

*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 SESUE: 090.034.001**





## 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>16</b>
<b>6. DATOS DE LA PERFORACIÓN</b> .....	<b>17</b>
<b>7. COLUMNA LITOLÓGICA</b> .....	<b>18</b>
<b>8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA</b> .....	<b>19</b>
<b>9. ENTUBACIÓN REALIZADA</b> .....	<b>20</b>
<b>10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS</b> .....	<b>23</b>
10.1. ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS DEL ACUÍFERO .....	24
<b>11. HIDROQUÍMICA</b> .....	<b>30</b>
<b>12. CONCLUSIONES</b> .....	<b>33</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 (179) Bielsa</i> .....	<b>9</b>
<i>Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.</i> .....	<b>22</b>
<i>Figura 5. Diagrama de Piper. Sondeo 090.034.001–Sesué.</i> .....	<b>31</b>
<i>Figura 6. Diagramas de Stiff. Sondeo 090.034.001–Sesué.</i> .....	<b>32</b>

## **INDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1. Síntesis de la columna litológica atravesada (descripción en campo)..</b>	<b>18</b>
<b>Tabla 2. Entubación realizada.....</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 3. Datos mensuales del nivel piezométrico medidos con sonda hidronivel antes y después del ensayo de bombeo.....</b>	<b>23</b>
<b>Tabla 4. Resumen de los escalones del ensayo de bombeo.....</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 5. Resumen de la tabla de datos del Escalón continuo.....</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 (090.034.001) es disponer de, al menos, un punto de control piezométrico en esta masa de agua (034) que forma el acuífero del devónico.

Este piezómetro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, en la zona de recarga del dicho acuífero y teniendo un carácter fisurado que presenta un comportamiento de confinado a semiconfinado.



El objetivo hidrogeológico de este sondeo es cortar las calizas y pizarras del devónico que forman el acuífero en esta zona.

## 2. LOCALIZACIÓN

El sondeo se ubica en el municipio de Sesué, en la parcela 332 del polígono 1 perteneciente al ayuntamiento de dicha localidad.

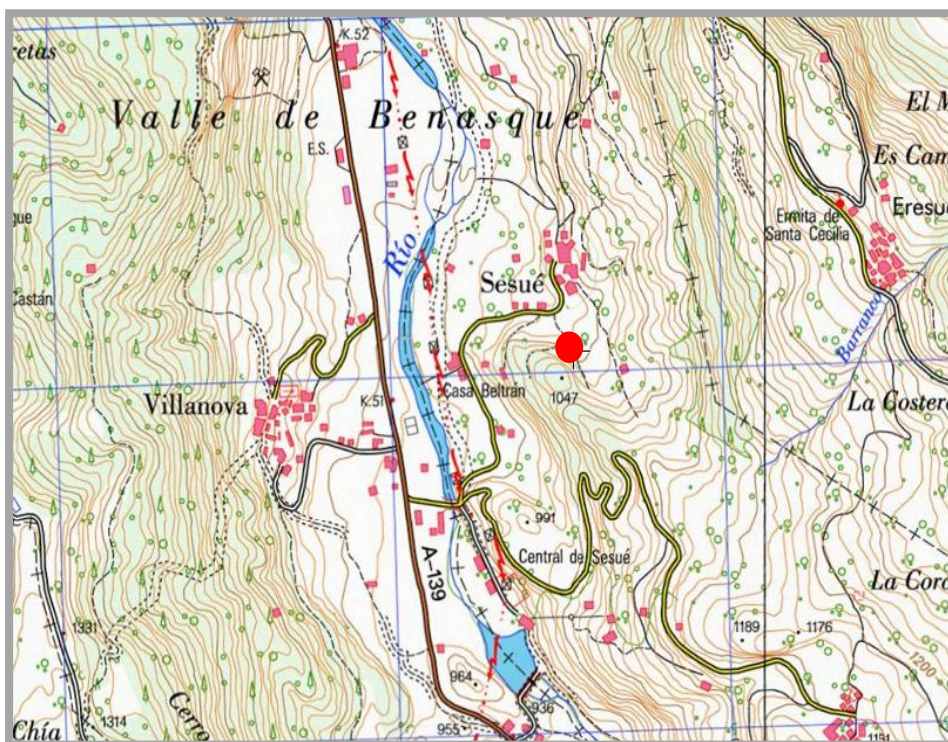
El sondeo se sitúa en las cercanías del casco urbano y se accede, al mismo, desde dicha localidad una vez pasado el Ayuntamiento, tomando la primera calle que gira a la derecha en dirección a la Peña Forat a los pies de la que se sitúa.

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

X: 292549

Y: 4714061

Z: 993 m.s.n.m



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



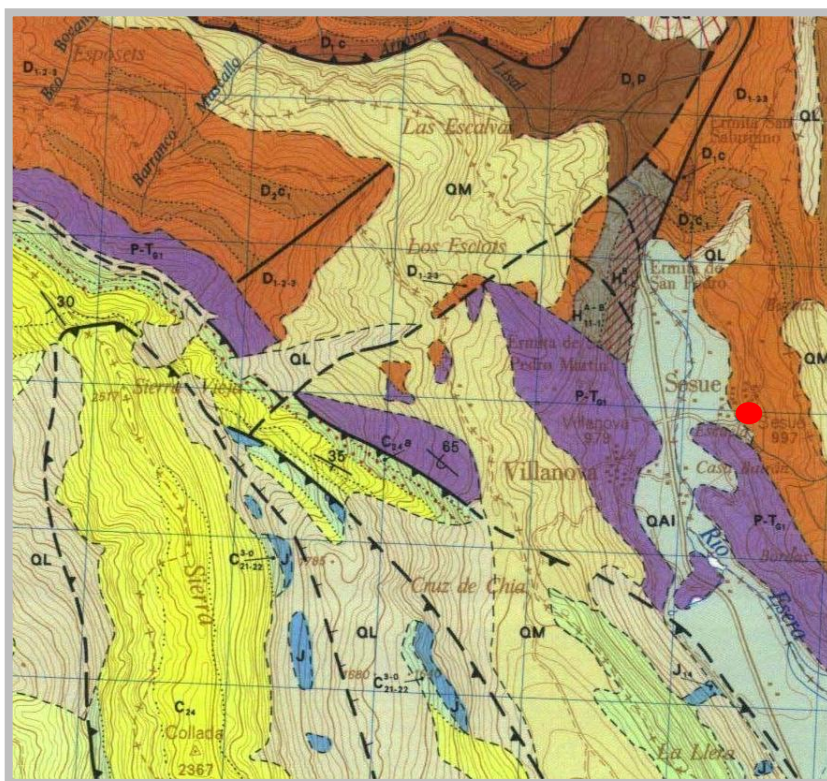
**Figura 2. Ubicación del piezómetro sobre base del SIGPAC.**

### **3. SITUACIÓN GEOLÓGICA**

Desde el punto de vista geológico, el sondeo se emboquilla en depósitos cuaternarios aluviales cortando, con posterioridad, materiales pizarrosos, con alguna intercalación calcárea, del devónico medio, identificados como unidad D<sub>1-2-3</sub> en la cartografía MAGNA de la hoja de Bielsa.

En campo se observa cómo, estos materiales, se disponen con buzamientos de 50° a 60° hacia el N o NE cerca del contacto discordante de base de la unidad roja Permico-Tríasica formada por conglomerados, areniscas y limolitas que aflora entre la localidad de Villanova y la de Sesué.





**Figura 3. Ubicación del piezómetro sobre la Cartografía Geológica MAGNA 1:50.000 (179) Bielsa.**

## 4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 3 "Sinclinal de Tremp".

Este dominio engloba la estructura alóctona pirenaica (Unidad Surpirenaica Central) al E del Cinca y hasta el límite de la cuenca del Ebro, donde incluye el manto de Pedraforca. Se identifica orográficamente con las Sierras interiores y Exteriores Surpirenaicas al E del Cinca (Cotiella, Tubón, Boumort, Montsec, Carrodilla, San Mamet, etc). La elección del río Cinca, como límite occidental del dominio, obedece, una vez más, a criterios hidrogeológicos y de gestión. En el límite oriental se emplazan algunas unidades hidrogeológicas intercuenca (La Cerdanya y Cadí-Port del Compte) por lo que el límite del dominio se extiende, puntualmente, más allá de la

divisoria hidrográfica en virtud de criterios hidrogeológicos. En cuanto a los límites N (divisoria hidrográfica) y S (cabalgamiento Surpirenaico) tienen una importante traducción hidrogeológica por cuanto delimitan áreas de funcionamiento marcadamente distinto. El límite septentrional del dominio se define con carácter general sobre la divisoria hidrográfica de la cuenca del Ebro, ubicada sobre materiales hercínicos poco permeables del Pirineo Axial. Este criterio será puntualmente modificado en el caso de la presencia de calizas permeables del Devónico cuando por, su extensión o conexión con otros acuíferos, adquieran una especial relevancia hidrogeológica (Valle de Arán, La Cerdanya).

En cuanto al límite Límite Oriental, en el área de las sierras interiores existen materiales permeables en la divisoria hidrográfica (sierras de Cadí y Moixeró-Sierra Caballera), por lo que los criterios de delimitación serán de carácter hidrogeológico. En las sierras de Moixeró y Caballera, el dominio se extiende más hacia el E de la divisoria de cuenca, para albergar todos los afloramientos del karst devónico hasta el contacto con los afloramientos silúricos o pérmicos del Alto Llobregat.

Por idénticas razones, en la sierra del Cadí, el dominio se extiende hasta el Llobregat hacia el E y hasta el cabalgamiento del manto del Cadí hacia el S, englobando así todos los afloramientos permeables cretácicos y eocenos que afloran por la zona de la divisoria hidrográfica.

Desde el cabalgamiento, anteriormente mencionado, y hacia el S, el límite del dominio se establece sobre las formaciones terciarias de la cuenca del Ebro hasta enlazar con el cabalgamiento del manto de las Sierras Marginales Catalanas, de forma que englobe los afloramientos cretácicos de este sector (núcleo del anticlinal de Oliana, etc.).

El límite sur se define según el cabalgamiento frontal Surpirenaico cuya traza se ha deducido unos km al N del núcleo yesífero del anticlinal de Barbastro-Balaguer.

Por último el río Cinca, nivel de base de los acuíferos pirenaicos que atraviesa, se establece como límite occidental del dominio.

Dentro de este dominio, se encuentra la masa de agua 034 correspondiente al "Macizo Axial Pirenaico". Esta masa de agua subterránea abarca una gran extensión de 4.098 km<sup>2</sup> a caballo entre las CCAA de Aragón (20%) y Cataluña (80%). Se localiza en el extremo septentrional del Dominio Pirenaico del Sinclinal de Tremp, desde las proximidades del río Cinca hasta el Segre, e integra la zona axial pirenaica al norte de las sierras interiores. Todo el límite septentrional se establece en la divisoria hidrográfica de la Cuenca del Ebro.

El límite meridional se define según el retrocabalgamiento del Cretácico y Jurásico sobre los materiales hercínicos de la zona axial.

Desde el punto de vista geológico, Esta masa de agua subterránea incluye la mayor parte de los materiales que conforman el Macizo Axial en la cuenca del Ebro, desde el río Cinca hasta las Cuencas Internas de Cataluña, y los terrenos paleozoicos alóctonos, localizados en la zona meridional.

La estructura de la zona axial es muy compleja, resultado de la superposición de las orogenias hercínica y alpina. Esta última implica un apilamiento antiformal de láminas cabalgantes de vergencia S con materiales prehercínicos.

Se distinguen fundamentalmente tres unidades litológicas: serie sedimentaria paleozoica, grupos gneísicos y rocas plutónicas, predominantemente granitoides.

A grandes rasgos, la estratigrafía de la serie paleozoica se puede sintetizar en cinco sistemas de edades Cambro–Ordovícico, Silúrico, Devónico, Carbonífero y Pérmico. Las potencias de estas series son de difícil estimación dadas las serias dificultades que implica su medida en estos materiales con una intensa deformación interna.

El cuaternario está representado por los rellenos aluviales de fondo de valle, coluviones y morrenas.

Los materiales de la serie Cambro–Ordovícico están formados por una serie siliciclástica de cuarcitas y pizarras, fundamentalmente, que, ocasionalmente, albergan niveles de calizas. Se citan espesores del orden de 2.000 m.

El Silúrico está formado por una serie de pizarras ampelíticas con alto contenido en piritita. Su espesor es incierto a causa de sus frecuentes superficies de despegue con estructuras asociadas que añaden o restan serie. En los lugares de menor deformación, se cita una potencia del orden de unos pocos centenares de metros.

El Devónico representa la serie de más extensión superficial y se caracteriza por frecuentes e importantes cambios litológicos. Su principal característica es la gran variedad litológica que presentan, que hace que se hallan definido diferentes unidades litoestratigráficas en distintos sectores con dificultades de correlación entre ellas. Así, en el Sinclinorio del valle de Arán, agrupa alternancias de areniscas y lutitas, calizas y alternancias de calizas y pizarras, según una proporción variable y con potencias que pueden superar

los 1.000 m. En la parte suroriental de este Sinclinorio, toda la serie devónica esta formada por materiales calcáreo–lutíticos, como ocurre en el entorno del Posets. Hacia el E, la serie cambia y se observa un gran desarrollo de los tramos calcáreos, con una parte basal de unos 700 m de calizas y dolomías con intercalaciones de pizarras negras y una parte superior de unos 300 m de alternancia de areniscas, lutitas y cuarcitas. En el área de la cuenca del Ésera, la serie consta de una mitad inferior calcárea de unos 450 m de espesor y otra superior lutítica no muy bien conocida y cuya parte alta puede incluir materiales del Carbonífero.

El Carbonífero constituye una serie eminentemente siliciclástica conocida en la literatura pirenaica como facies Culm. Se trata de una serie de carácter siliciclástico en la que a menudo se intercalan capas de calizas, bastante continuas, con un espesor inferior a 3 m. La serie más completa se ha estudiado en el río Nere (Arán), donde se describen unos 700 m de alternancia de areniscas feldespáticas y lutitas con algunas intercalaciones conglomeráticas y calcáreas.

Por último, adosados al contacto cabalgante sobre el mesozoico aparece una banda de materiales Permotriásicos formados por materiales detríticos, areniscas, lutitas y conglomerados, con intercalaciones volcánicas.

Dentro de la misma se identifican tres acuífero:

- *Acuífero Cámbrico-Ordovícico*: Calizas
- *Acuífero Devónico*: Calizas metamórficas y pizarras
- *Acuífero Cuaternario aluvial*: Coluviones y morrenas

Las calizas Cambro-ordovícicas adquieren espesores del orden del centenar de metros; para las calizas metamórficas del Devónico se cifran hasta 400 m de potencia. Ambos constituyen acuíferos de alta montaña

permeables por fisuración y Karstificación, de permeabilidad media a alta. De carácter libre en las zonas que aflora, y en carga en amplias zonas bajo la serie lutítica (pizarrosa) devónica.

Los materiales cuaternarios, formados por coluviones y depósitos fluvio-glaciares, forman acuíferos de muy pequeño espesor y desarrollo areal, dispersos por todo el ámbito de la masa de agua subterránea.

El resto de la serie, está integrada por materiales de baja a muy baja permeabilidad, en las que las únicas posibilidades acuíferas se restringen a una zona de alteración muy superficial.

En cuanto a los parámetros hidrodinámicos, no se dispone de información sobre ensayos para estimar el valor de los parámetros hidrodinámicos de los acuíferos que integran esta masa de agua subterránea. En el valle de Arán, se han realizado ensayos de trazadores en diferentes sistemas kársticos que han puesto de relieve un comportamiento hidrodinámico muy diferente como resultado de un desarrollo de la karstificación muy desigual, desde sistemas muy desarrollados con tiempos de respuesta muy rápidos a sistemas de pobre karstificación. Así, en el sistema de Joeu los tiempos de tránsito entre el Forau de Aigulluts y los Güells de Joeu se sitúan entre 12 y 14 horas. En cambio en el sistema de Lastoar el tiempo de tránsito es de 12 días; en el sistema Cámbrico-Ordovícico, el análisis de la curva de restitución entre la pérdida del Unhola y el manantial de la Pila da un tiempo de tránsito de 5,6 días, y en la fuente de Terme de 7,5 días.

En general se trata de sistemas de almacenamiento escaso y con un comportamiento tendente al kárstico en sentido estricto, muy poco inercial. La extrema variabilidad de los caudales en las surgencias más importantes confirma este tipo de comportamiento. Por las complicadas características geométricas de los niveles carbonatados, deformados, fracturados e inmersos



en una serie de baja permeabilidad, hacen que no se pueda pensar en un único acuífero, ni aún en el caso de que exista continuidad litológica. En la zona más estudiada, que incluye la cabecera del Ésera y el valle de Arán se ha puesto de manifiesto la existencia de sistemas kársticos independientes, con áreas de recarga y descarga propias y con un comportamientos hidrodinámicos independizados. Cada sistema kárstico tendrá por tanto su piezometría y direcciones de flujo propias, muy condicionadas en todos los casos por el elevado gradiente topográfico de la zona.

La mayor parte de la superficie de esta masa de agua está, no obstante, dominada por rocas de media a baja permeabilidad. Es estos casos es previsible la presencia de una zona epitelial de alteración en la que caben ciertos flujos muy someros y condicionados por la topografía.

El mecanismo principal de recarga es la infiltración de la precipitación sobre las zonas de mayor permeabilidad relativa. Otro mecanismo de recarga importante, es la infiltración de los recursos superficiales de la cabecera del Ésera. Es destacable la importancia de la alimentación proveniente de la fusión nival, pues condiciona la estacionalidad de los hidrogramas, con caudales mínimos registrados a finales de invierno, condicionados por la retención de la escorrentía por la helada, y los máximos entre finales de Mayo y principios de Junio, coincidiendo con el periodo de máxima fusión de nieve.

La descarga de los acuíferos tiene lugar por manantiales que emergen a favor de fracturas o bien en zonas de contacto con materiales de baja permeabilidad. La relación de los ríos con el acuífero Devónico es compleja en algunos casos, produciéndose pérdidas en una cuenca y capturas en otra, si bien lo más general es que las pérdidas en tramos de cabecera se inviertan en la recarga, temporal, del acuífero y que éste descargue mediante manantiales situados aguas abajo de la misma cuenca, a la red superficial.

En el ámbito de esta masa de agua subterránea, se da una de las capturas kársticas más espectaculares de la cordillera pirenaica, con un trasvase de recursos de la cabecera del Ésera a través de los sumideros del Forau de Aigualluts, la Renclusa y del Coll de Toro hacia el manantial del Güells de Joeu, en la cuenca del Garona. Este espectacular fenómeno es conocido desde antiguo y ha suscitado el interés de numerosos estudios desde principios de siglo. La conexión hídrica de ambas cuencas fue demostrada de forma definitiva por Casteret en 1931 mediante un ensayo de trazado con fluoresceína.

En cuanto a su hidroquímica Se trata de aguas de baja mineralización, con valores de C.E. entre 100 y 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , con facies de tipo  $\text{Ca-HCO}_3$  a  $\text{Ca-Mg-HCO}_3$ . Una peculiaridad de esta zona es el bajo contenido en  $\text{CO}_2$  en las aguas subterráneas, con cantidades muy próximas al equilibrio con el gas atmosférico, lo que las hace muy poco agresivas. Esta circunstancia es debida a que a las elevadas cotas en que se produce la recarga, apenas existe vegetación ni desarrollo edáfico.

En las zonas confinadas del acuífero devónico, las aguas muestran unas características diferentes, con salinidades mayores con valores de 800 y hasta casi 6.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , con un Eh ligeramente reductor (pozo Barrabás, en Benasque). Las facies, en este caso, son de tipo  $\text{Cl-SO}_4\text{-Na-Ca}$ .

No se identifican presiones significativas sobre esta masa de agua subterránea por lo que no se considera en riesgo.

## 5. EQUIPO DE PERFORACIÓN

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



Se ha contado con un equipo de perforación a rotopercusión formado por una sonda FDO 400 con capacidad de tiro de 60 toneladas, sobre camión 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 junio de 2010 a las 8 horas y se termina el 9 de junio de 2010 a las 13:00 horas.

Antes de emplazar dicho sondeo se notifica el comienzo de las obras al Ayuntamiento de Sesué. Así mismo se notifica a la Guardería Fluvial de la Confederación Hidrográfica del Ebro de la demarcación correspondiente.

Se produce la llegada del equipo de perforación durante la tarde anterior y se acondiciona, previamente, la zona con una retroexcavadora para su adecuación. A continuación, se ubica la máquina y se comienza a perforar el emboquille, de 12 m de profundidad con un diámetro de 324 mm y se hincan la tubería de acero de 300 x 5 mm. Posteriormente, y como se había previsto con el fin de evitar la conexión con el río, se cementa el anular externo del emboquille, de manera que se dispone un sello de arcilla bentonítica (mikolit o compactonit) compuesto por 4 sacos de 25 kg, en la base, y hormigón hasta la superficie, entre la tubería de emboquille y el terreno.

Se retoman los trabajos el día 9 de junio con la perforación por el interior del emboquille con el martillo de 220 mm y a las 9:00 h se llevan perforados 39 m. A las 13:25 h la profundidad alcanzada es de 152 m, concluyéndose la misma a las 14:15 h, Durante la misma se corta una serie de pizarras y ocasionalmente calizas, del Devónico. A las 14:15 h se da por

finalizado el sondeo habiéndose alcanzado la profundidad de 164 m y considerándose que se ha alcanzado el objetivo hidrogeológico previsto. (Ver Nº 21, 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).

0-12 m	Limos arcillosos con bastante arena a arenosos, de grano fino a medio, con gravillas de cantos poligénicos (pizarras, granitos, cuarcitas, areniscas, etc.).
12-21 m	Pizarras y calizas de color gris con venas de cuarzo
21-31 m	Pizarras con alguna caliza muy fracturada
32-36 m	Calizas y pizarras de color gris con alguna grieta rellena de cuarzo, que presentan un mayor grado de compacidad.
36-59 m	Pizarras grises más fracturadas
59-71 m	Pizarras con resto de calizas con alguna grieta rellena de cuarzo.
71-77 m	Pizarras algo más plásticas.
77-83 m	Pizarras y calizas con venas de cuarzo, más compactas
83-85 m	Pizarras con arcillas
85-92 m	Pizarras y calizas con venas de cuarzo, más compactas.
92-97 m	Pizarras más fracturadas.
97-101 m	Pizarras y calizas, más compactas.
101-130 m	Pizarras de color gris más fracturadas
130-164 m	Pizarras y calizas más compactas con grietas rellenas de cuarzo.

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

La edad asignada a las litologías atravesadas, según su contexto geológico y las facies observadas es la siguiente: Del metro 0 al 12 corresponde a derrubios de ladera y relleno cuaternario del barranco. Del metro 12 hasta el final del sondeo se cortan pizarras con intercalaciones de calizas de edad Devónico medio.

## **8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA**

La testificación geofísica se realiza el día 10 de Junio de 2010 y la realiza el día 2 de Febrero de 2011 y la realiza la Compañía General de Ingeniería y Sondeos, CGS, S.A., con medios propios constituido por un equipo CENTURY SYSTEM – IV, montado sobre Furgoneta Volkswagen 4X4 y equipado con una sonda 9.055, que mide la desviación e inclinación del sondeo, y una sonda 8044 (hidrogeológica), que registra los parámetros de gamma natural, resistividad normal corta y larga, resistividad lateral, potencial espontáneo, temperatura y conductividad.

Comienza la testificación a las 19:00 introduciendo en primer lugar la sonda de desviación y, posteriormente, la hidrogeológica, descendiendo hasta el final del sondeo prácticamente.

De los resultados, se extrae que la serie esta compuesta de pizarras y escasas calizas muy fracturadas. El nivel freático se localiza a los 147,5 metros de profundidad. En cuanto a la conductividad presenta un primer tramo, entre 147,5 metros y 157 metros, con un valor medio de 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y, de aquí hasta el final del sondeo, la conductividad va disminuyendo paulatinamente hasta llegar a los 800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La temperatura, en el tramo con agua, mantiene una media de 14,8º centígrados. Se han identificado aportes de agua entre 144,80 y 150 m, entre 153 y 155 m, entre 156 y 157 m y entre 160 y 162 m. En cuanto a la desviación y la inclinación del sondeo este se ha desviado 7,40

metros a los 162 metros de profundidad (4,5%) con un ángulo de 5,70° a los 150 metros.

## 9. ENTUBACIÓN REALIZADA

Se utilizan dos tipos de tubería de acero en tramos de 6 y 3 m. de longitud. Una primera de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor de la que se colocan 12 metros y una segunda, que es la definitiva, en chapa de acero, de 180 x 4 mm, de los que se colocan 163 m: 85 m corresponden a tubería ciega y 27 m a filtro de puentecillo (180 mm) que se coloca en cotas donde se detecta el aporte de agua

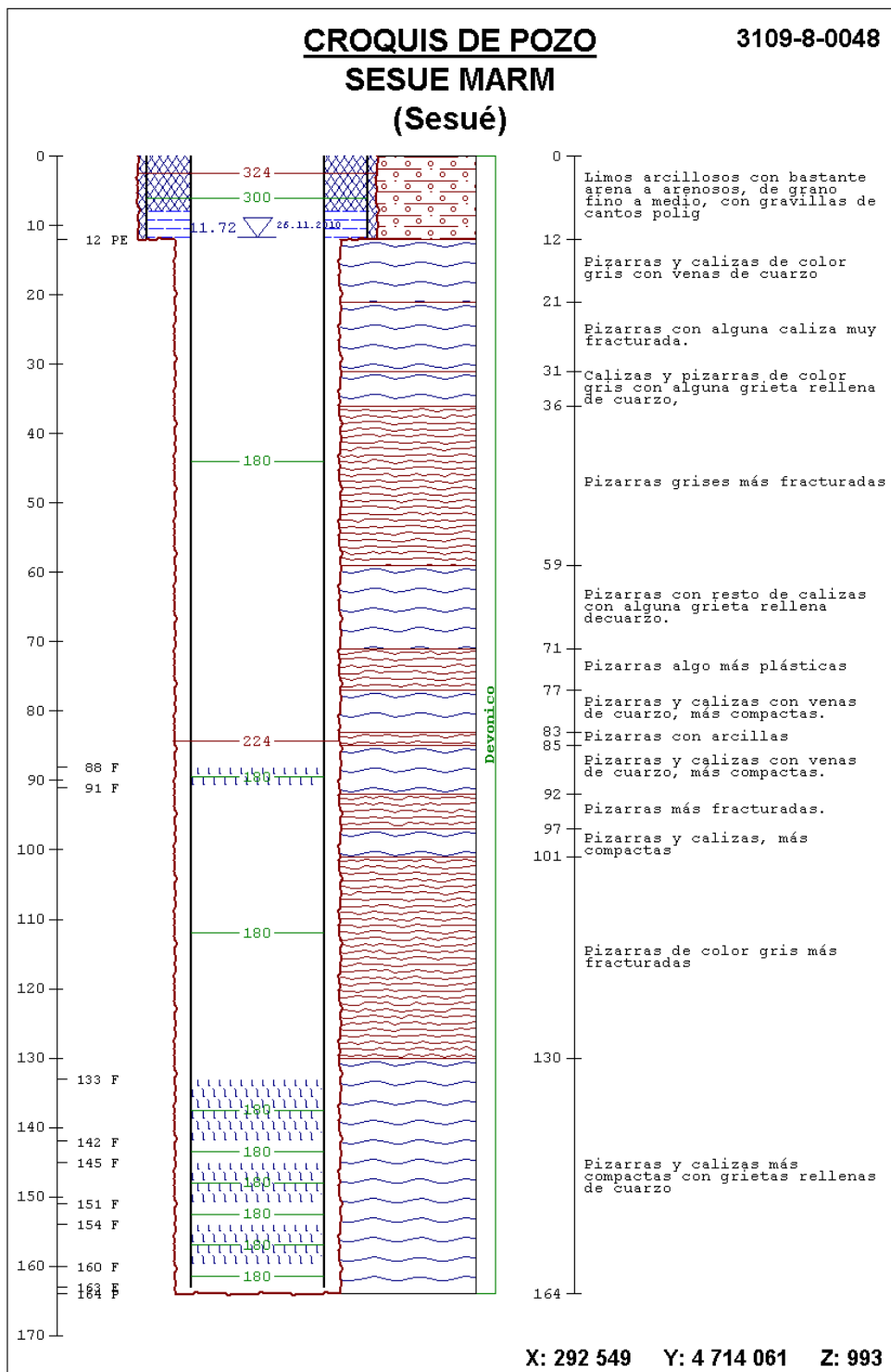
REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-12	300	5	Acero al carbono	Ciega
0-88	180	4	Chapa de acero	Ciega
88-91	180	4	Chapa de acero	Filtro
91-133	180	4	Chapa de acero	Ciega
133-142	180	4	Chapa de acero	Filtro
142-145	180	4	Chapa de acero	Ciega
145-151	180	4	Chapa de acero	Filtro
151-154	180	4	Chapa de acero	Ciega
154-160	180	4	Chapa de acero	Filtro
160-163	180	4	Chapa de acero	Ciega

**Tabla 2. Entubación realizada.**

La unión entre tramos de tubería es mediante soldadura y la tubería se dispone colgada un metro respecto al fondo del sondeo.

Para evitar la conexión con el cauce del barranco próximo, se ha realizado un aislamiento con un sello de bentonita mikolit y hormigón desde el metro 12 hasta cerca de la boca del sondeo.

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 pizarras con intercalaciones escasas de calizas del devónico medio.

Durante la perforación se ha cortado algo de humedad entorno a los 60/70 metros, cortando una fractura con un pequeño aporte en el entorno de los 90 metros para posteriormente y, en la zona algo más fracturada (130 metros), se identifican los aportes más significativos.

La testificación geofísica ha puesto de manifiesto la existencia de aportes entre los metros 144,80 a 150 m, de 153 a 155 m, de 156 a 157 m y entre 160 a 162 m.

Los niveles medidos, antes del ensayo de bombeo, se muestran en la tabla que a continuación se inserta.

Fecha	Nivel (metros)
26/11/2010	11.72
23/10/2010	11.71
28/09/2010	8.69
26/08/2010	7.09
03/07/2010	10.42

***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 26 y 27 de Agosto de 2011 se realiza el ensayo de bombeo.

El equipo de bombeo está constituido por un grupo generador marca Mecc Alte de 250 KVA, motor Fiat Alfo de 400 CV y una tubería de impulsión de 70 mm de diámetro. Se utiliza una bomba Grundfos modelo Saturn S6S4519 SP-60-20 con una potencia de 50 CV situada a 147 m de profundidad.

Se posiciona la bomba a 147 m y se mide el nivel a 7,09 metros. El ensayo de bombeo comienza a las 09:30 h. El primer escalón, comienza a las 09:30 h y acaba a las 16:30 h, teniendo una duración de 180 minutos (3 horas) y con un caudal de 0,25 l/s. El descenso observado, durante el desarrollo de este escalón, ha sido de 47,93 m encontrándose el nivel a 55,02 m. Durante su desarrollo se ha producido un descenso, en el nivel, muy pronunciado y no se ha producido su estabilización. Se decide parar de bombear y llevar a cabo una fase de recuperación. A las 12:30 h, da comienzo la primera recuperación con una duración de 90 minutos durante los cuales se observa un ascenso de 16,25 m, desde 55,02 m a 38,67 m. Se decide entonces inicial el ensayo continuo con un caudal ha extraer de 0,1 l/sg, a las 14:30. El desarrollo del mismo se ve interrumpido debido a las quejas vecinales por el ruido del equipo por lo que es necesario detener el bombeo. El agua no llega a aclarar del todo a lo largo del ensayo. El descenso, durante el desarrollo de este escalón, ha sido de 39,54 m ya que el nivel inicialmente era de 38,67 m y al final, de este escalón, se encuentra a 78,21 m. La duración ha sido de 600 minutos (10 horas).



Finaliza a las 12:00 h del día 27 de agosto de 2010, momento en el que se comienza a medir la recuperación durante 480 minutos, durante los que el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 28,40 m de profundidad, con lo que el ascenso es de 49,81 m.

Escalón	Q(L/sg)	T(min)	N. inicial (m)	N. final (m)	Descenso (m)
<b>Escalón 1</b>	0,25	180	7,09	55,02	47,93
<b>Recuperación 1</b>	0	90	55,02	38,67	16,35 (ascenso)
<b>Escalón 2</b>	0,10	600	38,67	78,21	39,54
<b>Recuperación 2</b>	0	480	78,21	28,40	49,81(ascenso)

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

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

- Escalón 1 (Q= 0,25 l/s)
  - Inicio del Escalón 1:  
CE= 934  $\mu$ S/cm  
 $T^a$  = 12,1 °C  
pH= 9,09.
  - Final del Escalón 1:  
CE= 824  $\mu$ S/cm  
 $T^a$  = 13,9 °C  
pH= 8,91.
- Escalón 2 (Q= 0,1 l/, larga duración)
  - Inicio del Escalón 2:  
CE= 776  $\mu$ S/cm  
 $T^a$  = 16,9 °C  
pH= 8,83.

○ Medio del Escalón 2:

CE= 790  $\mu$ S/cm

T<sup>a</sup> = 17,3 °C

pH= 8,55.

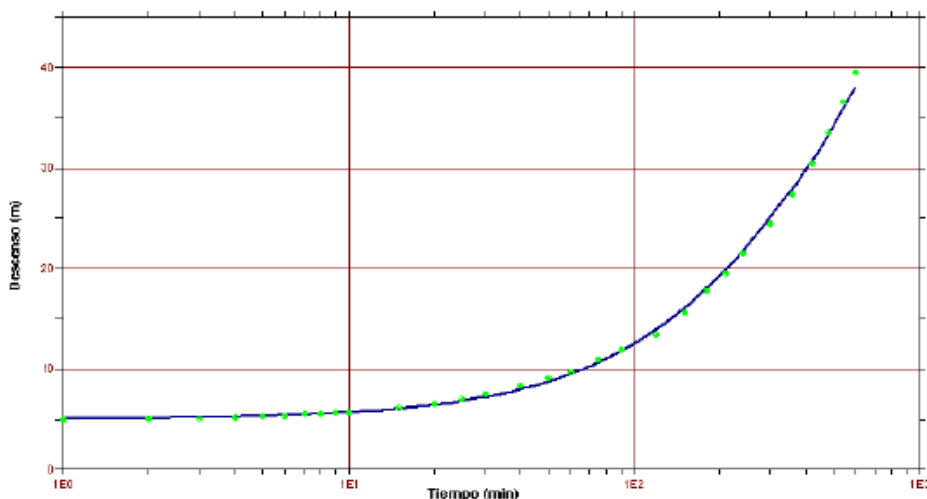
CE= 784  $\mu$ S/cm

T<sup>a</sup> = 17,2 °C

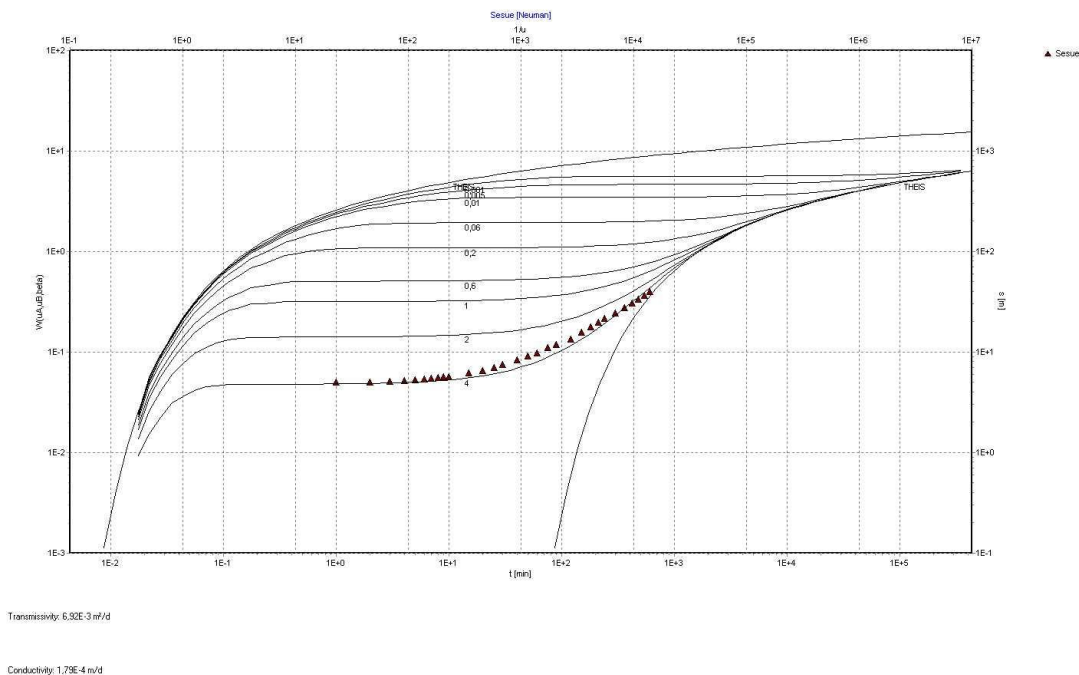
pH= 8,63.

Los resultados de este ensayo de bombeo se han analizado e interpretado con el programa **Pibe 2.0** puesto a punto por la Diputación Provincial de Alicante y con el software de **Aquifer-Test v.3.5** de la empresa *Waterloo Hidrogeologic*. Se ha supuesto que se trata de un acuífero de tipo confinado, según los datos regionales, sin embargo el mejor ajuste se ha logrado con la ecuación de Neuman para acuíferos libres, interpretándose también por la simplificación de Cooper-Jacob, así como la recuperación.

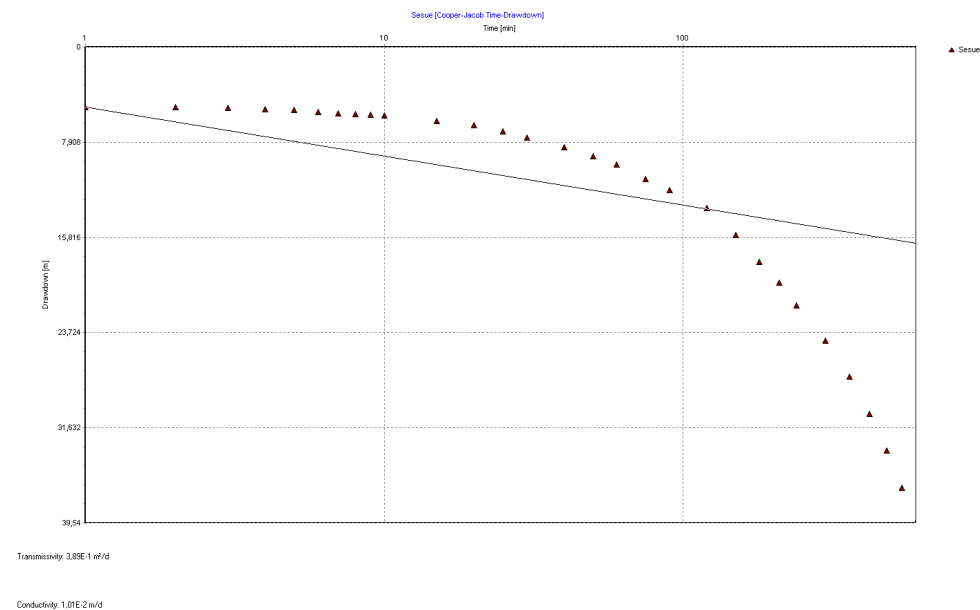
Con el Pibe 2.0 se ha interpretado según Neuman, se obtienen unos valores de Transmisividad de **0.0257** m<sup>2</sup>/día, con un coeficiente de almacenamiento de 0.01 y un radio eficaz de  $0.45 \times 10^{-4}$ . Así como una relación de porosidad eficaz de  $\log(Sy/S)$  6.6574 y un factor  $\beta$  1.643. Con el siguiente Grafico de evolución.



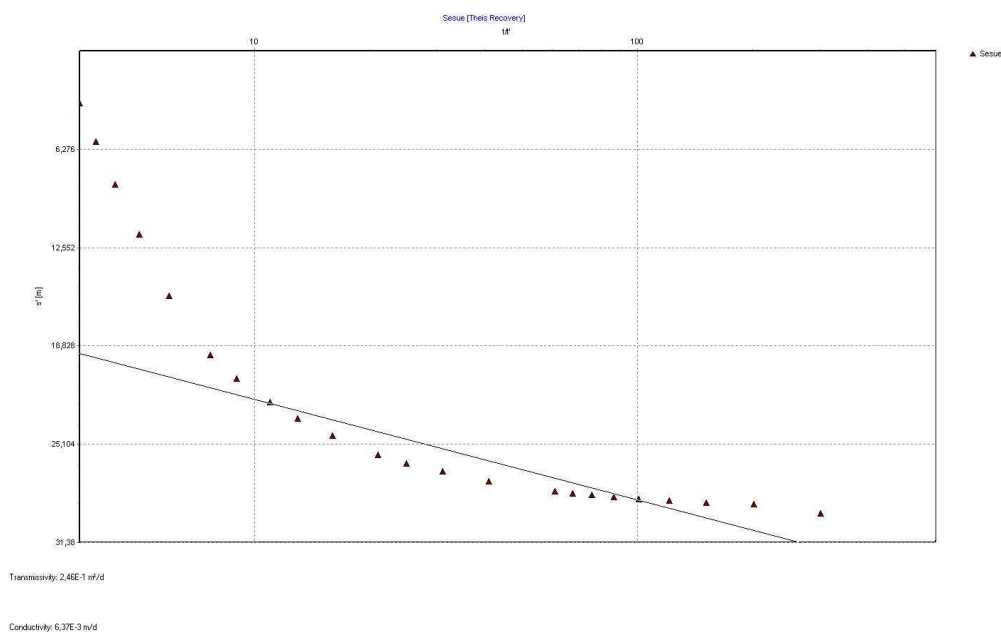
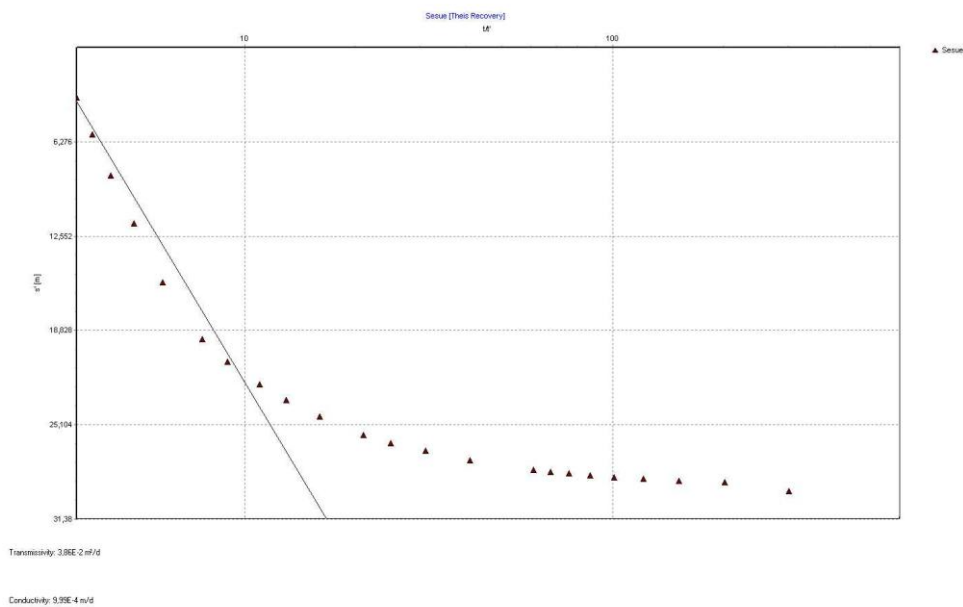
Con el **Aquifer-Test v.3.5** los valores obtenidos para el ensayo continuo, con la formula de Neuman, se obtiene una transmisividad de **T: 0,069 m<sup>2</sup>/día**. Cuya grafica es la siguiente.



Usando la simplificación de Cooper-Jacob de la ecuación de Theis se obtienen unos valores de transmisividad de **T: 0,389 m<sup>2</sup>/día**, con este ajuste como el mejor posible.



A modo de comprobación se ha interpretado también la recuperación del ensayo continuo con la fórmula de Theis. Obteniéndose unos valores de transmisividad que varían entre **0,0386 m<sup>2</sup>/día** a **0,246 m<sup>2</sup>/día** que resulta algo mayor de los calculado con el resto de métodos.



<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	38,67	N.D	0.1
1	43,64	4,97	0.1
2	43,68	5,01	0.1
3	43,73	5,06	0.1
4	43,83	5,16	0.1
5	43,92	5,25	0.1
6	44,04	5,37	0.1
7	44,17	5,50	0.1
8	44,23	5,56	0.1
9	44,29	5,62	0.1
10	44,38	5,71	0.1
15	44,82	6,15	0.1
20	45,18	6,51	0.1
25	45,66	6,99	0.1
30	46,19	7,52	0.1
40	47,00	8,33	0.1
50	47,72	9,05	0.1
60	48,40	9,73	0.1
75	49,64	10,97	0.1
90	50,55	11,88	0.1
120	52,05	13,38	0.1
150	54,28	15,61	0.1
180	56,53	17,86	0.1
210	58,24	19,57	0.1
240	60,16	21,49	0.1
300	63,05	24,38	0.1
360	66,04	27,37	0.1
420	69,16	30,49	0.1
480	72,20	33,53	0.1
540	75,26	36,59	0.1
600	78,21	39,54	0.1

**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 090.034.001*, situado en el municipio de *Sesué (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 10 de junio y 26 de agosto de 2010, respectivamente. Durante la toma de las muestras se llevaron a cabo las siguientes medidas *in situ*:

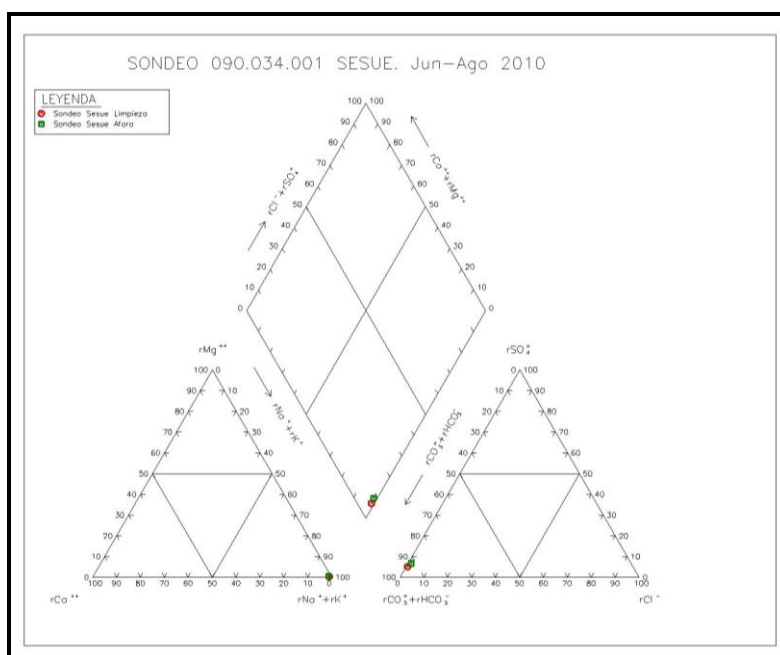
<b>DETERMINACIONES <i>IN SITU</i></b>	<b>Sondeo 090.034.001-Sesué (muestra 1 final de la limpieza) (10/06/2010)</b>	<b>Sondeo 090.034.001- Sesué (muestra 2 final del aforo) (26/08/2010)</b>
Temperatura (°C)		17,2
Conductividad (µS/cm)	963	784
pH		8,63

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

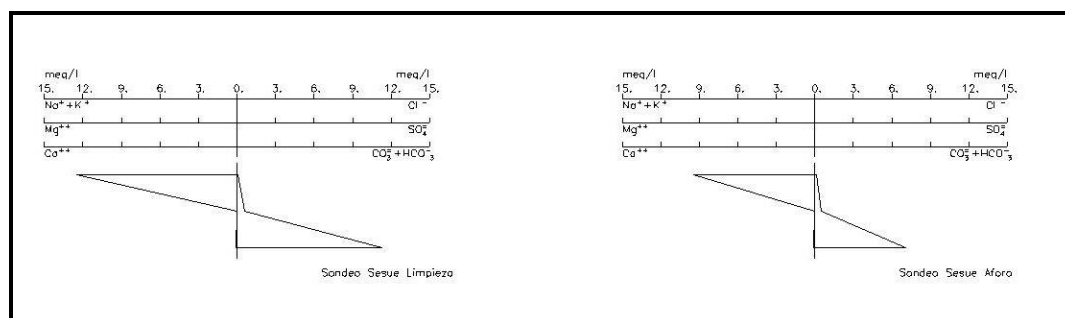
<b>DETERMINACIÓN</b>	<b>Sondeo 090.034.001- Sesué (muestra 1 final de la limpieza) (10/06/2010)</b>	<b>Sondeo 090.034.001- Sesué (muestra 2 final del aforo) (26/08/2010)</b>
AMONIO (mg/l)	0,33	0,05
ANHIDRIDO SILICICO (mg/l)	8,34	17,99
BICARBONATOS (mg/l)	<b>496,92</b>	<b>334,92</b>
BORO (mg/l)	0,47	0,17
CALCIO (mg/l)	2,13	2,05
CARBONATOS (mg/l)	<b>93,03</b>	<b>48,41</b>
CLORUROS (mg/l)	<5	3,57
CONDUCTIVIDAD 20 °C (µS/cm)	989	808
FOSFATOS (mg/l)	0,28	0,31
HIDROXIDOS (mg/l)	0,00	0,00
HIERRO (mg/l)	<b>3,57</b>	0,17
MAGNESIO (mg/l)	0,54	0,59
MANGANESO (mg/l)	0,02	0,00
NITRATOS (mg/l)	<0,5	0,20
NITRITOS (mg/l)	<0,1	0,03

DETERMINACIÓN	Sondeo 090.034.001-Sesué (muestra 1 final de la limpieza) (10/06/2010)	Sondeo 090.034.001-Sesué (muestra 2 final del aforo) (26/08/2010)
pH (ud pH)	9,17	8,86
POTASIO (mg/l)	5,92	1,38
SODIO (mg/l)	282,70	215,94
SULFATOS (mg/l)	26,56	22,53
Dureza (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	7,58	7,58
Facies hidroquímica	Bicarbonatada sódica	Bicarbonatada sódica

Según los valores de conductividad eléctrica es un agua de MINERALIZACIÓN MEDIA, por su dureza se considera un agua BLANDA, y por su composición se clasifica como AGUA BICARBONATADA SÓDICA (según clasificación de Piper, en función de iones dominantes), con un contenido apreciable en *carbonatos*, ya que el *pH* es elevado, mientras que es bajo el contenido en el resto de los constituyentes, como también se observa en los diagramas de Stiff. Están presentes algunos elementos menores como *hierro* y *boro*. Esta composición es característica de un agua que tiene un largo tiempo de residencia en el acuífero y ha sido captada en una zona de descarga importante y lenta.



**Figura 5. Diagrama de Piper. Sondeo 090.034.001-Sesué**



**Figura 6. Diagramas de Stiff. Sondeo 090.034.001–Sesué**

La composición del agua después de la limpieza y del aforo es muy similar, se mantiene la facies hidroquímica pero al finalizar el aforo, después de un mayor tiempo de bombeo, disminuye la conductividad y el contenido de todos los constituyentes, sobre todo el de bicarbonatos y carbonatos, también el pH y el contenido en amonio.

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 R.D. 1514/2009 *por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro*.

Teniendo en cuenta los constituyentes analizados, son aguas NO aptas para el consumo, porque el contenido en *sodio* supera los límites fijados en el RD 140/2003, aunque después del aforo se encuentra más próximo a este límite.

Ninguno de los indicadores de contaminación *nitratos*, *nitritos* y *amonio* son un problema para la calidad de estas aguas, ya que están presentes en un contenido bajo después del bombeo para el aforo: *nitratos* (0,2 mg/l), por tanto muy inferior al límite para consumo y a la norma de calidad que establece el RD 1514/2009, *nitritos* (0,03 mg/l) y *amonio* (0,05 mg/l).



## 12. CONCLUSIONES

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Sesué con objeto 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 piezómetro se pretende la caracterización de la masa de agua 034 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 224 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 163 m.

El acuífero atravesado está constituido por pizarras con escasas calizas del devónico medio, cortándose el agua a los 90 metros de profundidad.

Actualmente el nivel estático (26/11/2010) se sitúa alrededor de los 11.72 metros de profundidad.

Los datos interpretados a partir del ensayo de bombeo dan unos valores de transmisividad que oscilan entre 0,0256 y 0,389 m<sup>2</sup>/día

El agua extraída tras la limpieza del sondeo y el bombeo para el aforo es de MINERALIZACIÓN MEDIA, BLANDA, y se clasifica como AGUA BICARBONATADA SÓDICA, con un contenido apreciable en carbonatos. Esta composición química es característica de un agua que tiene un largo tiempo de residencia en el acuífero y ha sido captada en una zona de descarga importante y lenta.

Es un agua NO apta para el consumo, debido a que el contenido en sodio excede el permitido por el RD 140/2003. El resto de los constituyentes se encuentran en contenidos inferiores a los límites permitidos. Particularmente, los indicadores de contaminación (nitratos, nitritos y amonio), se encuentran en concentraciones muy bajas o inferiores al límite de detección analítica. Por tanto, también el contenido en nitratos es inferior al establecido por el RD 1514/2009 como norma de calidad.

# **ANEJOS**



## **ANEJO N°1: PERMISOS**





AYUNTAMIENTO  
DE  
SESUÉ

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 la presente, a fecha de 10 de julio 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 Sesué, (polígono 1, parcela 322 ).
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.

Sesué, a 10 de julio de 2008

Fdo.: José Félix Demur Delmás



Ilmo. Sr. JEFE DE LA OFICINA DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA DE LA  
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO







DESTINATARIO

FECHA: 3 de junio de 2010

SU/REF.:

N/REF.: 35-2010/TCL

AYUNTAMIENTO DE SESUE

Att. Secretaría

Avenida Molsá, 22

22467 Sesué (Huesca)

## ASUNTO

### **SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA LA OCUPACIÓN TEMPORAL DE TERRENOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OBSERVACIÓN DE UN PIEZÓMETRO EN SESUE (HUESCA)**

La Confederación Hidrográfica del Ebro siguiendo las directrices marcadas por el Ministerio de Medio Ambiente a través de la Dirección General del Agua, ha programado la construcción de nuevos piezómetros a incorporar a las redes ya existentes, que actualmente se emplean para el control tanto cuantitativo como cualitativo de las aguas subterráneas. El objetivo perseguido pretende adaptar dichas redes a las directrices marcadas por la Directiva 2000/60/CE.

La ampliación prevista se enmarca en el proyecto "*Construcción de sondeos para la adecuación de las redes de piezometría y calidad de las aguas subterráneas. Cuenca del Ebro*" y contempla la construcción de 35 nuevos sondeos, uno de los cuales está previsto que se construya en el municipio de Sesué (Huesca), concretamente en la parcela 322 del polígono 1 de titularidad municipal, de acuerdo con la ficha que se adjunta a esta carta. Para ello se dispone del correspondiente permiso de ocupación para la construcción y observación de este nuevo punto de control de la red piezométrica oficial, que fue otorgado por el Ayuntamiento con fecha 10 de julio de 2008.

La obra se llevaría a cabo en la parcela referida, buscando de mutuo acuerdo una ubicación que limite lo menos posible a utilización de la misma y que cumpla las características hidrogeológicas adecuadas al objetivo del sondeo.

Una vez realizada la visita de replanteo en campo se ha constatado que la ubicación prevista plantea ciertos problemas de limitación de espacio, por lo que temporalmente resulta necesario ocupar parte del Camino de la Serbera para lo que se remite el presente escrito.

Esperamos su pronta contestación y quedamos a su disposición para cualquier aclaración o consulta.  
Atentamente,

La Jefa de Servicio Técnico de la  
Oficina de Planificación Hidrológica

Fdo.: M<sup>a</sup> Teresa Carceller Layel



AYUNTAMIENTO  
DE  
SESUE

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 la presente, a fecha de 10 de julio 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 Sesué, (polígono 1, parcela 322 ).
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.

Sesué, a 10 de julio de 2008

Fdo.: José Félix Demur Delmas

AYUNTAMIENTO DE SESUE

DILIGENCIA: Para hacer constar  
que la presente copia corresponde  
íntegramente a su original  
Sesué, a 1... de Octubre de 2008  
EL SECRETARIO

Ilmo. Sr. JEFE DE LA OFICINA DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA DE LA  
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

**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 SESUÉ (090.034.003)**

Localización Geográfica (UTM, Uso 31):

X: 292.552 Y: 4.714.055 Z: 994 (m s. n. m)

RESUMEN DE UNIDADES			
Perforación		0 – 12 m	324 mm
		12– 164 m	220 mm
Entubación	Ciega	12 m	300 x 5 mm
		139 m	180 x 4 mm
	Filtro Puentecillo	24 m	180 x 4 mm
Limpieza		4,5 horas	

**08/06/2010**

**EMPLAZAMIENTO Y PERFORACIÓN**

Se produce la llegada del equipo de perforación durante la tarde anterior, desde Panillo.

Por la mañana, y viendo el estado de la zona en la que se va a realizar el sondeo, se hace necesario el uso de una retroexcavadora para la adecuación de la zona de trabajo, esta operación lleva aproximadamente dos horas desde el momento de la llegada de la misma, pero hasta que llega la máquina transcurren otras 3 horas.



**Imagen 1.** Emplazamiento del sondeo de Sesué (Huesca), antes del arreglo de la parcela.



A continuación, se ubica la máquina y se comienza a perforar el emboquille, de 12 m de profundidad con un diámetro de 324 mm, y se hinca la tubería de acero de 300 x 5 mm.

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.

Posteriormente, y para evitar la conexión con el río, se cementa el anular externo del emboquille, de manera que se dispone un sello de arcilla bentonítica (mikolit o compactonit), compuesto por 4 sacos de 25 kg, en la base, y hormigón hasta la superficie, entre la tubería de emboquille y el terreno.



*Imagen 2. Vertido de arcilla bentonítica.*



*Imagen 3. Vertido de hormigón para el cementado del emboquille.*

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



09/06/2010

## PERFORACIÓN

La jornada da comienzo con la perforación por el interior del emboquille con el martillo de 220 mm, y a las 9:00 h, se llevan perforados 39 m. A las 13:25 h, la profundidad alcanzada es de 152 m, y a las 14:15 h, se da por finalizada la perforación del sondeo habiéndose alcanzado la profundidad de 164 m.



*Imagen 4. Perforación del sondeo con un diámetro de 220 mm.*

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

- 0 – 12 m: Limos arcillosos con bastante arena a arenosos, de grano fino a medio, con gravillas de cantos poligénicos (pizarras, granitos, cuarcitas, areniscas, etc.).
- 13 – 20 m: Pizarras y calizas de color gris con venas de cuarzo.
- 21 – 30 m: Pizarras con alguna caliza muy fracturada.
- 31 – 36 m: Calizas y pizarras de color gris con alguna grieta rellena de cuarzo, que presentan un mayor grado de compactación.
- 37 – 58 m: Pizarras grises más fracturadas.
- 59 – 70 m: Pizarras con resto de calizas con alguna grieta rellena de cuarzo.
- 71 - 77 m: Pizarras algo más plásticas.
- 78 – 82 m: Pizarras y calizas con venas de cuarzo, más compactas.
- 83 – 84 m: Pizarras con arcillas.
- 85 – 91 m: Pizarras y calizas con venas de cuarzo, más compactas.
- 92 – 96 m: Pizarras más fracturadas.
- 97 – 100 m: Pizarras y calizas, más compactas.

- 101 – 129 m: Pizarras de color gris más fracturadas.
- 130 - 164 m: Pizarras y calizas más compactas con grietas rellenas de cuarzo.



**Imágenes 5 y 6.** Muestras obtenidas durante la perforación del sondeo de Sesué.

## TESTIFICACIÓN

Se produce la llegada del equipo de testificación a las 19:00 h, compuesto por un equipo CENTURY SYSTEM – IV, montado sobre vehículo Ford, cuyo operador es Rafael Goicoechea.

Debido a las fuertes lluvias, no es posible realizar los trabajos de testificación del sondeo y se permanece alojado en el interior del sondeo el varillaje.

**09/06/2010**

## TESTIFICACIÓN Y ENTUBACIÓN

Se comienza la jornada laboral a las 7:00 h, con la extracción del varillaje para poder llevar a cabo la testificación del sondeo, que les ocupa hasta las 9:20 h.

A continuación se introduce la sonda de desviación, y posteriormente la sonda hidrogeológica. La testificación tiene una duración de 3 horas.

A partir de la testificación se ha podido observar:

- El nivel de agua se encuentra a unos 147,50 m.
- Se trata de un material muy monótono.
- Las zonas de fracturas están a las profundidades: 148 -150 m, 153 – 155 m, 156 – 157 m y 160 – 162 m.



*Imagen 7. Realización de testificación geofísica.*

Con los datos obtenidos con la geofísica se diseña la columna de entubación entre Javier Ramajo, por parte de la asistencia técnica y Esther Torresquebrada, por parte de la contrata. La columna propuesta es la siguiente:

Profundidad	Diámetro	Longitud	Tipo	Material
163 - 160	180 x 4	3 m	Ciego	Chapa de acero
160 - 154	180 x 4	6 m	Filtro Puenteillo	Chapa de acero
154 - 151	180 x 4	3 m	Ciego	Chapa de acero
151 - 145	180 x 4	6 m	Filtro Puenteillo	Chapa de acero
145 - 142	180 x 4	3 m	Ciego	Chapa de acero
142 - 133	180 x 4	9 m	Filtro Puenteillo	Chapa de acero
133 - 91	180 x 4	42 m	Ciego	Chapa de acero
91 - 88	180 x 4	3 m	Filtro Puenteillo	Chapa de acero
88 - 0	180 x 4	88 m	Ciego	Chapa de acero



En total, la entubación final está constituida por 163m de tubería metálica en chapa de acero de 180 x 4 mm, de los cuales 139 m corresponden a tubería ciega y 24 m corresponden a filtro puentecillo.

La entubación comienza a las 12:00 h, siguiendo el diseño propuesto.



**Imagen 8.** Trabajos de soldadura durante la entubación.

## LIMPIEZA

A continuación se introduce el varillaje y se comienza con la fase de limpieza mediante la inyección de aire comprimido. La duración de la fase de limpieza es de 4 horas y media.



*Imagen 9. Realización de limpieza.*

Se han tomado dos medidas de conductividad, una al comienzo de la limpieza de  $1.026 \mu\text{S/cm}$ , y otra antes de la finalización de la limpieza, de  $963 \mu\text{S/cm}$ . También se ha tomado una muestra de agua para su posterior análisis en el laboratorio.

**11/06/2010**

#### CIERRE Y SELLADO

Se comienza la jornada de trabajo a las 7:15 h, con la extracción del varillaje de limpieza, y a continuación, se lleva a cabo el cierre provisional del sondeo y la cementación del mismo, desde el metro 12 hasta el metro 1.



*Imagen 10. Cementación del emboquille del sondeo.*



*Imagen 11. Aspecto del cierre provisional del sondeo de Sesué.*

Esther Torresquebrada Aguirre.  
Elena Malo Moreno.

Hidrogeólogas.

## **ANEJO N° 3: INFORME GEOLÓGICO**







# **INFORME GEOLÓGICO**

**PIEZÓMETRO  
P-090.034.001  
SESUÉ (HUESCA)**

Tubkal

**OCTUBRE 2011**





## 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 Sesué (Huesca) 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 5 metros de media. Se realizó un emboquille de 12 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 152 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 88 m tubería ciega. De 88 m a 91 m filtro de puentecillo. De 91 m a 133 m tubería ciega. De 133 m a 142 m filtro de puentecillo. De 142 m a 145 m tubería ciega. De 145 m a 151 m filtro de puentecillo. De 151 m a 154 m tubería ciega. De 154 m a 160 m filtro de puentecillo. De 160 m a 164 m tubería ciega.

Para proceder a la elaboración de la columna de sondeo se han estudiado las muestras de estos “ripios” recogidas a intervalos de unos 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 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 la localidad de Sesué (fig. 1), en la parcela 332 del polígono 1 perteneciente al ayuntamiento de Sesué. El sondeo está situado muy próximo al casco urbano y se accede al mismo desde dicha localidad, una vez pasado el edificio del ayuntamiento, tomando la primera calle que gira a la derecha en dirección a la Peña Forat, a cuyos pies se sitúa.

Las coordenadas exactas del punto son (Fig. 1):

UTM Huso 30 ED50: X: 292549 Y: 4714061 Z: 993 m.s.n.m.

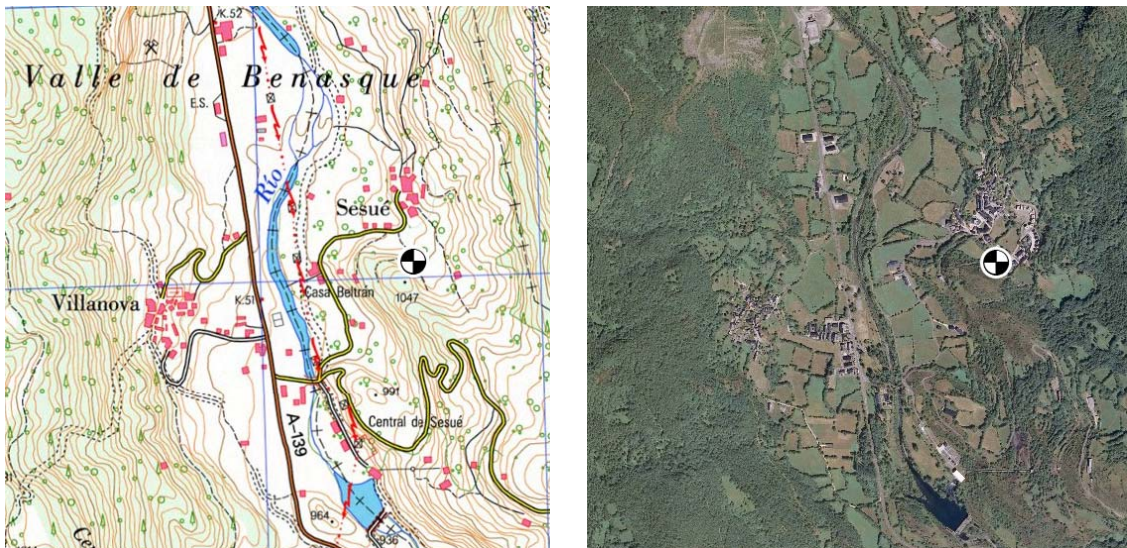


Fig. 1. Situación geográfica del sondeo y ortofoto (tomadas del Visor SIGPAC).  
Equidistancia de la cuadrícula del mapa topográfico, 1000 metros.



## SITUACIÓN GEOLÓGICA

### EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra emboquillado en los depósitos aluviales del Cuaternario, para atravesar posteriormente los materiales pizarrosos con escasas intercalaciones calcáreas del Devónico medio, identificados como unidad D<sub>1-2-3</sub> dentro del Mapa Geológico MAGNA 179 (Bielsa). En campo se observa como estos materiales se disponen con buzamientos de 50 a 60° hacia el N o NE buzamientos, presentándose muy cerca del contacto discordante con las areniscas y limolotas del Permotriás que aflora entre la localidad de Villanova y la de Sesue.

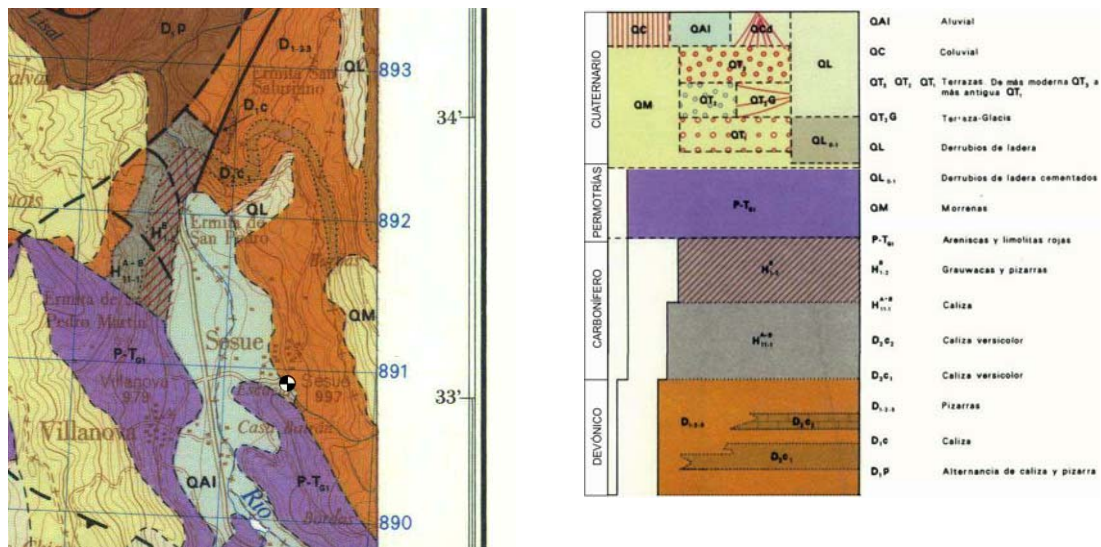


Fig.2. Situación geológica del sondeo. Tomado de cartografía MAGNA.

El piezómetro se encuentra situado en el Dominio de la Alta Ribagorza de García-Sansegundo (1992), en la parte meridional de la Zona Axial Pirenaica. Dentro de dicho dominio estructural, se dispone en el extremo occidental del Sector de Cabalgamientos de Castanesa (SCC), al SW del Anticlinorio de Sierra Negra. El SCC se caracteriza por un conjunto de cabalgamientos imbricados, que delimitan láminas cabalgantes de vergencia S y que están constituidas por rocas paleozoicas (silúricas y devónicas) que preservan la estructura varisca (García-Sansegundo, 1992). Las principales estructuras que se reconocen en la zona donde se ubica el piezómetro son fracturas que afectan a los materiales paleozoicos y que tienen direcciones N – S a NNE – SSO correspondientes con las directrices alpinas establecidas en este dominio (García-Sansegundo, 1992).



## *FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS*

El sondeo se encuentra situado sobre los materiales detríticos que constituyen la unidad cartográfica Q<sub>Al</sub> del Cuaternario Aluvial. Esta unidad consta de cantos poligénicos de gravas, arenas y limos poco o nada cementados. Bajo esta unidad se dispone una potente serie de pizarras gris oscuras a negras incluidas en la cartografía MAGNA bajo el epígrafe de la unidad D<sub>1-2-3</sub>. Esta unidad aglutina un gran conjunto pizarroso con intercalaciones calcáreas que incluye diferentes formaciones del Devónico. Las características estratigráficas y petrológicas de las pizarras atravesadas en el sondeo sugieren que se trata, en concreto, de la Fm. Aneto definida por Mey (1967).

La Fm. Aneto consta de una sucesión monótona de hasta 200 m de pizarras gris oscuras a negras con muy escasas intercalaciones calcáreas, que están muy esquistosadas y apenas presentan restos de la estratificación original. En ocasiones presentan pequeños nódulos de cuarzo (3-20 cm) de escaso desarrollo lateral.

Desde la superficie hasta aproximadamente el metro 12 se corta un conjunto de arenas sueltas poligénicas, de grano medio a grueso, donde se reconocen, de muestra de mano, fragmentos de rocas plutónicas ácidas (granitoides), pizarras y rocas carbonatadas recristalizadas.

Este tramo se puede considerar de edad cuaternaria y representa el depósito aluvial de un medio fluvial que arrastra fragmentos de las unidades graníticas (Complejo Plutónico de Maladeta) y metasedimentarias paleozoicas aflorantes más al Norte.

Desde el metro 12 hasta final del piezómetro (metro 164) se corta un potente tramo de pizarras gris oscuras a negras monótonas, en el que varía un poco el tamaño del grano del ripio y la presencia de ocasionales filoncillos rellenos cuarzo. Dentro de las pizarras no resulta posible reconocer la mineralogía ni en muestra de mano, ni con lupa binocular. Este tramo se puede atribuir a la Fm. Aneto (Mey, 1967).

### *COLUMNA LITOLÓGICA.*

#### **TRAMO 1**

0-12 m. Cantos de gravas, arenas y limos, sin cementar, formadas por cantos poligénicos heterométricos de color beige a negro. Incluye cantos subangulosos de granito, pizarra y rocas calcáreas recristalizadas. Se reconoce algún fragmento de cuarzo.





## **TRAMO 2**

13-20 m. Pizarras de color gris oscuro a negro. Tamaños de grano pequeños (2 – 10 mm) y gran proporción de finos (<125 µm). Aislados fragmentos de filoncillos de cuarzo, de 2-3 mm, alterados por oxidación superficial. Ausencia de fragmentos carbonatados.

## **TRAMO 3**

21-58 m. Pizarras muy fracturadas, de color gris oscuro a negro. Tamaños de grano menores que en el tramo anterior y mayor proporción de finos (<125 µm). Apenas se ha reconocido un filoncillo de cuarzo. Ausencia de fragmentos carbonatados.

## **TRAMO 4**

59-82 m. Pizarras de color gris oscuro a negro. Tamaños de grano pequeños (1 – 10 mm) y menor proporción de finos (<125 µm) que en el tramo anterior. Presencia de filoncillos de cuarzo, con frecuentes pátinas de oxidación superficial. Ausencia de fragmentos carbonatados.

## **TRAMO 5**

83-92 m. Pizarras de color gris oscuro a negro. Tamaños de grano y proporción de finos similar al tramo anterior. Presencia de filoncillos de cuarzo, con frecuentes pátinas de oxidación superficial. Presencia de fragmentos carbonatados.

## **TRAMO 6**

93-100 m. Pizarras de color gris oscuro a negro. Tamaños de grano medio (3 – 4 mm) y menor proporción de finos (<125 µm) que en los tramos anteriores. Presencia de filoncillos de cuarzo limpio. Ausencia de fragmentos carbonatados.

## **TRAMO 7**

101-105 m. Pizarras muy fracturadas, de color gris oscuro a negro. Tamaños de grano pequeño (1-2 mm) y homométrico. Casi sin filoncillos de cuarzo. Ausencia de fragmentos carbonatados.



### TRAMO 8

106-115 m. Pizarras de color gris oscuro a negro. Tamaños de grano medio (3 – 10 mm) y menor proporción de finos (<math><125 \mu\text{m}</math>) que en los tramos anteriores. Presencia de abundantes filoncillos de cuarzo con pátinas de oxidación. Ausencia de fragmentos carbonatados.

### TRAMO 9

116-129 m. Pizarras muy fracturadas de color gris oscuro a negro. Tamaños de grano inferiores y mayor contenido de finos que en el tramo anterior. Presencia de filoncillos de cuarzo ferruginizado. Presencia aislada de fragmentos carbonatados.

### TRAMO 10

130-150 m. Pizarras de color gris oscuro a negro. Muy heterométricas (hasta 10 mm). Presencia de filoncillos de cuarzo con pátinas de oxidación que alcanzan los 5 mm. Ausencia de fragmentos carbonatados.

### TRAMO 11

151-164 m. Pizarras poco fracturadas de color gris oscuro a negro. Mayor tamaño de grano (5 – 15 mm) que el tramo anterior. Presencia de filoncillos de cuarzo limpio. Presencia hacia la base de un filoncillo compuesto con cuarzo y calcita.

## REFERENCIAS

García-Sansegundo, J. (1992). *Estratigrafía y estructura de la Zona Axial Pirenaica en la transversal del Valle de Arán y de la Alta Ribagorça*. ITGE, Madrid, 167 p.

Mapa Geológico de España (1982). *HOJA 1:50.000 N° 179 (Bielsa)*. Madrid.

Mey, P.H.W. (1967). The geology of the upper Ribagorzana and Baliera Valleys, Central Pyrenees, Spain. *Leidse geologische mededelingen*, 41, 153-220.

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

Z-2.063 Informe Geológico: Piezómetro P-090-034.001

TUBKAL INGENIERIA, S.L.



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: 3109-8-0048  
CÓDIGO MMA: 09.300.001

MUNICIPIO: SESUE  
PROVINCIA: HUESCA  
PARAJE: PARCELA 332, POLIGONO 1

HOJA Nº 3109

COORDENADAS UTM  
292549  
4714061  
993

PRECISIÓN (X,Y) GPS  
PRECISIÓN Z MDT

FECHA INICIO: 8/06/2010  
FECHA FINAL: 9/06/2010

AUTOR FICHA: Carlos Galé Borao

VELOCIDAD (m/s)	ESQUEMA CONSTRUCTIVO	METROS	LITOLOGÍA	TEXTURA (*)					ESTRUCTURAS	COMPONENTES	POROSIDAD	PERMEABILIDAD	RES (16N)	RES (4N)	TEMP DEG C	DEG C	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	TRAMO	U. LITO	U. CRONO
				U-Mg	L-M	AE-W	AM-P	AG-G													
		0										100	150	120	300	12	17				
		10										120	190	120	300	-0.1	0.1				
		20										0	300	120	300	600	1100				
		30																			
		40																			
		50																			
		60																			
		70																			
		80																			
		90																			
		100																			
		110																			
		120																			
		130																			
		140																			
		150																			
		160																			
		170																			
		180																			
		190																			
		200																			
		210																			
		220																			
		230																			
		240																			

CUATERNARIO

Fm. ANETO

DEVÓNICO



## **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: 090.034.001 SESUÉ**



*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)*

JUNIO DE 2010







TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO “**090.034.001 SESUÉ**” EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE SESUÉ (HUESCA)

JUNIO DE 2010

## INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

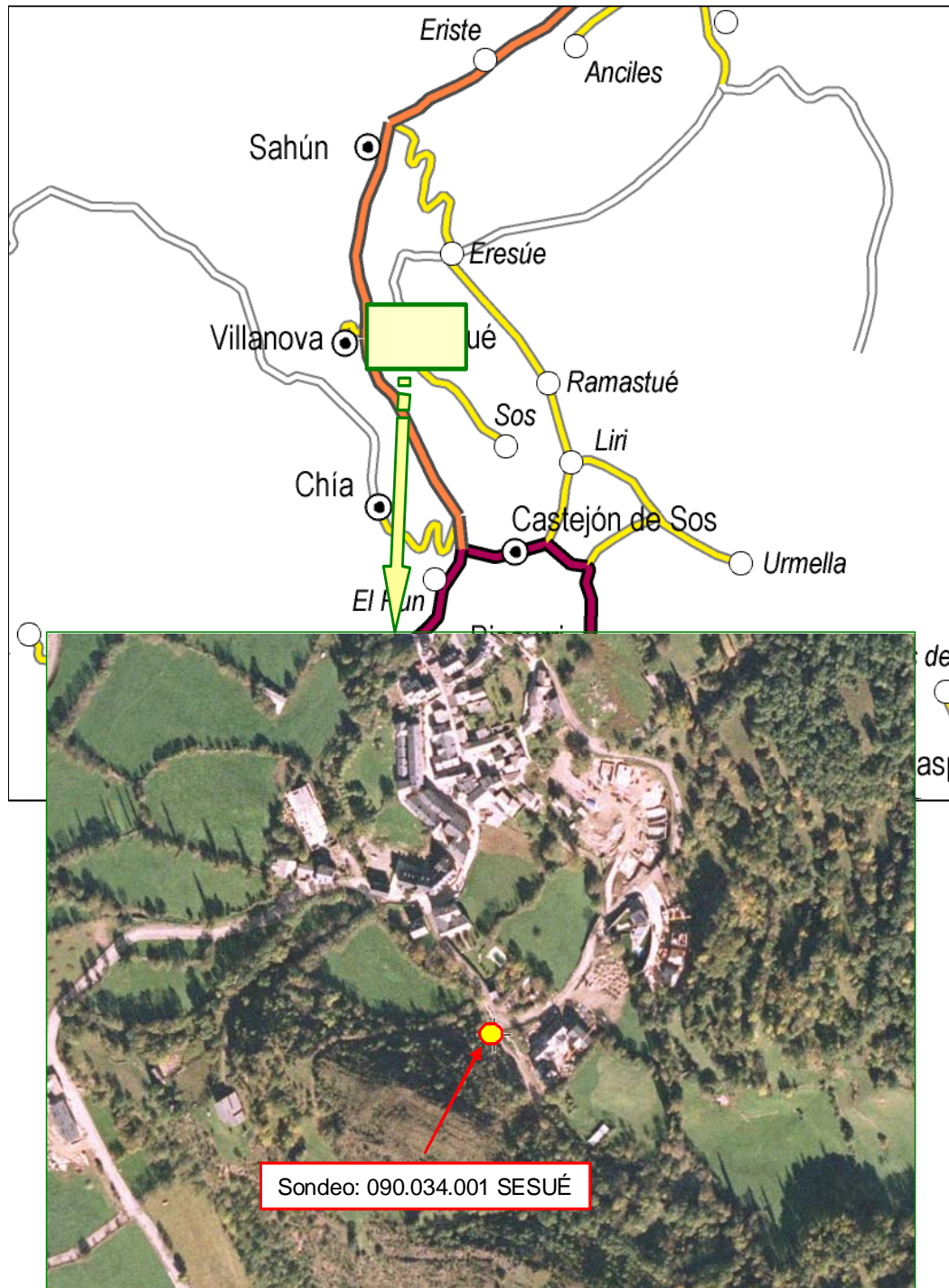
El día 10 de junio de 2010 se procedió, por parte del Departamento de Geofísica Aplicada de la Compañía General de Ingeniería y Sondeos, S.A., a la testificación geofísica del sondeo "090.034.001 SESUÉ", ubicado en el término municipal de Sesué, en la provincia de Huesca, tal y como se muestra en el 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: **090.034.001 SESUÉ***

## TRABAJO REALIZADO

El sondeo "090.034.001 SESUÉ" se testificó desde la superficie hasta los 164 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	0292552
	Y	4714055
	Z	994
PROVINCIA:	HUESCA	
MUNICIPIO:	SESUÉ	
PROFUNDIDAD DEL SONDEO:	164 mts.	
PROFUNDIDAD TESTIFICADA:	164 mts.	
ENTUBADO:	De 0 a 12 mts.	
TIPO DE TUBERÍA:	Metálica	
DIÁMETRO DE ENTUBACIÓN:	300 mm.	
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN:	220 mm.	
NIVEL FREÁTICO (durante la testificación)	147,5 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:	10-06-2010	

## 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.

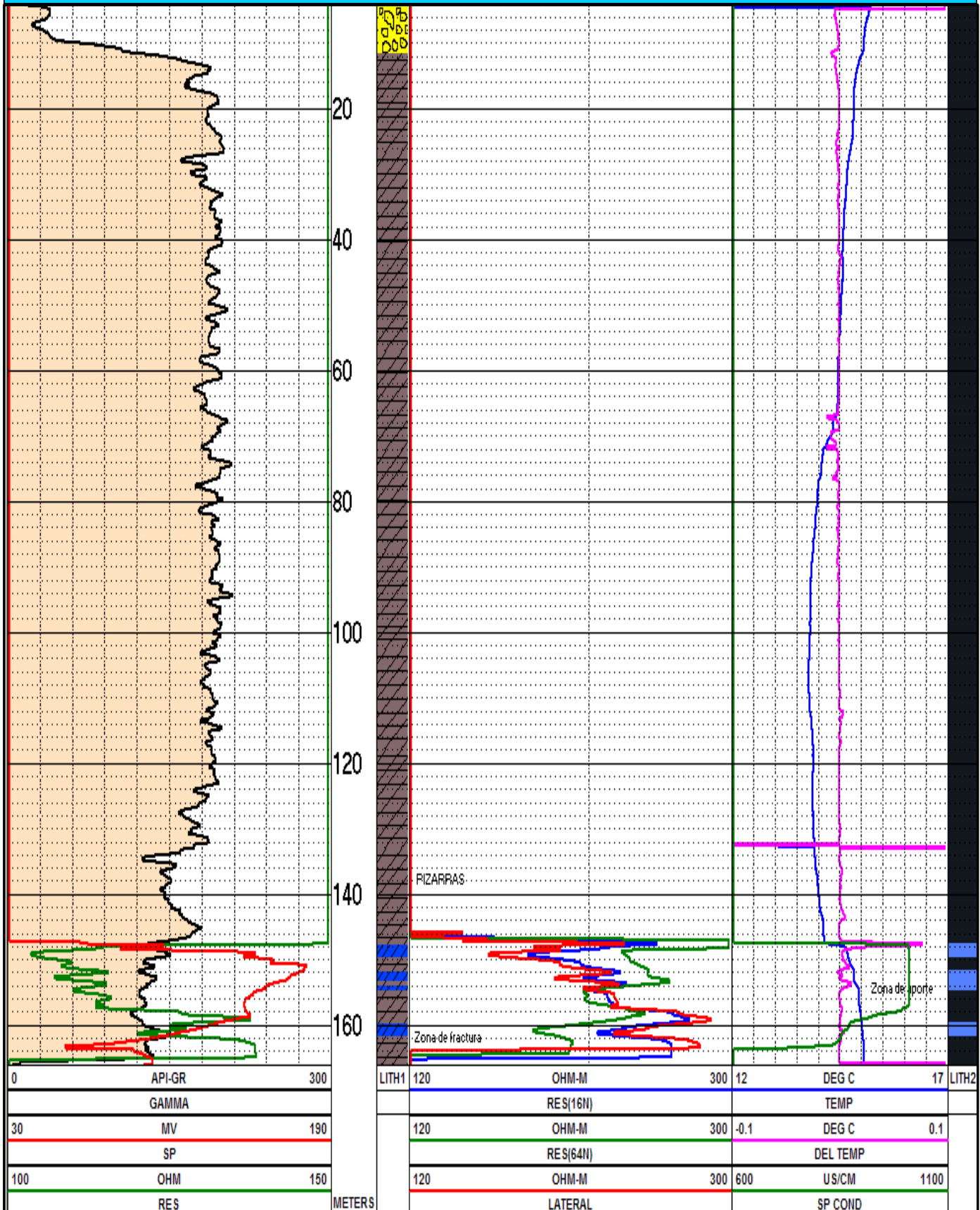
En la diagráfia hidrogeológica tenemos en la pista número uno los registros de Gamma Natural, Potencial Espontáneo y Resistencia monoelectrónica, con escalas comprendidas entre 0 y 300 unidades API para el Gamma Natural, de 30 a 190 Milivoltios para el Potencial Espontáneo y de 100 a 150 Ohm para la Resistencia monoelectrónica. En la pista número dos 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 120 y 300 Ohm x m. En la pista número cinco figuran los parámetros de Temperatura (escala de 12° a 17° C) Delta de Temperatura (escala de -0.1° a 0.1°) y Conductividad (escala de 600 a 1200  $\mu\text{s/cm}$ ). 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 10 metros para la Distancia. En la pista número dos se presenta en diferentes tramas la columna litológica. En la pista número tres la Desviación Norte y la Desviación Este con escalas de -10 a 10 metros. Por último, en la pista número cuatro se encuentran los parámetros de Inclinación, con escala de 0° a 10° y Acimut, con escala de 0° a 500°).

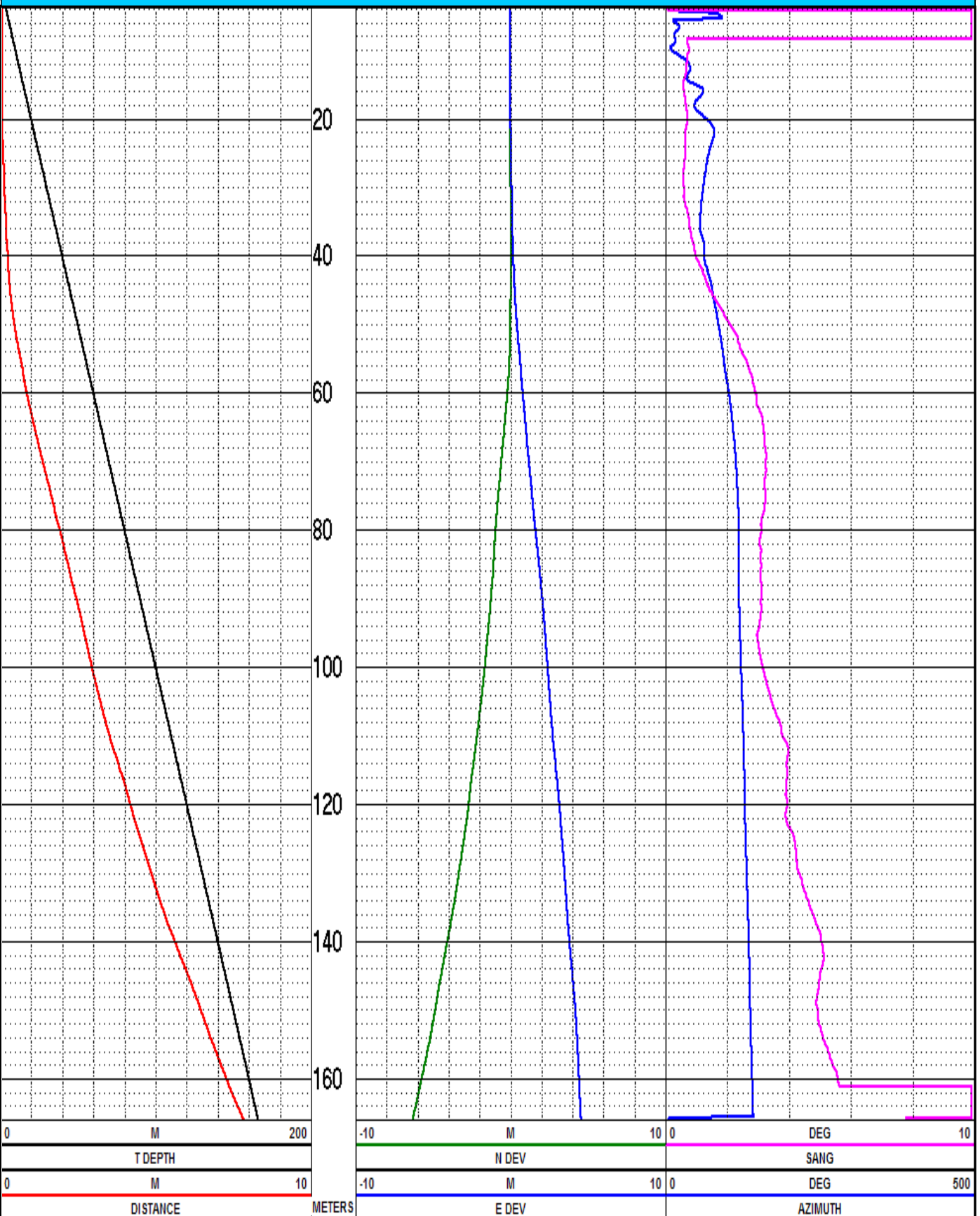
En la gráfica de desviación del sondeo vista en planta se muestra los valores del Acimut y la Distancia de la desviación con respecto a la vertical al final del sondeo.

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

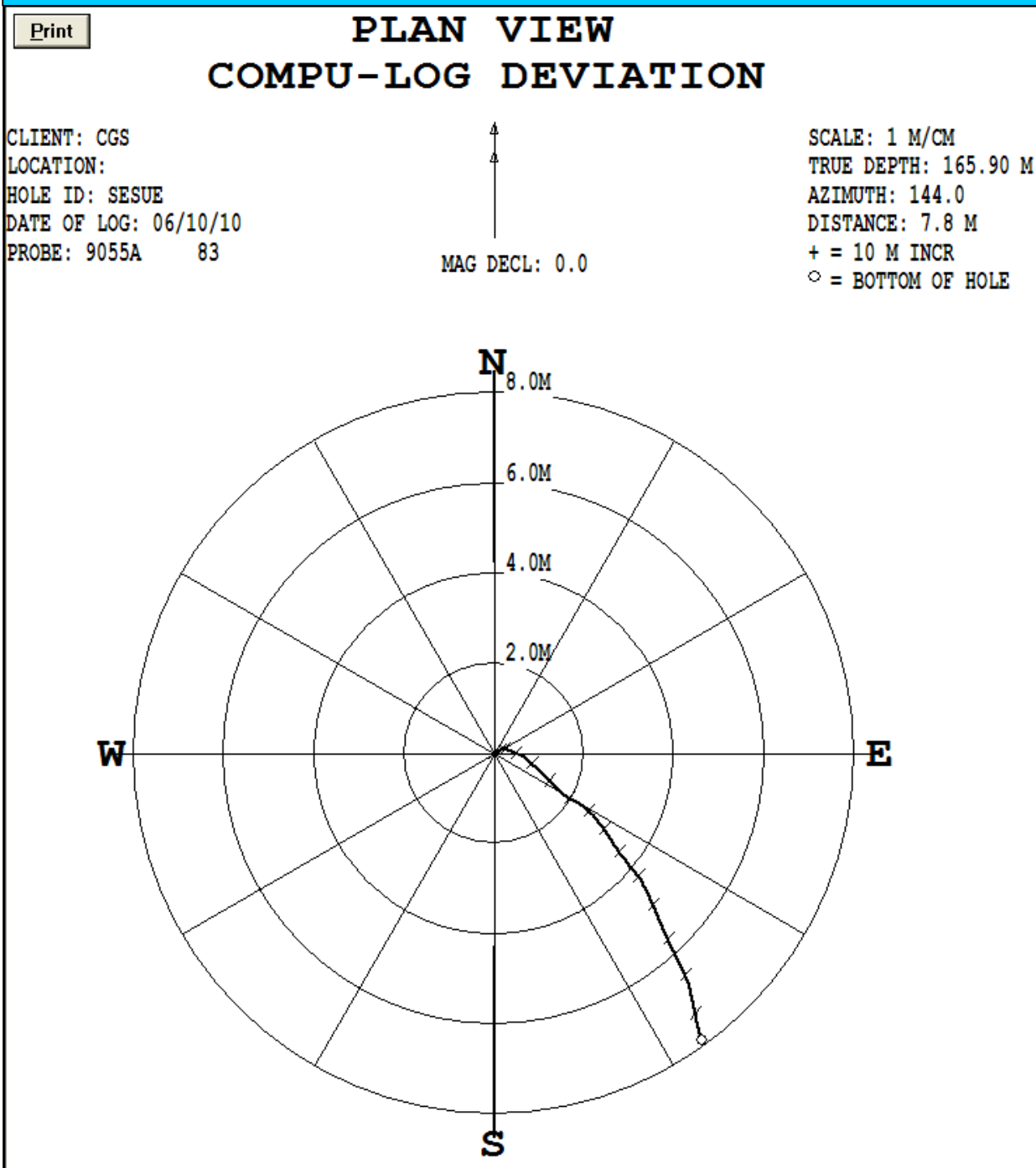








	Sondeo: <b>090.034.001 Sesué</b>		
	<b>DESVIACIÓN VISTA EN PLANTA</b>	Fecha: 10-06-2010	



## RESULTADOS OBTENIDOS

### UBICACIÓN Y LITOLOGÍA

El sondeo está ubicado en la masa de agua "090.034 MACIZO AXIAL PIRENAICO.

La perforación ha atravesando una formación compuesta por pizarras del Devónico con alguna fracturación.

Esta columna se puede consultar en 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 147,5 metros de profundidad.

### CONDUCTIVIDAD Y TEMPERATURA DEL FLUIDO

La conductividad presenta un primer tramo, de 147,5 metros a 157 metros, con un valor medio de 1000  $\mu\text{s}/\text{cm}$  y, de aquí hasta el final del sondeo, la conductividad va disminuyendo paulatinamente hasta llegar a los 800  $\mu\text{s}/\text{cm}$ .

La temperatura, en el tramo con agua, mantiene una media aproximada de 14,8° centígrados.

### 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 148 m. a 150 m.	2 m.	Zona de fractura
Tramo de 152 m. a 155 m.	3 m.	Zona de fractura
Tramo de 160 m. a 162 m.	2 m.	Zona de fractura

### 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 7,40 metros a los 162 metros de profundidad.
- El Acimut mantiene una media aproximada de 110°.
- El sondeo presenta una inclinación máxima de 5,70° a los 150 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	0.02	0.00	0.00	13.70	0.50
8.00	8.00	0.03	0.01	0.00	17.50	0.70
10.00	10.00	0.02	0.00	0.00	7.90	0.70
12.00	12.00	0.02	0.01	0.00	36.40	0.60
14.00	14.00	0.02	0.01	0.00	36.00	0.30
16.00	16.00	0.01	0.03	0.00	64.80	0.80
18.00	18.00	0.03	0.03	0.00	47.20	0.20
20.00	20.00	0.02	0.04	0.00	67.00	0.80
22.00	22.00	0.01	0.08	0.10	81.60	1.00
24.00	24.00	0.03	0.10	0.10	75.30	1.10
26.00	26.00	0.04	0.11	0.10	69.60	0.40
28.00	28.00	0.05	0.13	0.10	66.60	0.50
30.00	30.00	0.07	0.13	0.10	63.00	0.60
32.00	32.00	0.08	0.14	0.20	60.40	0.70
34.00	34.00	0.10	0.17	0.20	58.80	1.00
36.00	36.00	0.12	0.18	0.20	57.70	0.10
38.00	38.00	0.10	0.20	0.20	63.90	1.00
40.00	40.00	0.11	0.24	0.30	65.30	0.90
42.00	42.00	0.10	0.26	0.30	69.30	1.00
44.00	44.00	0.08	0.30	0.30	75.60	1.30
46.00	45.99	0.07	0.35	0.40	79.30	1.70
48.00	47.99	0.04	0.41	0.40	83.70	1.90
50.00	49.99	0.02	0.47	0.50	87.30	1.80
52.00	51.99	-0.01	0.54	0.50	91.40	2.50
54.00	53.99	-0.05	0.62	0.60	94.70	2.70
56.00	55.99	-0.09	0.71	0.70	97.30	2.90
58.00	57.98	-0.15	0.77	0.80	100.70	2.70
60.00	59.98	-0.21	0.84	0.90	104.30	3.70
62.00	61.98	-0.29	0.92	1.00	107.30	3.00
64.00	63.98	-0.36	1.00	1.10	109.90	3.00
66.00	65.97	-0.44	1.08	1.20	112.10	3.00
68.00	67.97	-0.52	1.16	1.30	114.30	3.90

PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
70.00	69.97	-0.60	1.24	1.40	115.80	3.30
72.00	71.96	-0.68	1.32	1.50	117.10	3.40
74.00	73.96	-0.76	1.41	1.60	118.20	3.50
76.00	75.96	-0.84	1.49	1.70	119.30	3.20
78.00	77.95	-0.91	1.56	1.80	120.20	3.40
80.00	79.95	-0.98	1.66	1.90	120.50	3.30
82.00	81.95	-1.03	1.76	2.00	120.40	2.80
84.00	83.94	-1.08	1.85	2.10	120.20	3.10
86.00	85.94	-1.13	1.93	2.20	120.30	3.10
88.00	87.94	-1.19	2.02	2.30	120.70	3.50
90.00	89.93	-1.27	2.11	2.50	121.00	4.20
92.00	91.93	-1.34	2.19	2.60	121.50	2.90
94.00	93.93	-1.42	2.25	2.70	122.20	3.00
96.00	95.93	-1.50	2.32	2.80	122.90	3.10
98.00	97.92	-1.58	2.38	2.90	123.60	3.10
100.00	99.92	-1.66	2.44	3.00	124.20	3.10
102.00	101.92	-1.75	2.51	3.10	125.00	3.40
104.00	103.91	-1.86	2.57	3.20	125.80	4.20
106.00	105.91	-1.96	2.64	3.30	126.60	3.50
108.00	107.91	-2.06	2.70	3.40	127.30	3.80
110.00	109.90	-2.16	2.77	3.50	128.00	3.70
112.00	111.90	-2.27	2.86	3.70	128.50	4.10
114.00	113.89	-2.39	2.95	3.80	129.00	3.40
116.00	115.89	-2.51	3.03	3.90	129.60	4.70
118.00	117.88	-2.61	3.12	4.10	129.90	3.70
120.00	119.88	-2.70	3.20	4.20	130.20	3.80
122.00	121.87	-2.80	3.28	4.30	130.60	4.00
124.00	123.87	-2.94	3.34	4.40	131.40	4.70
126.00	125.86	-3.06	3.41	4.60	132.00	4.30
128.00	127.86	-3.19	3.47	4.70	132.60	4.60
130.00	129.85	-3.34	3.53	4.90	133.40	4.10
132.00	131.85	-3.47	3.59	5.00	134.00	4.40
134.00	133.84	-3.61	3.65	5.10	134.70	5.20
136.00	135.83	-3.77	3.71	5.30	135.40	4.70
138.00	137.83	-3.92	3.78	5.40	136.10	5.30
140.00	139.82	-4.09	3.85	5.60	136.70	4.90
142.00	141.81	-4.25	3.93	5.80	137.20	5.30
144.00	143.80	-4.40	4.01	6.00	137.70	5.20
146.00	145.79	-4.57	4.08	6.10	138.20	5.80
148.00	147.79	-4.72	4.16	6.30	138.60	4.70
150.00	149.78	-4.87	4.23	6.50	139.00	5.70
152.00	151.77	-5.02	4.29	6.60	139.50	4.60
154.00	153.76	-5.18	4.34	6.80	140.00	5.60
156.00	155.75	-5.36	4.39	6.90	140.70	5.20
158.00	157.75	-5.55	4.42	7.10	141.40	5.10
160.00	159.74	-5.73	4.46	7.30	142.10	5.30
162.00	161.73	-5.92	4.50	7.40	142.80	5.30



Fdo: José Luengo  
Geofísico

CGS Dto. de Geofísica Aplicada  
10 DE JUNIO DE 2010

**ANEXO-I**

**DIAGRAFÍA COMPLETA DEL SONDEO: 090.034.001 SESUÉ**  
ESCALA: 1/200



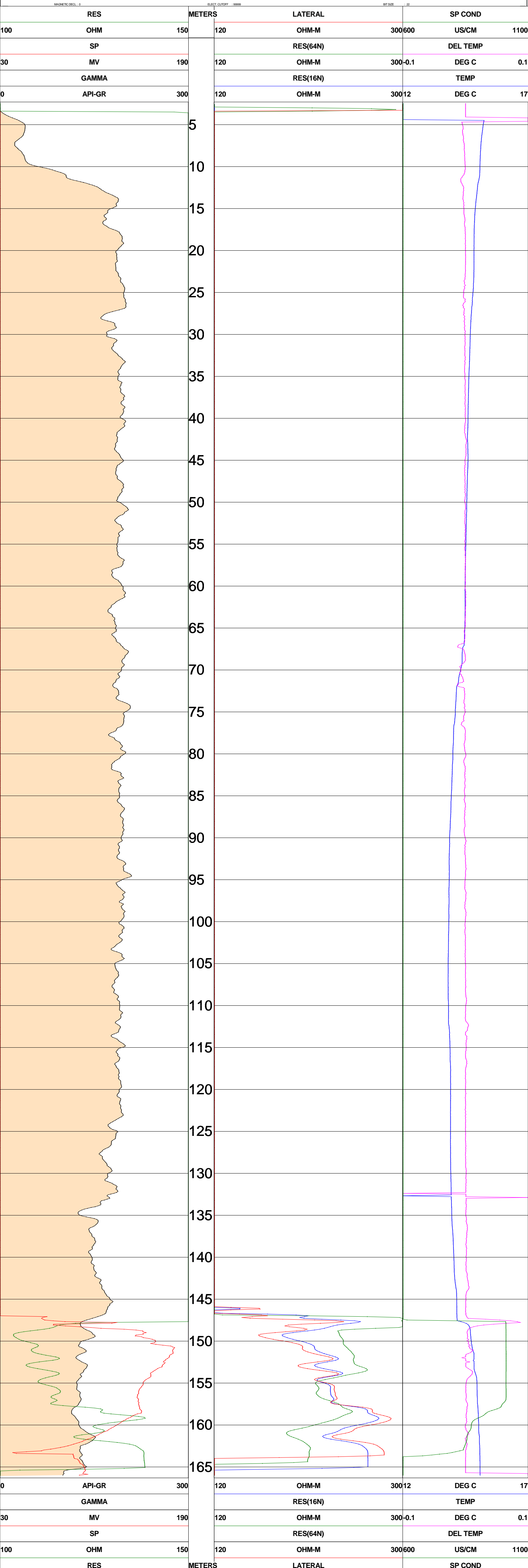


LOG PARAMETERS

MATRIX DENSITY: 2.65  
MAGNETIC DECL: 0

NEUTRON MATRIX: Dolomite  
ELECT CUT/DFP: 9999

MATRIX DELTA T: 140  
BIT SIZE: 22





## **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 SESUÉ (090.034.001)**

Localización Geográfica (UTM, Uso 31):

X: 292.552 Y: 4.714.055 Z: 994 (m s. n. m)

RESUMEN DE UNIDADES	
Profundidad de la bomba	147 m
Horas de bombeo	13 h.
Horas de recuperación	9,5 h.

### ENSAYO DE BOMBEO

Llegada del equipo de aforos, a fecha 25 de agosto de 2010, al sondeo a las 18:00 horas aproximadamente, pero debido a que en el pueblo de Sesué es fiesta, no se lleva a cabo el montaje hasta el día siguiente, el 26/08/2010.

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 Saturn S6S4519 con una potencia de 50 CV situada a 147 m de profundidad.



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



El ensayo de bombeo comienza a las 09:30 h, una vez equipado el sondeo. Las características del ensayo de bombeo son las que se describen en la siguiente tabla:

	SESUÉ				
	Q (l/s)	t (min)	N inicial	N final	s (m)
<b>Escalón 1</b>	0,25	180	7,09	55,02	47,93
<b>Recuperación 1</b>	-	90	55,02	38,67	16,35 (*)
<b>Escalón 2</b>	0,10	600	38,67	78,21	39,54
<b>Recuperación 2</b>	-	480	78,21	28,40	49,81(*)

(\*) El nivel asciende.

### • Escalón 1

El Escalón 1 comienza a las 09:30 h y acaba a las 16:30 h, teniendo una duración de 180 minutos (3 horas) y con un caudal de 0,25 l/s. El descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 47,93 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 7,09 m, y el nivel al final de este escalón se encuentra a 55,02 m.



**Imagen 2.** Caudal extraído al inicio del primer escalón.

El descenso observado en el nivel ha sido muy pronunciado, y no se ha producido su estabilización. Se decide parar de bombear y llevar a cabo una fase de recuperación. A las 12:30 h, da comienzo la primera recuperación (Recuperación 1), con una duración de 90 minutos (1 hora y media), durante los cuales se observa un ascenso de 16,25 m, desde 55,02 m a 38,67 m.

- **Escalón 2 (larga duración)**

A las 14:30 h, da comienzo el escalón de larga duración con un caudal a extraer de 0,1 l/s. El descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 39,54 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 38,67 m, y el nivel al final de este escalón se encuentra a 78,21 m. La duración de este escalón ha sido de 600 minutos (10 horas). Estaba prevista una duración mayor, en torno a 18 o 20 horas, pero debido a las quejas vecinales por el ruido del equipo, es necesario parar el bombeo.

El agua no ha llegado a aclarar del todo a lo largo del ensayo.



**Imagen 3.** Caudal extraído durante el segundo escalón (larga duración).

Inmediatamente después, a las 10:00 h, del 27/08/2010, comienza la recuperación (Recuperación 2) con una duración de 480 minutos, durante los cuales el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 28,40 m de profundidad, con lo que el ascenso observado es de 49,81 m.

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= 934  $\mu$ S/cm;  $T^a$  = 12,1 °C; pH= 9,09.

Final del Escalón 1: CE= 824  $\mu$ S/cm;  $T^a$  = 13,9 °C; pH= 8,91.

- **Escalón 2 (Q= 0,1 l, larga duración)**

Inicio del Escalón 2: CE= 776  $\mu$ S/cm;  $T^a$  = 16,9 °C; pH= 8,83.

Medio del Escalón 2: CE= 790  $\mu$ S/cm;  $T^a$  = 17,3 °C; pH= 8,55.

CE= 784  $\mu$ S/cm;  $T^a$  = 17,2 °C; pH= 8,63.



**Imagen 4.** Realización de medidas *in situ*.

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

Esther Torresquebrada Aguirre.  
Hidrogeóloga.

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

Fecha: 27 DE AGOSTO DE 2010

Sondeo: 090.034.001	Termino municipal: SESUE	Provincia: HUESCA
---------------------	--------------------------	-------------------

Comienzo: Dia 26/08/10 Hora 9:30 NE. 7,09	Terminacion: Dia 27/08/10 Hora 08:00 ND. 78,21
---	--

Grupo generador	Grupo motobomba	Perforacion m.	
Marca: MECC-ALTE KVA.: 250 Motor: FIAT-AIFO Potencia: 400 CV	Marca: SATUR Tension: 760 Tipo: S6S 45-19 Potencia: 50 CV	180 Ø 164 m	Profundidad rejilla: 147 m. Q. medidas con: TUBO PITOT Niveles medidos con: SONDA Ø Tuberia: 70 mm.

RECUPERACION					
Tiempo minutos	Recuperacion metros	Tiempo minutos	Recuperacion metros	Tiempo minutos	Recuperacion 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	N.D.		Hora	Q	N.D.		Hora	Q	N.D.	
	l/s	m.			l/s	m.			l/s	m.	
0m	NE	7,09	NE	0m		55,02		0m	NE	38,67	NE
1m	0,25	9,85	COLOR	1m		51,00		1m	0,1	43,64	COLOR
2m	0,25	11,04	COLOR	2m		49,05		2m	0,1	43,68	COLOR
3m	0,25	11,45	COLOR	3m		48,47		3m	0,1	43,73	COLOR
4m	0,25	11,80	COLOR	4m		48,34		4m	0,1	43,83	COLOR
5m	0,25	12,20	COLOR	5m		48,22		5m	0,1	43,92	COLOR
6m	0,25	12,48	COLOR	6m		48,10		6m	0,1	44,04	COLOR
7m	0,25	12,75	COLOR	7m		47,97		7m	0,1	44,17	COLOR
8m	0,25	13,00	COLOR	8m		47,80		8m	0,1	44,23	COLOR
9m	0,25	13,40	COLOR	9m		47,69		9m	0,1	44,29	COLOR
10m	0,25	13,75	COLOR	10m		47,55		10m	0,1	44,38	COLOR
15m	0,25	15,54	COLOR	15m		46,93		15m	0,1	44,82	COLOR
20m	0,25	17,63	COLOR	20m		46,29		20m	0,1	45,18	COLOR
25m	0,25	19,58	COLOR	25m		45,72		25m	0,1	45,66	COLOR
30m	0,25	21,21	COLOR	30m		45,03		30m	0,1	46,19	COLOR
40m	0,25	24,20	COLOR	35m		44,49		40m	0,1	47,00	COLOR
50m	0,25	26,80	COLOR	40m		43,89		50m	0,1	47,72	COLOR
60m	0,25	28,81	COLOR	45m		43,30		60m	0,1	48,40	COLOR
75m	0,25	33,00	COLOR	50m		42,68		75m	0,1	49,64	COLOR
90m	0,25	37,60	COLOR	55m		42,11		90m	0,1	50,55	COLOR
2h	0,25	43,21	COLOR	60m		41,59		2h	0,1	52,05	COLOR
2,5h	0,25	48,05	COLOR	70m		40,39		2,5h	0,1	54,28	COLOR
3h	0,25	55,02	COLOR	80m		39,46		3h	0,1	56,53	COLOR
				90m		38,67		3,5h	0,1	58,24	COLOR
								4h	0,1	60,16	COLOR
								5h	0,1	63,05	COLOR
								6h	0,1	66,04	COLOR
								7h	0,1	69,16	COLOR
								8h	0,1	72,20	COLOR
								9h	0,1	75,26	COLOR
								10h	0,1	78,21	COLOR

2ª Recuperacion			
Hora	Q l/s	N.D. m.	
0m	ND	78,21	ND
1m		70,05	
2m		68,19	
3m		67,58	
4m		67,48	
5m		67,37	
6m		67,26	
7m		67,14	
8m		67,00	
9m		66,90	
10m		66,79	
15m		66,12	
20m		65,48	
25m		65,00	
30m		64,44	
40m		63,24	
50m		62,12	
60m		61,09	
75m		59,56	
90m		58,05	
120m		54,29	
2,5h		50,38	
3h		47,20	
3,5h		44,45	
4h		42,00	
5h		37,56	
6h		34,02	
7h		31,00	
8h		28,40	





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



### INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000037837

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 SESUÉ - AFORO

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **000034782**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Toma de Muestra: **26/08/2010**

Hora: **23:50**

Recepción: **06/09/2010**

Inicio análisis: **06/09/2010**

Fin análisis: **15/09/2010**

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	0,05 mg/l	±0,02	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	17,99 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	334,92 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,17 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	2,05 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-CaAA)
*CARBONATOS	48,41 mg/l		Acidimetría, con fenolfaleina (PIE-ALCA)
CLORUROS	< 5 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	808 µS/cm	±16	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,31 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	±0,03	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l		Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	0,17 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	0,59 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MgAA)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	< 0,5 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
NITRITOS	< 0,1 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
pH	8,86 ud. de pH	±0,44	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	1,38 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	215,94 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	22,53 mg/l	±1,35	Cromatografía iónica. (PIE-CION)

\* Resultados aproximados (no acreditados):

CLORUROS	3,57 mg/l
NITRATOS	0,20 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.

**16 de septiembre de 2010**



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	3,57	0,10	1,31
SULFATOS	22,53	0,47	6,11
BICARBONATOS	334,92	5,49	71,51
CARBONATOS	48,41	1,61	21,02
NITRATOS	0,20	0,00	0,04
SODIO	215,94	9,39	98,06
MAGNESIO	0,59	0,05	0,51
CALCIO	2,05	0,10	1,07
POTASIO	1,38	0,04	0,37

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - SÓDICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos	648,31 mg/l
CO2 libre	1,03 mg/l
Dureza total	0,75 °Francés
Dureza total	7,55 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	274,69 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de carbonatos	80,74 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad total	355,43 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,08
$rNa+rK/rCa+rMg$	62,50
$rNa/rK$	266,12
$rNa/rCa$	91,82
$rCa/rMg$	2,11
$rCl/rHCO_3$	0,02
$rSO_4/rCl$	4,66
$rMg/rCa$	0,47
i.c.b.	-92,63
i.d.d.	-1,56

Nº Registro: 34782

**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000036181**

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 SESUÉ - FIN LIMPIEZA

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000033368

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Toma de Muestra: 10/06/2010

Recepción: 06/07/2010

Inicio análisis: 06/07/2010

Fin análisis: 08/07/2010

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	0,33 mg/l	±0,03	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	8,34 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	496,92 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,47 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	2,13 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-CaAA)
*CARBONATOS	93,03 mg/l		Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	< 5 mg/l		Cromatografía iónica (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	989 µS/cm	±20	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,28 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	±0,03	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l		Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	3,57 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	0,54 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MgAA)
*MANGANESO	0,02 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	< 0,5 mg/l		Cromatografía iónica (PIE-CION)
NITRITOS	< 0,1 mg/l		Cromatografía iónica (PIE-CION)
pH	9,17 ud. de pH	±0,46	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	5,92 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	282,70 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	26,56 mg/l	±1,59	Cromatografía iónica (PIE-CION)

\* Resultados aproximados (no acreditados):

CLORUROS	4,37 mg/l
NITRATOS	0,38 mg/l
NITRITOS	0,02 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.

8 de julio de 2010



Fdo.: Susana Avilés Espiñero  
Licda. 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	4,37	0,12	1,03
SULFATOS	26,56	0,55	4,64
BICARBONATOS	496,92	8,14	68,28
CARBONATOS	93,03	3,10	26,00
NITRATOS	0,38	0,01	0,05
SODIO	282,70	12,30	97,60
MAGNESIO	0,54	0,04	0,35
CALCIO	2,13	0,11	0,84
POTASIO	5,92	0,15	1,20

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - SÓDICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,03 °C
Sólidos disueltos	925,58 mg/l
CO2 libre	0,90 mg/l
Dureza total	0,75 °Francés
Dureza total	7,54 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	407,55 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de carbonatos	155,16 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad total	562,71 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,06
$rNa+rK/rCa+rMg$	82,59
$rNa/rK$	81,21
$rNa/rCa$	115,69
$rCa/rMg$	2,39
$rCl/rHCO_3$	0,02
$rSO_4/rCl$	4,49
$rMg/rCa$	0,42
i.c.b.	-99,99
i.d.d.	-1,42

Nº Registro: 33368



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



## FICHA DE PIEZÓMETRO

TOPONIMIA		SESUE MARM.		CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.300.001	
CÓDIGO IPA		310980048	Nº MTN 1:50.000 3108	MUNICIPIO Sesue		PROVINCIA Huesca	
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO					
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		034   MACIZO AXIAL PIRENAICO					
U. HIDROGEOLÓGICA		Sinclinal de Tremp					
ACUÍFERO(S)		03402   Devónico - Calizas metamórficas					
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	785194	DATOS OBTENIDOS DE:	GIS-Oleicola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL	
	Y	4716816					
COTA DEL SUELO msnm	Z	993	DATOS OBTENIDOS DE:	GPS	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0	
POLÍGONO		1		PARCELA		332	
TITULARIDAD DEL TERRENO		Ayuntamiento de Seuse					
PERSONA DE CONTACTO							
ACCESO		El sondeo se sitúa en las cercanías del casco urbano de Sesue. Se accede al mismo desde dicha localidad una vez pasado el Ayuntamiento, tomando la primera calle que gira a la derecha en dirección a la Peña Forat.					

### CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO

METODO		Rotopercción		PROFUNDIDAD DEL SONDEO				164		EMPAQUE		No	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION			
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA		
0	12	324	0	12	300	Metálica	88	91	Puentecillo	0	12		
12	164	224	12	164	180		133	142	Puentecillo				
							145	151	Puentecillo				
							154	160	Puentecillo				

### HISTORIA

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

### LOCALIZACIÓN

MAPA TOPOGRÁFICO 1.25.000

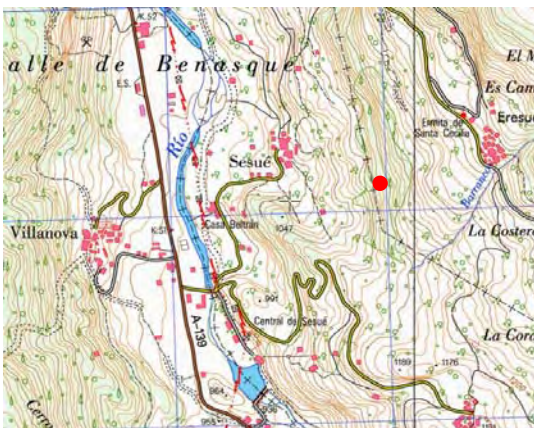
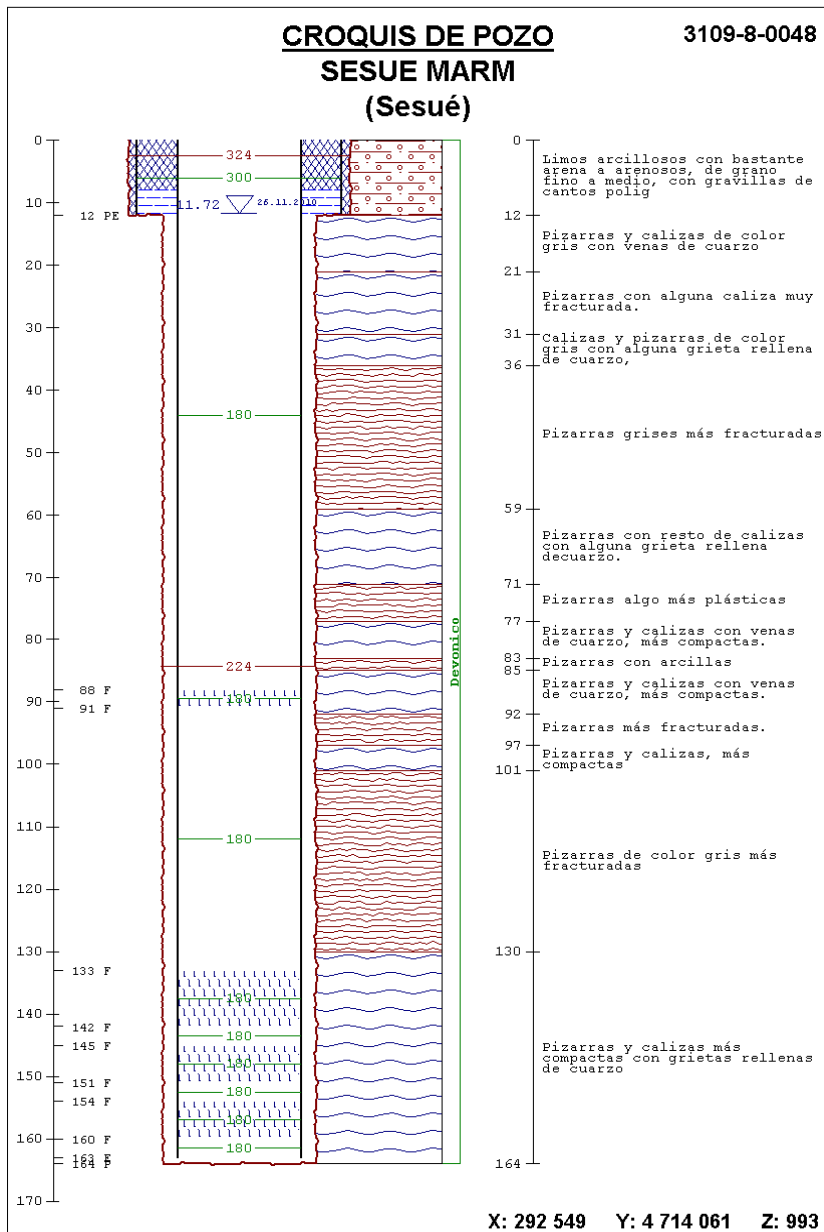


FOTO AÉREA



# 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:** (3109) BIELSA

**UTMX:** 292549

**UTMY:** 4714061

**COTA:** 993

**Provincia:** HUESCA

**Municipio:** SESUE

**Localidad:** SESUE

**Paraje:** SESUE MARM.

**Polígono:** 1

**Parcela:** 332

**Dominio Hidrogeológico:** Sinclinal de Tremp

**Unidad:**

**Acuífero:**

**Masa Subterránea A:** MACIZO AXIAL PIRENAICO

**Masa Subterránea B:**

**Acuífero:** Devónico

**Redes:**

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

**Río:** ESERA

**Cuenca:** EBRO

**Acceso:** El sondeo se sitúa en las cercanías del casco urbano de Sesúe. Se accede al mismo desde dicha localidad una vez pasado el Ayuntamiento, tomando la primera calle que gira a la derecha en dirección a la Peña Forat.

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

CLAVE 09.822-0003/2111



Vista General (11/05/2012)

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

## PERFORACIÓN

**Contratista:** CGS (Perforaciones Jiennenses Marchal S.L) **Año:** 2010

**Tipo perforación:** ROTOPERCUSION CON CIRCULACION DIRECTA **Profundidad total:** 164

**Observaciones:**

Desde	Hasta	Diámetro (mm)
0	12	324
12	164	224

## REVESTIMIENTO

Desde	Hasta	Diámetro(mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	12	300	5	Metálica ciega	CEMENTACION
0	88	180	4	Metálica ciega	
88	91	180	4	Metálica puentecillo	
91	133	180	4	Metálica ciega	
133	142	180	4	Metálica puentecillo	
142	145	180	4	Metálica ciega	
145	151	180	4	Metálica puentecillo	
151	154	180	4	Metálica ciega	
154	160	180	4	Metálica puentecillo	
160	163	180	4	Metálica ciega	

## LITOLOGÍA

**Descripción geológica:** El sondeo se ubica sobre las pizarras y calizas de edad Devónico.

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	12	ARCILLAS ARENAS Y GRAVAS	CUATERNARIO INDIFERENCIADO	
<b>Observaciones:</b> Limos arcillosos con bastante arena a arenosos, de grano fino a medio, con gravillas de cantos poligénicos (pizarras, granitos, cuarcitas, areniscas, etc.).				
12	21	PIZARRAS	DEVONICO	
<b>Observaciones:</b> Pizarras y calizas de color gris con venas de cuarzo				
21	31	PIZARRAS	DEVONICO	
<b>Observaciones:</b> Pizarras con alguna caliza muy fracturada.				
31	36	PIZARRAS	DEVONICO	
<b>Observaciones:</b> Calizas y pizarras de color gris con alguna grieta rellena de cuarzo, que presentan un mayor grado de compacidad.				
36	59	PIZARRAS	DEVONICO	
<b>Observaciones:</b> Pizarras grises más fracturadas				
59	71	PIZARRAS	DEVONICO	

**Observaciones:** Pizarras con resto de calizas con alguna grieta rellena de cuarzo.

71	77	PIZARRAS	DEVONICO	
<b>Observaciones:</b> Pizarras algo más plásticas.				
77	83	PIZARRAS	DEVONICO	
<b>Observaciones:</b> Pizarras y calizas con venas de cuarzo, más compactas.				
83	85	PIZARRAS	DEVONICO	
<b>Observaciones:</b> Pizarras con arcillas				
85	92	PIZARRAS	DEVONICO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Pizarras y calizas con venas de cuarzo, más compactas.				
92	97	PIZARRAS	DEVONICO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Pizarras más fracturadas.				
97	101	PIZARRAS	DEVONICO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Pizarras y calizas, más compactas.				
101	130	PIZARRAS	DEVONICO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Pizarras de color gris más fracturadas.				
130	164	PIZARRAS	DEVONICO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Pizarras y calizas más compactas con grietas rellenas de cuarzo.				

### ENSAYOS DE BOMBEO

Fecha	Caudal (l/s)	Nivel Inicial (m)	Depresión (m)	Duración (h)	Transmisividad (m <sup>2</sup> /d)	S	Fuente Información
27/08/2010	0	78.21	49.81	0.3			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> Segunda recuperación							
26/08/2010	0.1	38.67	-39.54	0.4			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> Escalón continuo							
26/08/2010	0	55.02	16.35	0.1			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> Recuperación							
26/08/2010	0.25	7.09	-47.93	0.1			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> Primer escalón							

### PIEZOHIDROMETRÍA

NIVEL: NIVEL1

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
18	13.23	7.09	6.14	11.5333	1.9323

### 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.
----------------	---------------------	----------------------	-----------------------	----------------------	---------------------	---------------------	---------------------	--------------------	-------------------------	---------------------	---------	--------------



26/08/2010	0.1006	0.4694	5.4905	0.0032	9.3887	0.0488	0.1022	0.0353	784	8.6	44.9059	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
	3.57	22.53	334.92	0.2	215.94	0.59	2.05	1.38				
26/08/2010									790	8.6		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
26/08/2010									776	8.8		PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
26/08/2010									824	8.9		PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
26/08/2010									934	9.1		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
10/06/2010	0.1408	0.5533	8.1462	0.0081	12.2913	0.0446	0.1062	0.1514	963		34.9323	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
	5	26.56	496.92	0.5	282.7	0.54	2.13	5.92				
10/06/2010									1026			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

OTRAS FOTOS



Aforo (01/09/2010)



Aforo (3) (01/09/2010)



Aforo (2) (01/09/2010)





Aforo (1) (01/09/2010)



referencia Sesue (31/05/2012)



SESUE (29/06/2012)

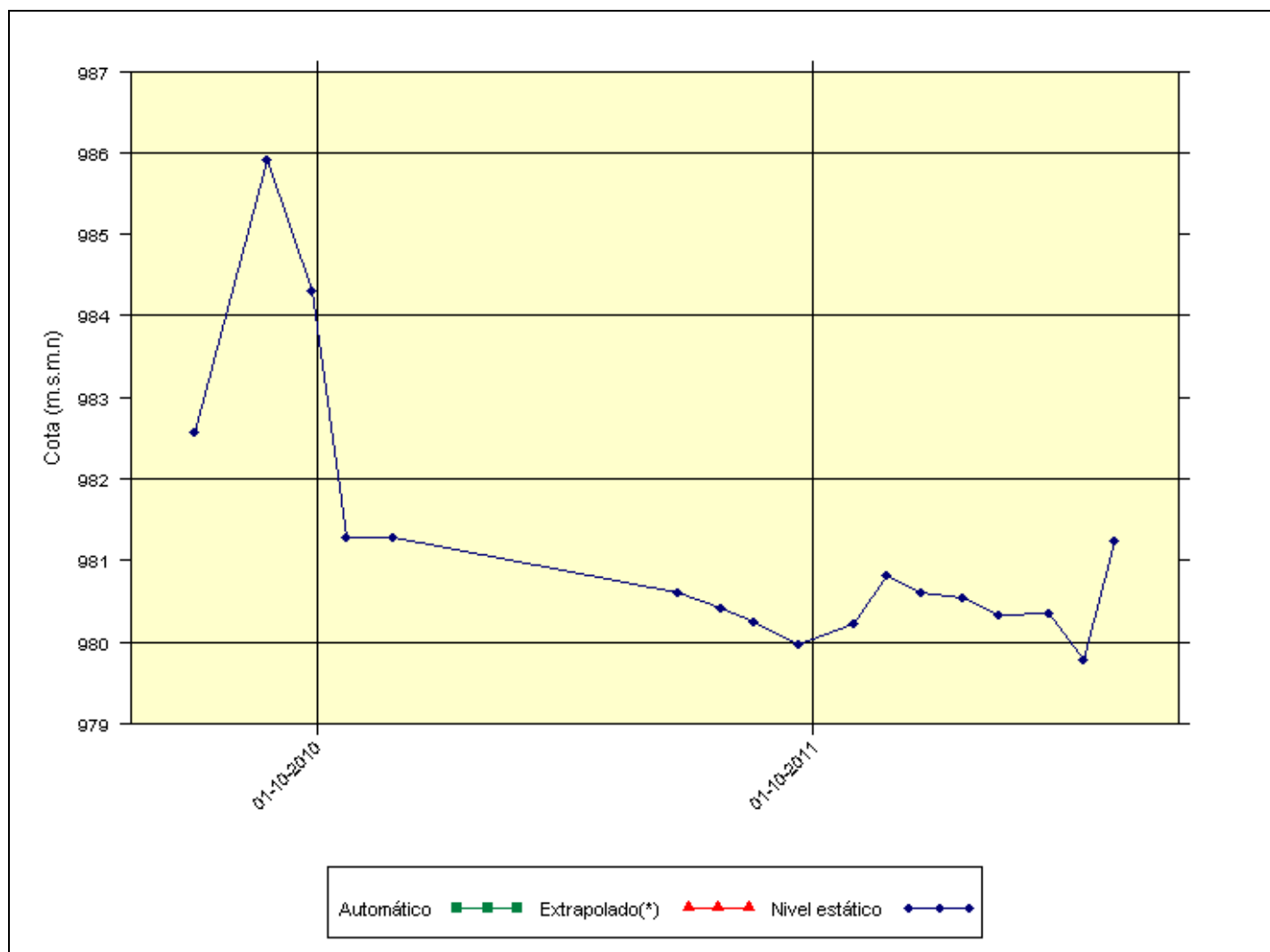




Detalle (11/05/2012)


**CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**
*Oficina de Planificación Hidrológica*
**INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA**
**CONSIDERACIONES PARA LA MEDICIÓN**
**Contacto:** Ayuntamiento de Sesue . Tlf: 974.553.554. .

**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	13.23	7.09	6.14	11.5333	1.9323



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

Fecha muestreo	Nivel (m)	Observaciones
10/05/2012	11.76	
17/04/2012	13.23	
22/03/2012	12.64	
15/02/2012	12.66	
19/01/2012	12.46	
20/12/2011	12.4	
24/11/2011	12.18	
31/10/2011	12.78	
20/09/2011	13.03	
19/08/2011	12.76	
26/07/2011	12.58	
24/06/2011	12.4	
26/11/2010	11.72	
23/10/2010	11.71	

**ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO**

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 3 “Sinclinal de Tremp”. En la masa de agua Macizo Axial Pirenaico (090. 034). El acuífero atravesado son las calizas y pizarras del Devónico. Este piezómetro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, en la zona de recarga del dicho acuífero y teniendo un carácter fisurado que presenta un comportamiento de confinado a semiconfinado.

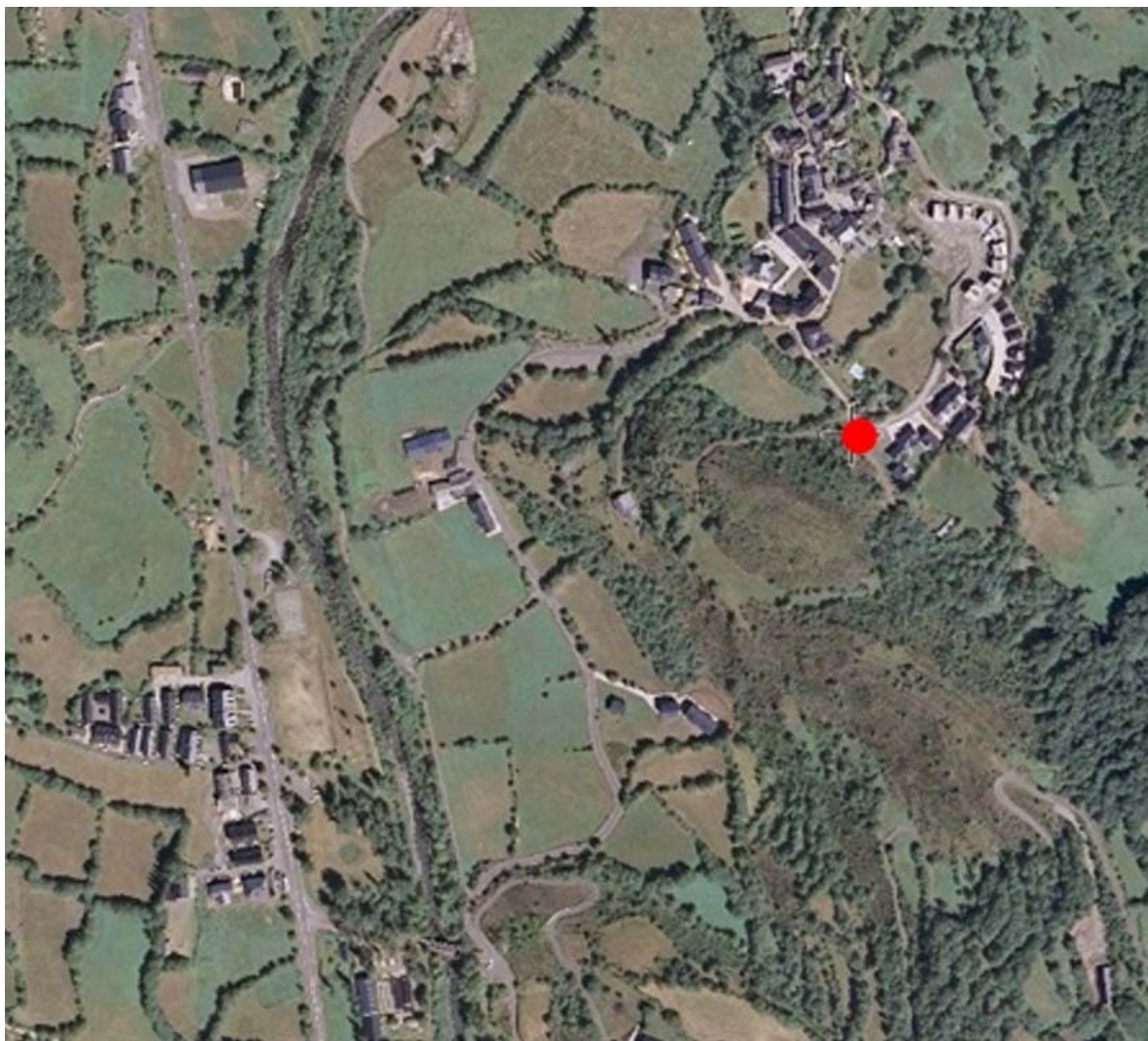
**OTROS DATOS**

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

**DESCRIPCIÓN DEL ACCESO**

El sondeo se sitúa en las cercanías del casco urbano de Sesúe. Se accede al mismo desde dicha localidad una vez pasado el Ayuntamiento, tomando la primera calle que gira a la derecha en dirección a la Peña Forat.

**ORTOIMAGEN CON LA RUTA DE ACCESO**



Coordenadas UTM del punto:  
X: 292549, Y:4714061 (Huso 31)

**FOTOS ADICIONALES**

**PANORÁMICA**



05/2012 Vista General

**ACCESO**

**DETALLE**



05/2012 Detalle

**ACCESO**

**DETALLE REFERENCIA**



05/2012 referencia Sesue

**INSTALACIÓN**