

*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 LA SOTONERA: 090.054.001**





## 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>8</b>
<b>4. MARCO HIDROGEOLÓGICO</b> .....	<b>9</b>
<b>5. EQUIPO DE PERFORACIÓN</b> .....	<b>12</b>
<b>6. DATOS DE LA PERFORACIÓN</b> .....	<b>12</b>
<b>7. COLUMNA LITOLÓGICA</b> .....	<b>13</b>
<b>8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA</b> .....	<b>14</b>
<b>9. ENTUBACIÓN REALIZADA</b> .....	<b>14</b>
<b>10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS</b> .....	<b>17</b>
10.1. ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS DEL ACUÍFERO .....	17
<b>11. HIDROQUÍMICA</b> .....	<b>25</b>
<b>12. CONCLUSIONES</b> .....	<b>28</b>

### INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ubicación del piezómetro sobre base topográfica 1:25.000</i> .....	<b>7</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 (247) Ayerbe</i> .....	<b>9</b>
<i>Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo</i> .....	<b>16</b>
<i>Figura 5. Diagrama de Piper. Sondeo 090.054.001 – La Sotonera</i> .....	<b>27</b>
<i>Figura 6. Diagramas de Stiff. Sondeo 090.054.001 – La Sotonera</i> .....	<b>27</b>

## **INDICE DE TABLAS**

<b><i>Tabla 1. Síntesis de la columna litológica atravesada (descripción en campo)</i></b> .....	<b>13</b>
<b><i>Tabla 2. Entubación realizada</i></b> .....	<b>14</b>
<b><i>Tabla 3. Datos mensuales del nivel piezométrico medidos con sonda hidronivel antes y después del ensayo de bombeo</i></b> .....	<b>17</b>
<b><i>Tabla 4. Resumen de los escalones del ensayo de bombeo</i></b> .....	<b>19</b>
<b><i>Tabla 5. Resumen de tabla de datos del Escalón continuo</i></b> .....	<b>24</b>

## **ANEJOS**

**ANEJO Nº 1: PERMISOS**

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

**ANEJO Nº 5: ENSAYO DE BOMBEO**

**ANEJO Nº 6: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS**

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

# 1. PROYECTO

## 1.1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Número total de piezómetros: 48
- Sondeos a rotoperusión: 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 (090.054.001) es la construcción de un sondeo que sustituya a otro existente que no cumple los criterios del Ministerio además de mejorar la caracterización y estudiar la evolución de la masa de agua (054) correspondiente a "Saso de Bolea-Ayerbe".

Igualmente permitirá controlar la calidad de las aguas en esta masa inicialmente en riesgo y vulnerable al cumplimiento de los objetivos, de calidad, definidos por la directiva marco y debido, fundamentalmente, a la vulnerabilidad del Acuífero frente a la contaminación por nitratos.

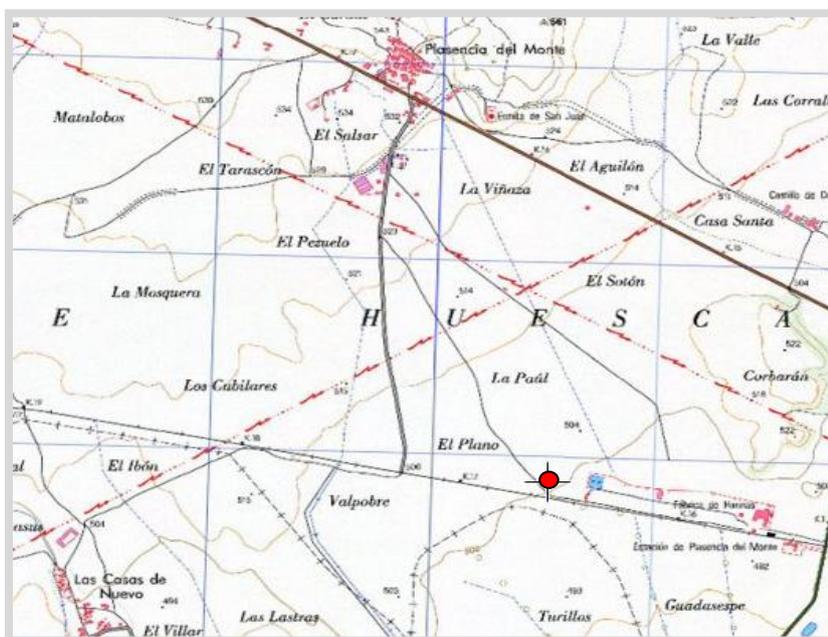
Este piezómetro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, en la zona de recarga de dicho acuífero. Su objetivo hidrogeológico es cortar las gravas, de matriz arenosa a limosa-arcillosa, de edad Holocena que lo constituyen alcanzando el sustrato, de materiales terciarios, correspondientes a las facies lutíticas de la Fm. Uncastillo.

## 2. LOCALIZACIÓN

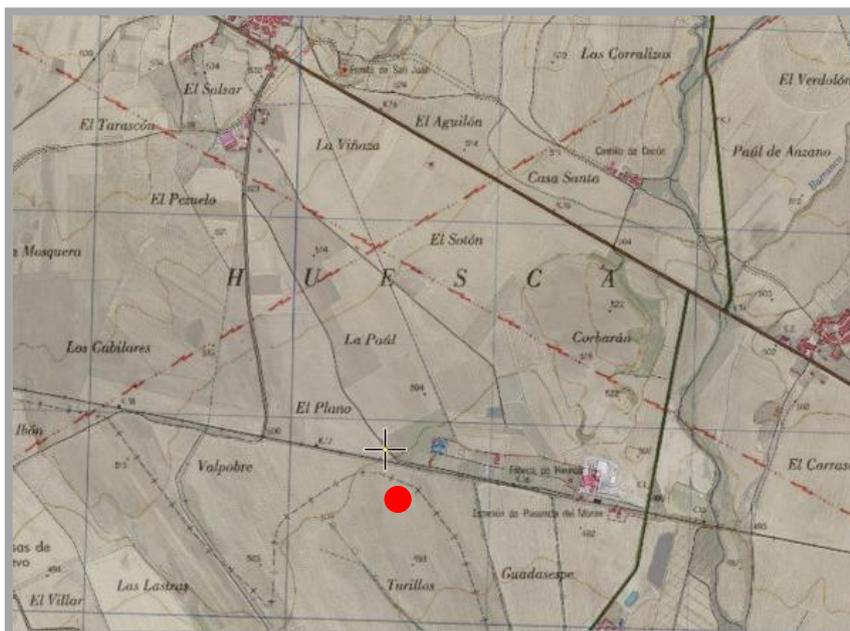
El Sondeo se encuentra situado en el municipio de Plasencia del Monte (Huesca), en la parcela nº 3 del polígono 5, de titularidad municipal y cercana a la estación del Tren. Para llegar a la misma, es necesario coger un camino que sale a la izquierda de la carretera tras pasar una parada de autobús, nada más entrar en el pueblo. Este camino conduce a las naves de la cooperativa de agricultores. Se bordea la misma por el camino de la izquierda, y finalmente se toma el segundo camino a la izquierda, hasta el final del mismo.

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

X: 700506 Y: 4675828 Z: 499 m.s.n.m



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

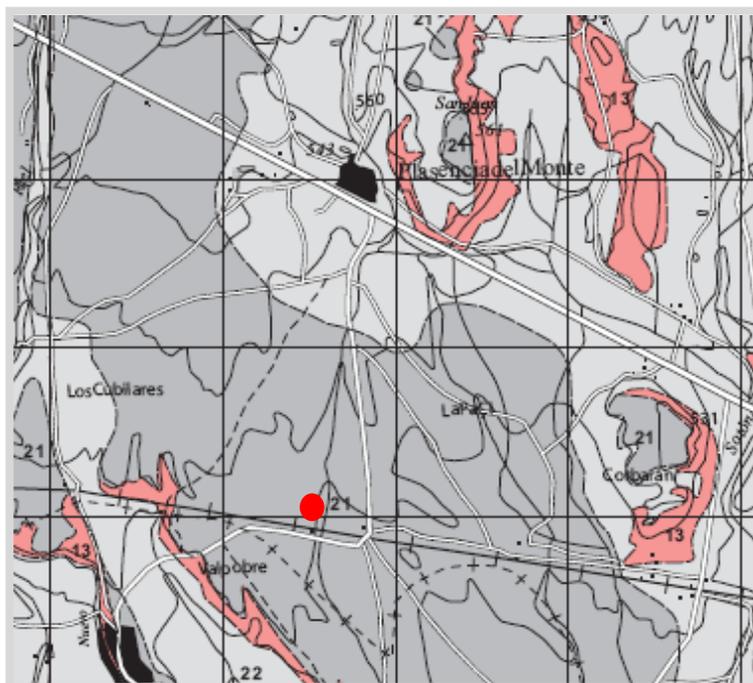


**Figura 2. Ubicación del piezómetro sobre base del SIGPAC.**

### 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El sondeo se sitúa sobre materiales coluviales del denominado Saso de Bolea-Ayerbe, constituido por depósitos de glaciares y piedemonte, de edad pliocuaternario, y procedentes de abanicos aluviales que proceden de las sierras exteriores prepirenaicas y que enlazan con los depósitos aluviales de determinados. Estos se disponen como depósitos irregulares, de no más de 10 a 15 metros de espesor, con contactos erosivos sobre materiales miocenos de la depresión del Ebro, en concreto sobre las facies de abanicos aluviales medios a distales, de la Fm. Uncastillo constituida por lutitas rojizas con intercalaciones de niveles de areniscas.

En general la disposición de los materiales terciarios es subhorizontal o con muy escaso buzamiento. Los materiales de los glaciares tienen, en ocasiones, suaves buzamientos originales hacia el S o SE, que corresponden a las pendientes iniciales de las áreas de depósitos coluviales donde se generaron.



**Figura 3. Ubicación del piezómetro sobre la Cartografía Geológica MAGNA 1:50.000 (247) Ayerbe.**

## 4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 4: "Depresión del Ebro". Tiene forma triangular y corresponde a la Cuenca Terciaria del Ebro limitada al N por los Pirineos, al SO por la Cordillera Ibérica y al SE por la Cordillera Costero - Catalana.

Geológicamente se relaciona con el relleno paleógeno y neógeno de la cuenca sobre un sustrato mesozoico o paleozoico de carácter autóctono. Con carácter general, la extensión de este dominio se establece por exclusión, toda vez que ya se han definido todos los demás dominios de la cuenca. Los límites N y SO coinciden con los frentes de cabalgamiento pirenaico e ibérico respectivamente: ambos tienden a converger hacia el O de la cuenca. El primero en su continuación por el frente de cabalgamiento del dominio Vasco-Cantábrico y el segundo en el frente de cabalgamiento de la Sierra de La

Demanda. En el extremo occidental, entre ambos, se sitúa el corredor terciario de La Bureba, que conecta la depresión del Ebro con la del Duero y en el que se emplazan algunos afloramientos cretácicos (manantial de San Indalecio en Belorado) que podrían corresponder al yacente autóctono de la cuenca. En el tercio oriental del límite meridional, se adopta el río Ebro como límite del dominio ya que existen evidencias de afloramientos (Puigmoreno) y subafloramientos (sondeos de Caspe, etc) ibéricos algo al S del Ebro.

El límite oriental coincide, de forma aproximada, con el de límite hidrográfico de la cuenca y con la prolongación de diversas estructuras cabalgantes por la Cordillera Costero Catalana. Engloba a los acuíferos aluviales del río Ebro y a sus principales afluentes. Este dominio se caracteriza por la presencia de importantes acuíferos aluviales que descansan sobre materiales poco permeables del Terciario.

Dentro de estos acuíferos aluviales se encuentran los que conforma el denominado "Saso de Bolea-Ayerbe", correspondiente a la masa de agua 054.

Se sitúa al S de las sierras de Santo Domingo y de Guara, y al O de la Hoya de Huesca, incluyendo las cuencas de los ríos Riel y Soton. Su superficie es de 291.7 km<sup>2</sup>, localizados íntegramente en la Comunidad Autónoma de Aragón.

Los límites de la masa están conformados al N por materiales Mesozoicos, Paleocenos y Eocenos de la Sierra de Guara. Al E por la divisoria hidrográfica Sotón-Isuela y al S y O por el contacto Cuaternario-Terciario.

En cuanto a sus características geológicas, esta masa coexiste en un complejo sistema en el que se integran varios acuíferos:

- Sistemas de glacis-terrazas, desconectados de la red fluvial, colgados y muy compartimentados debido a una profusa red de drenaje que incide sobre su relieve, que determina la existencia de varios sistemas de extensión variable. Los más significativos son Glacis de Los Corrales y Glacis de Fontellas.
- Pliocuaternarios indiferenciados, constituidos por formaciones relativamente extensas de coluviales, aluviales y glacis en conexión, o no, con los ríos. Los pliocuaternarios más significativos son: las Terrazas y glacis de los ríos Sotón y Riel y las Terrazas y glacis del Barranco de Vadiello.

Integra acuíferos aluviales caracterizados por una notable heterogeneidad granulométrica, tanto lateral como verticalmente. Su potencia no suele superar los 12 a 15 m. El yacente de baja permeabilidad del acuífero está constituido por depósitos lutíticos entre los que se intercalan niveles de areniscas con geometrías en paleocanales correspondientes a la Fm. Uncastillo. Localmente pueden adquirir mejores características hidrogeológicas.

El acuífero está constituido por los depósitos aluviales y por glacis cuaternarios. Los glacis se articulan en varios afloramientos con geometrías tabulares. Están constituidos por gravas con matriz arcillosa o cemento carbonatado, con espesores de 2 hasta 30 m. Los depósitos aluviales están formado por gravas, arenas y arcillas con potencias medias de 20 m. Los glacis constituyen un acuífero monocapa, libre y colgado, desconectado hídricamente del acuífero aluvial.

La recarga de esta masa se realiza mediante Infiltración de las precipitaciones, pérdida en el río Isuela y retornos de riego. La zona de recarga se realiza por toda la extensión de afloramiento. La descarga se

produce hacia los ríos Sotón y Riel. En cuanto a las características hidroquímicas los datos que se tienen indican aguas de facies mixtas bicarbonatadas-sulfatadas, con mineralización notable a fuerte.

## **5. EQUIPO DE PERFORACIÓN**

La perforación del sondeo y construcción del piezómetro ha sido realizada por la empresa Hijos de Manuel Ruiz de Pablo S.C. como subcontratista de la Compañía General de Ingeniería y Sondeos C.G.S., S.A..

Se ha contado con un equipo de perforación a Percusión compuesto por una Máquina SCHOTT –DUBON con una potencia de 200 CV y 2.400 revoluciones por minuto, que cuenta con un motor Pegaso.

## **6. DATOS DE LA PERFORACIÓN**

La perforación se inicia el 7 de Junio de 2010 a las 11,00 horas y se finaliza el 28 de Octubre de 2010 a las 13,30 horas.

Conforme se van perforando los primeros centímetros, se va introduciendo una tubería de acero, que hace de entibación auxiliar, con el fin de evitar el colapso del terreno en la boca del sondeo. Esta tubería tiene una longitud, aproximada, de metro y medio y una vez hincada en su totalidad, se continúa perforando por su interior con el mismo trépano (de 390 mm).

A las 17,00 h, se alcanza una profundidad de 8,50 m. Entre el metro 7 y el 8,5 se perforan unas arcillas terciarias por lo que se da por finalizado el sondeo a dicha profundidad.

Debido a la naturaleza inestable de los materiales atravesados es necesaria la colocación de una tubería auxiliar de 400 x 6 mm, hasta la profundidad de 6 m. Esta tubería se extrae antes de la finalización del sondeo.

Durante la perforación se observa aporte de agua entre los 2,5 y los 5 metros (*Ver Anejo Nº 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 su correspondiente bote bien identificado, para su depósito y guarda en la litoteca del IGME (Instituto Geológico y Minero de España).

0-5 m	Gravas, arenas y arcillas de color marrón claro. Las gravas son de tamaño medio, unos 3 cm, subangulosas de naturaleza carbonatada y calcoarenitas. Dentro de las mismas se distinguen fósiles (alveolinas).
5-7 m	Arcillas algo practicas con algo de arena gruesa y algunas gravillas.
7-8, 5 m	Gravas de tonos marrones con matriz arcillosa.

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

La edad asignada a los materiales atravesados, en función de su contexto geológico y las facies observadas, puede resumirse en: de 0 a 7 metros Pliocuaternario y de 7 a 8,5 metros, terciario correspondiente a las arcillas de edad Mioceno (Ageniense-Aragoniense inferior) de la Formación Uncastillo, perteneciente a la Unidad Tectosedimentaria U.T.S- T.5.

## 8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

No se ha realizado testificación geofísica al ser un sondeo que, además de cortar materiales cuaternarios y alcanzar una profundidad muy pequeña, ha tenido que ser entubado conforme se avanzaba para evitar el colapso de las paredes.

## 9. ENTUBACIÓN REALIZADA

Se utilizan dos tipos de tubería: tubería de acero en tramos de 6 m de longitud, 350 mm de diámetro y 5 mm de espesor y tubería metálica, en chapa de acero, de 180 x 4 mm, de los cuales se han colocado 8,5 metros, 6 m corresponden a tubería ciega y 2,5 m corresponden a filtro de puentecillo.

En los niveles donde se produce el aporte de agua se coloca tubería de filtro de Puentecillo, de 180 mm de diámetro.

La situación de los tramos filtrantes viene dada por los aportes detectados durante la perforación.

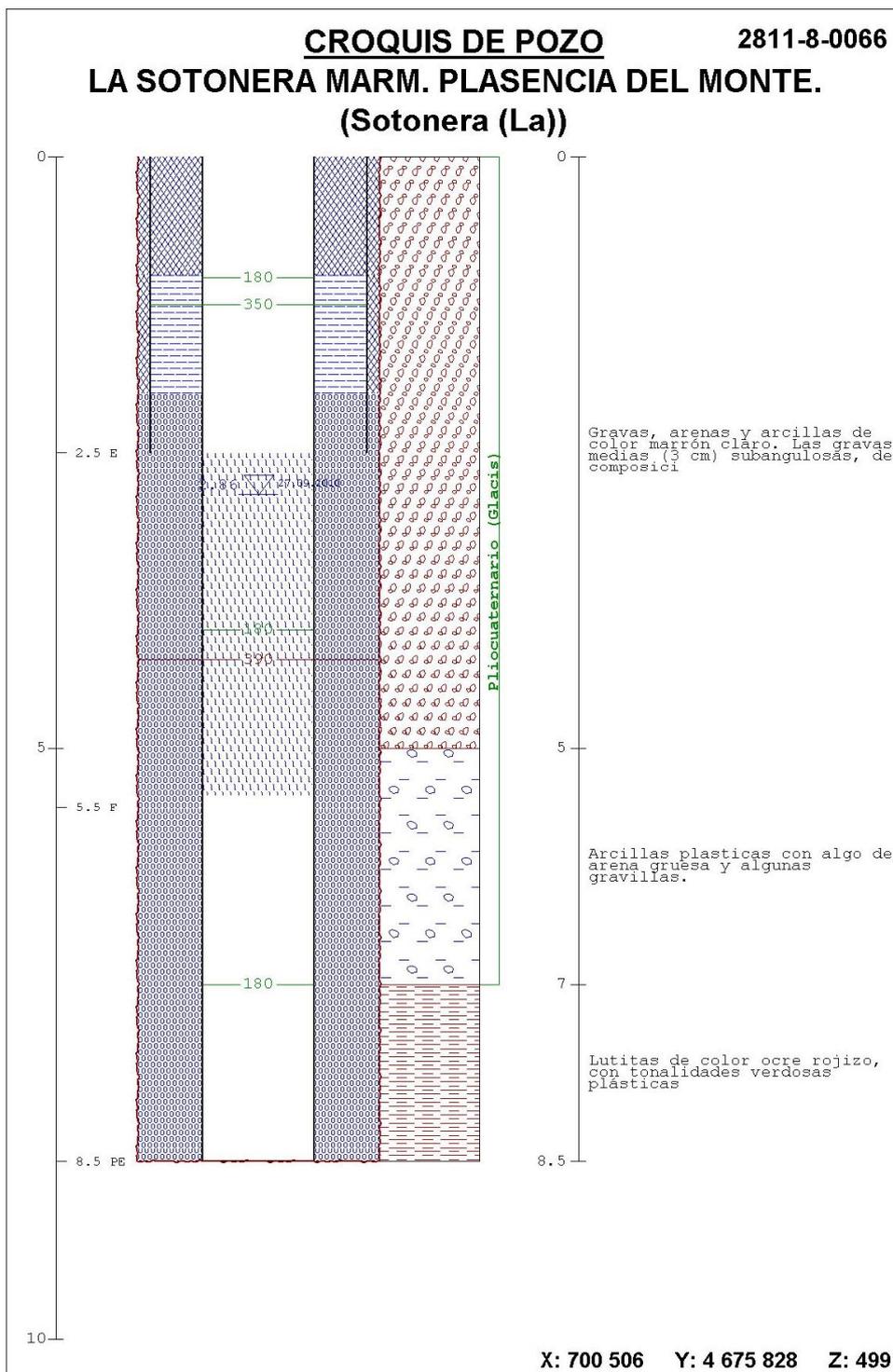
REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-2,5	350	5	Acero al carbono	Ciega
0-2,5	180	4	Chapa de acero	Ciega
2.6-5	180	4	Chapa de acero	Filtro
5-8	180	4	Chapa de acero	Ciega

**Tabla 2. Entubación realizada.**

La unión entre tramos de tubería es mediante soldadura y la tubería se dispone apoyada sobre el fondo del sondeo y con tapa de fondo que impide que el aporte de sedimentos al interior de la misma.

Asimismo y para impedir que el aporte de finos produzca el cegado del sondeo se ha previsto la realización de un empaque de grava silíceo de tamaño 2-6 mm, con un total de 3 toneladas hasta los 2,5 metros aprox., entre la tubería definitiva (180 mm) y la pared del sondeo (390 mm). Así mismo se ha realizado una cementación de la parte superior del sondeo 2,5 metros y el aislamiento de los aportes superficiales mediante la adición de bentonita (mikolit) entre los 2,5 metros y los 1,5 metros, aproximadamente, con un espesor de 1 metro.

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 0.7m de altura (ver Fig. 4).



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

## 10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero atravesado está constituido por Gravas, arenas y arcillas de edad Pliocuaternario, pertenecientes a los depósitos de glaciares del denominado "Saso de Bolea-Ayerbe", que se han atravesado desde el comienzo del sondeo y hasta, aproximadamente, el metro 7.

Durante la perforación se detecta agua en el intervalo entre 2,5 y 3 metros y hasta los 5 a 6 metros de profundidad.

Después de la entubación (8 de Junio de 2010) se mide el nivel piezométrico, que se localiza a los 1,5 m. de profundidad. Con posterioridad se realizan nuevas medidas que se recogen en la tabla adjunta (tabla 3).

Fecha	Nivel (metros)
17/11/2010	2.38
19/10/2010	2.31
27/09/2010	2.86
23/08/2010	2.3
19/07/2010	3.51

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

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

Durante los días 7 y 8 de Septiembre de 2010 se realiza el ensayo de bombeo. El equipo de bombeo está formado por un grupo generador marca Mecc Alte de 250 KVA, motor Fiat Alfo de 400 CV y una tubería de impulsión de 70 mm. de diámetro. Se utiliza una bomba Grundfos modelo SP- 45-31 con una potencia de 50 CV.

Se posiciona la bomba a 7 m y se mide el nivel a los 2,60 metros.

El primer escalón comienza a las 12:30 h, con un caudal de 0,25 l/sg y acaba a las 13:00 h, teniendo una duración de 30 minutos. Al término de este escalón el nivel no se había estabilizado en torno a los 3,34 metros, lo que implicaba un descenso de 0,77 metros. El nivel se recupera con bastante prontitud por lo que se decide doblar el caudal e iniciar un nuevo escalón. Este se inicia a las 13:00 horas con un caudal de 0,5 l/sg con el que se produce un descenso más acusado de tal modo que, a los 30 minutos no se ha estabilizado el nivel, bajando por encima del filtro hasta 6,52 m y siendo el descenso observado de 3,18 m por lo que se decide dejar de bombear agua y dar comienzo a la recuperación. Esta dura 30 minutos y durante la misma se escucha, en los primeros minutos, entrada de agua desde la rejilla. A los 30 minutos se ha recuperado, el nivel, hasta los 2,57 metros, por lo que el ascenso ha sido de 3,95 metros. Se procede a comenzar el escalón continuo a las 18:15 horas con un caudal de 0,35 l/sg, viendo que, con este caudal, el nivel se estabiliza, rápidamente, a las 2 horas y 30 minutos, con un descenso de 1,13 m quedando, el nivel, a 3,70 metros. A partir de aquí, se incrementa el caudal a 0,40 l/sg, prosiguiendo con el ensayo continuo, que dura 18 horas (1.080 minutos) y que finaliza a las 12:00 h del día siguiente. Durante el desarrollo del mismo se observa una tendencia a la estabilización a la profundidad de 4,4 m a partir de la decimosegunda hora con lo que el descenso total es de 0,7 metros en este escalón. Posteriormente se mide la recuperación durante 30 minutos y se alcanza una profundidad de 2,59 metros, similar a la medida al comienzo del ensayo, por lo que se da por terminado el mismo.

Escalón	Q(L/sg)	T(min)	N. inicial (m)	N. final (m)	Descenso (m)
<b>Escalón 1</b>	0,25	90	2,57	3,34	0,77
<b>Escalón 2</b>	0,50	120	3,34	6,52 (r)	3,18
<b>Recuperación 1</b>	0	30	6,52 (r)	2,57	3,95(ascenso)
<b>Escalón 3</b>	0,35	210	2,57	3,70	1,13
<b>Escalón 4</b>	0,40	1.080	3,70	4,40	0,7
<b>Recuperación 2</b>	0	30	4,40	2,59	1,81 (ascenso)

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

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= 0,25 l/s)
  - Inicio del Escalón 1:
    - CE= 674  $\mu$ S/cm.
    - $T^a = 19,8^\circ$
    - pH= 7,57.
  
- Escalón 2 (Q= 0,50 l/s)
  - Inicio del Escalón 2:
    - CE= 697  $\mu$ S/cm
    - $T^a = 20,1^\circ\text{C}$
    - pH= 7,49.
  - Final del Escalón 2:
    - CE= 686  $\mu$ S/cm.
    - $T^a = 20,3^\circ\text{C}$
    - pH= 7,55.
  
- Escalón 3 (Q= 0,35 l/s)
  - Inicio del Escalón 3:
    - CE= 694  $\mu$ S/cm
    - $T^a = 21,2^\circ\text{C}$

pH= 7,55.

- Final del Escalón 3:

CE= 689  $\mu$ S/cm.

T<sup>a</sup> = 20,4 °C

pH= 7,59.

- Escalón 4 continuo (Q= 0,4 l/s)

- Inicio del Escalón 4:

CE= 690  $\mu$ S/cm

T<sup>a</sup> = 9,5 °C

pH= 7,57.

- Un tercio del Escalón 4:

CE= 685  $\mu$ S/cm.

T<sup>a</sup> = 19,7 °C

pH= 7,59.

- Dos tercios del Escalón 4

CE= 694  $\mu$ S/cm

T<sup>a</sup> = 19,7 °C

pH= 7,56.

- Final del Escalón 4:

CE= 687  $\mu$ S/cm

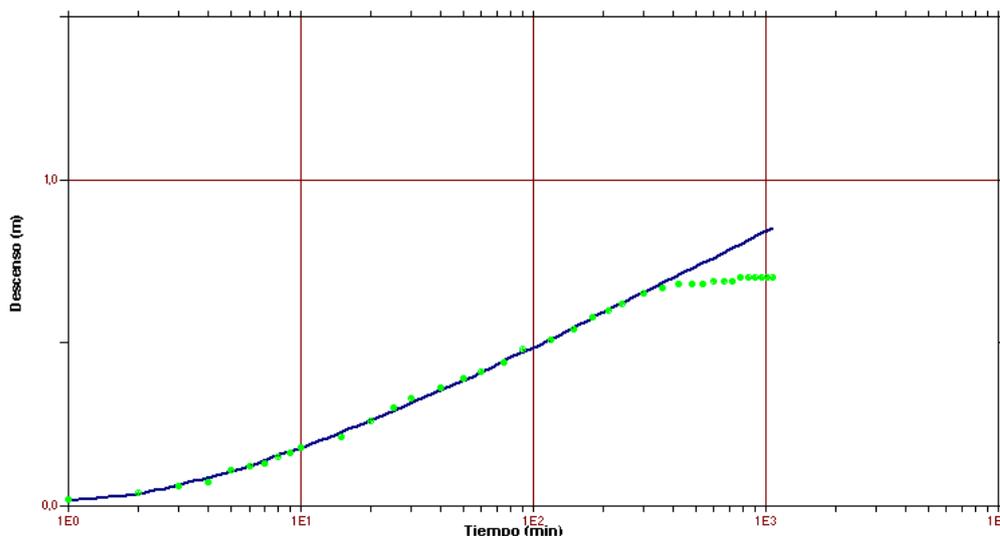
T<sup>a</sup> = 20,0 °C

pH= 7,53.

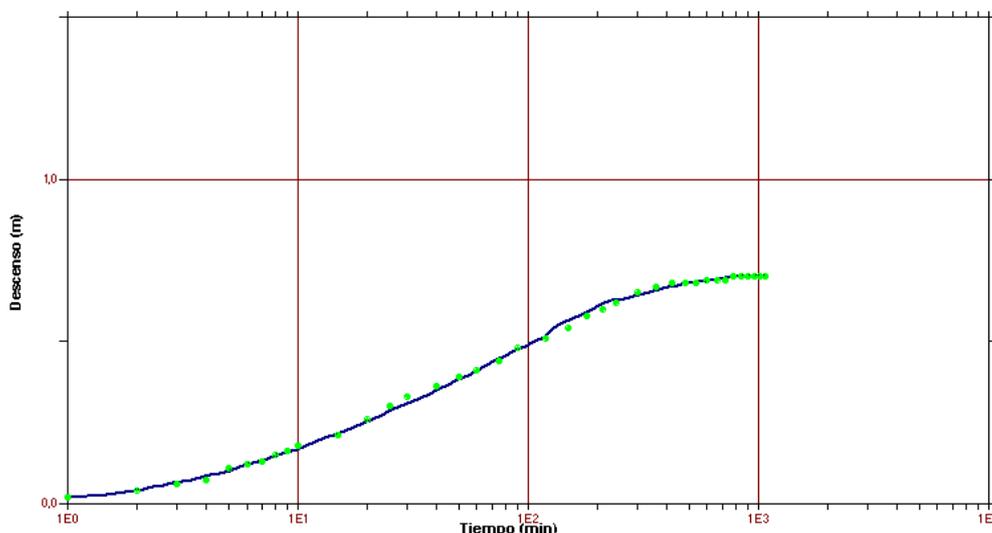
Los resultados de este ensayo de bombeo se han analizado e interpretado con el programa **Pibe 2.0** de la Diputación Provincial de Alicante y con el software de **Aquifer-Test v.3.5** de la empresa *Waterloo Hydrogeologic*. Se ha interpretado el ensayo continuo. Partiendo del supuesto que se trata de un acuífero de tipo libre por lo que se ha aplicado la modificación de Neuman de la ecuación de Theis y la simplificación de esta última por Cooper-Jacob, así mismo se ha evaluado con el **Pibe 2.0** si es

posible interpretar con la ecuación de Hantusch (para acuíferos semiconfinados) . Los resultados de estos análisis son los siguientes:

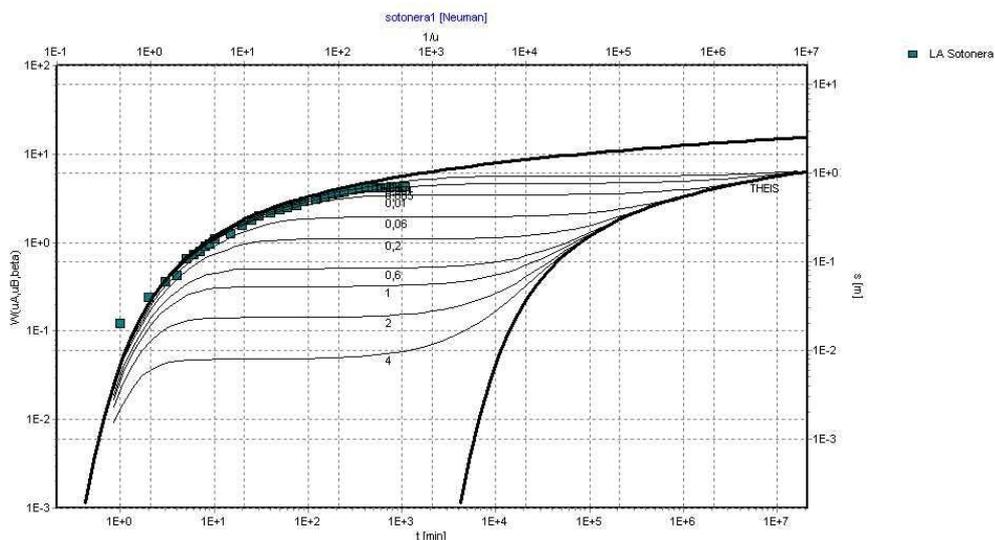
Con el **Pibe 2.0**, se obtienen unos valores de Transmisividad de **20.85 m<sup>2</sup>/día**, un coeficiente de almacenamiento de 0.01 y un radio eficaz de 3.072. Con el siguiente Grafico de evolución y ajuste para la solución de Neuman.



Si se emplea la ecuación de Hantusch se obtienen unos valores de Transmisividad de **18.97m<sup>2</sup>/día**, un coeficiente de almacenamiento de 0,01 un radio eficaz 2.664 metros, con una relación r/B: 0.0806 siendo necesario acudir a la existencia de efecto de capacidad en el pozo con un 1/α: 1,9 para poder realizar un buen ajuste. Presentado la siguiente grafica



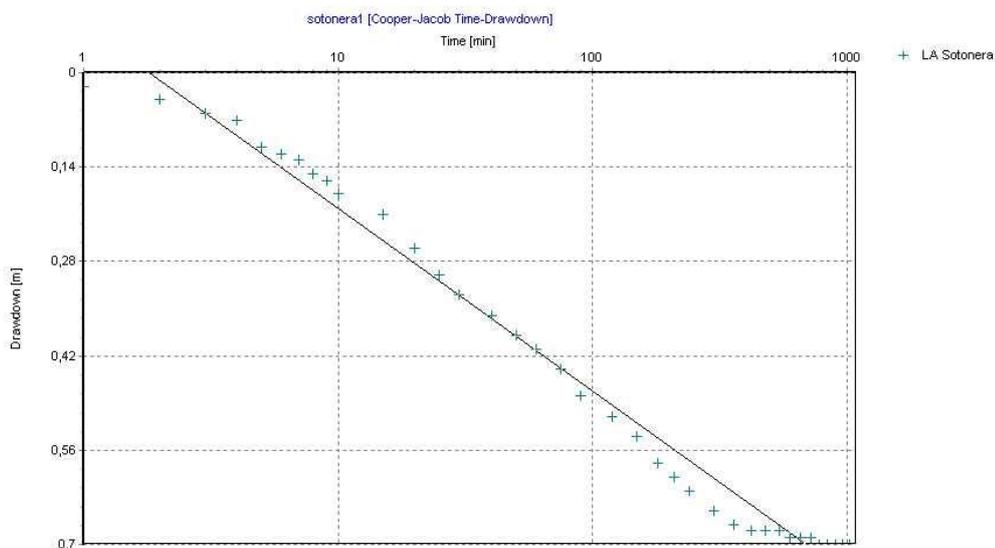
Con el **Aquifer-Test v.3.5** los valores obtenidos para el ensayo continuo, usando la solución de Neuman, se obtiene una transmisividad de **T: 16,6 m<sup>2</sup>/día**. Cuya grafica es la siguiente.



Transmissivity: 1,66E+1 m<sup>2</sup>/d

Conductivity: 4,76E+0 m/d

Usando la simplificación de Cooper-Jacob de la ecuación de Theis se obtienen unos valores de transmisividad de **T: 23,3 m<sup>2</sup>/día**. Con la siguiente grafica.



Transmissivity: 2,33E+1 m<sup>2</sup>/d

Conductivity: 6,66E+0 m/d

<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	2,57	0	NE
1	3,37	0,80	0,35
2	3,42	0,05	0,35
5	3,50	0,08	0,35
8	3,58	0,08	0,35
10	3,61	0,03	0,35
15	3,63	0,02	0,35
20	3,64	0,01	0,35
25	3,65	0,01	0,35
30	3,65	0,00	0,35
40	3,66	0,01	0,35
50	3,67	0,01	0,35
60	3,68	0,01	0,35
75	3,70	0,02	0,35
90	3,70	0,00	0,35
120	3,70	0,00	0,35
150	3,70	0,00	0,35
180	3,70	0,00	0,35
210	3,70	0,00	0,35
211	3,72	0,02	0,4
212	3,74	0,02	0,4
215	3,81	0,07	0,4
220	3,88	0,07	0,4
225	3,91	0,03	0,4
230	3,96	0,05	0,4
235	4,00	0,04	0,4
240	4,03	0,03	0,4
250	4,06	0,03	0,4
260	4,09	0,03	0,4
270	4,11	0,02	0,4
285	4,14	0,03	0,4
300	4,18	0,04	0,4
330	4,21	0,03	0,4
360	4,24	0,03	0,4
390	4,28	0,04	0,4
420	4,30	0,02	0,4
450	4,32	0,02	0,4
510	4,35	0,03	0,4
570	4,37	0,02	0,4

<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>
630	4,38	0,01	0,4
690	4,38	0,00	0,4
750	4,38	0,00	0,4
810	4,39	0,01	0,4
870	4,39	0,00	0,4
930	4,39	0,00	0,4
990	4,40	0,01	0,4
1050	4,40	0,00	0,4
1110	4,40	0,00	0,4
1170	4,40	0,00	0,4
1230	4,40	0,00	0,4
1290	4,40	0,00	0,4

**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 090.054.001* situado, realmente, en el municipio de Plasencia del Monte pero etiquetado como *La Sotonera (Huesca)*, 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 8 de mayo y 8 de septiembre de 2010, respectivamente. Durante la toma de las muestras se llevaron a cabo las siguientes medidas *in situ*:

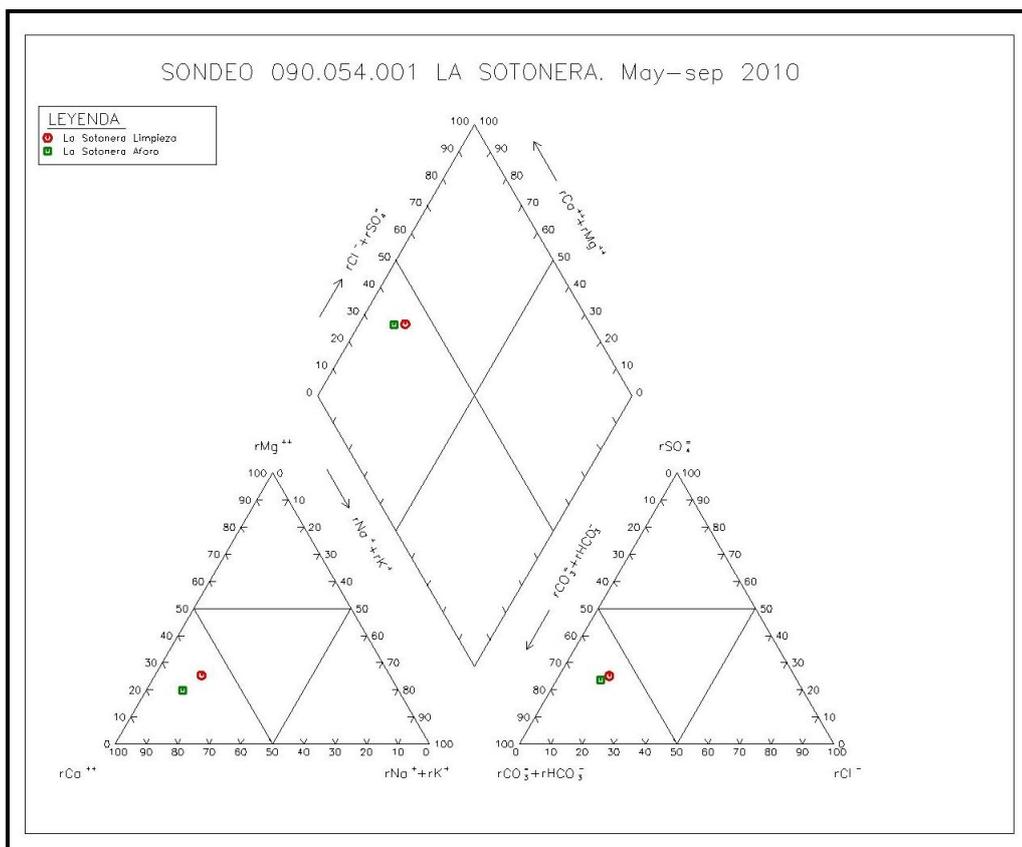
<b>DETERMINACIONES <i>IN SITU</i></b>	<b>Sondeo 090.054.001-La Sotonera (muestra 1 final de la limpieza) (08/05/2010)</b>	<b>Sondeo 090.054.001-La Sotonera (muestra 2 final del aforo) (08/09/2010)</b>
Temperatura (°C)	n/d	20,4
Conductividad (µS/cm)	732	689
pH	n/d	7,59

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

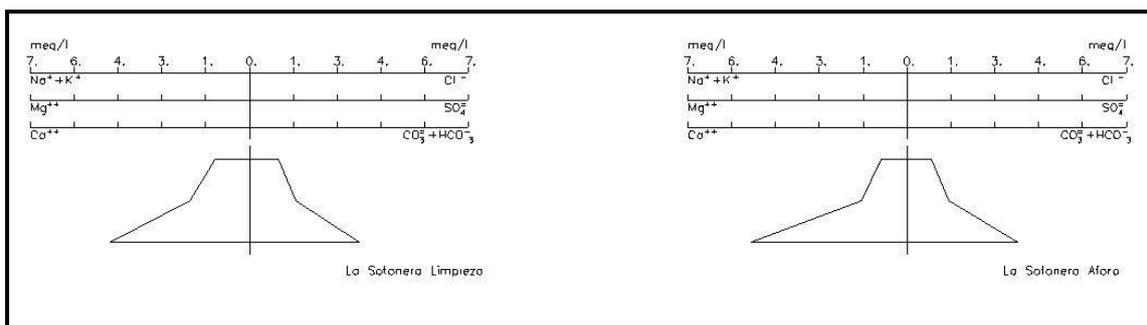
<b>DETERMINACIÓN</b>	<b>Sondeo 090.054.001-La Sotonera (muestra 1 final de la limpieza) (08/05/2010)</b>	<b>Sondeo 090.054.001-La Sotonera (muestra 2 final del aforo) (08/09/2010)</b>
AMONIO (mg/l)	2,53	0,00
ANHIDRIDO SILICICO (mg/l)	10,11	12,43
BICARBONATOS (mg/l)	<b>208,35</b>	<b>216,08</b>
BORO (mg/l)	0,08	0,09
CALCIO (mg/l)	<b>89,06</b>	<b>99,37</b>
CARBONATOS (mg/l)	<5	0,00
CLORUROS (mg/l)	33,40	27,86
CONDUCTIVIDAD 20 °C (µS/cm)	648	624
FOSFATOS (mg/l)	0,23	0,38
HIDROXIDOS (mg/l)	0,00	0,00
HIERRO (mg/l)	<0,05	0,00
MAGNESIO (mg/l)	22,80	17,46

DETERMINACIÓN	Sondeo 090.054.001- La Sotonera (muestra 1 final de la limpieza) (08/05/2010)	Sondeo 090.054.001- La Sotonera (muestra 2 final del aforo) (08/09/2010)
MANGANESO (mg/l)	<0,02	0,00
NITRATOS (mg/l)	86,19	88,08
NITRITOS (mg/l)	1,42	0,03
pH (ud pH)	7,55	7,86
POTASIO (mg/l)	3,01	0,85
SODIO (mg/l)	23,58	18,52
SULFATOS (mg/l)	<b>71,07</b>	<b>64,68</b>
Dureza (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	318	321
Facies hidroquímica	<b>Bicarbonatada cálcica</b>	<b>Bicarbonatada cálcica</b>

Según los valores de conductividad eléctrica es un agua de MINERALIZACIÓN MEDIA-BAJA, por su dureza se considera un agua MODERADAMENTE DURA, y por su composición se clasifica como AGUA BICARBONATADA CÁLCICA (según clasificación de Piper, en función de iones dominantes), con un contenido apreciable en *sulfatos* y *magnesio*, como también se observa en el diagrama de Stiff. Esta composición química es característica del acuífero detrítico coluvial, con un sustrato terciario de areniscas y conglomerados y una influencia importante de las actividades antrópicas que se desarrollan sobre el mismo.



**Figura 5.- Diagrama de Piper. Sondeo 090.054.001 – La Sotonera**



**Figura 6.-Diagramas de Stiff. Sondeo 090.054.001 – La Sotonera**

La composición del agua después de la limpieza y del aforo es muy similar, tan solo al final del bombeo para el aforo se produce un ligero aumento del contenido en bicarbonatos y calcio y disminuye el de sulfatos y magnesio. También aumenta el contenido en nitratos.

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, es un agua NO apta para el consumo, debido, fundamentalmente, al contenido en *nitratos* (86,19 y 88,08 mg/l) que excede ampliamente el límite fijado en el RD 140/2003. Nitritos y amonio también superan los límites permitidos tras la limpieza del sondeo, pero disminuyen significativamente después del aforo. Todo ello indica que las actividades antrópicas desarrolladas sobre el acuífero inciden en la calidad del agua subterránea.

## **12. CONCLUSIONES**

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de La Sotonera con el que se pretende la caracterización del acuífero, determinar la calidad química del recurso y, adicionalmente, medir mensualmente la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua dentro del mismo.

El sondeo se ha realizado por el método de percusión con diámetro de 390 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 8,5 m.

El acuífero atravesado está constituido por Gravas, arenas y arcillas de los glaciares Pliocuaternarios cortándose, el agua, entre 2.5 y 7 metros de profundidad.

Actualmente el nivel estático se sitúa alrededor de los 2.38 metros de profundidad.

Los datos interpretados a partir del ensayo de bombeo dan unos valores de transmisividad que oscilan entre 16,6 m<sup>2</sup>/día y 23,3 m<sup>2</sup>/día.

El agua extraída tras la limpieza del sondeo y el bombeo para el aforo tiene una mineralización MEDIA-BAJA, se considera MODERADAMENTE DURA, y por su composición se clasifica como AGUA BICARBONATADA CÁLCICA con un contenido apreciable en *sulfatos* y *magnesio*. Esta composición química es característica del acuífero detrítico coluvial, con un sustrato terciario de areniscas y conglomerados y una influencia importante de las actividades antrópicas que se desarrollan sobre el mismo.

Es un agua NO apta para el consumo, debido, precisamente, al elevado contenido en *nitratos* (86,19 y 88,08 mg/l) que excede ampliamente el límite fijado en el RD 140/2003 y la norma de calidad del RD 1514/2009. Nitritos y amonio también superan los límites permitidos tras la limpieza del sondeo, pero disminuyen significativamente después del aforo.



# **ANEJOS**



## **ANEJO N° 1: PERMISOS**





**AYUNTAMIENTO  
DE  
LA SOTONERA  
(HUELVA)**

Plaza Mayor, nº 1  
21100 - SOTONERA (HUELVA)  
Teléfono: 974 27 22 00  
Fax: 974 27 22 00



**SUREF 62-07/TCL**

De conformidad con su escrito referente a la SOLICITUD DE DISPONIBILIDAD DE TERRENOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OBSERVACIÓN DE UN PIEZOMETRO, se hace constar que por Acuerdo de Pleno, de fecha 6 de septiembre de 2007, se autoriza a la Confederación Hidrográfica del Ebro a:

- 1.- La ocupación de modo transitorio mientras dure la ejecución de la obra, de un extensión aproximada de 100m<sup>2</sup>, necesarios para construir un piezómetro en la localidad de La Sotonera, en el punto de coordenadas UTM aproximadas X:700479, Y:4675842 ( polígono 3, parcela 5) en la zona más próxima al arbolado.
- 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 anqueta de protección del mismo.
3. El acceso, por funcionario público o persona delegada, hasta el recinto anterior, con objeto de realizar la medidas o muestreos inherentes a la operación de control, así como realizar los trabajos de reparación o mantenimiento que sean necesarios.

En La Sotonera, a 4 de octubre de 2007

EL ALCALDE

Fdo: D. Pedro Bergua Beltrán



**SR. JEFE DE LA OFICINA DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA DE LA  
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO.**

Paseo de Sagasta 24-28  
50071 Zaragoza



**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 LA SOTONERA (090.054.001)**

Localización Geográfica (UTM, Uso 30):

X: 700.501 Y: 4.675.829 Z: 498 (m s. n. m)

<b>RESUMEN DE UNIDADES</b>			
<b>Perforación</b>		0 – 8,50 m	390 mm
<b>Entubación</b>	<b>Ciega</b>	2 m	350 x 5 mm
		6 m	180 x 4 mm
	<b>Filtro Puentecillo</b>	3 m	180 x 4 mm
<b>Limpieza</b>		2 horas	

**02/06/2010**

**EMPLAZAMIENTO**

A las 13:30 h, junto con el alguacil nos dirigimos a la parcela en la que se va a llevar a cabo el sondeo. Ésta se encuentra situada en el municipio de Plasencia del Monte (Huesca), en una parcela perteneciente a una cooperativa de agricultores, cercana a las vías del tren. Para llegar a la misma, es necesario coger un camino que sale a la izquierda de la carretera, tras pasar una parada de autobús, nada más entrar en el término municipal. Este camino conduce a las instalaciones de la comunidad de agricultores. Se ha de bordear la misma por el camino de la izquierda, y finalmente tomar el segundo camino a la izquierda, hasta el final.

Debido a que se trata de una zona muy cercana a las vías se decide reubicar el sondeo dejando una distancia aproximada de 30 m, con respecto a la cuneta del trazado, tras consultar con la asistencia técnica.

La parcela está en uso, y es necesario llevar a cabo la adecuación de la misma, llevando a cabo un desbroce con ayuda de un tractor, que tiene una duración aproximada de una hora, y se produce a las 16:00 horas.



**Imagen 1.** Adecuación de la parcela en Plasencia del Monte “La Sotonera” (Huesca).

A continuación, se lleva a cabo, desde Peralta de Alcofea, el traslado del material y de la máquina de perforación.

Se ubica la máquina en el punto en el que se va a sondear.



**Imagen 2.** Emplazamiento del sondeo de “La Sotonera” (Huesca).

07/06/2010

## PERFORACIÓN

El equipo de perforación está compuesto por una Máquina SCHOTT –DUBON con una potencia de 200 CV y 2.400 revoluciones por minuto, que cuenta con un motor Pegaso.

Se comienza con la perforación a las 11:00 h, y a las 14:30 h, se llevan perforados algo más de 3 metros.



*Imagen 3. Primeros metros de perforación del sondeo.*

Conforme se van perforando los primeros centímetros, se va hincando una tubería de acero, que hace de entibación auxiliar, con el fin de evitar el hundimiento del terreno en la boca del sondeo. Esta tubería tiene una profundidad aproximada de metro y medio. Una vez hincada en su totalidad, se continúa perforando por su interior con el mismo trépano (de 390 mm).

A las 17:00 h, alcanzada una profundidad de 8,50 m, nos encontramos perforando unas arcillas terciarias, por lo que se llama a la asistencia técnica para comunicárselo.

Se da por finalizado el sondeo a la profundidad de 8,50 m.

Debido a la naturaleza inestable de los materiales atravesados ha sido necesaria la colocación de una tubería auxiliar de 400 x 6 mm, cuya profundidad ha sido de 6 m. Esta tubería será extraída antes de la finalización del sondeo.

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

- 0 – 5 m: Gravas, arenas y arcillas de color marrón claro. Las gravas nos on muy grandes, unos 3 cm, y son subangulosas, de composición carbonatada y calcoarenitas. Se distinguen fósiles (alveolinas).
- 6 m: Arcillas con algo de arena gruesa y algunas gravillas. Esta arcilla es plástica.
- 7 – 8,50 m: Arcilla de color ocre rojizo, con tonalidades verdosas, muy plástica.



**Imagen 4.** Muestras obtenidas durante la perforación del sondeo.

### ENTUBACIÓN

A partir de la columna litológica, diseñada por la Asistencia Técnica y aceptada por la Dirección de Obra, se diseña la columna de entubación, quedando de la siguiente manera:

Profundidad	Diámetro	Longitud	Tipo	Material
8,50 – 5,50	180 x 4	3 m	Ciego	Chapa de acero
5,50 – 2,50	180 x 4	3 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
2,50- 0	180 x 4	2,50 m	Ciego	Chapa de acero

En total, la entubación final está constituida por 8,50 m de tubería metálica en chapa de acero de 180 x 4 mm, de los cuales 5,50 m corresponden a tubería ciega y 3

m corresponden a filtro puentecillo. La tubería se ha dispuesto apoyada y con una tapa de fondo, y sobresale con respecto al sondeo medio metro.

La entubación comienza a las 17:50 h, siguiendo el diseño propuesto.



**Imagen 5.** Colocación de la tapa de fondo.



**Imagen 6.** Trabajos de soldadura durante la entubación del sondeo.

Por la tarde, se permanece en espera de la llegada de la grava para poder engravillar el sondeo. Se nos comunica que no es posible servir la misma durante la tarde, por lo que se da por finalizada la jornada.

08/06/2010

### ENGRAVILLADO Y EMBOQUILLE

A las 11:50 h, se produce la llegada de la grava, aprovechando este lapsus, hemos acudido a la parcela en la que se va a realizar el siguiente sondeo para su adecuación.

Antes de comenzar con las labores de engravillado, se lleva a cabo la medida del nivel del agua, encontrándose ésta a 1,30 m con respecto a la cota del terreno.

Se dispone el empaque de gravas (3 toneladas) hasta la profundidad de 3 m. Se trata de una grava silíceica, redondeada y calibrada.



*Imagen 7. Colocación de la grava.*

Se coloca la tubería de emboquille, de 350 x 6 mm, desde la profundidad de 2 metros hasta la cota del terreno y a continuación se introducen en el sondeo tres sacos de compactonit o mikolit (75 Kg.), que actuarán como sello, en la base del emboquille.

Mientras se deja que la arcilla bentonítica adquiera sus características sellantes, se realiza la limpieza del sondeo.

### LIMPIEZA

La limpieza, mediante el método de valvuleo, y tiene una duración total de 2 h.



**Imagen 8.** Realización de limpieza mediante valvuleo.

Se ha tomado una medida de conductividad antes de la finalización de la limpieza, de  $732 \mu\text{S}/\text{cm}$ . También se ha tomado una muestra de agua para su posterior análisis en el laboratorio.

#### CIERRE Y SELLADO

Se lleva a cabo el cierre provisional del sondeo y la cementación del emboquille, desde la parte superior de la capa sellante formada por la arcilla bentonítica hasta la superficie, mediante el empleo de hormigón.



**Imagen 9.** Cementación del emboquille del sondeo.

A continuación, se dispone una tapa en la parte superior del sondeo en la que se deja un orificio para la realización de medidas.

Tras la finalización del sondeo, a primera hora de la tarde se lleva a cabo el traslado de la máquina de perforación al siguiente punto: Huesca.

Durante la jornada de hoy, se ha producido la visita de Miguel Ángel Gutiérrez García, coordinador de Seguridad y Salud.

Esther Torresquebrada Aguirre.  
Elena Malo Moreno.  
Hidrogeólogas.

## **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 LA SOTONERA (090.054.001)**

Localización Geográfica (UTM, Uso 30):

X: 700.501 Y: 4.675.829 Z: 498 (m s. n. m)

RESUMEN DE UNIDADES	
Profundidad de la bomba	7 m
Horas de bombeo	23 h.
Horas de recuperación	1 h

### ENSAYO DE BOMBEO

Llegada del equipo de aforos, a fecha 7 de septiembre del 2.010, al sondeo a las 11:00 horas, instalan y comienzan el ensayo de bombeo. 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 Grundfos modelo SP- 45-31 con una potencia de 50 CV situada a 7 m de profundidad.



**Imagen 1. Situación del equipo de aforo en el sondeo.**

El ensayo de bombeo comienza a las 12:30 h del 7 de septiembre, una vez equipado el sondeo. Las características del ensayo de bombeo son las que se describen en la siguiente tabla:

	LA SOTONERA				
	Q (l/s)	t (min.)	N inicial	N final	s (m)
<b>Escalón 1</b>	0,25	90	2,57	3,34	0,77
<b>Escalón 2</b>	0,50	120	3,34	6,52 (r)	3,18
<b>Recuperación 1</b>	-	30	6,52 (r)	2,57	3,95(*)
<b>Escalón 3</b>	0,35	210	2,57	3,70	1,13
<b>Escalón 4</b>	0,40	1.080	3,70	4,40	0,7
<b>Recuperación 2</b>	-	30	4,40	2,59	1,81 (*)

(\*) El nivel asciende.

#### • Escalón 1

El Escalón 1 comienza a las 12:30 h y acaba a las 13:00 h, teniendo una duración de 90 minutos y con un caudal de 0,25 l/s. El descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 0,77 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 2,57 m, y el nivel al final de este escalón se encuentra a 3,34 m.



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

El agua a aclara al principio del desarrollo de este escalón.

- **Escalón 2**

Da comienzo a las 13:30 h, y acaba apenas 30 minutos después, ya que el nivel desciende rápidamente hacia la rejilla (7,00 m), con lo que el descenso observado es de 3,18 m. Se ha extraído un caudal de 0,50 l/s.



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

Inmediatamente después, a las 14:00 h comienza la recuperación (Recuperación 1) con una duración de 30 min., donde el nivel del agua asciende hasta alcanzar el nivel de 2,57 m de profundidad.

- **Escalón 3**

El Escalón 3 comienza a las 14:30 h y acaba a las 18:00 h, teniendo una duración de 2 horas y 30 minutos, tras comprobar que el nivel ha estabilizado. Se extrae un caudal de 0,35 l/s. El descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 1,13m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 2,57 m, y el nivel al final de este escalón se encuentra a 3,70 m.



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

- **Escalón 4**

Este escalón comienza a las 18:00 h, y finaliza a las 12:00 h, del día siguiente con una duración de 13 horas. En éste se ha bombeado un caudal de 0,40 l/s, y el se ha observado la estabilización del nivel a 4,40 m de profundidad, con lo que el descenso experimentado ha sido de 0,7 m.



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

A las 12:00 h comienza la recuperación (Recuperación 2) con una duración de 30 min., donde el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 2,59 m de profundidad.



*Imagen 6. Medida durante la recuperación.*

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

- **Escalón 1 ( $Q= 0,25$  l/s)**

Inicio del Escalón 1: CE= 674  $\mu$ S/cm.;  $T^a = 19,8$  °C; pH= 7,57.

- **Escalón 2 ( $Q= 0,50$  l/s)**

Inicio del Escalón 2: CE= 697  $\mu$ S/cm.;  $T^a = 20,1$  °C; pH= 7,49.

Final del Escalón 2: CE= 686  $\mu$ S/cm.;  $T^a = 20,3$  °C; pH= 7,55.

- **Escalón 3 ( $Q= 0,35$  l/s)**

Inicio del Escalón 3: CE= 694  $\mu$ S/cm.;  $T^a = 21,2$  °C; pH= 7,55.

Final del Escalón 3: CE= 689  $\mu$ S/cm.;  $T^a = 20,4$  °C; pH= 7,59.

- **Escalón 4 (Q= 0,4 l/s)**

Inicio del Escalón 4: CE= 690  $\mu\text{S}/\text{cm}.$ ;  $T^a = 19,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ; pH= 7,57.

Un tercio del Escalón 4: CE= 685  $\mu\text{S}/\text{cm}.$ ;  $T^a = 19,7 \text{ }^\circ\text{C}$ ; pH= 7,59.

Dos tercios del Escalón 4: CE= 694  $\mu\text{S}/\text{cm}.$ ;  $T^a = 19,7 \text{ }^\circ\text{C}$ ; pH= 7,56.

Final del Escalón 4: CE= 687  $\mu\text{S}/\text{cm}.$ ;  $T^a = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$ ; pH= 7,53.

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

Iván Molina Durán  
Hidrogeólogo.

Γ 7  
 C.G.S. Compañía General de Sondeos, S.A.  
 C/ ANABEL SEGURA, 11 Edificio A, 4º of. b  
 28108 ALCOBENDAS  
 MADRID  
 L J

Fecha: 08 DE SEPTIEMBRE DE 2010

Sondeo: 090.054.001	Termino municipal: PLASENCIA DEL MONTE	Provincia: HUESCA
---------------------	--	-------------------

Comienzo: Día 07/09/2010 Hora 12:30 NE. 2,57	Terminación: Día 08/09/2010 Hora 12:30 ND. 4,40
--	---

Grupo generador	Grupo motobomba	Perforación m.	
Marca: MECC-ALTE KVA.: 250 Motor: FIAT-AIFO Potencia: 400 CV	Marca: BELARDI Tensión: 380 Tipo: 4F-13 Potencia: 4 CV	180 Ø 8,5 m	Profundidad rejilla: 7 m. Q. medidas con: TUBO PITOT Niveles medidos con: SONDA Ø Tubería: 50 mm.

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

Observaciones:

1º Escalon				2º Escalon				Recuperacion			
Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.	
0m	NE	2,57	NE	0m	ND	3,34	ND	0m	ND	6,52	ND
1m	0,25	3,02	COLOR	1m	0,5	3,60	COLOR	1m		4,98	
2m	0,25	3,25	COLOR	2m	0,5	3,82	COLOR	2m		4,40	
3m	0,25	3,34	COLOR	3m	0,5	3,90	COLOR	3m		3,87	
4m	0,25	3,36	COLOR	4m	0,5	3,96	COLOR	4m		3,43	
5m	0,25	3,36	COLOR	5m	0,5	4,02	COLOR	5m		3,19	
6m	0,25	3,36	COLOR	6m	0,5	4,07	COLOR	6m		2,95	
7m	0,25	3,36	COLOR	7m	0,5	4,13	COLOR	7m		2,85	
8m	0,25	3,35	COLOR	8m	0,5	4,19	COLOR	8m		2,78	
9m	0,25	3,35	COLOR	9m	0,5	4,26	COLOR	9m		2,70	
10m	0,25	3,34	COLOR	10m	0,5	4,31	COLOR	10m		2,62	
15m	0,25	3,34	COLOR	15m	0,5	4,62	COLOR	15m		2,58	
20m	0,25	3,34	COLOR	20m	0,5	4,94	COLOR	20m		2,57	
25m	0,25	3,34	COLOR	25m	0,5	5,20	COLOR	25m		2,57	
30m	0,25	3,34	COLOR	30m	0,5	5,42	COLOR	30m		2,57	
				40m	0,5	5,85	COLOR				
				50m	0,5	6,20	COLOR				
				60m	0,5	6,52	COLOR				

3º Escalon				4º Escalon				Recuperacion			
Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.	
0m	ND	2,57	ND	0m	ND	3,70	ND	0m	ND	4,40	ND
1m	0,35	3,37	COLOR	1m	0,4	3,72	CLARA	1m		3,61	
2m	0,35	3,42	COLOR	2m	0,4	3,74	CLARA	2m		2,95	
3m	0,35	3,45	COLOR	3m	0,4	3,76	CLARA	3m		2,83	
4m	0,35	3,48	COLOR	4m	0,4	3,77	CLARA	4m		2,75	
5m	0,35	3,50	COLOR	5m	0,4	3,81	CLARA	5m		2,68	
6m	0,35	3,53	COLOR	6m	0,4	3,82	CLARA	6m		2,64	
7m	0,35	3,55	COLOR	7m	0,4	3,83	CLARA	7m		2,63	
8m	0,35	3,58	COLOR	8m	0,4	3,85	CLARA	8m		2,62	
9m	0,35	3,60	COLOR	9m	0,4	3,86	CLARA	9m		2,61	
10m	0,35	3,61	COLOR	10m	0,4	3,88	CLARA	10m		2,60	
15m	0,35	3,63	COLOR	15m	0,4	3,91	CLARA	15m		2,59	
20m	0,35	3,64	COLOR	20m	0,4	3,96	CLARA	20m		2,59	
25m	0,35	3,65	COLOR	25m	0,4	4,00	CLARA	25m		2,59	
30m	0,35	3,65	COLOR	30m	0,4	4,03	CLARA	30m		2,59	
40m	0,35	3,66	COLOR	40m	0,4	4,06	CLARA				
50m	0,35	3,67	COLOR	50m	0,4	4,09	CLARA				
60m	0,35	3,68	COLOR	60m	0,4	4,11	CLARA				
75m	0,35	3,70	CLARA	75m	0,4	4,14	CLARA				
90m	0,35	3,70	CLARA	90m	0,4	4,18	CLARA				
120m	0,35	3,70	CLARA	120m	0,4	4,21	CLARA				
2,5h	0,35	3,70	CLARA	2,5h	0,4	4,24	CLARA				
3h	0,35	3,70	CLARA	3h	0,4	4,28	CLARA				
3,5h	0,35	3,70	CLARA	3,5h	0,4	4,30	CLARA				
				4h	0,4	4,32	CLARA				
				5h	0,4	4,35	CLARA				
				6h	0,4	4,37	CLARA				
				7h	0,4	4,38	CLARA				
				8h	0,4	4,38	CLARA				
				9h	0,4	4,38	CLARA				
				10h	0,4	4,39	CLARA				
				11h	0,4	4,39	CLARA				
				12h	0,4	4,39	CLARA				
				13h	0,4	4,40	CLARA				
				14h	0,4	4,40	CLARA				
				15h	0,4	4,40	CLARA				
				16h	0,4	4,40	CLARA				
				17h	0,4	4,40	CLARA				
				18h	0,4	4,40	CLARA				



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





**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000036179**

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 LA SOTONERA- FIN LIMPIEZA

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000033366

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Toma de Muestra: 08/06/2010

Recepción: 06/07/2010

Inicio análisis: 06/07/2010

Fin análisis: 08/07/2010

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	2,53 mg/l	±0,13	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	10,11 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	208,35 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,08 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	89,06 mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l		Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	33,40 mg/l	±2,00	Cromatografía iónica (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	648 µS/cm	±13	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,23 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	22,80 mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	86,19 mg/l	±10,34	Cromatografía iónica (PIE-CION)
NITRITOS	1,42 mg/l	±0,18	Cromatografía iónica (PIE-CION)
pH	7,55 ud. de pH	±0,38	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	3,01 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	23,58 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	71,07 mg/l	±4,26	Cromatografía iónica (PIE-CION)

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

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

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

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

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

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

8 de julio 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	33,40	0,94	13,04
SULFATOS	71,07	1,48	20,48
BICARBONATOS	208,35	3,41	47,25
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	86,19	1,39	19,24
SODIO	23,58	1,03	13,82
MAGNESIO	22,80	1,88	25,27
CALCIO	89,06	4,44	59,87
POTASIO	3,01	0,08	1,04

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos	551,83 mg/l
CO2 libre	9,35 mg/l
Dureza total	31,63 °Francés
Dureza total	316,27 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	145,49 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	170,88 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	170,88 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,71
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,17
$rNa/rK$	13,32
$rNa/rCa$	0,23
$rCa/rMg$	2,37
$rCl/rHCO_3$	0,28
$rSO_4/rCl$	1,57
$rMg/rCa$	0,42
i.c.b.	-0,17
i.d.d.	-0,03

Nº Registro: 33366

### INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000038548

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 PLASENCIA DEL MONTE - LA SOTONERA	

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000035501

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Toma de Muestra: 08/09/2010

Recepción: 04/10/2010

Inicio análisis: 04/10/2010

Fin análisis: 11/10/2010

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	12,43 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	216,08 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,09 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	99,37 mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l		Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	27,86 mg/l	±1,67	Cromatografía iónica (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	624 µS/cm	±12	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,38 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	±0,04	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l		Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	17,46 mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	88,08 mg/l	±10,57	Cromatografía iónica (PIE-CION)
NITRITOS	< 0,1 mg/l		Cromatografía iónica (PIE-CION)
pH	7,86 ud. de pH	±0,39	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	0,85 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	18,52 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	64,68 mg/l	±3,88	Cromatografía iónica (PIE-CION)

\* Resultados aproximados (no acreditados):

AMONIO	0,00 mg/l
NITRITOS	0,03 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.*

**11 de octubre 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	27,86	0,79	11,08
SULFATOS	64,68	1,35	18,98
BICARBONATOS	216,08	3,54	49,92
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	88,08	1,42	20,02
SODIO	18,52	0,81	11,15
MAGNESIO	17,46	1,44	19,89
CALCIO	99,37	4,96	68,65
POTASIO	0,85	0,02	0,30

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos	545,83 mg/l
CO2 libre	4,75 mg/l
Dureza total	32,00 °Francés
Dureza total	320,03 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	142,91 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	177,22 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	177,22 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,60
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,13
$rNa/rK$	37,05
$rNa/rCa$	0,16
$rCa/rMg$	3,45
$rCl/rHCO_3$	0,22
$rSO_4/rCl$	1,71
$rMg/rCa$	0,29
i.c.b.	-0,05
i.d.d.	-0,01

Nº Registro: 35501

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



## FICHA DE PIEZÓMETRO

TOPONIMIA		LA SOTONERA MARM. PLASENCIA DEL MONTE.		CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.400.003	
CÓDIGO IPA		281180066	Nº MTN 1:50.000 2811	MUNICIPIO		La Sotonera	PROVINCIA Huesca
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO					
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		054   SASO DE BOLEA-AYERBE					
U. HIDROGEOLÓGICA		Depresión del Ebro					
ACUÍFERO(S)		05401   Cuaternario aluvial - Llanura de inundacion y terrazas					
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	700506	DATOS OBTENIDOS DE:	GIS-Oleicola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL	
	Y	4675828					
COTA DEL SUELO msnm	Z	499	DATOS OBTENIDOS DE:	GPS	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0	
POLÍGONO		5	PARCELA		3		
TITULARIDAD DEL TERRENO		Ayuntamiento de La Sotonera					
PERSONA DE CONTACTO							
ACCESO		Para llegar al mismo se coge el primer camino a la izquierda que sale del pueblo, tras pasar la parada de autobús. Se bordea las naves de la cooperativa de agricultores y se toma el segundo camino a la izquierda, hasta el final del mismo					

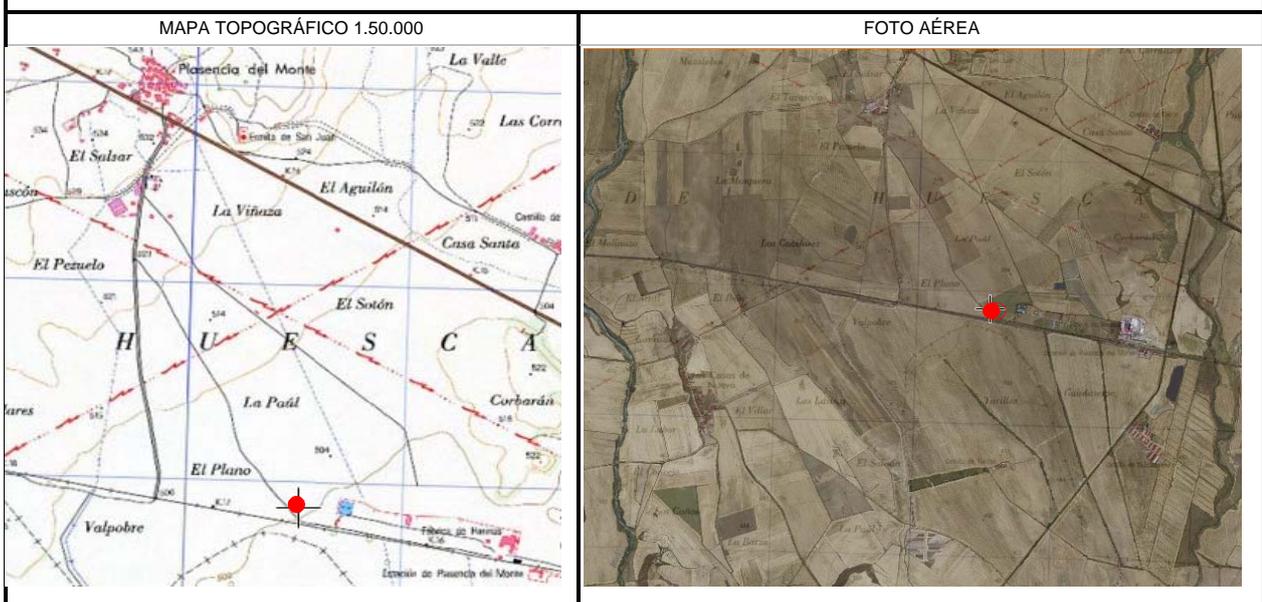
### CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO

METODO		Percusión		PROFUNDIDAD DEL SONDEO				8,5		EMPAQUE		SI	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION			
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA		
0	8,5	390	0	2,5	300	Metálica	2,5	5	Puentecillo	0	3		
			0	8,5	180	Metálica							

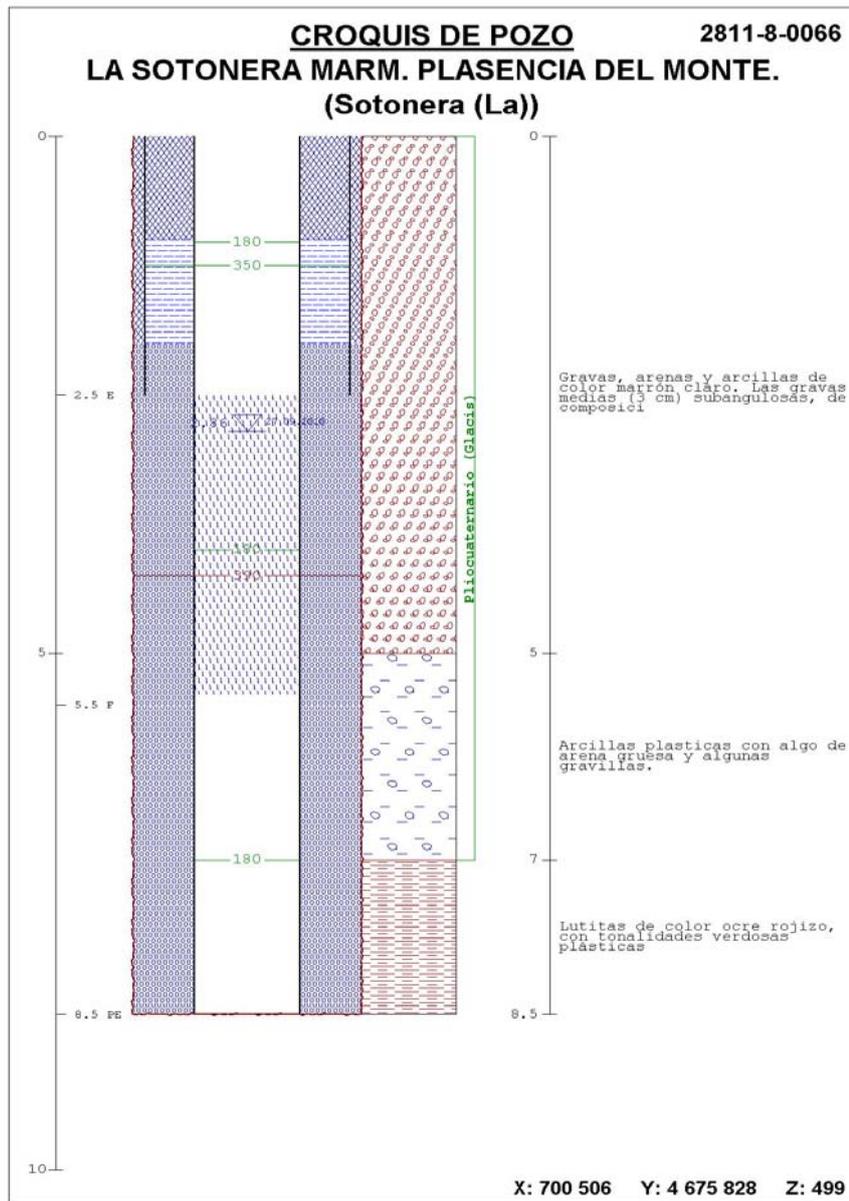
### HISTORIA

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

### LOCALIZACIÓN



# 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:** (2811) AYERBE

**UTMX:** 700506

**UTMY:** 4675828

**COTA:** 499

**Provincia:** HUESCA

**Municipio:** SOTONERA (LA)

**Localidad:** PLASENCIA DEL MONTE

**Paraje:** LA SOTONERA MARM. PLASENCIA DEL MONTE.

**Polígono:** 3

**Parcela:** 5

**Dominio Hidrogeológico:** Depresión del Ebro

**Unidad:**
**Acuífero:**
**Masa Subterránea A:** SASO DE BOLEA-AYERBE

**Masa Subterránea B:**
**Acuífero:** Cuaternario aluvial

**Redes:**

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

**Río:** SOTON

**Cuenca:** EBRO

**Acceso:** El sondeo se encuentra situado en el municipio de Plasencia del Monte (Huesca), en una parcela cercana a la estación del Tren. Para llegar a la misma, es necesario coger un camino que sale a la izquierda de la carretera, tras pasar una parada de autobús, nada más entrar en el pueblo. Este camino conduce a las naves de la cooperativa de agricultores. Se bordea la misma por el camino de la izquierda, y finalmente se toma el segundo camino a la izquierda, hasta el final del mismo.

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

CLAVE 09.822-0003/2111



Vista de camino de acceso (01/09/2010)

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
29	TCL	CHE (OPH)	29/06/2012		meto ortoimagen de situación facilitada por Javier Ramajo.

## PERFORACIÓN

**Contratista:** CGS (Hijos de Manuel Ruiz de Pablo)

**Año:** 2010

**Tipo perforación:** PERCUSION

**Profundidad total:** 8.5

**Observaciones:**

Desde	Hasta	Diámetro (mm)
0	8.5	390

## REVESTIMIENTO

Desde	Hasta	Diámetro(mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	2	350	5	Metálica ciega	CEMENTACION
0	2.5	180	5	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA
2.5	5.5	180	5	Metálica puentecillo	EMPAQUE DE GRAVA
5.5	8.5	180	5	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA

## LITOLOGÍA

**Descripción geológica:** El sondeo se sitúa sobre los materiales del Pliocuaternario correspondientes a los depósitos de piedemonte (glacis) del saso de Bolea-Ayerbe

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	5	GRAVAS	PLIOCUATERNARIO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Gravas, arenas y arcillas de color marrón claro. Las gravas no son muy grandes, unos 3 cm, son subangulosas, de composición carbonatada y calcoarenitas. Dentro de las mismas se distinguen fósiles (alveolinas).				
5	7	ARCILLAS ARENAS Y GRAVAS	PLIOCUATERNARIO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Arcillas algo practicas con algo de arena gruesa y algunas gravillas.				
7	8.5	ARCILLAS	MIOCENO	
<b>Observaciones:</b> Lutitas de color ocre rojizo, con tonalidades verdosas, muy plásticas.				

## ENSAYOS DE BOMBEO

Fecha	Caudal (l/s)	Nivel Inicial (m)	Depresión (m)	Duración (h)	Transmisividad (m <sup>2</sup> /d)	S	Fuente Información
08/09/2010	0	4.4	1.81	0			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> Segunda recuperación							
07/09/2010	0.4	3.7	-0.7	0.8			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> Escalón continuo							

07/09/2010	0.35	2.57	-1.13	0.1	CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> Tercer escalón					
07/09/2010	0	6.52	3.95	0	CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> Primera recuperación					
07/09/2010	0.5	3.34	-3.18	0	CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> Segundo escalón					
07/09/2010	0.25	2.54	-0.8	0	CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> Primer escalón					

## PIEZOHIDROMETRÍA

NIVEL: NIVEL1

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
18	3.51	2.23	1.28	2.7278	0.386

## HIDROQUÍMICA

Fecha muestreo	Cl meq/l mg/l	SO4 meq/l mg/l	HCO3 meq/l mg/l	NO3 meq/l me/l	Na meq/l mg/l	Mg meq/l mg/l	Ca meq/l mg/l	K meq/l mg/l	Cond20 campo lab.	Ph campo lab.	Error %	Fuente info.
08/09/2010	0.7848	1.3475	3.5423	1.4206	0.8052	1.443	4.9561	0.0217	687	7.5	1.8268	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
	27.86	64.68	216.08	88.08	18.52	17.46	99.37	0.85				
08/09/2010									694	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
08/09/2010									6850	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

07/09/2010									690	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
07/09/2010									6890	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
07/09/2010									694	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
07/09/2010									6860	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
07/09/2010									697	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
07/09/2010									674	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
08/06/2010	0.9408	1.4806	3.4156	1.3902	1.0252	1.8843	4.4419	0.077	732	2.7455	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

---

---

33.4 71.07 208.35 86.19 23.58 22.8 89.06 3.01

---

OTRAS FOTOS



Vista de detalle (01/09/2010)



Vista general y acceso (01/09/2010)



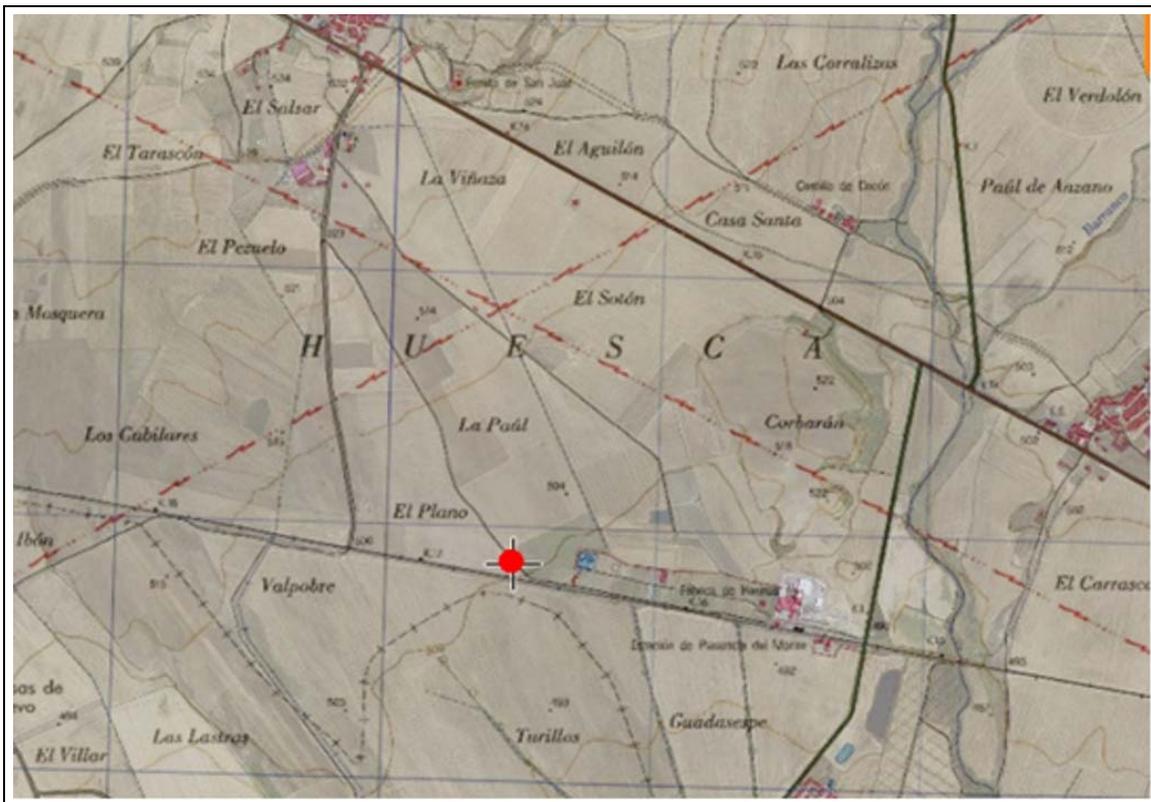
Vista general hacia la via (01/09/2010)



Vista de camino de acceso (01/09/2010)



DSCN3903\_LASotonera (31/05/2012)



LA SOTONERA (29/06/2012)



Viata general (11/05/2012)



Visión general La Sotonera (11/05/2012)



Detalle Dado La Sotonera (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

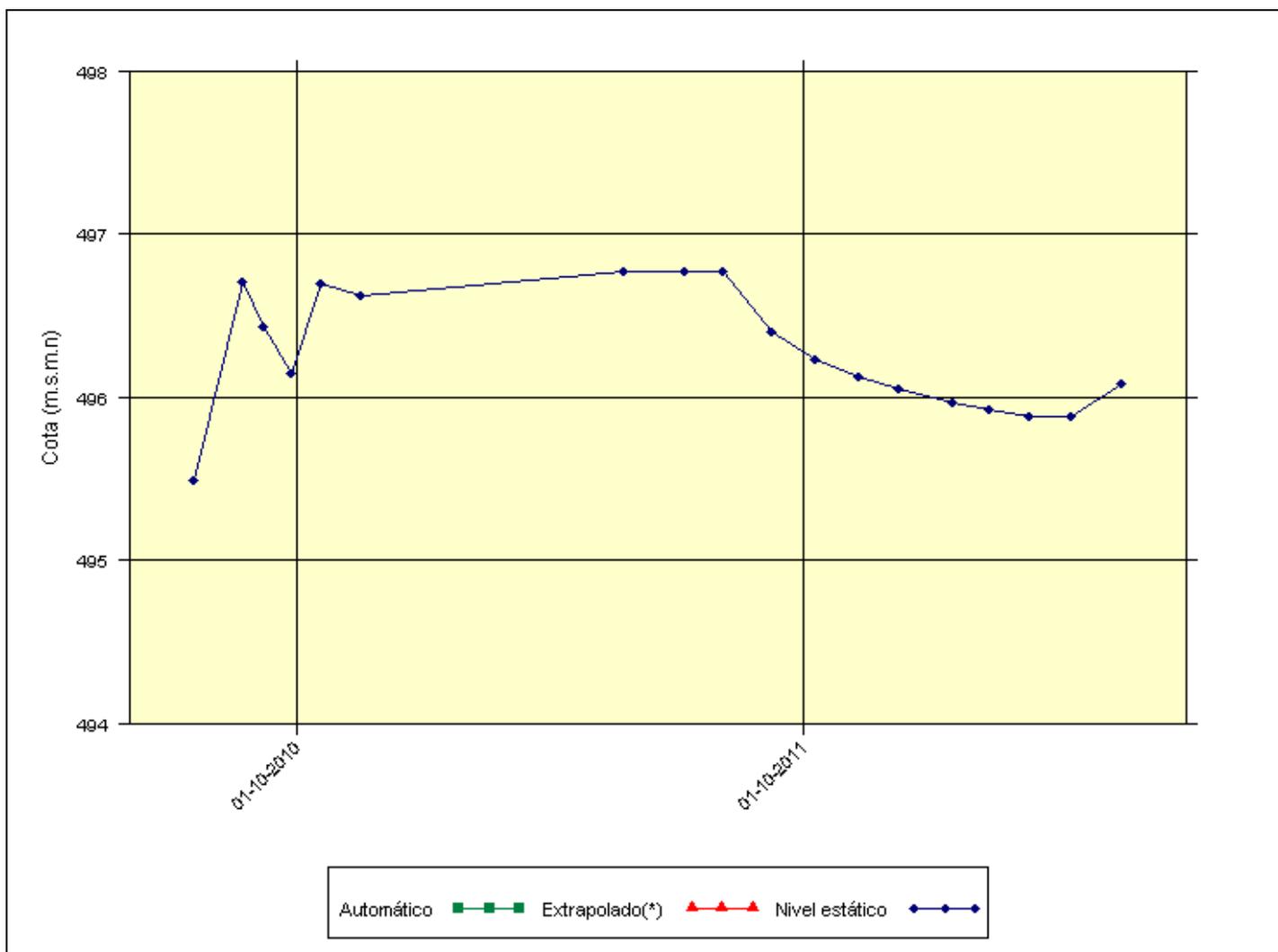
CONSIDERACIONES PARA LA MEDICIÓN

Contacto: Ayuntamiento de la Sotonera- . Tlf: 974 272 200. .

Cierre: Llave MARM

Referencia:

HIDROGRAMA NIVEL 1: por definir



ESTADÍSTICA PIEZOMÉTRICA NIVEL 1: por definir

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
18	3.51	2.23	1.28	2.7278	0.386

**MEDIDAS PIEZOMÉTRICAS RECIENTES NIVEL 1: por definir**

Fecha muestreo	Nivel (m)	Observaciones
18/05/2012	2.92	
12/04/2012	3.12	
12/03/2012	3.12	
13/02/2012	3.08	
17/01/2012	3.04	
09/12/2011	2.95	
10/11/2011	2.88	
10/10/2011	2.77	
09/09/2011	2.6	
05/08/2011	2.23	
08/07/2011	2.23	
25/05/2011	2.23	pendiente de arqueta
17/11/2010	2.38	
19/10/2010	2.31	

**ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO**

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 4: "Depresión del Ebro", la masa de agua subterránea 090.054 correspondiente al "Saso de Bolea-Ayerbe". Este piezómetro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, en la zona de recarga de dicho acuífero. El acuífero atravesado son las gravas, de matriz arenosa a limosa-arcillosa, de edad Holocena que lo constituyen alcanzando el sustrato, de materiales terciarios, correspondientes a las facies lutíticas de la Fm. Uncastillo.

**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

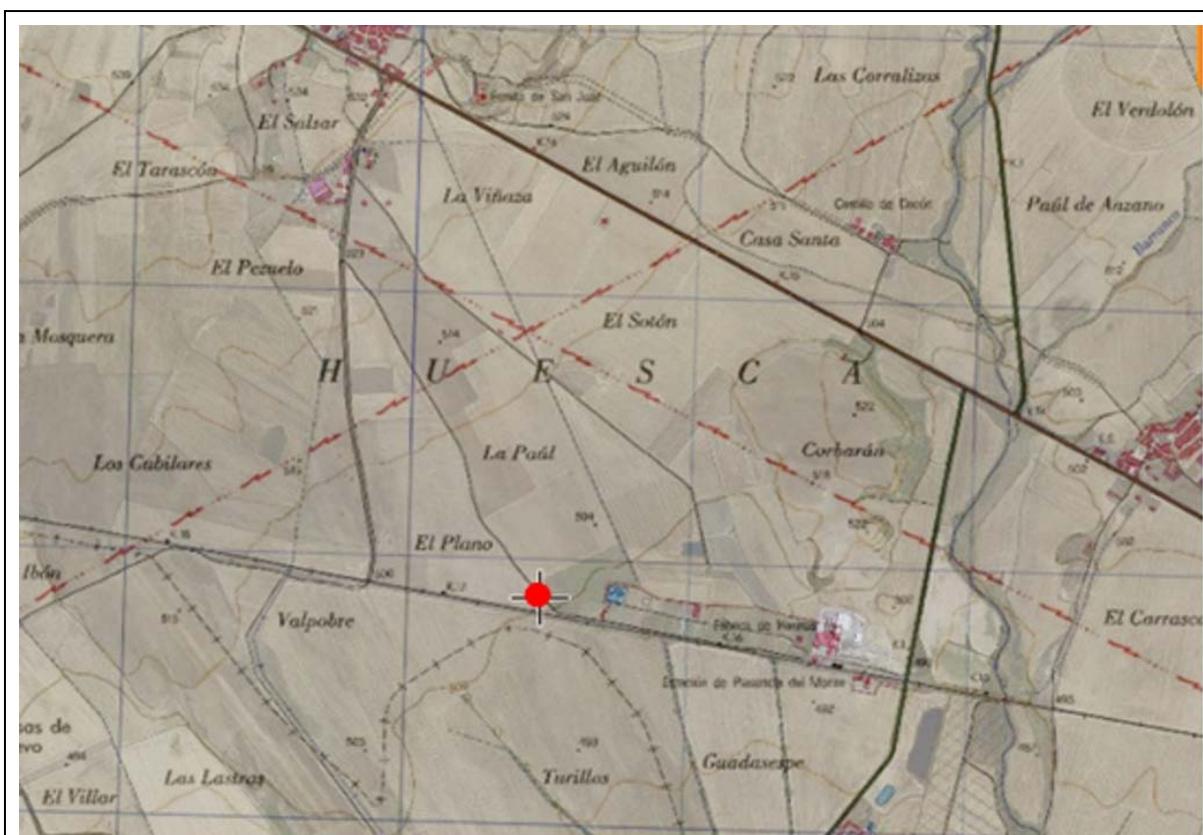
Oficina de Planificación Hidrológica

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

### DESCRIPCIÓN DEL ACCESO

El sondeo se encuentra situado en el municipio de Plasencia del Monte (Huesca), en una parcela cercana a la estación del Tren. Para llegar a la misma, es necesario coger un camino que sale a la izquierda de la carretera, tras pasar una parada de autobús, nada más entrar en el pueblo. Este camino conduce a las naves de la cooperativa de agricultores. Se bordea la misma por el camino de la izquierda, y finalmente se toma el segundo camino a la izquierda, hasta el final del mismo.

### ORTOIMAGEN CON LA RUTA DE ACCESO



Coordenadas UTM del punto:  
X: 700506, Y:4675828 (Huso 30)

**FOTOS ADICIONALES**

**PANORÁMICA**



05/2012 Visión general La Sotonera

**ACCESO**

**DETALLE**



05/2012 Detalle Dado La Sotonera

**ACCESO**



09/2010 Vista de camino de acceso

**DETALLE REFERENCIA**



09/2010 Vista de camino de acceso

**INSTALACIÓN**



05/2012 DSCN3903 LASotonera