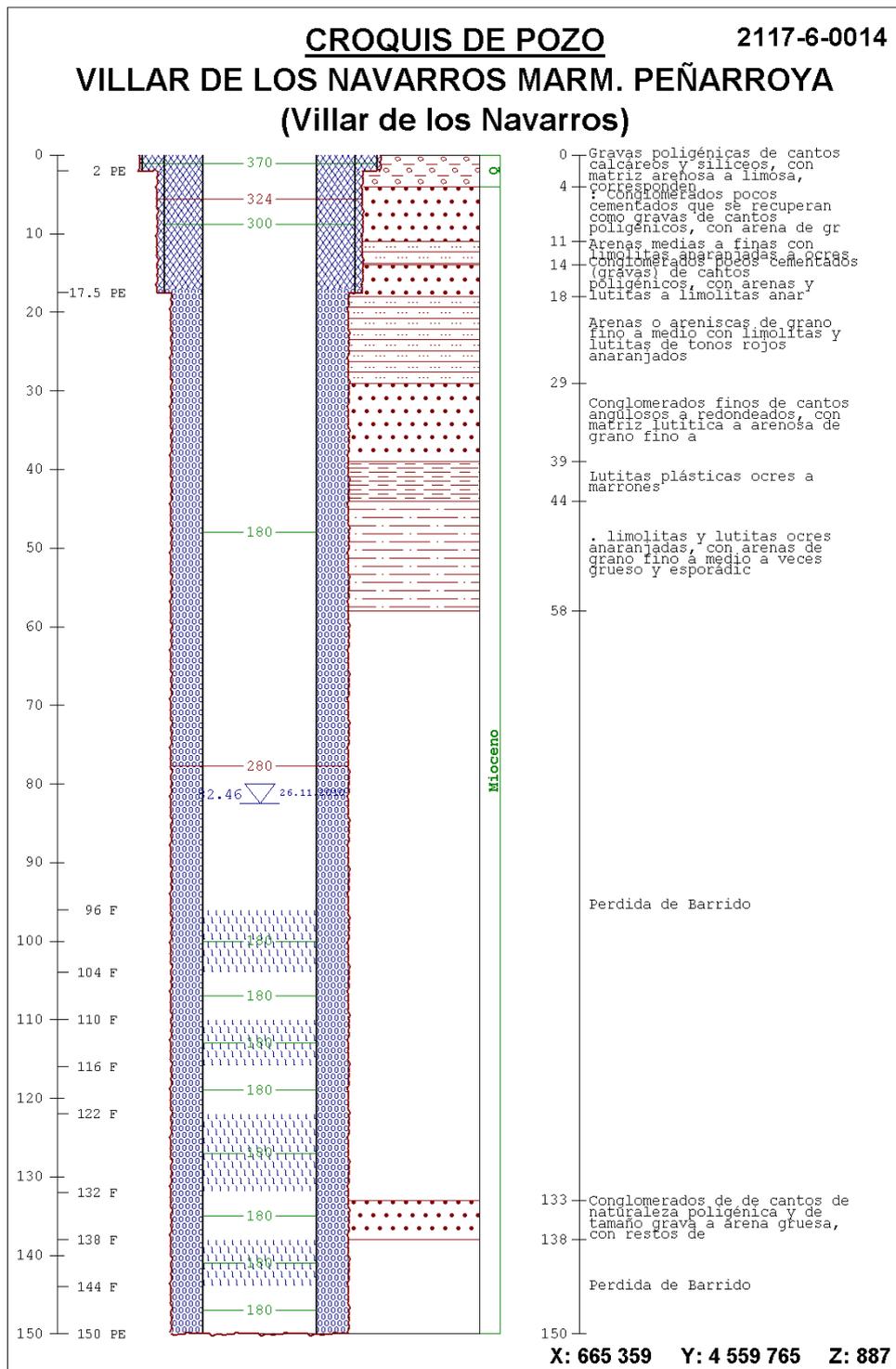
**Tabla 2. Entubación realizada.**

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

Asimismo y para impedir que el aporte de finos produzca el cegado del sondeo, se ha previsto la realización de un empaque de grava silíceas entre la tubería definitiva (180 mm) y la pared del sondeo (280 mm). El engravillado del sondeo se realiza el día 16 de Abril empleándose, un total, de 11 toneladas. Se trata de una grava silíceas, redondeada y calibrada, de 3 a 5 mm de diámetro.

Previamente se ha realizado una cementación de la parte superior del sondeo (17,5 metros) para el aislamiento de los posibles aportes procedentes del río Camaras. Esta se realiza por el procedimiento de verter, en el espacio anular entre la tubería colocada y la perforación, una bentonita impermeable en su parte inferior y cemento rápido en la parte superior. Así mismo se decide cementar los 2,5 metros inferiores para dar una mayor consistencia e impedir que se produzcan derrumbes por efecto de la cavidad.

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.



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

## 10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero atravesado está constituido por conglomerados y areniscas del Terciario de edad Mioceno medio-superior (Aragoniense-Vallesiense).

Durante la perforación se han cortado fracturas a 25 m, a los 97 y entre los metros 101 y 102. Se ha perforado en seco hasta aproximadamente los 59 m, en que se produce la pérdida de barrido y es necesario añadir agua y espumante, no recuperándose muestra desde ese momento y prácticamente hasta el final del sondeo por lo que no hay constancia de los aportes si bien, parece haberse cortado agua, en las fracturas entre 97 a 101 y 102 metros. Las pérdidas de barrido impiden poder estimar el caudal al ser necesario aportar agua tanto en la perforación como en la limpieza.

La geofísica pone de manifiesto la existencia de agua entre los metros 87 y 88, en el 91-92, entre los 95 y los 99 metros a los 101-102 metros, coincidiendo zonas de fractura observadas durante la perforación. Además existen otros aportes a los 103-104 m, a los 108-109 m, a los 110, a los 120 y los 121, a los 122-123 m., a los 128-131 metros, a los 134-135 m y a los 139-142 m.

Después de la entubación (17 de Abril de 2010) se mide el nivel piezométrico localizándose, a los 83,10 m de profundidad. Los niveles medidos antes del ensayo de bombeo se muestran en la tabla que a continuación se inserta.

Fecha	Nivel (metros)
16/11/2010	82.46
07/10/2010	81.89
06/09/2010	81.45

10/08/2010	81.24
08/07/2010	80.87
08/06/2010	80.11
14/05/2010	78.43

**Tabla 3. Datos mensuales del nivel piezométrico medidos con sonda hidronivel antes y después del ensayo de bombeo.**

## 10.1. ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS DEL ACUÍFERO

Durante los días 22 y 23 de Diciembre de 2010 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 Satur modelo S6S 60-14 con una potencia de 50 CV.

Se posiciona la bomba a 135 m y se mide el nivel a 80,78 metros. El primer escalón comienza a las 11:00 h, con un caudal de 1 l/sg y acaba a las 12:30 h, teniendo una duración de 90 minutos. El descenso observado, durante el desarrollo de este escalón, ha sido de 17,47 m, descendiendo rápidamente el nivel hasta los 98,25 m., sin que se observe estabilización por lo que se decide parar de bombear y llevar a cabo una fase de recuperación que da comienzo a las 12:30 h (Recuperación 1) con una duración de 60 minutos, durante los cuales se observa un ascenso hasta alcanzar los 83,96 m siendo el ascenso de 15,29 m.

Se comienza el siguiente escalón a las 13:30 horas y acaba a las 14:00 h, con un caudal de 0,25 l/sg. Observándose como el nivel desciende desde 83,96 a 86,85 m (3,89 m). A continuación se comienza un tercer escalón con

un caudal de 0,5 L/sg que tiene una duración 60 minutos a las 16:00 h. Se mide un descenso de 2,90 m, hasta alcanzar la profundidad de 89,75 m. Da comienzo, un nuevo escalón, a las 16:00 h, con un caudal de 0,75 l/s. Este no muestra signos de estabilizarse pronto por lo que se deja como escalón continuo teniendo una duración final de 20 h (1200 minutos), durante las cuales el nivel desciende hasta la profundidad de 99,14 m, con lo que el descenso producido es de 9,39 m, terminando a las 12 horas del día 23 de diciembre.

Inmediatamente después, a las 12:00 h, comienza la recuperación (Recuperación 2) con una duración de 120 min, donde el nivel del agua asciende hasta los 84,21 m de profundidad, por lo que el ascenso es de 14,93 m.

Escalón	Q(L/sg)	T(min)	N. inicial (m)	N. final (m)	Descenso (m)
<b>Escalón 1</b>	1	90	80,78	98,25	17,47
<b>Recuperación 1</b>	0	60	98,25	83,96	15,29 (ascenso)
<b>Escalón 2</b>	0,25	30	83,96	86,85	3,89
<b>Escalón 3</b>	0,5	120	86,85	89,75	2,90
<b>Escalón 4</b>	0,75	1200	89,75	99,14	9,39
<b>Recuperación 2</b>	0	120	99,14	84,21	14,93 (ascenso)

**Tabla 4. Resumen de los escalones del ensayo de bombeo**

Una vez extraído el equipo de bombeo del pozo, a las 15:30 horas del día 23 de diciembre, el nivel se encuentra a 83,69 m. De manera simultánea, al ensayo de bombeo, se ha medido la posible afección en el pozo construido por la DGA en el punto de coordenadas X: 665.418, Y: 4.560.213 y Z: 764 m.s.n.m, mediante el empleo de un *datalogger* viendo que el nivel freático no experimenta variaciones significativas durante el aforo y con variaciones del nivel entre 45,60 y 45,64.

Simultáneamente a la realización del ensayo de bombeo, se toman medidas, en cada escalón, de conductividad (CE), temperatura ( $T^a$ ) y pH.

Escalón 1 ( $Q= 1$  l/s)

- Final del Escalón 1:  
CE= 599  $\mu$ S/cm  
 $T^a = 15,9$  °C  
pH= 7,58.

Escalón 2 ( $Q= 0,25$  l/s)

- Final del Escalón 2:  
CE= 592  $\mu$ S/cm  
 $T^a = 16,8$  °C  
pH= 7,45.

Escalón 3 ( $Q= 0,50$  l/s)

- Final del Escalón 3:  
CE= 596  $\mu$ S/cm  
 $T^a = 18,6$  °C  
pH= 7,35.

Escalón 4 ( $Q= 1$  l/s, larga duración)

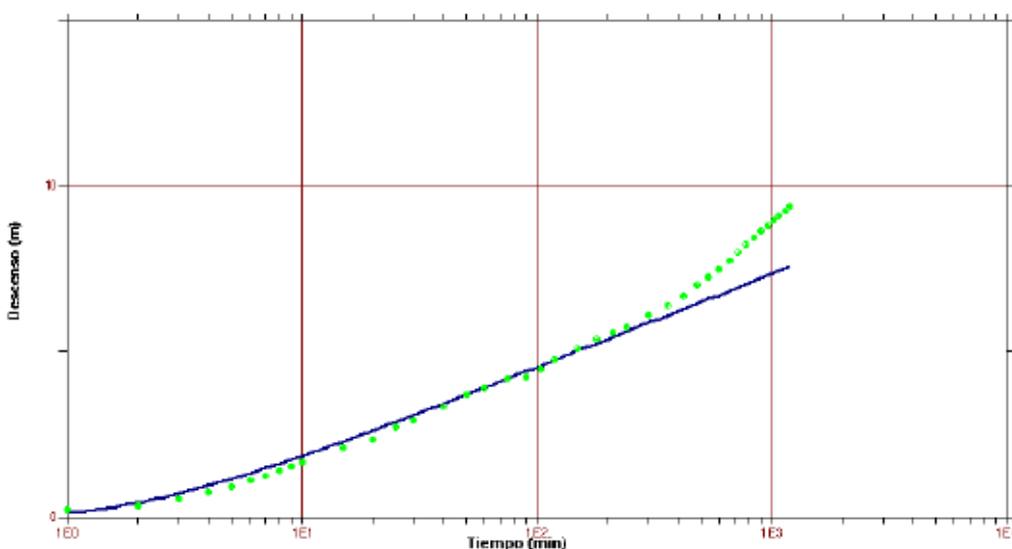
- Inicio del Escalón 4:  
CE= 592  $\mu$ S/cm  
 $T^a = 18,0$  °C  
pH= 7,33.
- Medio del Escalón 4:  
CE= 600  $\mu$ S/cm  
 $T^a = 17,9$  °C  
pH= 7,32.

CE= 611  $\mu$ S/cm  
 $T^a = 17,0$  °C  
pH= 7,37.

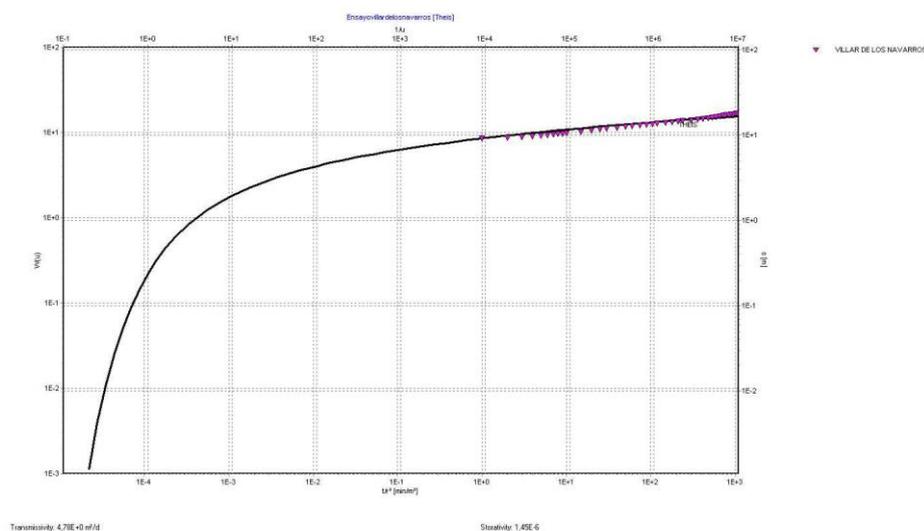
- Final del Escalón 4:  
CE= 628  $\mu$ S/cm  
T<sup>a</sup> = 17,5 °C  
pH= 7,36.

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 Acuífero-**Test v.3.5** de la empresa *Waterloo Hidrogeologic*. Se ha supuesto que se trata de un acuífero de tipo confinado por lo que se ha interpretado con la ecuación de Theis y a la simplificación de la ecuación de Theis por Cooper-Jacob. Los resultados de estos análisis son los siguientes:

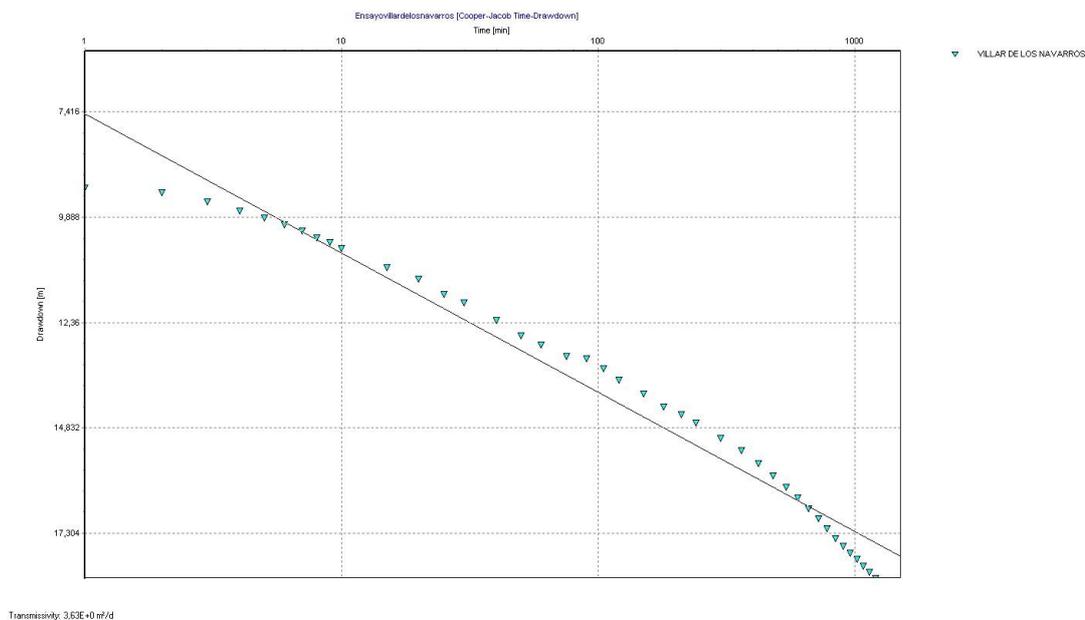
Con el **Pibe 2.0**, y mediante el método de Theis se obtienen unos valores de Transmisividad de **3,916 m<sup>2</sup>/día**, con un coeficiente de almacenamiento de 0.01 y un radio eficaz de 1,247; con el siguiente Grafico de evolución.



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: 4,78 m<sup>2</sup>/día**, cuya grafica es la siguiente.



Usando la simplificación de Cooper-Jacob de la ecuación de Theis se obtienen unos valores de transmisividad de **T: 3,63 m<sup>2</sup>/día**.



<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	89,75	ND	0,75
1	90,00	0,25	0,75
2	90,09	0,34	0,75
3	90,31	0,56	0,75
4	90,53	0,78	0,75
5	90,69	0,94	0,75
6	90,86	1,11	0,75
7	91,00	1,25	0,75
8	91,15	1,40	0,75
9	91,27	1,52	0,75
10	91,40	1,65	0,75
15	91,85	2,10	0,75
20	92,12	2,37	0,75
25	92,49	2,74	0,75
30	92,68	2,93	0,75
40	93,09	3,34	0,75
50	93,45	3,70	0,75
60	93,67	3,92	0,75
75	93,94	4,19	0,75
90	94,00	4,25	0,75
105	94,23	4,48	0,75
120	94,50	4,75	0,75
150	94,82	5,07	0,75
180	95,12	5,37	0,75
210	95,31	5,56	0,75
240	95,50	5,75	0,75
300	95,86	6,11	0,75
360	96,15	6,40	0,75
420	96,45	6,70	0,75
480	96,74	6,99	0,75
540	97,00	7,25	0,75
600	97,25	7,50	0,75
660	97,51	7,76	0,75
720	97,74	7,99	0,75
780	97,98	8,23	0,75
840	98,20	8,45	0,75
900	98,38	8,63	0,75
960	98,54	8,79	0,75
1020	98,70	8,95	0,75

<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>
1080	98,85	9,10	0,75
1140	98,99	9,24	0,75
1200	99,14	9,39	0,75

**Tabla 5. Resumen de la tabla de datos del Escalón continuo.**

*(Los partes, gráficos e interpretación ampliada del ensayo de bombeo se encuentran en el Anejo Nº 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 090.080.001*, situado en el *municipio de Villar de Los Navarros (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 15 de abril y 23 de diciembre de 2010, 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*:

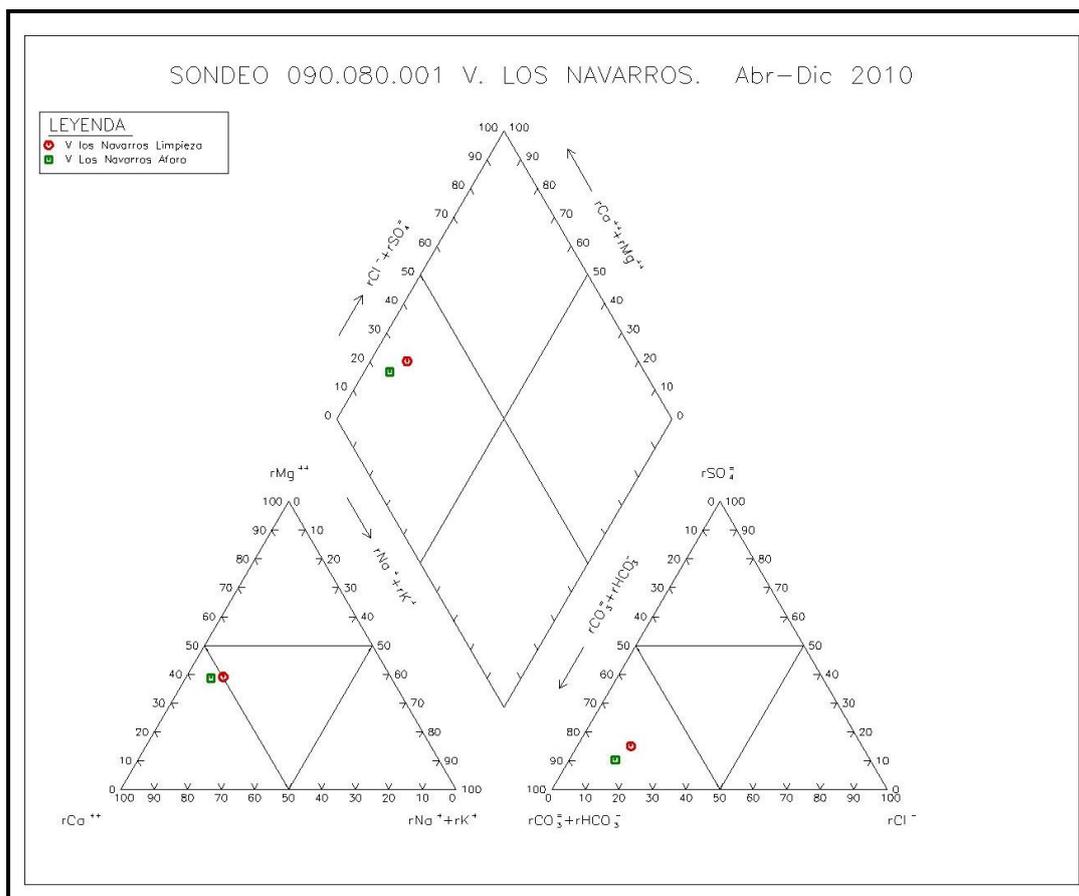
<b>DETERMINACIONES <i>IN SITU</i></b>	<b>Sondeo 090.080.001 Villar de Los Navarros (muestra 1: final de la limpieza) (15/04/2010)</b>	<b>Sondeo 090.080.001 Villar de Los Navarros (muestra 2: final del aforo) (23/12/2010)</b>
Temperatura (°C)		17,5
Conductividad (µS/cm)	616	628
pH		7,36

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

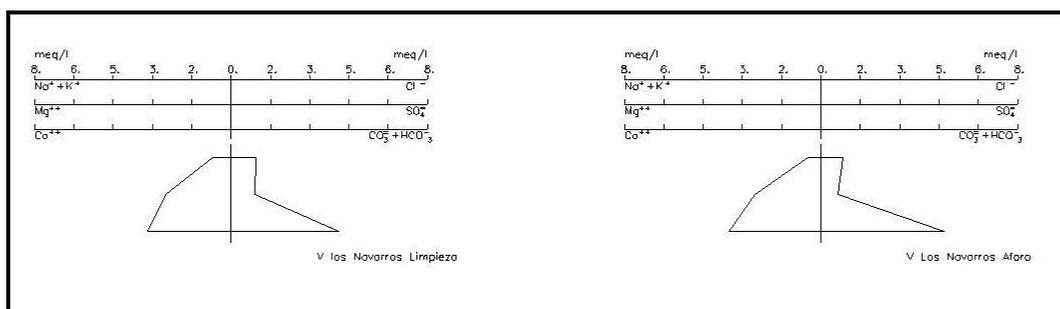
<b>DETERMINACIÓN</b>	<b>Sondeo 090.080.001 Villar de Los Navarros (muestra 1: final de la limpieza) (15/04/2010)</b>	<b>Sondeo 090.080.001 Villar de Los Navarros (muestra 2: final del aforo) (23/12/2010)</b>
AMONIO (mg/l)	0,20	<0,04
ANHIDRIDO SILICICO (mg/l)	12,74	11,22
BICARBONATOS (mg/l)	<b>263,43</b>	<b>300,11</b>
BORO (mg/l)	0,09	<0,05
CALCIO (mg/l)	<b>67,29</b>	<b>74,67</b>
CARBONATOS (mg/l)	<5	<5
CLORUROS (mg/l)	36,19	31,91
CONDUCTIVIDAD 20 °C (µS/cm)	574	597
FOSFATOS (mg/l)	0,46	<0,05

DETERMINACIÓN	Sondeo 090.080.001 Villar de Los Navarros (muestra 1: final de la limpieza) (15/04/2010)	Sondeo 090.080.001 Villar de Los Navarros (muestra 2: final del aforo) (23/12/2010)
HIDROXIDOS (mg/l)	0,00	0,00
HIERRO (mg/l)	<b>0,37</b>	<0,05
MAGNESIO (mg/l)	<b>31,92</b>	<b>32,52</b>
MANGANESO (mg/l)	<0,02	<0,02
NITRATOS (mg/l)	<b>31,93</b>	<b>30,25</b>
NITRITOS (mg/l)	<0,1	<b>0,26</b>
pH (ud pH)	7,54	7,60
POTASIO (mg/l)	2,66	1,61
SODIO (mg/l)	15,63	11,31
SULFATOS (mg/l)	45,65	32,20
Dureza (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	301	322
Facies hidroquímica	<b>Bicarbonatada cálcico-magnésica</b>	<b>Bicarbonatada cálcica</b>

Según los valores de conductividad eléctrica es un agua de MINERALIZACIÓN MEDIA, por su dureza se considera MODERADAMENTE DURA, y por su composición, se clasifica como AGUA BICARBONATADA CÁLCICO-MAGNÉSICA y/o BICARBONATADA CÁLCICA (según clasificación de Piper, en función de iones dominantes), en cualquier caso con un alto contenido en *magnesio*, y moderado en cloruros y sulfatos, como se observa también en los diagramas de Stiff. Después de la limpieza aparecen algunos elementos minoritarios como *hierro*. Esta composición química es característica del agua que circula por el acuífero terciario detrítico, con poca influencia de materiales más salinos que puedan aportar principalmente sulfatos y cloruros.



**Figura 5.- Diagrama de Piper. Sondeo 090.080.001 Villar de Los Navarros**



**Figura 6.- Diagramas de Stiff. Sondeo 090.080.001 Villar de Los Navarros**

La composición del agua tras la limpieza es semejante a la composición después del aforo, se mantiene la facies hidroquímica aunque se aprecian pequeñas diferencias: después de un mayor tiempo de bombeo para el aforo aumenta ligeramente la conductividad y el contenido en *bicarbonatos, calcio y*

*magnesio* (y, por tanto, la dureza) y disminuye, también levemente, el contenido en *sulfatos*.

Por otra parte, los resultados de las dos muestras tomadas en el aforo para el análisis de contraste son muy similares y 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, en general, son aguas aptas para el consumo, ya que su contenido no excede los límites establecidos por el R.D. 140/2003. Sin embargo, después de la limpieza el contenido en hierro (0,37 mg/l) supera este límite, aunque ya no se detecta después de un bombeo más prolongado para el aforo.

De los indicadores de contaminación *nitratos*, *nitritos* y *amonio*, sólo los *nitritos* aparecen en un contenido más alto (0,26 mg/l) después del aforo, aunque es inferior al permitido para consumo en la red de distribución. En cuanto al *amonio*, después de la limpieza su contenido es más elevado (0,2 mg/l) y desaparece al final del aforo.

El contenido en *nitratos* es moderado (31,9 y 30,2 mg/l) aunque no supera los límites establecidos por el R.D. 140/2003 y la norma de calidad del R.D. 1514/2009, e indica la influencia de las actividades antrópicas que se desarrollan sobre el acuífero y que es aconsejable un control de su evolución.

## 12. CONCLUSIONES

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Cervera de la Cañada 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 080 y determinar la calidad química de las aguas subterráneas definidas.

Asimismo, el control mensual de la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua dentro del acuífero.

El sondeo se ha realizado por el método de Rotopercusión con diámetro de 280 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 150 m.

El acuífero atravesado está constituido por areniscas y conglomerados del Terciario cortándose el agua a los 90 a 100 metros de profundidad.

Actualmente (16/11/2010) el nivel estático se sitúa alrededor de los 82,46 metros de profundidad.

Los datos interpretados a partir del ensayo de bombeo dan unos valores de transmisividad que oscilan entre 3,63 y 4,98 m<sup>2</sup>/día

El agua extraída tras la limpieza y el bombeo es de MINERALIZACIÓN MEDIA, se considera MODERADAMENTE DURA y se clasifica como AGUA BICARBONATADA CÁLCICO-MAGNÉSICA y/o BICARBONATADA CÁLCICA, en cualquier caso con un alto contenido en *magnesio* y moderado en cloruros y

sulfatos. Esta composición química es característica del agua que circula por el acuífero terciario detrítico, con poca influencia de materiales más salinos que puedan aportar principalmente sulfatos y cloruros.

Son aguas aptas para el consumo, ya que el contenido en los constituyentes analizados no excede los límites establecidos por el R.D. 140/2003. Sin embargo, después de la limpieza el contenido en hierro (0,37 mg/l) supera este límite, aunque ya no se detecta después de un bombeo más prolongado para el aforo.

De los indicadores de contaminación *nitratos*, *nitritos* y *amonio*, los *nitritos* aparecen en un contenido más alto (0,26 mg/l) después del aforo, aunque es inferior al permitido para consumo en la red de distribución. En cuanto al amonio, después de la limpieza su contenido es más elevado (0,2 mg/l) y desaparece al final del aforo. El contenido en *nitratos* es moderado (31,9 y 30,2 mg/l) aunque no supera los límites establecidos por el R.D. 140/2003 y la norma de calidad del R.D. 1514/2009, e indica la influencia de las actividades antrópicas que se desarrollan sobre el acuífero y que es aconsejable un control de su evolución.



# **ANEJOS**



## **ANEJO N° 1: PERMISOS**





AYUNTAMIENTO DE  
VILLAR DE LOS NAVARROS  
14  
21/02/08

AYUNTAMIENTO  
DE  
VILLAR DE LOS NAVARROS

De conformidad con su escrito referente a la **SOLICITUD DE DISPONIBILIDAD DE TERRENOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OBSERVACIÓN DE UN PIEZÓMETRO**, se hace constar que por Acuerdo de Pleno, de fecha 21 de febrero de 2008, se autoriza a la Confederación Hidrográfica del Ebro a:

1. La ocupación, de modo transitorio mientras dure la ejecución de la obra, de una extensión aproximada de 100 m<sup>2</sup>; necesarios para construir un piezómetro en la localidad de Villar de los Navarros, en el punto de coordenadas UTM X: 663060, Y: 4559104 (polígono 25, parcela 9003)
2. La ocupación durante un periodo de treinta años, prorrogable al término del mismo, de un espacio de 1 m<sup>2</sup>, en que estará situado el sondeo y la arqueta de protección del mismo.
3. El acceso, por funcionario público o persona delegada, hasta el recinto anterior, con objeto de realizar las medidas o muestreos inherentes a la operación de control, así como a realizar los trabajos de reparación o mantenimiento que sean necesarios.

En Villar de los Navarros, a 21 de febrero de 2008

EL ALCALDE

  
FDO. JOSÉ LUIS PRAST LUCÍA





**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 VILLAR DE LOS NAVARROS (090.80.001)**

Localización Geográfica (UTM, Uso 30):

X: 665.473 Y: 4.559.977 Z: 767 (m s.n.m)

<b>RESUMEN DE UNIDADES</b>			
<b>Perforación</b>		0 – 17,5 m	324 mm
		17,5- 120 m	280 mm
<b>Entubación</b>	Ciega	2 m	380 x 5 mm
		17,5 m	300 x 5 mm
		- m	180 x 4 mm
	Filtro Puentecillo	- m	180 x 4 mm
<b>Limpieza</b>		- horas	

**07/04/2010**

VISITA A EMPLAZAMIENTOS FUTUROS

Durante esta jornada se han visitado los emplazamientos de Horta Sant Joan, Prat de Compte y Falset, con Javier Ramajo por parte de la asistencia técnica, y con Benardino Marchal (sondista), para poder aclarar las dudas existentes con respecto a estos emplazamientos.

**08/04/2010**

EMPLAZAMIENTO Y PERFORACIÓN

A lo largo de esta jornada, se ha llevado a cabo el desplazamiento de parte del material, del compresor y de la máquina de perforación, produciéndose la llegada de ésta última a las 18:30 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.



**Foto 1.** Vista general del sondeo de Villar de los Navarros.

Una vez ubicada la máquina, se comienza a perforar el emboquille. Debido a la naturaleza del terreno perforado, se comienza con un diámetro mayor y se coloca una tubería auxiliar de 380 mm de diámetro y una profundidad de 2 m para evitar la caída de material al sondeo. Una vez finalizada esta operación se da por finalizada la jornada.

**09/04/2010**

#### PERFORACIÓN

Durante esta mañana se ha llevado a cabo el traslado del material restante desde Munébrega, compuesto principalmente por el sobrante de tubería. Esta operación les ocupa gran parte de la mañana.

Continúan perforando y a eso de las 13:30 h se produce una avería, que impide el ascenso de la cabeza de perforación. Durante las siguientes horas, se intenta solucionar la avería, pero finalmente se desiste al no poder arreglarlo. Se llama al mecánico y se queda con él el próximo lunes para que se acerque al sondeo.

En el momento de la avería se había alcanzado la profundidad de 7 metros.

Se acerca la tubería y algunas sacas de gravilla al sondeo desde su ubicación provisional, a la entrada del pueblo de Villar de los Navarros, ya que cuando se produjo la descarga del material no se tenía fijada la localización final del sondeo.

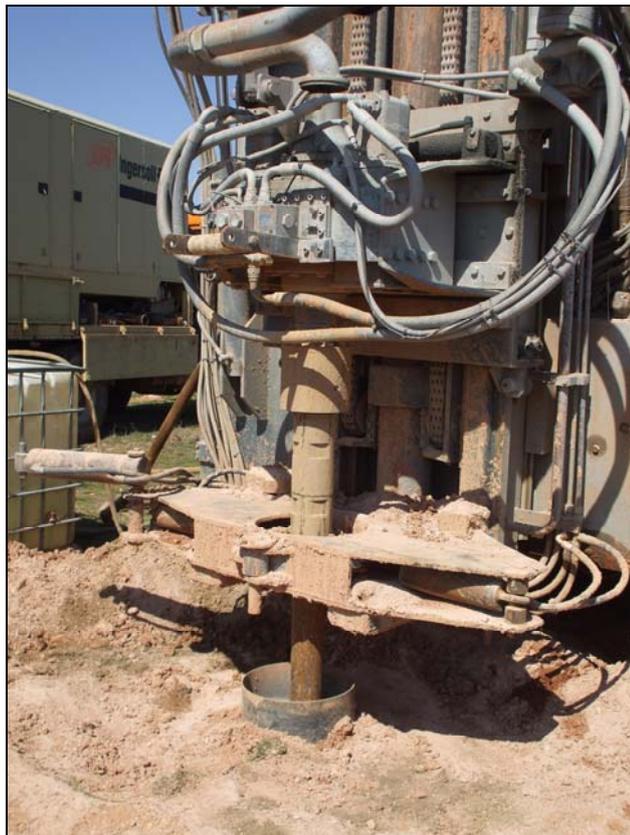
En esta jornada se ha producido la visita del coordinador de Seguridad y Salud.

**12/04/2010**

### PERFORACIÓN

Una vez que el mecánico revisa la máquina y evalúa el alcance de la avería, se decide puentear el cuadro de mandos para continuar con la perforación del emboquille, con un diámetro de 324 mm, por el interior de la entibación metálica, aplazándose el arreglo de la máquina de forma que se pueda llevar a cabo una vez cementado el emboquille, y de esta forma retrasar lo menos posible la marcha del trabajo.

Durante la perforación del emboquille, se detecta la presencia de oquedades en el terreno, desde las profundidades de 11 a 15 m, y desde 15,50 a 16,50 m, aproximadamente.



**Foto 2.** Perforación del emboquille del sondeo.

La profundidad final del emboquille es de 17,50 m. La entubación del mismo, llevada a cabo con mucha dificultad, se realiza con tubería de acero 300 x 5 mm, y tiene lugar desde las 10:30 h hasta las 18:00 h.

A continuación, se vierte manualmente en el sondeo la arcilla bentonítica (compactonit o mikolit) que actuará como sello. Esta operación tiene una duración

aproximada de 1 hora. Posteriormente, se vierte la lechada de cemento, compuesta por un total de 10 sacos.



**Foto 3.** Sacos de la arcilla bentonítica que constituye el sello.

Se lleva a cabo el arreglo de la avería, de forma que la máquina vuelve a funcionar con total normalidad.

**13/04/2010**

### PERFORACIÓN

A primera hora de la mañana, se comprueba que el cemento no ha terminado de fraguar por lo que se decide visitar el siguiente emplazamiento, Aliaga (Teruel), para dar tiempo suficiente al fraguado. Al regresar al sondeo, a las 13:00 h, aproximadamente, se vuelve a comprobar el estado del cemento, y se detecta que aún no ha terminado de fraguar correctamente, por lo que se decide esperar dos horas más.

Durante las operaciones previas a la perforación del sondeo con el diámetro de 280 mm, mientras se está colocando el martillo, tiene lugar un accidente cuyo resultado es el aplastamiento de la última falange del dedo meñique de la mano derecha de Antonio Aranda (peón), a las 15:00h.

Se traslada con la mayor urgencia posible a Antonio al centro de salud de Azuara, donde es atendido y remitido con posterioridad a la mutua a la que pertenece este trabajador (La Fraternidad-Muprespa), en Zaragoza. Una vez allí, proceden a la supervisión de su mano, y le dan la baja laboral. A continuación, se le

acompaña a la Clínica Quirón, lugar al que le han enviado para la reconstrucción del dedo y en el que se realiza dicha intervención.

#### **14/04/2010**

Durante esta jornada, tiene lugar la revisión de la mano de Antonio en la Clínica Quirón, y posteriormente se acude a Muprespa.

A lo largo de esta jornada se produce la llegada de Jesús Marchal, que ocupará el lugar de Antonio, para poder continuar con los trabajos de perforación.

#### **15/04/2010**

Comienza la jornada a las 8:30 horas con el reinicio de los trabajos de perforación desde el m 17,5 con un diámetro de 280 mm hasta alcanzar los 120 m de profundidad a las 19:30 h.



A la profundidad de 25 m se detecta una fractura. Se perfora en seco hasta los 59 m de profundidad, a partir de la cual se comienza a añadir agua y espumante debido a la presencia de otra fractura que produce la pérdida de barrido, sin retorno de agua, aire ni material perforado. A los 101 m de profundidad se detecta otra fractura hasta los 102 m de profundidad, con posible aporte de agua. A los 103 m se recupera parcialmente el barrido con la expulsión de parte del aire y la espuma inyectados en el sondeo.



Durante la perforación los materiales atravesados han sido básicamente arenas, arcillas y gravas.

A continuación se resumen los materiales encontrados durante la ejecución del sondeo hasta los 59 m, profundidad a la que se produjo la pérdida de barrido:

- 0 – 3 m: Gravas polimícticas con matriz arenosa.
- 4 – 10 m: Arenas, arcillas y gravas de color anaranjados.
- 11 – 13 m: Arenas y arcillas anaranjadas.
- 14 – 18 m: Arcillas, arenas y gravas polimícticas.
- 19 – 28 m: Arenas y arcillas anaranjadas.
- 29 – 38 m: Gravas con matriz arenosa – arcillosa naranjas.
- 39 – 44 m: Arcillas plásticas naranjas.
- 45 – 59 m: Arcillas arenosas naranjas.



Elena Malo Moreno.  
Esther Torresquebrada Aguirre.  
Hidrogeólogas.

<b>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</b>	
<b>CLAVE PROYECTO:</b> 090.080.001	
<b>DENOMINACIÓN DEL SONDEO:</b> Villar de los Navarros	
<b>MASA DE AGUA:</b> 090.080. CUBETA DE AZUARA	
<b>CÓDIGO:</b> 090.080.001	
<b>PROFUNDIDAD PREVISTA:</b> 150 m.	<b>PROFUNDIDAD FINAL:</b> 17,5 m
<b>SISTEMA DE PERFORACIÓN:</b> Rotopercusión	<b>DIÁMETROS INICIO/FINAL:</b> 380/ 324 mm/280 mm
<b>FECHA DE INICIO:</b> 8-abril-2010	<b>FECHA TERMINACIÓN -Abril-2010</b>

### ANTECEDENTES

El presente informe recoge los aspectos geológicos y de perforación, más relevantes, correspondientes al sondeo/piezómetro denominado Villar de los Navarros (090.080.001) y que realiza la Confederación Hidrográfica del Ebro dentro del Proyecto de “Construcción de sondeos para la adecuación de las redes de piezometría y calidad de las aguas subterráneas” con el objetivo, de ampliar el conocimiento sobre las masas de agua incluidas dentro del ámbito de la Cuenca Hidrográfica del Río Ebro.

### LOCALIZACIÓN FINAL DEL SONDEO/PIEZÓMETRO

El sondeo se ubica en la localidad de Villar de los Navarros (fig. 1). Se accede al mismo desde dicha localidad siguiendo el desvío que a la entrada del pueblo indica la localidad de Azuara y siguiendo en esta dirección unos 2 Km Se accede al mismo tomando un desvío que sale a la derecha de dicha carretera que cruza el Río Cámaras de y da accesos a un camino rural, El sondeo se ubica en una parcela situada nada más cruzar el río y que forma parte del Dominio Público Hidráulico. Dentro de la misma el sondeo se sitúa en el punto de coordenadas X: 665473 Y: 4559977 y Z: 767 m.s.n.m

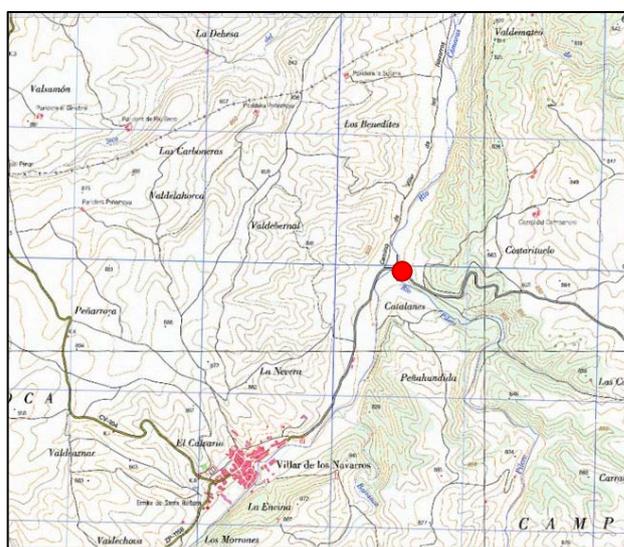


Fig.1. Situación aproximada del Sondeo Previsto en la Localidad de Villar de los Navarros.

El sondeo se ubica alejado unos 20 metros del cauce y unos dos metros de altura del mismo (fig.2).



Fig.2. Aspecto de la parcela y del punto donde se ubica el Sondeo.

Desde el punto de vista geológico el sondeo se ubica sobre Conglomerados con Lutitas y limos edad Mioceno medio-superior (Aragoniense-Vallesiense),

Antes de emplazar dicho sondeo se notifica el comienzo de las obras al Ayuntamiento de Villar de los Navarros y a su alcalde don **José Luis Prat**

Así como a la Guardería Fluvial de la Confederación del Ebro correspondiente a la demarcación de Villanueva de Huerva.

#### **TRABAJOS REALIZADOS (8 de ABRIL de 2010).**

Se llega al emplazamiento a las 18 horas y a partir de las 19 horas se empieza a realizar las labores de perforación del emboquille de 324 mm de diámetro (ver fig.3), hasta los 5 m. Viéndose la necesidad de que se entuben los 2 primeros metros con tubería de 380 mm debido a que existen problemas de derrumbe de las gravas cuaternarias. Dicha tubería se encuentra en el sondeo de Munebrega por lo que antes de comenzar la perforación el día siguiente se traerá la misma.



Fig.3. Labores de perforación del emboquille

#### **TRABAJOS REALIZADOS (9 de ABRIL de 2010).**

Se retoman los trabajos a las 11 horas y 30 minutos una vez ha llegado la tubería que resta desde el sondeo de Munebrega. Se coloca el emboquille de 380 y se tiene que reperfurar parte del sondeo, atravesándose ya a partir de los 2 metros los niveles de conglomerados y lutitas del Terciario hasta alcanzar los 7 metros. Momento en el cual produce una avería del sistema eléctrico, que impide que se produzca el cambio de maniobra. Dicha avería se intenta reparar por parte del sondista con resultado nulo, por lo que es preciso llamar a un técnico para efectuar su reparación, que tendrá lugar el lunes 12 de abril. Durante esta jornada se persona en el Sondeo el Coordinador de Seguridad y Salud.

#### **TRABAJOS REALIZADOS (12 de ABRIL de 2010).**

Se llega al emplazamiento a las 9 horas y se realiza una primera reparación de la máquina que permite retomar la perforación. Esta originalmente prevista hasta los 15 metros, se tiene que prolongar hasta los 17,5 metros, debido a que se atraviesa una cavidad a los 14 metros, por lo que se toma la decisión de atravesar la misma hasta cortar algo firme. Una vez alcanzado un sustrato firme a los 17 metros. Se inicia la entubación del sondeo (fig.4), esta avanza con gran dificultad, siendo necesario rotar e incluso empujar la tubería con el martillo. Terminando la entubación a las 18 horas. A partir de ese momento y hasta las 19 horas, se realiza el sellado de este emboquille. Este se realiza por el procedimiento de verter en el espacio anular entre la tubería colocada y la perforación, una bentonita impermeable en su parte superior y cemento rápido en la parte superior (fig.5). Así mismo se decide cementar los 2,5 metros inferiores para dar una mayor consistencia e impedir que se produzcan derrumbes por efecto de la cavidad.



Fig.5. Labores de cementación del emboquille

Se decide dejar fraguar el cemento al menos 18 horas y comprobar como esta el mismo antes de retomar la perforación.

**TRABAJOS REALIZADOS (13 de ABRIL de 2010).**

Aprovechando el tiempo de fraguado para visitar con el sondista, el emplazamiento de Aliaga. Se vuelve al sondeo antes de las 13 horas y se comprueba que el cemento debido a la humedad no ha fraguado del todo (fig.6) por lo que se decide a esperar hasta la tarde para retomar la perforación.



Fig.6. Aspecto provisional de cómo queda el emboquille del sondeo

A las 15 horas y mientras se efectúan los trabajos de colocación del martillo previos al reinicio de la perforación el Peón del Sondista Antonio Aranda sufre un accidente resultando lesionado en un dedo de la mano derecha. Por lo que se suspenden los trabajos, y se le traslada de urgencia al centro de Salud de Azuara donde es atendido y posteriormente a Zaragoza para que su posterior tratamiento. De dicho incidente se da parte a la Dirección de Obra y a la Coordinación de Seguridad y Salud.



**TRABAJOS REALIZADOS (14 de ABRIL de 2010).**

Se espera hasta la llegada del relevo del Peón del Sondista que será dado de alta con fecha de 15 de abril

Fdo

Javier Ramajo y Marino Insua



## **ANEJO N° 3: INFORME GEOLÓGICO**





**INFORME GEOLÓGICO**

**PIEZÓMETRO  
P-090.080.001**

**VILLAR DE LOS NAVARROS (ZARAGOZA)**

**DICIEMBRE 2010**

Tubkal





## **ANTECEDENTES Y METODOLOGÍA**

El presente informe trata de la situación geológica y el levantamiento de la Columna estratigráfica detallada del sondeo realizado por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) en las inmediaciones de la localidad de Villar de los Navarros (Zaragoza) dentro del marco de la campaña de sondeos realizada por ese organismo para la ampliación de la Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro. Este informe se realiza en el marco del Proyecto de “INTERPRETACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA DE LAS MUESTRAS DE LOS SONDEOS CONSTRUIDOS EN EL PROYECTO PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS”.

El sondeo se ha realizado mediante la técnica de Rotopercusión con recuperación de “ripios” de la perforación y toma de muestras cada 3 metros de media (cada media varilla de perforación). Se realizó un primer emboquille de 2 m de profundidad entubado a 380 mm a modo de tubería auxiliar para evitar derrumbes, al que siguió un segundo emboquille de 17,5 m de profundidad, perforado con un diámetro de 324 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor. Los 132,5 m restantes se perforaron con el martillo de 220 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm.

Presenta la siguiente disposición: De 0 a 96 m. Tubería Ciega. De 96 a 104 m. Tubería Filtro puentecillo. De 104 a 110 m. Tubería Ciega. De 110 a 116 m. Tubería Filtro puentecillo. De 116 a 122 m. Tubería Ciega. De 122 a 132 m. Tubería Filtro puentecillo. De 132 a 138 m. Tubería Ciega. De 138 a 144 m. Tubería Filtro puentecillo. De 144 a 150 m. El sondeo queda instalado en la totalidad de su longitud.

Para proceder a la elaboración de la columna de sondeo se han estudiado las muestras de estos “ripios” recogidas a intervalos de unos 3-5 metros. Estas muestras resultan únicamente significativas a lo hora de identificar las facies y características de las litologías más competentes. Su estudio se ha realizado mediante la observación con lupa de mano y binocular, habiendo sido previamente lavadas las muestras seleccionadas para su observación, con el fin de eliminar los restos de los lodos de sondeo y permitir la correcta observación de las facies.

Con estos datos y con los obtenidos del análisis de las diagráfias disponibles del estudio geofísico, fundamentalmente de las de Gamma natural y de las diversas resistividades, se ha realizado una representación grafica de la posible columna litológica



de los materiales cortados en el sondeo. Estos datos se han contrastado con la literatura regional existente y la posición de sondeo dentro del contexto regional para interpretar cuales son los tramos y Unidades Litoestratigráficas atravesadas y realizar una posible atribución de edades de las mismas.

## SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo se ubica en el término municipal de Villar de los Navarros (fig. 1). Se accede al mismo desde dicha localidad siguiendo el desvío que a la entrada del pueblo indica la localidad de Azuara y siguiendo en esta dirección unos 2 Km.

Allí se toma un desvío que sale a la derecha de dicha carretera, para posteriormente cruzar el Río Cámaras. El sondeo se ubica en una parcela situada nada más cruzar el río y que forma parte del Dominio Público Hidráulico.

Las coordenadas exactas del punto son (UTM Huso 30 ED50):  
X: 665.473, Y: 4.559.977, Z: 767 (m. s. n. m). (Fig.1).

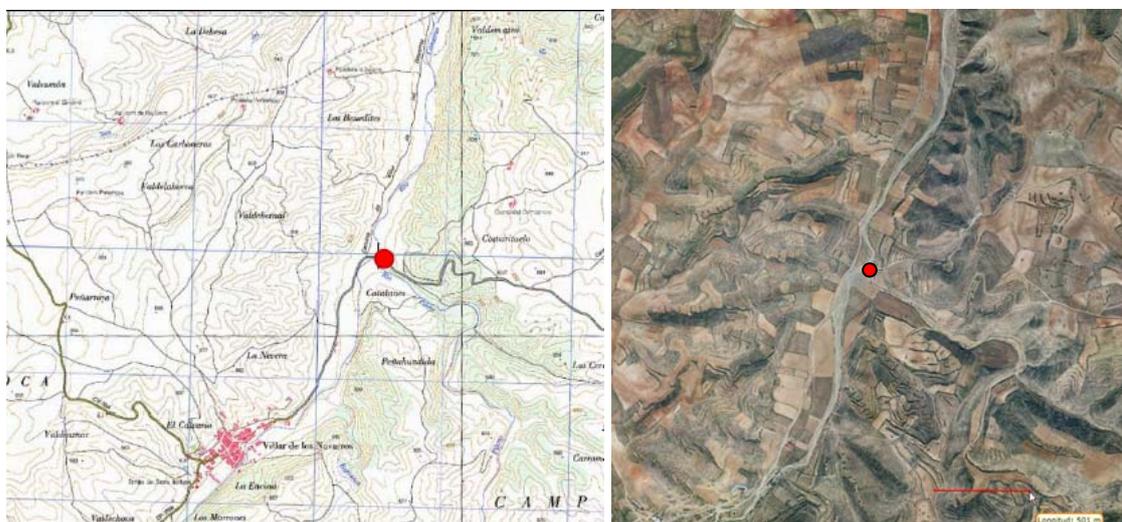


Fig. 1. Situación geográfica del sondeo y ortofoto (tomadas del Visor SIGPAC). Equidistancia de la cuadrícula del mapa topográfico, 1000 metros.

## SITUACIÓN GEOLÓGICA



## EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra emboquillado en los materiales que se diferencian como unidad 36 dentro del Mapa Geológico MAGNA 4399 (Azuara). En dicho plano se caracterizan los mismos como Aluvial – Gravas y bloques, de edad Cuaternario, si bien el yacente de esta unidad de recubrimiento superficial lo constituye la allí denominada unidad 28: Conglomerados cuarcíticos y calcáreos, dominando una u otra composición de los cantos en función de su mayor o menor proximidad a las sierras paleozoicas de Herrera. En el caso que ocupa, la proporción de cantos cuarcíticos puede ser elevada.

El piezómetro se encuentra situado en una zona que, a tenor de lo observable en la Cartografía MAGNA, se encuentra poco influenciada por la tectónica. Así, los materiales del Terciario subyacente al recubrimiento cuaternario donde se ubica el piezómetro tienden a presentar una disposición subhorizontal.

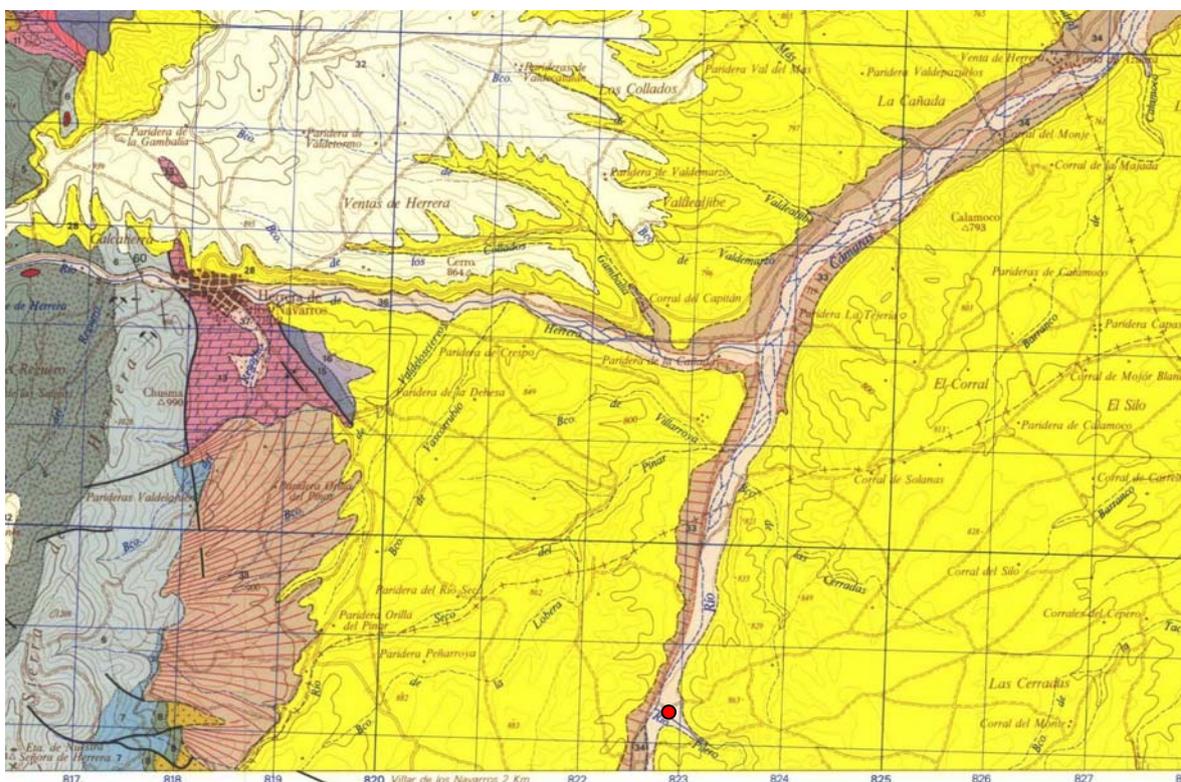


Fig.2. Situación geológica del sondeo. Tomado de cartografía MAGNA.



## FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS

Con la salvedad del mínimo recubrimiento cuaternario existente en la superficie (unos 2 metros), el sondeo se encuentra situado sobre los materiales siliciclásticos del Cuaternario que se cartografían en el plano Magna aluvial del río Cámaras. Esta unidad se describe según esta literatura como gravas y bloques.

Aproximadamente los primeros tres metros del sondeo han cortado una sucesión clástica de gravas, arenas y limos, con arcillas rojas, correspondiente a un poco potente recubrimiento cuaternario. En este tramo se observa un dominio de cantos de naturaleza carbonatada, si bien son frecuentes los de naturaleza silícea.

Desde el metro 3 hasta el metro 59, que es el último del que se tiene registro, se corta una sucesión siliciclástica bastante cíclica constituida por conglomerados que en general presentan cantos de naturaleza silícea y con área fuente en relieves paleozoicos. Dado que no se observan bordes de cantos, ni cantos completos, se puede asumir que el estado de cementación de los mismos es elevado, cementación que además es de naturaleza carbonatada. Igualmente se puede asumir que el tamaño de los cantos individuales debe ser elevado; además aparecen intercalaciones de lutitas de colores rojizos. Esta repetición de estos dos elementos (conglomerados y lutitas) confiere al sondeo un marcado aspecto cíclico, como además puede inferirse de la observación de Gamma de la diagráfia.

Este tramo, que en la cartografía Magna se marca como de Edad Mioceno, se puede atribuir a la unidad tectosedimentaria T6, de edad Aragoniense medio (Pérez, 1989; Pardo *et al.*, 2004).

A partir del metro 59 se produce la pérdida de barrido en el sondeo por la existencia de alguna cavidad por donde se pierde el aire y por tanto, también el ripio, no llegando a superficie restos del mismo.

Las únicas apreciaciones posibles se pueden hacer en base a la interpretación de la diagráfia, que no obstante, debe ser tomada con precauciones al no existir dato real litológico.

Del análisis de la misma se observa como hasta alrededor del metro 85 la serie presenta las mismas características que las existentes mientras existe ripio. A partir de este momento parece que la sucesión se hace más competente, con una menor participación de las intercalaciones arcillosas.



## *COLUMNA LITOLÓGICA.*

### **TRAMO 1**

0-3 m. Relleno cuaternario compuesto principalmente por gravas de composición dominante carbonatada, aunque también las hay silíceas con matriz arenosa y arcillosa roja.

### **TRAMO 2**

3-13 m. Conglomerados con pasadas de lutitas rojas, poco abundantes. Los conglomerados presentan cantos de naturaleza dominante cuarcítica, y con proveniencia paleozoica. Aparecen puntuales cantos de naturaleza areniscosa y carbonatada.

### **TRAMO 3**

13-19 m. Conglomerados con lutitas grises. Los conglomerados son poligénicos, con cantos tanto carbonatados como silíceos. Aparecen puntuales pasadas de areniscas de grano medio de tonalidades grises. En general el cemento, tanto de los niveles conglomeráticos con areniscosos es de naturaleza carbonatada.

### **TRAMO 4**

19-28 m. Areniscas, conglomerados y lutitas de tonos grises a rojizos. Los cantos de los conglobados son fundamentalmente cuarcíticos (área fuente paleozoica).

### **TRAMO 5**

28-38 m. Conglomerados poco cementados, con minoritarias areniscas y lutitas anaranjadas a rojizas. Los conglomerados presentan cantos redondeados predominantemente silíceos (área fte. paleozoica), aunque se observan algunos de naturaleza carbonatada (área fte. jurásica).

### **TRAMO 6**

38-56 m. Conglomerados groseros, de colores rojizos, con puntuales areniscas y lutitas rojizas. Los cantos de los conglomerados son fundamentalmente de naturaleza silícea (área fuente paleozoica), si bien existen cantos carbonatados (área fuente



Jurásica) en menor medida. El cemento de los conglomerados es carbonatado. Los restos de areniscas observados pueden corresponder a restos de matriz de estos conglomerados o a verdaderas pasadas de areniscas intercaladas entre los conglomerados.

#### **TRAMO 7**

56-59 m. Lutitas rojas, bastante arenosas, con areniscas minoritarias.

#### **TRAMO 8**

59-150 m. Sin barrido.

#### **REFERENCIAS**

<http://sigpac.mapa.es/fega/visor/>

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) HOJA 1:50.000 N° 439. Azuara (1989).

PARDO, G. (COORD): (2004): Cuenca del Ebro. In: VERA, J.A.: *Geología de España*. SGE-IGME, 533-543.

PÉREZ, A. (1989): *Estratigrafía y sedimentología del Terciario del borde meridional de la Depresión del Ebro (sector riojano y aragonés) y cubetas de Muniesa y Montalbán*. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza, 525 pp.



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

OFICINA DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA  
REGISTRO ESTRATIGRÁFICO DE SONDEOS



CÓDIGO IPA:   
CÓDIGO MMA:

MUNICIPIO:   
PROVINCIA:

HOJA Nº

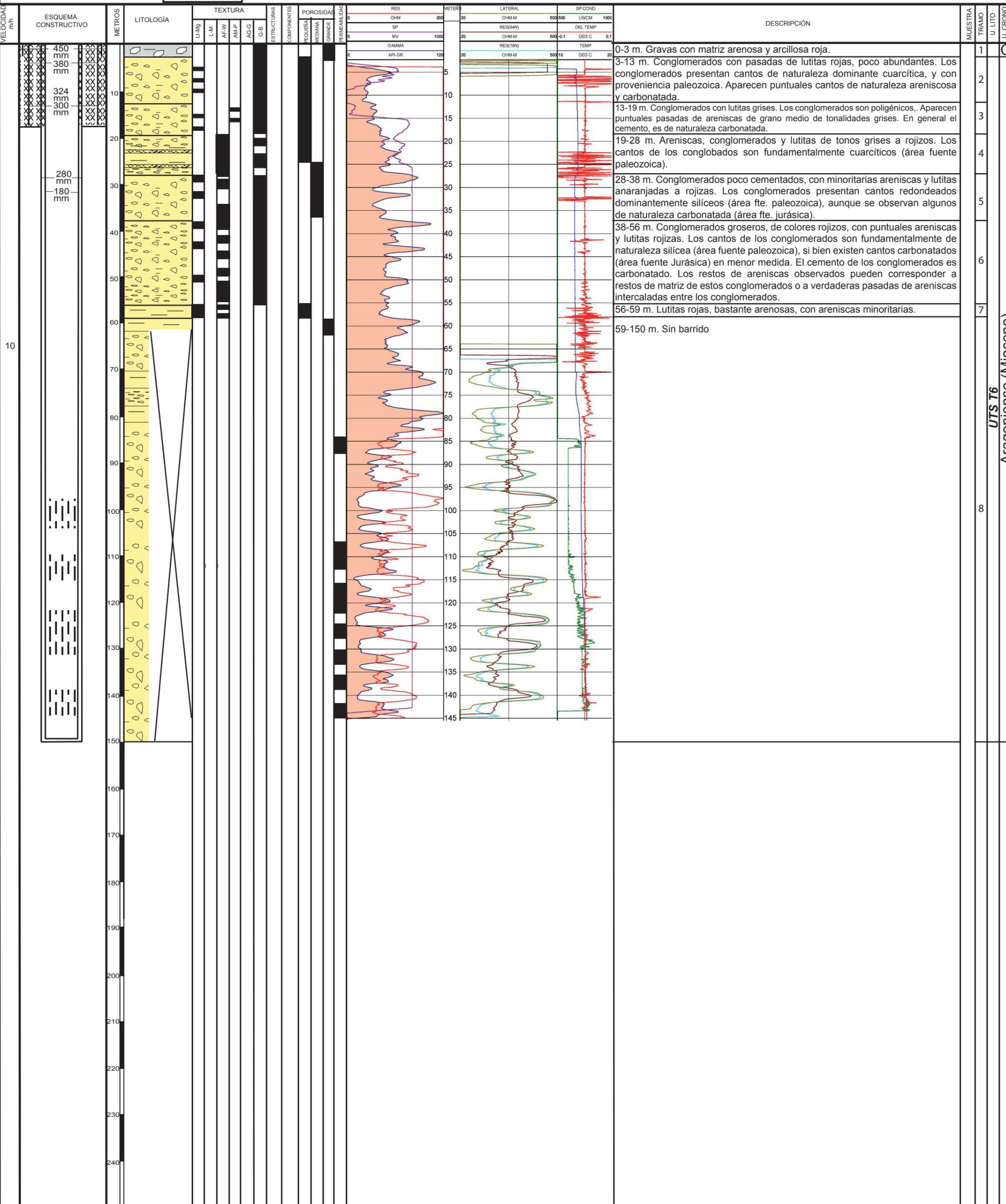
PARAJE:

FECHA INICIO:   
FECHA FINAL:

COORDENADAS UTM

PRECISIÓN (X,Y):   
PRECISIÓN Z:

AUTOR FICHA:



UTS T6  
Aragonesiense (Mioceno)

8



## **ANEJO N° 4: GEOFÍSICA**



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE  
SECRETARÍA DE ESTADO DE AGUAS Y COSTAS  
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE  
LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS  
DE LA CUENCA DEL EBRO. 3ª FASE

---

## TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DE SONDEOS

---

**Sondeo: 090.080.001 VILLAR DE LOS  
NAVARROS**



*COMPAÑÍA GENERAL DE INGENIERÍA Y SONDEOS, S.A.*  
C/ Anabel Segura nº 11, Edificio A, Planta 3ª, Oficina B  
28108 Alcobendas, Madrid  
Tf: 914902410 Fax: 916624296 E-mail: [cgs@cgsingenieria.com](mailto:cgs@cgsingenieria.com)

ABRIL DE 2010





TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO “**090.080.001 VILLAR DE LOS NAVARROS**” EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAR DE LOS NAVARROS (ZARAGOZA)

ABRIL DE 2010

## INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El día 16 de abril de 2010 se procedió, por parte del Departamento de Geofísica Aplicada de la Compañía General de Ingeniería y Sondeos, S.A., a la testificación geofísica del sondeo "**090.080.001 VILLAR DE LOS NAVARROS**", ubicado en el término municipal de Villar de los Navarros, en la provincia de Zaragoza, tal y como se muestra en el mapa de situación geográfica y fotografía aérea de la figura.-1.

El objetivo fundamental de la testificación geofísica es diferenciar los tramos porosos y permeables, para determinar los materiales susceptibles de aportar agua a la perforación, con el fin de, posteriormente, proceder a la colocación de filtros en los tramos más adecuados.

También constituye un importante objetivo la determinación de las características constructivas como son la verticalidad y desviación del sondeo para proceder de la manera más adecuada a la entubación del mismo.

Mediante la testificación geofísica hemos realizado la medición de ciertos parámetros físicos que nos han permitido evaluar las zonas más porosas y permeables, capaces de aportar agua a la perforación, y el cálculo de la inclinación y desviación a lo largo de todo el sondeo.

Este trabajo se encuadra dentro de las actuaciones que la Confederación Hidrográfica del Ebro está llevando a cabo para la implantación y mantenimiento de las redes oficiales de control de aguas subterráneas que permitan conocer su evolución en cantidad y calidad.



*Figura.-1 Situación geográfica del sondeo: **090.080.001 VILLAR DE LOS NAVARROS***

## TRABAJO REALIZADO

El sondeo "090.080.001 VILLAR DE LOS NAVARROS" se testificó desde la superficie hasta los 145 metros de profundidad, tomando como cota cero el ras del suelo.

Para la realización de la testificación geofísica se han utilizado las sondas 8044-hidrogeológica y 9055-desviación que registran los parámetros de GN, SP, R-16", R-64", R-lat, Res, CON, TEM, INCLINACIÓN y DESVIACIÓN.

La testificación geofísica se realizó nada más terminar la perforación y sacada la maniobra, con el sondeo desnudo.

En primer lugar se testificó con la sonda 8044 y a continuación se testificó con la sonda 9055.

Seguidamente presentamos los datos más relevantes del sondeo en el momento de efectuar la testificación geofísica.

COORDENADAS DEL SONDEO:	X	0665476
	Y	4559974
	Z	778
PROVINCIA:	ZARAGOZA	
MUNICIPIO:	VILLAR DE LOS NAVARROS	
PROFUNDIDAD DEL SONDEO:	150 mts.	
PROFUNDIDAD TESTIFICADA:	145 mts.	
ENTUBADO:	De 0 a 17,5 mts.	
TIPO DE TUBERÍA:	Metálica	
DIÁMETRO DE ENTUBACIÓN:	300 mm.	
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN:	280 mm.	
NIVEL FREÁTICO (durante la testificación)	84 mts.	
MODALIDAD DE PERFORACIÓN:	Rotopercusión	
EQUIPO DE TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA	CENTURY SYS-VI	
TESTIFICADO CON LAS SONIDAS:	8044 y 9055	
FACTOR DE CORRECCIÓN DEL CABRESTANTE:	0,250	
Nº DE SERIE DE LA CALIBRACIÓN DE LA SONDA 8044:	1008	
Nº DE SERIE DE LA CALIBRACIÓN DE LA SONDA 9055:	83	
FECHA DE LA TESTIFICACIÓN:	16-04-2010	

## REGISTROS GEOFÍSICOS

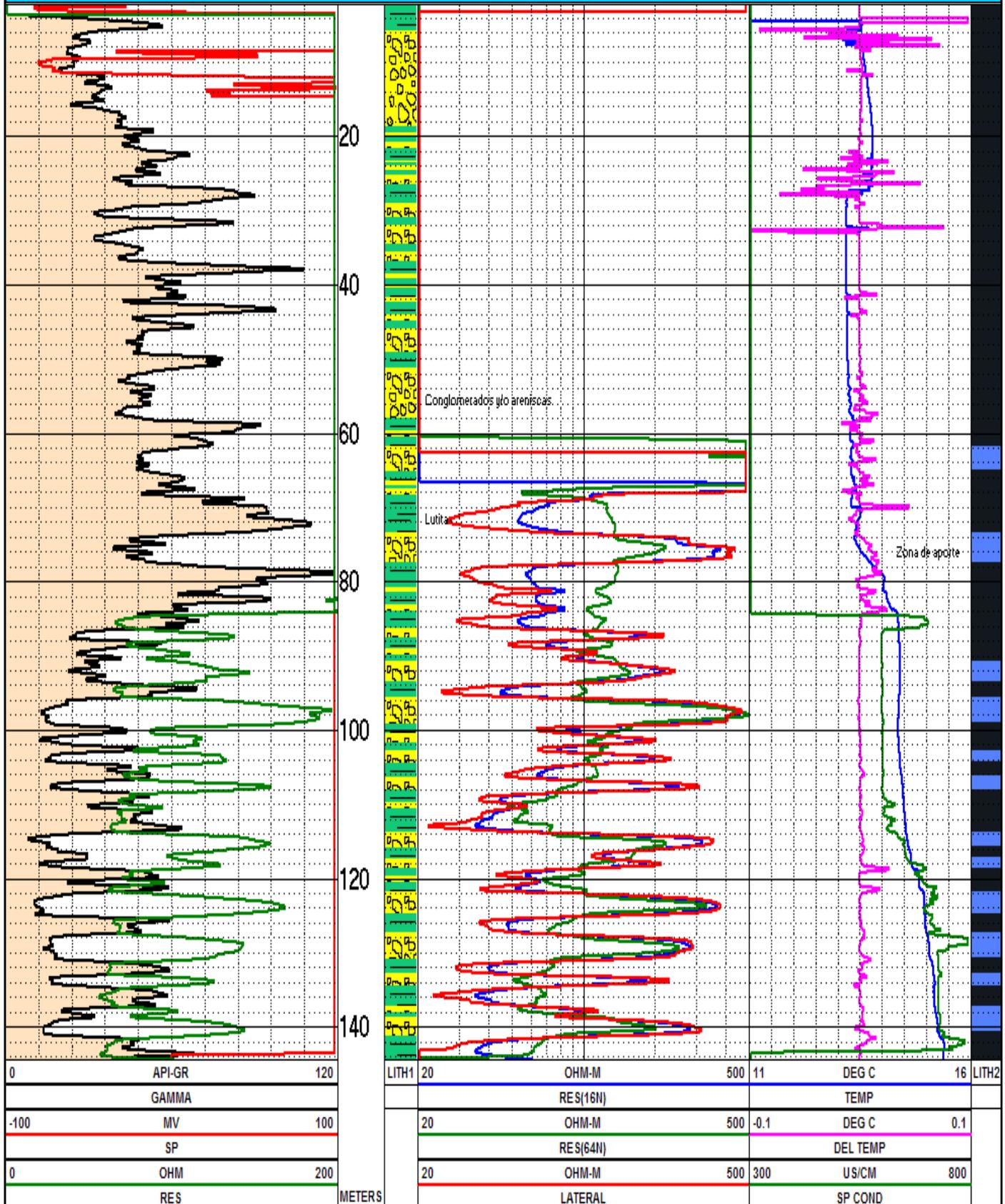
En las siguientes tres páginas, figuran las diagráfias con los parámetros hidrogeológicos y de desviación, registrados con las sondas 8044-hidrogeológica y 9055-desviación, y la gráfica de desviación del sondeo vista en planta.

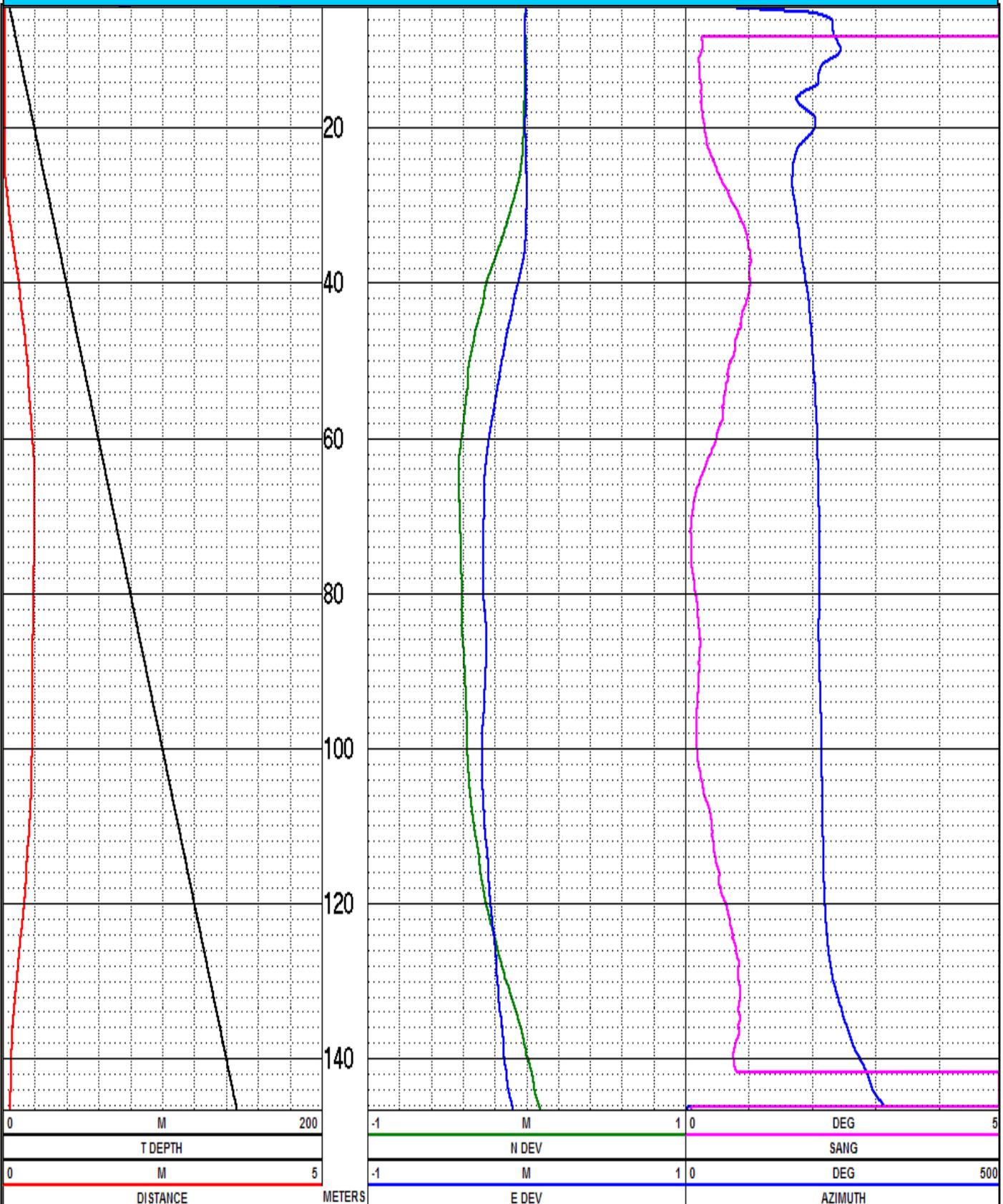
En la diagráfia hidrogeológica tenemos en la pista número uno los registros de Gamma Natural, Potencial Espontáneo y Resistencia monoelectrónica, con escalas comprendidas entre 0 y 120 unidades API para el Gamma Natural, de -100 a 100 Milivoltios para el Potencial Espontáneo y de 0 a 200 Ohm para la Resistencia monoelectrónica. En la pista número dos la profundidad. En la pista número tres se presenta en diferentes tramas la columna litológica. En la pista número cuatro los registros de Resistividad Normal Corta, Resistividad Normal Larga y Resistividad Lateral, con escala logarítmica comprendida entre 20 y 500 Ohm x m. En la pista número cinco figuran los parámetros de Temperatura (escala de 11° a 16° C) Delta de Temperatura (escala de -0.1° a 0.1°) y Conductividad (escala de 300 a 800  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ). Por último, en la pista número seis se ha confeccionado una columna en la que figuran en color azul los tramos más porosos y permeables a la hora de aportar agua a la perforación y en negro los menos porosos y permeables.

En la diagráfia de desviación tenemos en la pista número uno la Profundidad real y la Distancia, con escalas comprendidas entre 0 y 200 metros para la Profundidad real y de 0 a 5 metros para la Distancia. En la pista número dos la profundidad. En la pista número tres la Desviación Norte y la Desviación Este con escalas de -1 a 1 metros. Por último, en la pista número cuatro se encuentran los parámetros de Inclinación, con escala de 0° a 5° y Acimut, con escala de 0° a 500°).

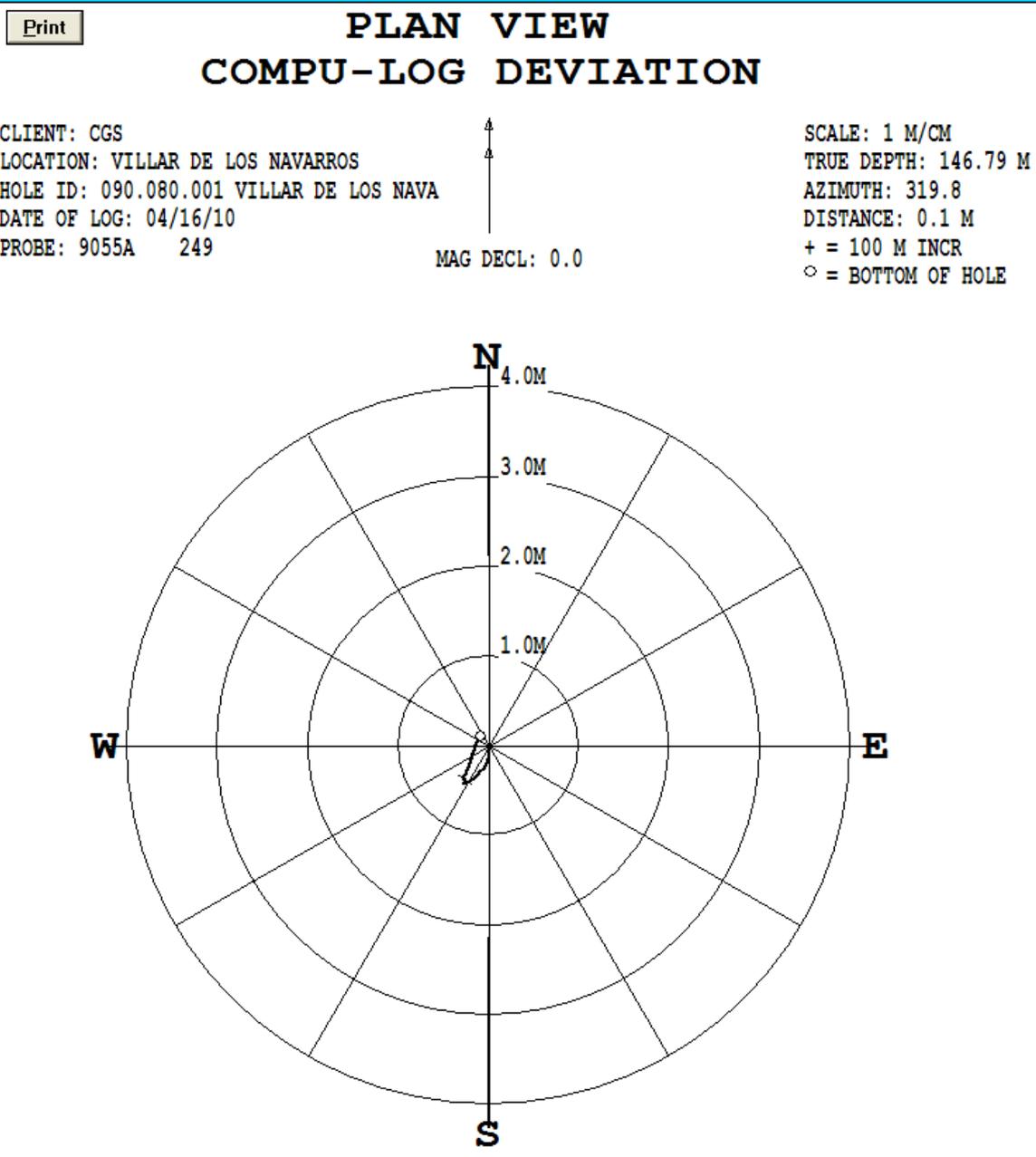
En la gráfica de desviación del sondeo vista en planta se muestra los valores del Acimut y la Distancia de la desviación con respecto a la vertical al final del sondeo.

En el ANEXO-I, se presenta en papel continuo la diagráfia completa (hidrogeológica más desviación) a escala 1/200.





	Sondeo: <b>090.080.001 Villar de los Navarros</b>		
	DESVIACIÓN VISTA EN PLANTA	Fecha: 16-04-2010	



## RESULTADOS OBTENIDOS

### UBICACIÓN Y LITOLOGÍA

El sondeo está ubicado en la masa de agua "090.080 CUBETA DE AZUARA.

La perforación ha atravesando unas alternancias de filitas y conglomerados y/o areniscas del Mioceno.

Esta formación se pueden consultar en la columna litológica de la diagráfia que presentamos en el ANEXO-I.

### NIVEL FREÁTICO

En el momento de efectuar la testificación geofísica el nivel freático del sondeo se encontraba a los 84 metros de profundidad.

### CONDUCTIVIDAD Y TEMPERATURA DEL FLUIDO

La conductividad obtenida en el sondeo se presenta en dos diferentes tramos. El primero de 84 metros a 112 metros aparece una conductividad de 600  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ., y, el segundo tramo, de metros a 112 metros al final del sondeo, la conductividad va aumentando paulatinamente hasta alcanzar los 720  $\mu\text{s}/\text{cm}$ .

La temperatura presenta un primer tramo, de los 84 metros a los 112 metros, con un valor medio de 14,3 grados centígrados. De aquí en adelante y hasta el final del sondeo la temperatura va aumentando paulatinamente hasta llegar a los 15,3<sup>o</sup> C, al final del sondeo.

### APORTES DE AGUA

De la respuesta obtenida con la sonda 8044-hidrogeológica, que registra los parámetros de Gamma Natural, Resistividad Normal corta y larga, Resistividad Lateral, Potencial Espontáneo, Temperatura y Conductividad, se han evaluado los tramos con mayor aporte de agua al sondeo, correspondiendo con las zonas más porosas y permeables, y confeccionado la siguiente tabla.

TRAMOS CON APORTE DE AGUA	ESPESOR	LITOLOGÍA
Tramo de 62 m. a 65 m.	3 m.	Conglomerado y/o arenisca
Tramo de 73,5 m. a 77,5 m.	4 m.	Conglomerado y/o arenisca
Tramo de 91 m. a 93,5 m.	2,5 m.	Conglomerado y/o arenisca
Tramo de 95,5 m. a 99 m.	3,5 m.	Conglomerado y/o arenisca
Tramo de 103 m. a 104,5 m.	1,5 m.	Conglomerado y/o arenisca
Tramo de 106,5 m. a 108 m.	1,5 m.	Conglomerado y/o arenisca
Tramo de 114 m. a 116 m.	2 m.	Conglomerado y/o arenisca
Tramo de 117,5 m. a 118,5 m.	1 m.	Conglomerado y/o arenisca

TRAMOS CON APORTE DE AGUA	ESPESOR	LITOLOGÍA
Tramo de 122 m. a 125 m.	3 m.	Conglomerado y/o arenisca
Tramo de 127,5 m. a 131 m.	3,5 m.	Conglomerado y/o arenisca
Tramo de 133 m. a 134,5 m.	1,5 m.	Conglomerado y/o arenisca
Tramo de 137,5 m. a 141 m.	3,5 m.	Conglomerado y/o arenisca

## DESVIACIÓN

De la respuesta obtenida con la sonda 9055-desviación que mide la desviación e inclinación del sondeo se han obtenido los siguientes resultados:

- La distancia de máxima desviación con respecto a la vertical ha sido de 0,50 metros entre el metro 58 y el 104.
- El Acimut mantiene una media aproximada de 210°.
- El sondeo presenta una inclinación máxima de 1,20° a los 42 metros de profundidad.

A continuación se presenta una tabla con un listado de valores de desviación a intervalo de 2 metros de los parámetros de Profundidad del Cable, Profundidad Real, Desviación Norte, Desviación Este, Distancia, Acimut e Inclinación.

PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
6.00	6.00	-0.01	-0.01	0.00	241.30	0.70
8.00	8.00	-0.01	-0.01	0.00	233.70	0.20
10.00	10.00	0.00	-0.01	0.00	247.10	0.50
12.00	12.00	-0.01	0.00	0.00	213.10	0.30
14.00	14.00	-0.01	-0.01	0.00	214.70	0.10
16.00	16.00	-0.01	0.00	0.00	178.40	0.30
18.00	18.00	-0.01	0.00	0.00	196.20	0.50
20.00	20.00	-0.01	-0.01	0.00	206.80	0.20
22.00	22.00	-0.02	0.00	0.00	184.20	0.30
24.00	24.00	-0.03	0.00	0.00	174.50	0.40
26.00	26.00	-0.04	0.01	0.00	171.40	0.40
28.00	28.00	-0.06	0.01	0.10	170.90	0.80
30.00	30.00	-0.09	0.01	0.10	175.50	0.70
32.00	32.00	-0.12	0.00	0.10	178.10	0.40
34.00	34.00	-0.15	0.00	0.20	181.50	0.90
36.00	36.00	-0.19	-0.01	0.20	184.10	1.10
38.00	38.00	-0.22	-0.03	0.20	188.50	1.30
40.00	40.00	-0.25	-0.05	0.30	191.90	0.90
42.00	42.00	-0.27	-0.08	0.30	196.10	1.20

PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
44.00	44.00	-0.29	-0.10	0.30	198.10	0.80
46.00	46.00	-0.32	-0.12	0.30	200.30	0.90
48.00	48.00	-0.34	-0.14	0.40	202.10	0.70
50.00	50.00	-0.36	-0.15	0.40	203.50	0.50
52.00	52.00	-0.37	-0.17	0.40	204.80	0.30
54.00	54.00	-0.37	-0.19	0.40	206.60	0.70
56.00	56.00	-0.39	-0.20	0.40	207.50	1.00
58.00	58.00	-0.40	-0.22	0.50	209.00	0.60
60.00	60.00	-0.41	-0.24	0.50	210.10	0.60
62.00	62.00	-0.42	-0.25	0.50	210.60	0.50
64.00	64.00	-0.42	-0.26	0.50	211.30	0.30
66.00	66.00	-0.42	-0.26	0.50	212.10	0.10
68.00	68.00	-0.42	-0.27	0.50	212.30	0.10
70.00	70.00	-0.42	-0.27	0.50	212.60	0.10
72.00	72.00	-0.41	-0.27	0.50	213.10	0.10
74.00	74.00	-0.41	-0.27	0.50	213.40	0.10
76.00	76.00	-0.41	-0.27	0.50	213.40	0.10
78.00	78.00	-0.41	-0.27	0.50	213.70	0.10
80.00	80.00	-0.40	-0.27	0.50	213.80	0.10
82.00	82.00	-0.40	-0.26	0.50	213.20	0.40
84.00	84.00	-0.41	-0.25	0.50	212.00	0.30
86.00	86.00	-0.40	-0.25	0.50	212.40	0.10
88.00	88.00	-0.39	-0.25	0.50	212.60	0.20
90.00	90.00	-0.39	-0.26	0.50	213.60	0.20
92.00	92.00	-0.38	-0.26	0.50	214.20	0.10
94.00	94.00	-0.38	-0.26	0.50	215.00	0.20
96.00	96.00	-0.37	-0.27	0.50	215.80	0.30
98.00	98.00	-0.37	-0.28	0.50	216.40	0.10
100.00	100.00	-0.37	-0.28	0.50	216.60	0.10
102.00	102.00	-0.37	-0.28	0.50	217.00	0.10
104.00	104.00	-0.36	-0.27	0.50	217.30	0.30
106.00	106.00	-0.35	-0.27	0.40	217.80	0.40
108.00	107.99	-0.34	-0.27	0.40	218.20	0.50
110.00	109.99	-0.33	-0.26	0.40	218.60	0.30
112.00	111.99	-0.31	-0.25	0.40	219.00	0.90
114.00	113.99	-0.30	-0.24	0.40	219.20	0.30
116.00	115.99	-0.29	-0.24	0.40	219.80	0.10
118.00	117.99	-0.27	-0.23	0.40	220.70	0.50
120.00	119.99	-0.25	-0.23	0.30	221.80	0.60
122.00	121.99	-0.23	-0.22	0.30	223.00	0.70
124.00	123.99	-0.20	-0.20	0.30	225.00	0.80
126.00	125.99	-0.18	-0.19	0.30	227.20	0.80
128.00	127.99	-0.15	-0.19	0.20	230.60	0.80
130.00	129.99	-0.13	-0.18	0.20	234.90	1.40
132.00	131.99	-0.09	-0.17	0.20	241.50	0.90
134.00	133.99	-0.06	-0.17	0.20	248.90	0.90
136.00	135.99	-0.04	-0.15	0.20	256.60	0.90
138.00	137.99	-0.01	-0.14	0.10	264.50	0.60
140.00	139.99	0.02	-0.14	0.10	276.20	1.00

PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
142.00	141.99	0.04	-0.12	0.10	288.50	0.50
144.00	143.99	0.06	-0.11	0.10	296.50	0.70



Fdo: José Luengo  
Geofísico

**CGS** Dto. de Geofísica Aplicada  
16 DE ABRIL DE 2010

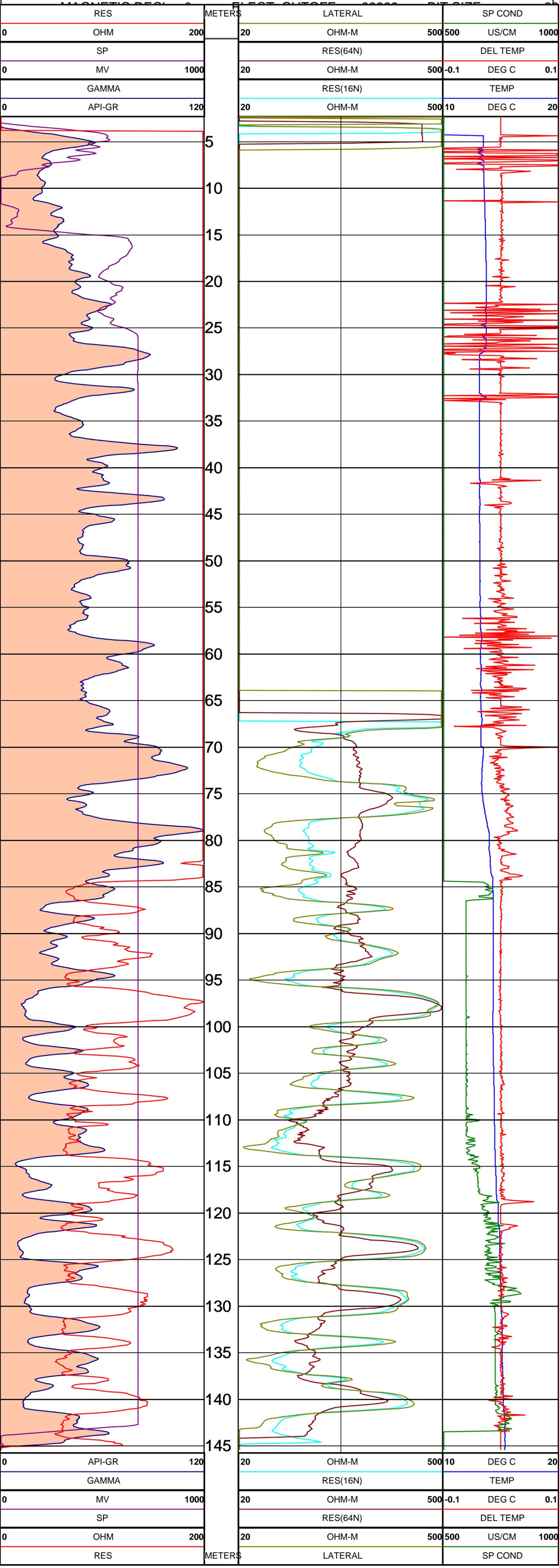
**ANEXO-I**

**DIAGRAFÍA COMPLETA DEL SONDEO: 090.080.001 VILLAR DE LOS  
NAVARROS**  
ESCALA: 1/200



LOG PARAMETERS

MATRIX DENSITY : 2.65 NEUTRON MATRIX : SANDSTCMATRIX DELTA T : 130



0	API-GR	120	20	OHM-M	500	10	DEG C	20
	GAMMA			RES(16N)			TEMP	
0	MV	1000	20	OHM-M	500	-0.1	DEG C	0.1
	SP			RES(64N)			DEL TEMP	
0	OHM	200	20	OHM-M	500	500	US/CM	1000
	RES			LATERAL			SP COND	



## **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 VILLAR DE LOS NAVARROS (090.080.001)**

<b>RESUMEN DE UNIDADES</b>	
<b>Profundidad de la bomba</b>	135 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 22 de diciembre de 2010, al sondeo a las 8:30 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 135 m de profundidad.



*Imagen 1. Vista general del equipo de bombeo.*

El ensayo de bombeo comienza a las 11:00 h, una vez equipado el sondeo. Las características del ensayo de bombeo son las que se describen en la siguiente tabla:

VILLAR DE LOS NAVARROS					
	Q (l/s)	t (min)	N inicial	N final	s (m)
<b>Escalón 1</b>	1	90	80,78	98,25	17,47
<b>Recuperación 1</b>	-	60	98,25	83,96	15,29
<b>Escalón 2</b>	0,25	30	83,96	86,85	3,89
<b>Escalón 3</b>	0,50	120	86,85	89,75	2,90
<b>Escalón 4</b>	0,75	1.200	89,75	99,14	9,39
<b>Recuperación 2</b>	-	120	99,14	84,21	14,93 (*)

(\*) El nivel asciende.

### • Escalón 1

El Escalón 1 comienza a las 11:00 h y acaba a las 12:30 h, teniendo una duración de 90 minutos y con un caudal de 1 l/s. El descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 17,47 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 80,78 m, y el nivel al final de este escalón se encuentra a 98,25 m.

Al principio del escalón el agua sale sucia, de color marrón, pero conforme avanza, el agua se aclara.



**Imagen 2.** Caudal extraído durante el primer escalón.

Debido al descenso observado en el nivel dinámico, se decide parar de bombear para medir recuperación (Recuperación 1) con una duración de 60 min., donde el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 83,96 m de profundidad, por lo que el ascenso observado es de 15,29 m.

- **Escalón 2**

Da comienzo a las 13:30 h, y acaba a las 14:00 h, teniendo una duración de 30 minutos y con un caudal de 0,25 l/s. Comienza con el nivel a 83,96 m, y finaliza en 86,85 m, con lo que el descenso observado es de 3,89 m.



*Imagen 3. Caudal extraído durante el segundo escalón.*

- **Escalón 3**

Se extrae un caudal de 0,50 l/s, y tras 120 minutos, a las 16:00 h, se observa que el descenso ha sido de 2,90 m, hasta alcanzar la profundidad de 89,75 m.



*Imagen 4. Caudal extraído durante el tercer escalón.*

- **Escalón 4 (larga duración)**

Da comienzo a las 16:00 h, con un caudal de 1 l/s. Tiene una duración final de 20 horas, durante las cuales el nivel desciende hasta la profundidad de 99,14 m, con lo que el descenso observado es de 9,39 m.



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

Tras este escalón de larga duración, a las 12:00 h del 23/12/2010, comienza la recuperación (Recuperación 2) con una duración de 120 min., donde el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 84,21 m de profundidad, por lo que el ascenso observado es de 14,93 m.

Simultáneamente al ensayo de bombeo se toman medidas de CE, T<sup>a</sup> y pH en cada escalón:

- **Escalón 1 (Q= 1 l/s)**

Final del Escalón 1: CE= 599  $\mu$ S/cm; T<sup>a</sup> = 15,9 °C; pH= 7,58.

- **Escalón 2 (Q= 0,25 l/s)**

Final del Escalón 2: CE= 592  $\mu$ S/cm; T<sup>a</sup> = 16,8 °C; pH= 7,45.

- **Escalón 3 (Q= 0,50 l/s)**

Final del Escalón 3: CE= 596  $\mu$ S/cm; T<sup>a</sup> = 18,6 °C; pH= 7,35.

- **Escalón 4 (Q= 1 l/s, larga duración)**

Inicio del Escalón 4: CE= 592  $\mu$ S/cm; T<sup>a</sup> = 18,0 °C; pH= 7,33.

Medio del Escalón 4: CE= 600  $\mu$ S/cm; T<sup>a</sup> = 17,9 °C; pH= 7,32.

Medio del Escalón 4: CE= 611  $\mu$ S/cm; T<sup>a</sup> = 17,0 °C; pH= 7,37.

Final del Escalón 4: CE= 628  $\mu$ S/cm; T<sup>a</sup> = 17,5 °C; pH= 7,36.



**Imagen 6.** 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.

Una vez extraído el equipo de bombeo del pozo, se ha tomado una nueva medida del nivel, encontrándose a 83,69 m, a las 15:30 h.

Durante el ensayo de bombeo, se ha llevado a cabo el control de la evolución del nivel freático, mediante el empleo de un datalogger, en un pozo cuyas coordenadas son X: 665.418, Y: 4.560.213 y Z: 764 m s.n.m. El nivel freático no experimentado variaciones significativas durante el aforo.

Esther Torresquebrada Aguirre.  
Hidrogeóloga.

Γ 1  
 C.G.S. Compañía General de Soneos,S.A.  
 C/ ANABEL SEGURA, 11 Edificio A, 4º of. b  
 28108 ALCOBENDAS  
 MADRID  
 L J

Fecha: 23 DE DICIEMBRE DE 2010

<b>Sondeo:</b> 090.080.001	<b>Termino municipal:</b> VILLAR DE LOS NAVARROS	<b>Provincia:</b> ZARAGOZA
----------------------------	--	----------------------------

<b>Comienzo:</b> Día 22/12/10 Hora 11:00 NE. 80,78	<b>Terminación:</b> Día 23/12/10 Hora 14:00 ND. 99,14
--	---

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> SATUR <b>Tensión:</b> 760 <b>Tipo:</b> 6SS 60-14 <b>Potencia:</b> 50 CV	180 Ø 149 m	<b>Profundidad rejilla:</b> 135 m. <b>Q. medidas con:</b> TUBO PITOT <b>Niveles medidos con:</b> SONDA Ø Tubería: 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				1ª Recuperacion				2º Escalon			
Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.	
0m	NE	80,78	NE	0m		98,25		0m	NE	83,96	NE
1m	1	87,40	SUCIA	1m		93,80		1m	0,25	89,63	COLOR
2m	1	87,90	SUCIA	2m		90,36		2m	0,25	88,87	COLOR
3m	1	88,30	SUCIA	3m		89,58		3m	0,25	88,44	COLOR
4m	1	88,55	SUCIA	4m		89,54		4m	0,25	88,06	COLOR
5m	1	88,68	SUCIA	5m		89,38		5m	0,25	87,88	COLOR
6m	1	88,78	SUCIA	6m		89,19		6m	0,25	87,72	COLOR
7m	1	88,89	SUCIA	7m		89,00		7m	0,25	87,61	COLOR
8m	1	89,00	SUCIA	8m		88,76		8m	0,25	87,44	COLOR
9m	1	88,12	SUCIA	9m		88,54		9m	0,25	87,30	COLOR
10m	1	89,25	SUCIA	10m		88,31		10m	0,25	87,22	COLOR
15m	1	90,98	SUCIA	15m		87,37		15m	0,25	87,00	COLOR
20m	1	91,70	SUCIA	20m		86,65		20m	0,25	86,92	COLOR
25m	1	92,74	SUCIA	25m		86,00		25m	0,25	86,84	COLOR
30m	1	93,56	SUCIA	30m		85,55		30m	0,25	86,85	COLOR
40m	1	94,70	SUCIA	40m		84,87					
50m	1	95,83	SUCIA	50m		84,35					
60m	1	96,68	SUCIA	60m		83,96					
75m	1	97,43	SUCIA								
90m	1	98,25	COLOR								

3º Escalon				4º Escalon				2ª Recuperacion			
Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.	
0m	ND	86,85	ND	0m	ND	89,75	ND	0m		99,14	
1m	0,5	87,18	COLOR	1m	0,75	90,00	COLOR	1m		92,14	
2m	0,5	87,25	COLOR	2m	0,75	90,09	COLOR	2m		91,65	
3m	0,5	87,38	COLOR	3m	0,75	90,31	COLOR	3m		91,30	
4m	0,5	87,50	COLOR	4m	0,75	90,53	COLOR	4m		91,05	
5m	0,5	87,68	COLOR	5m	0,75	90,69	COLOR	5m		90,86	
6m	0,5	87,77	COLOR	6m	0,75	90,86	COLOR	6m		90,70	
7m	0,5	87,85	COLOR	7m	0,75	91,00	COLOR	7m		90,55	
8m	0,5	87,95	COLOR	8m	0,75	91,15	COLOR	8m		90,40	
9m	0,5	88,03	COLOR	9m	0,75	91,27	COLOR	9m		90,26	
10m	0,5	88,12	COLOR	10m	0,75	91,40	COLOR	10m		90,13	
15m	0,5	88,45	COLOR	15m	0,75	91,85	COLOR	15m		89,61	
20m	0,5	88,67	COLOR	20m	0,75	92,12	CLARA	20m		89,12	
25m	0,5	88,91	COLOR	25m	0,75	92,49	CLARA	25m		88,68	
30m	0,5	89,00	COLOR	30m	0,75	92,68	CLARA	30m		88,29	
40m	0,5	89,30	COLOR	40m	0,75	93,09	CLARA	40m		87,55	
50m	0,5	89,34	COLOR	50m	0,75	93,45	CLARA	50m		86,90	
60m	0,5	89,39	COLOR	60m	0,75	93,67	CLARA	60m		86,39	
75m	0,5	89,50	COLOR	75m	0,75	93,94	CLARA	75m		85,60	
90m	0,5	89,62	CLARA	90m	0,75	94,00	CLARA	90m		85,04	
105m	0,5	89,69	CLARA	105m	0,75	94,23	CLARA	105m		84,63	
120m	0,5	89,75	CLARA	120m	0,75	94,50	CLARA	120m		84,21	
				2,5h	0,75	94,82	CLARA				
				3h	0,75	95,12	CLARA				
				3,5h	0,75	95,31	CLARA				
				4h	0,75	95,50	CLARA				
				5h	0,75	95,86	CLARA				
				6h	0,75	96,15	CLARA				
				7h	0,75	96,45	CLARA				
				8h	0,75	96,74	CLARA				
				9h	0,75	97,00	CLARA				
				10h	0,75	97,25	CLARA				
				11h	0,75	97,51	CLARA				
				12h	0,75	97,74	CLARA				
				13h	0,75	97,98	CLARA				
				14h	0,75	98,20	CLARA				
				15h	0,75	98,38	CLARA				
				16h	0,75	98,54	CLARA				
				17h	0,75	98,70	CLARA				
				18h	0,75	98,85	CLARA				
				19h	0,75	98,99	CLARA				
				20h	0,75	99,14	CLARA				



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





**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000034194**

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 VILLAR DE LOS NAVARROS (ZARAGOZA)	

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000031539

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Toma de Muestra: 17/4/2009

Recepción: 5/5/2010

Inicio análisis: 05/05/2010

Fin análisis: 06/05/2010

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	0,20 mg/l	±0,02	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	12,74 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	263,43 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,09 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	67,29 mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l		Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	36,19 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	574 µS/cm	±11	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,46 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	±0,05	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l		Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	0,37 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	31,92 mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	31,93 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
*NITRITOS	< 0,1 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
pH	7,54 ud. de pH	±0,38	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	2,66 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	15,63 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	45,65 mg/l		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.

CENTRO DE ANALISIS DE AGUAS, S.A. dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad CERTIFICADO POR SGS conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2008.

CENTRO DE ANALISIS DE AGUAS, S.A. dispone de un Sistema de Gestión Ambiental CERTIFICADO POR SGS, conforme con los requisitos de la norma ISO 14001:2004.

11 de mayo de 2010

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	36,19	1,02	15,00
SULFATOS	45,65	0,95	13,97
BICARBONATOS	263,43	4,32	63,46
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	31,93	0,51	7,57
SODIO	15,63	0,68	10,10
MAGNESIO	31,92	2,63	39,01
CALCIO	67,29	3,36	49,88
POTASIO	2,66	0,07	1,01

CLASIFICACIÓN DEL AGUA:

**BICARBONATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos	508,60 mg/l
CO2 libre	12,09 mg/l
Dureza total	29,95 °Francés
Dureza total	299,47 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	83,54 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	216,05 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	216,05 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

rCl+rSO <sub>4</sub> /rHCO <sub>3</sub> +rCO <sub>3</sub>	0,46
rNa+rK/rCa+rMg	0,12
rNa/rK	9,99
rNa/rCa	0,20
rCa/rMg	1,28
rCl/rHCO <sub>3</sub>	0,24
rSO <sub>4</sub> /rCl	0,93
rMg/rCa	0,78
i.c.b.	0,27
i.d.d.	0,05

Nº Registro: 31539



**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000033395**

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 SAVIÑAN-FIN DE LIMPIEZA

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000030712

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Toma de Muestra: 17/3/2010

Hora: 21:50

Recepción: 29/3/2010

Inicio análisis: 29/03/2010

Fin análisis: 08/04/2010

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	0,81 mg/l	±0,08	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	10,62 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	326,89 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,64 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	119,25 mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l		Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	79,20 mg/l		Cromatografía iónica (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	1342 µS/cm	±27	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,19 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	±0,02	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	64,92 mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	7,11 mg/l		Cromatografía iónica (PIE-CION)
*NITRITOS	<0.1 mg/l		Cromatografía iónica (PIE-CION)
pH	7,65 ud. de pH	±0,38	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	16,83 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	131,10 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	444,95 mg/l		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.

CENTRO DE ANALISIS DE AGUAS, S.A. dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad CERTIFICADO POR SGS conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2008.

CENTRO DE ANALISIS DE AGUAS, S.A. dispone de un Sistema de Gestión Ambiental CERTIFICADO POR SGS, conforme con los requisitos de la norma ISO 14001:2004.

15 de abril de 2010

Fdo.: Susana Avilés Espiñero  
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	79,20	2,23	13,16
SULFATOS	444,95	9,26	54,59
BICARBONATOS	326,89	5,36	31,57
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	7,11	0,11	0,68
SODIO	131,10	5,70	32,72
MAGNESIO	64,92	5,34	30,66
CALCIO	119,25	5,95	34,15
POTASIO	16,83	0,43	2,47

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **SULFATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,04 °C
Sólidos disueltos	1202,55 mg/l
CO2 libre	11,65 mg/l
Dureza total	56,51 °Francés
Dureza total	565,11 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	297,16 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	268,10 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	268,10 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	2,15
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,54
$rNa/rK$	13,25
$rNa/rCa$	0,96
$rCa/rMg$	1,11
$rCl/rHCO_3$	0,42
$rSO_4/rCl$	4,15
$rMg/rCa$	0,90
i.c.b.	-1,75
i.d.d.	-0,26

Nº Registro: 30712

### INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000041007

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 VILLAR DE LOS NAVARROS

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000037797

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Toma de Muestra: 23/12/2010

Hora: 10:00

Recepción: 11/01/2011

Inicio análisis: 11/01/2011

Fin análisis: 14/01/2011

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	10,97 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	303,71 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	< 0,05 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	78,24 mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l		Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	32,59 mg/l	±1,96	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	588 µS/cm	±12	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,06 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	±0,01	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	39,02 mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	30,46 mg/l	±3,66	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
NITRITOS	< 0,1 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
pH	7,51 ud. de pH	±0,38	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	1,60 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	11,02 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	30,44 mg/l	±1,83	Cromatografía iónica. (PIE-CION)

\* Resultados aproximados (no acreditados):

AMONIO 0,00 mg/l  
NITRITOS 0,01 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.

17 de enero 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	32,59	0,92	13,09
SULFATOS	30,44	0,63	9,03
BICARBONATOS	303,71	4,98	70,89
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	30,46	0,49	7,00
SODIO	11,02	0,48	6,28
MAGNESIO	39,02	3,21	42,05
CALCIO	78,24	3,90	51,13
POTASIO	1,60	0,04	0,54

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos	538,19 mg/l
CO2 libre	14,94 mg/l
Dureza total	35,60 °Francés
Dureza total	356,05 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	107,10 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	249,09 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	249,09 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
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,07
$rNa/rK$	11,71
$rNa/rCa$	0,12
$rCa/rMg$	1,22
$rCl/rHCO_3$	0,18
$rSO_4/rCl$	0,69
$rMg/rCa$	0,82
i.c.b.	0,43
i.d.d.	0,07

Nº Registro: 37797

### INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000041129

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

VIL.1

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **000037813**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Recepción: **12/01/2011**

Inicio análisis: **12/01/2011**

Fin análisis: **14/01/2011**

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	11,22 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	300,11 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	< 0,05 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	74,67 mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l		Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	31,91 mg/l	±1,91	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	597 µS/cm	±12	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	< 0,05 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l		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	32,52 mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	30,25 mg/l	±3,63	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
NITRITOS	0,26 mg/l	±0,03	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
pH	7,60 ud. de pH	±0,38	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	1,61 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	11,31 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	32,20 mg/l	±1,93	Cromatografía iónica. (PIE-CION)

\* Resultados aproximados (no acreditados):

AMONIO 0,00 mg/l

FOSFATOS 0,01 mg P-PO4 <sup>3-</sup>/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.*

**20 de enero 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	31,91	0,90	12,90
SULFATOS	32,20	0,67	9,61
BICARBONATOS	300,11	4,92	70,50
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	30,25	0,49	6,99
SODIO	11,31	0,49	7,09
MAGNESIO	32,52	2,68	38,58
CALCIO	74,67	3,73	53,73
POTASIO	1,61	0,04	0,59

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos	526,12 mg/l
CO2 libre	12,00 mg/l
Dureza total	32,04 °Francés
Dureza total	320,37 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	74,37 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	246,14 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	246,14 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,32
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,08
$rNa/rK$	11,95
$rNa/rCa$	0,13
$rCa/rMg$	1,39
$rCl/rHCO_3$	0,18
$rSO_4/rCl$	0,74
$rMg/rCa$	0,72
i.c.b.	0,41
i.d.d.	0,06

Nº Registro: 37813

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



## FICHA DE PIEZÓMETRO

TOPONIMIA		VILLAR DE LOS NAVARROS MARM. PEÑARROYA		CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.604.006	
CÓDIGO IPA		2717-6-0014	Nº MTN 1:50.000 2717	MUNICIPIO Villar de los Navarros	PROVINCIA	Zaragoza	
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO					
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		080   CUBETA DE AZUARA					
U. HIDROGEOLÓGICA		Central Ibérico					
ACUÍFERO(S)		08002   Terciario detrítico - Áreniscas y conglomerados					
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	665359	DATOS OBTENIDOS DE:	GIS-Oleicola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL	
	Y	4559765					
COTA DEL SUELO msnm	Z	887	DATOS OBTENIDOS DE:	GPS	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0	
POLÍGONO		25		PARCELA	9003		
TITULARIDAD DEL TERRENO		Confederación Hidrográfica del Ebro					
PERSONA DE CONTACTO							
ACCESO		Llegar a Villar de los Navarros y tomar el camino rural asfaltado que lleva a Azuara (a 20 km). Se deja el polideportivo y las piscinas a la derecha. Desde el cruce avanzar 2.5 km y girar a la derecha por el camino que cruza el cauce seco. El pozo está pasado el cauce a la izquierda.					

### CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO

METODO		Rotopercusión		PROFUNDIDAD DEL SONDEO				150			EMPAQUE		Si	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION				
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA			
0	2	380	0	2	380	Metálica	96	104	Puentecillo	0	9			
2	17,5	324	0	17,5	300	Metálica	110	116	Puentecillo					
17,5	150	280	0	150	180	Metálica	122	132	Puentecillo					
							138	144	Puentecillo					

### HISTORIA

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

### LOCALIZACIÓN

MAPA TOPOGRÁFICO 1.25.000

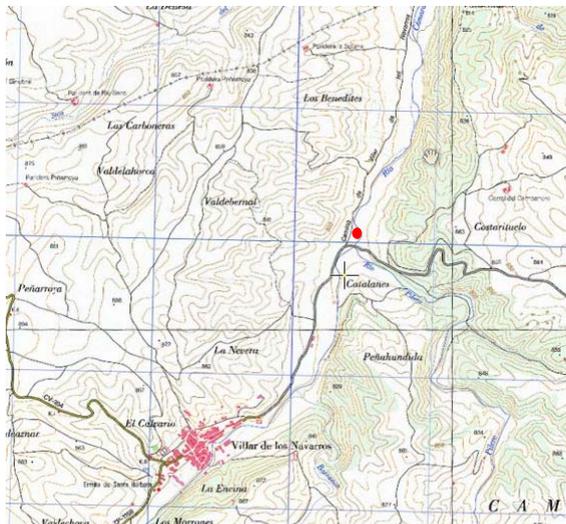
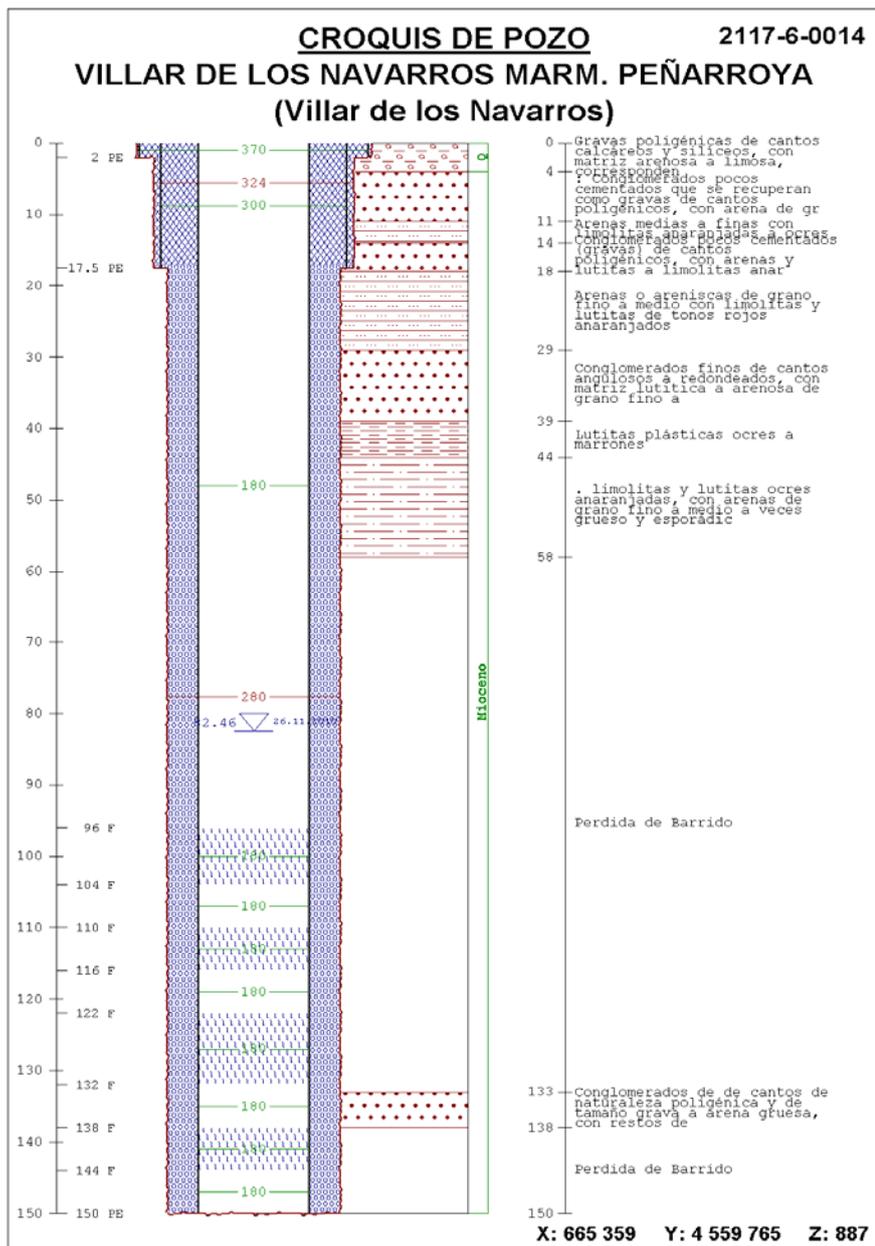


FOTO AÉREA



# 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:** (2717) AZUARA

**UTMX:** 665359

**UTMY:** 4559765

**COTA:** 770

**Provincia:** ZARAGOZA

**Municipio:** VILLAR DE LOS NAVARROS

**Localidad:** VILLAR DE LOS NAVARROS

**Paraje:** VILLAR DE LOS NAVARROS MARM. PEÑARROYA

**Polígono:** 25

**Parcela:** 9003

**Dominio Hidrogeológico:** Central Ibérico

**Unidad:** Campo de Belchite

**Acuífero:** Terciario detrítico

**Masa Subterránea A:** CUBETA DE AZUARA

**Masa Subterránea B:**

**Acuífero:** Terciario detrítico

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

**Río:** CAMARAS

**Cuenca:** EBRO

**Acceso:** Desde Villar de los Navarros tomar el camino rural asfaltado que lleva a Azuara (a 20 km). Se deja el polideportivo y las piscinas a la derecha. Desde el cruce avanzar 2.5 km y girar a la derecha por el camino que cruza el cauce seco. El pozo está pasado el cauce a la izquierda.

**Observaciones:** SONDEO PROYECTO ADECUACIÓN REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.

CLAVE 09.822-0003/2111.



Vista General (11/05/2012)

Nº	RealizacionFicha	Fuente de informacion	FECHA	FECHAINFO	OBSERVACIONES
1	TCL	CHE (OPH)	27/02/2007		FUTURO SONDEO PROYECTO ADECUACIÓN REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CLAVE 09.822-0003/2111
23	TCL	CHE (OPH)	29/06/2012		meto ortoimagen de situación facilitada por Javier Ramajo.

## PERFORACIÓN

**Contratista:** CGS (PerforacionesJiennenses Marchal S.L)

**Año:** 2010

**Tipo perforación:** ROTOPERCUSION CON CIRCULACION DIRECTA **Profundidad total:** 150

**Observaciones:**

Desde	Hasta	Diámetro (mm)
0	2	380
2	17.5	324
17.5	150	280

## REVESTIMIENTO

Desde	Hasta	Diámetro(mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	2	380	4	Metálica	CEMENTACION
0	17.5	300	4	Metálica ciega	CEMENTACION
0	96	180	4	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA
96	104	180	4	Metálica puentecillo	EMPAQUE DE GRAVA
104	110	180	4	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA
110	116	180	4	Metálica puentecillo	EMPAQUE DE GRAVA
116	122	180	4	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA
122	132	180	4	Metálica puentecillo	EMPAQUE DE GRAVA
132	138	180	4	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA
138	144	180	4	Metálica puentecillo	EMPAQUE DE GRAVA
144	150	180	4	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA

## LITOLOGÍA

**Descripción geológica:** Desde el punto de vista geológico el sondeo se ubica sobre conglomerados con lutitas y limos edad Mioceno medio-superior (Aragoniense-Vallesiense).

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	4	GRAVAS	CUATERNARIO ALUVIAL	
<b>Observaciones:</b> Gravas poligénicas de cantos calcáreos y silíceos, con matriz arenosa a limosa, corresponden a los depósitos del río Camaras.				
4	11	CONGLOMERADOS	MIOCENO	
<b>Observaciones:</b> Conglomerados pocos cementados que se recuperan como gravas de cantos poligénicos, con arena de grano medio a grueso, con limolitas y lutitas de tonos rojizos				
11	14	ARENISCAS	MIOCENO	
<b>Observaciones:</b> Arenas medias a finas con limolitas anaranjadas a ocres				
14	18	CONGLOMERADOS	MIOCENO	
<b>Observaciones:</b> Conglomerados pocos cementados (gravas) de cantos poligénicos, con arenas y lutitas a limolitas anaranjados a ocres.				
18	29	ARENISCAS	MIOCENO	

**Observaciones:** Arenas o areniscas de grano fino a medio con limolitas y lutitas de tonos rojos anaranjados.

29	39	CONGLOMERADOS	MIOCENO	
<b>Observaciones:</b> Conglomerados finos de cantos angulosos a redondeados, con matriz lutítica a arenosa de grano fino a medio de tono rojo a ocre.				
39	44	ARCILLAS	MIOCENO	
<b>Observaciones:</b> Lutitas plásticas ocre a marrones				
44	58	LIMOLITAS	MIOCENO	
<b>Observaciones:</b> . limolitas y lutitas ocre anaranjadas, con arenas de grano fino a medio a veces grueso y esporádicos Cantos poligénicos de tamaño grava				
58	133	DESCONOCIDO	MIOCENO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Perdida de Barrido, se observan aportes a partir de los 103 metros cuando empieza a recuperarse parcialmente el barrido				
133	138	CONGLOMERADOS	MIOCENO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> de ripios correspondientes a cantos de naturaleza poligénica y de tamaño grava a arena gruesa, con restos de lutitas.				
138	150	DESCONOCIDO	MIOCENO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Perdida de Barrido				

### ENSAYOS DE BOMBEO

Fecha	Caudal (l/s)	Nivel Inicial (m)	Depresión (m)	Duración (h)	Transmisividad (m <sup>2</sup> /d)	S	Fuente Información
23/12/2010	0	99.14	14.93	0.1			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> Segunda recuperación							
22/12/2010	0.75	89.75	-9.39	0.8			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> Escalón continuo							
22/12/2010	0.5	86.85	-2.9	0.1			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> Tercer escalón							
22/12/2010	0.25	83.96	-2.89	0			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> Segundo escalón							
22/12/2010	0	98.25	14.29	0			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> Primera recuperación							
22/12/2010	1	80.78	-17.47	0.1			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> Primer escalón							

### PIEZOHIDROMETRÍA

NIVEL: NIVEL1

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
14	84.49	78.43	6.06	82.0757	1.7406

### HIDROQUÍMICA

Fecha muestreo	Cl meq/l mg/l	SO4 meq/l mg/l	HCO3 meq/l mg/l	NO3 meq/l mg/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.
----------------	---------------------	----------------------	-----------------------	----------------------	---------------------	---------------------	---------------------	--------------------	-------------------------	---------------------	------------	--------------

23/12/2010	0.8989	0.6708	4.9198	0.4879	0.4917	2.6876	3.7242	0.0412	628	7.4	-0.4703	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
	<i>31.91</i>	<i>32.2</i>	<i>300.11</i>	<i>30.25</i>	<i>11.31</i>	<i>32.52</i>	<i>74.67</i>	<i>1.61</i>				
23/12/2010	0.918	0.6342	4.9789	0.4913	0.4791	3.2248	3.9022	0.0409	628	7.4	8.5177	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
	<i>32.59</i>	<i>30.44</i>	<i>303.71</i>	<i>30.46</i>	<i>11.02</i>	<i>39.02</i>	<i>78.24</i>	<i>1.6</i>				
23/12/2010									611	7.4		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
23/12/2010									600	7.3		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
22/12/2010									592	7.3		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
22/12/2010									596	7.4		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
22/12/2010									592	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

---

---

22/12/2010									599	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
15/04/2010	1.0194	0.951	4.3185	0.515	0.6796	2.638	3.3561	0.068	616	-0.9196	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
	36.19	45.65	263.43	31.93	15.63	31.92	67.29	2.66			

---

**OTRAS FOTOS**



Acceso desde Villar de los Navarros a Azuara (01/09/2010)



Referencia (01/09/2010)



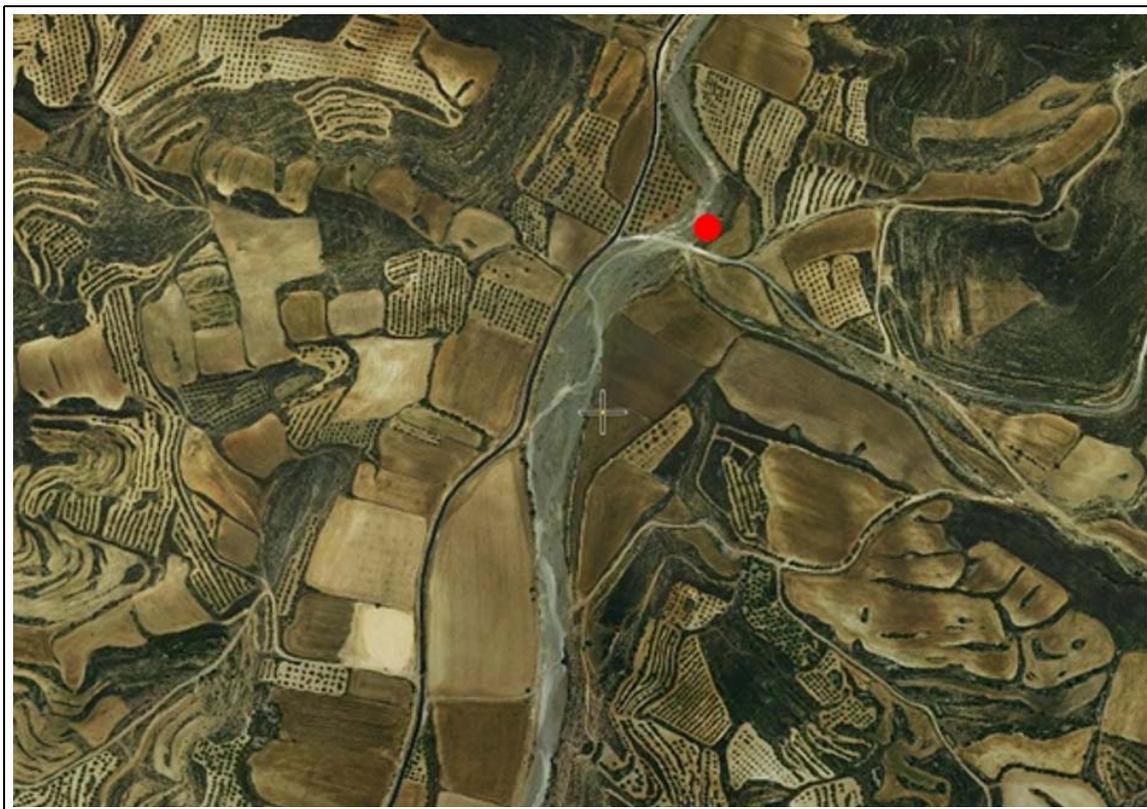
Detalle (01/09/2010)



Referencia\_Romanzado (01/09/2010)



DSCN3738\_Villardelos\_navarro (31/05/2012)



VILLAR DE LOS NAVARROS (29/06/2012)



Vado de Acceso (11/05/2012)



Dado Villar de los\_navarro (11/05/2012)



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

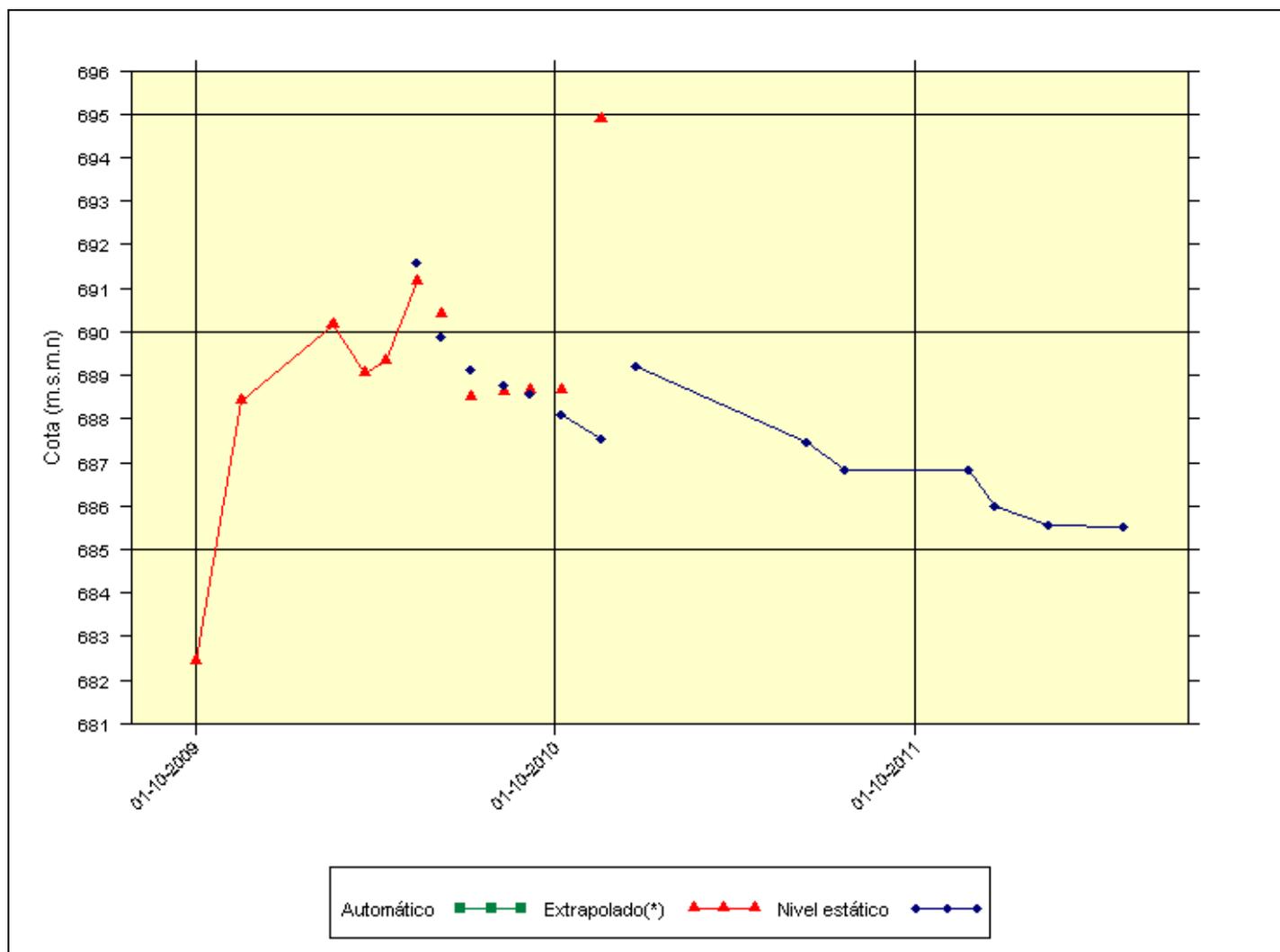
### CONSIDERACIONES PARA LA MEDICIÓN

**Contacto:** Jose Luis Prat (Alcalde) (Ayuntamiento de Villar de los navarros). Tlf: 608111368. .

**Cierre:** Llave MARM

**Referencia:** Apertura central en tapa del brocal

### HIDROGRAMA NIVEL 1: Sin descripción



\*Extrapolado del punto 271760011

### ESTADÍSTICA PIEZOMÉTRICA NIVEL 1: Sin descripción

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
26	87.581	75.1271	12.4539	81.4922	2.3338

**MEDIDAS PIEZOMÉTRICAS RECIENTES NIVEL 1: Sin descripción**

Fecha muestreo	Nivel (m)	Observaciones
30/04/2012	84.49	Jesus Luque
14/02/2012	84.46	JESUS LUQUE ROSALES
21/12/2011	84	
24/11/2011	83.18	T. S. A. T. P. J. LUQUE
22/07/2011	83.16	R. Sanvicente
14/06/2011	82.54	Mide Roberto Sanvicente.
22/12/2010	80.78	
16/11/2010	82.46	
07/10/2010	81.89	

**ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO**

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 6: "Dominio Central-Ibérico". En la masa de agua subterránea, Cubeta de Azuara (090.080). El acuífero atravesado son las Areniscas y conglomerados del Terciario (Mioceno). Desde el punto de vista hidrogeológico, se encuentra ubicada en la zona de transición del acuífero detrítico del Terciario, que descarga de manera difusa hacia la red fluvial, en este caso el Río Camaras. Este acuífero tiene un comportamiento semiconfinado a confinado, al estar cubierto los materiales permeables (conglomerados a areniscas) por las facies menos permeables lutitas y limolitas del Mioceno. Se trataría también de un acuífero con posible comportamiento kárstico al tratarse de conglomerados y areniscas con cemento carbonatado.

**OTROS DATOS**

SONDEO PROYECTO ADECUACIÓN REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CLAVE 09.822-0003/2111.



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN  
Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

**CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**

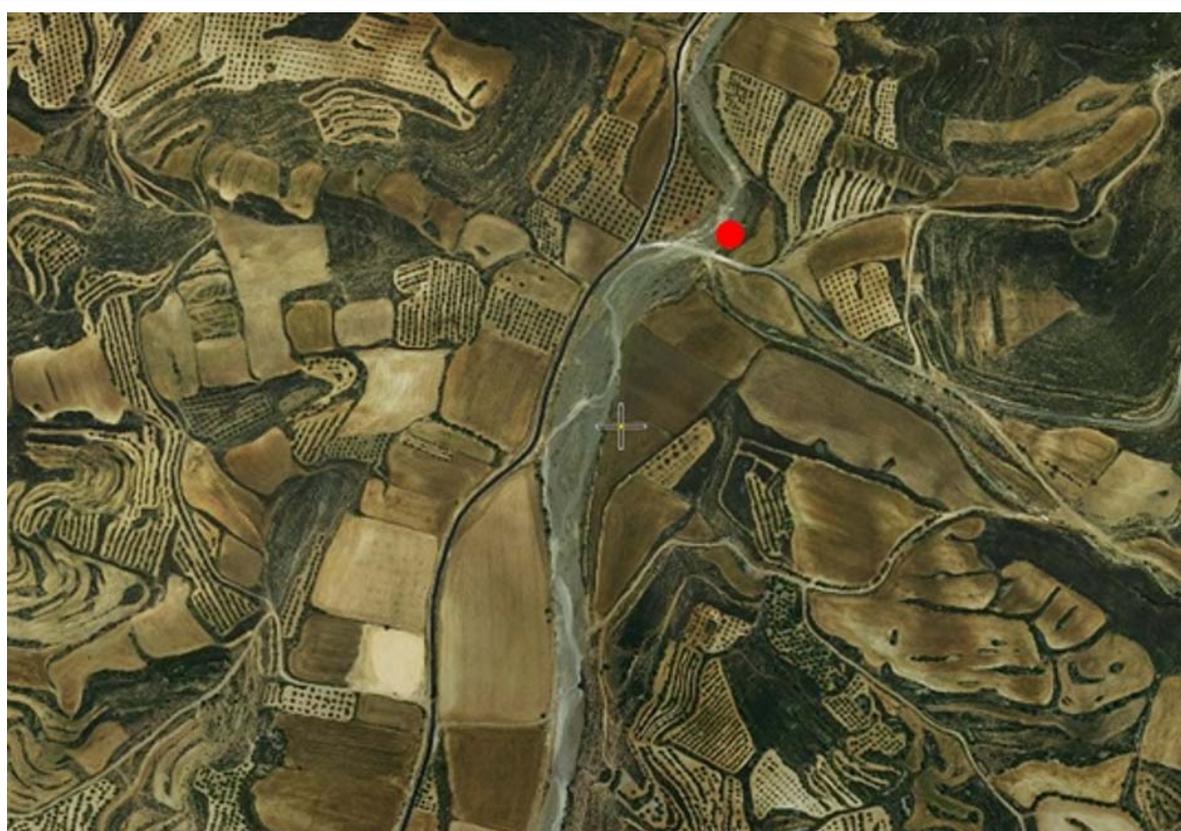
*Oficina de Planificación Hidrológica*

**INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA**

**DESCRIPCIÓN DEL ACCESO**

Desde Villar de los Navarros tomar el camino rural asfaltado que lleva a Azuara (a 20 km). Se deja el polideportivo y las piscinas a la derecha. Desde el cruce avanzar 2.5 km y girar a la derecha por el camino que cruza el cauce seco. El pozo está pasado el cauce a la izquierda.

**ORTOIMAGEN CON LA RUTA DE ACCESO**



Coordenadas UTM del punto:  
X: 665359, Y:4559765 (Huso 30)

**FOTOS ADICIONALES**

**PANORÁMICA**



05/2012 Vista General

**ACCESO**

**DETALLE**



05/2012 Dado Villar de los navarro

**ACCESO**



09/2010 Acceso desde Villar de los Navarros a Azuara

**DETALLE REFERENCIA**



05/2012 Vado de Acceso

**INSTALACIÓN**



05/2012 DSCN3738 Villardelos navarro

