



INFORME PIEZÓMETRO DE SEU D'URGELL: 090.035.001



ÍNDICE

	Pág.
1. PROYECTO	1
1.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS	1
1.2. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS	5
1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO	6
2. LOCALIZACIÓN	7
3. SITUACIÓN GEOLÓGICA	9
4. MARCO HIDROGEOLÓGICO	10
5. EQUIPO DE PERFORACIÓN	13
6. DATOS DE LA PERFORACIÓN	14
7. COLUMNA LITOLÓGICA	15
8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA	16
9. ENTUBACIÓN REALIZADA	16
10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS	19
10.1. ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS DEL ACUÍFERO	20
11. HIDROQUÍMICA	27
12. CONCLUSIONES	29

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del piezómetro sobre base topográfica 1:25.000	8
Figura 2. Ubicación del piezómetro sobre base del SIGPAC	8
Figura 3. Ubicación del piezómetro sobre el Mapa Geológico Comarcal de Cataluña a escala 1:50.000, Alto Urgell.	9
Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo	18
Figura 5. Diagrama de Piper. Sondeo 090.062.001 Artesa de Segre	28
Figura 6. Diagramas de Stiff. Sondeo 090.062.001 Artesa de Segre	29

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Síntesis de la columna litológica atravesada (descripción en campo).</i>	15
<i>Tabla 2. Entubación realizada.</i>	16
<i>Tabla 3. Datos mensuales del nivel piezométrico medidos con sonda hidronivel.</i>	19
<i>Tabla 4. Resumen de los escalones del ensayo de bombeo.</i>	21
<i>Tabla 5. Resumen de la tabla de datos del Escalón continuo.</i>	26

ANEJOS

ANEJO Nº 1: PERMISOS

ANEJO Nº 2: INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN

ANEJO Nº 5: ENSAYO DE BOMBEO

ANEJO Nº 6: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

ANEJO Nº 7: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA

1. PROYECTO

1.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

TRABAJOS DE INSPECCIÓN

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

TRABAJOS SISTEMÁTICOS DE CONTROL

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

1.2. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS

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

- **Trabajos anteriores a la perforación**
 - Comprobación sobre el terreno de la ubicación del sondeo y posible replanteo.
 - Comprobación de accesos y permisos.
 - Presentación ante la Autoridad Laboral de los Avisos Previos y actualizaciones.
 - Revisión del Plan de Seguridad y Salud que será objeto de un informe donde se recogerá el seguimiento realizado antes, durante y al final de cada obra. Especial atención se pondrá en:
 - Control de documentación de maquinaria y trabajadores presentes en la obra.
 - Visitas periódicas a las obras con atención especial a la señalización de las áreas de trabajo y al uso correcto de los equipos de protección individual (EPIS'S).

- **Trabajos durante la perforación**
 - Perforación
 - Seguimiento de la perforación y control del cumplimiento de los objetivos hidrogeológicos.
 - Interpretación geológica, hidrogeológica y geofísica
 - Propuesta de la finalización del sondeo y de entubación a la Dirección de Obra
 - Control de las tareas de limpieza, toma de muestras, medición de niveles piezométricos, etc..

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

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

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

El objetivo de este piezómetro (090.035.001) es la construcción de uno nuevo que permita completar los datos, así como el estudio de la evolución y comportamiento de la masa de agua 035 relacionada con el Aluvial Alto Urgell.

Igualmente permitirá controlar la calidad de las aguas en esta masa de agua que carece de puntos de control y que se ha definido como vulnerable al cumplimiento de los objetivos, de calidad, definidos por la directiva marco.

Este piezómetro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, sobre las terrazas bajas y medias del río Segre, relativamente alejado del cauce y cerca de los afloramientos paleozoicos que limitan el aluvial y la pequeña cubeta terciaria, sobre la que discurre el río Segre, antes de llegar a la confluencia con su afluente el Valira.

En esta zona la recarga subterránea se debería producir por la descarga de los acuíferos paleozoicos, próximos al borde del aluvial, por lo que cabe deducir que nos encontraremos en una zona de tránsito desde los puntos de recarga hasta la descarga, que tendrá lugar hacia el cauce del río Segre.

El objetivo hidrogeológico de este sondeo es cortar las gravas poligénicas, con matriz desde arenosa a limoso-arcillosa y edad Holoceno que forman el acuífero, y alcanzar el sustrato que pueden ser tanto materiales terciarios como paleozoicos.

2. LOCALIZACIÓN

El sondeo se sitúa en la localidad de La Seu d'Urgell en las inmediaciones del cementerio de dicha localidad y, más concretamente, en la parcela 652 del polígono 4 de titularidad municipal.

Como ya se ha indicado, el sondeo se localiza en las inmediaciones del Cementerio de La Seu d'Urgell, en el aparcamiento de Carrer Maria Aurèlia Capmany y se accede, a él, desde la carretera nacional de La Seu d'Urgell a Puigcerda N, tomando la última rotonda en la circunvalación de la Seu y siguiendo la calle con dirección al centro de dicha población. Una vez pasado el cuartel de los bomberos de la Generalitat y antes de llegar al polideportivo, se toma una calle a la derecha que nos lleva al aparcamiento del cementerio donde se sitúa el sondeo.

Las coordenadas UTM (ED-50 Huso 31) del punto son:

X: 373846

Y: 4691152

Z: 744 m.s.n.m

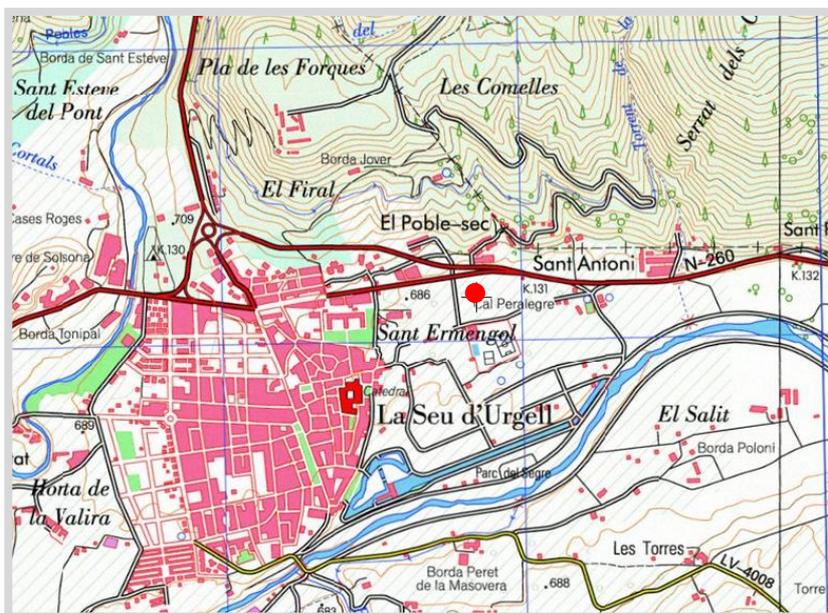


Figura 1. Ubicación del piezómetro sobre base topográfica 1:25.000.

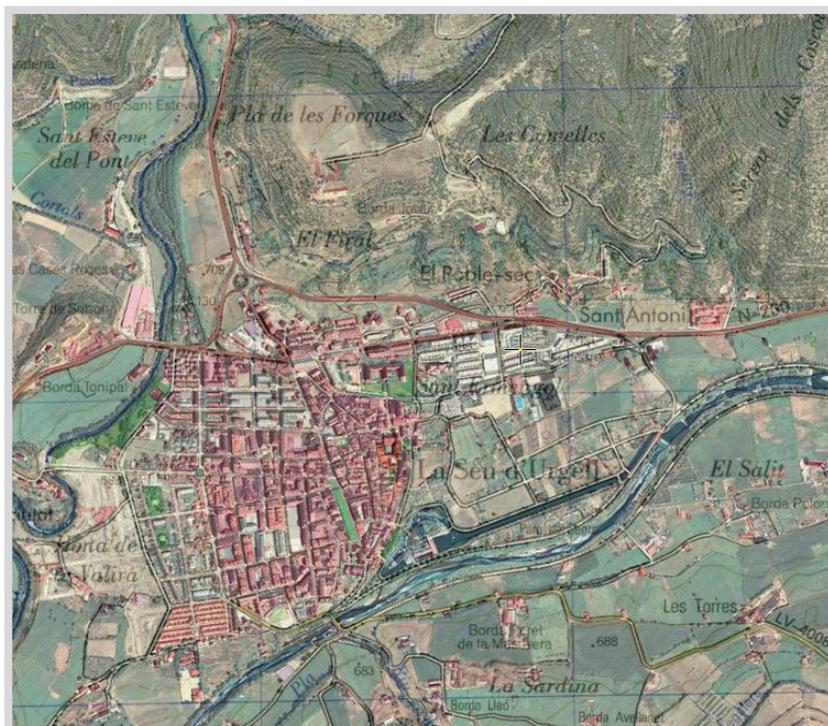


Figura 2. Ubicación del piezómetro sobre base del SIGPAC.

3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El sondeo está localizado en materiales aluviales de Rio Segre, en concreto sobre los materiales correspondientes a la terraza media-baja, con edad que va de Pleistoceno superior a Holoceno (S-Qt1). Están constituidos por gravas subredondeadas a redondeadas, con una alta heterométrie y poligénicas procedentes de la erosión de los materiales paleozoicos y mesozoicos, que se suelen disponer sobre un tramo basal de depósitos fluvio-glaciares formados por arenas gruesas a muy gruesas (tillitas) con Gravas y gravillas que, en ocasiones, presentan bloques irregulares de dimensiones medias. En la zona de la Seu D' Urgell, estos depósitos se apoyan discordantemente bien sobre un paleozoico bastante plegado o verticalizado de edad Ordovícico a Cámbrico o sobre materiales detríticos formados por conglomerados arenas o arcillas de la cuenca de La Seu de D'Urgell. Estos últimos, son materiales terciarios de edad Mioceno-Plioceno, depositados en una pequeña fosa distensiva, relacionada con la cuenca de la Cerdanya.

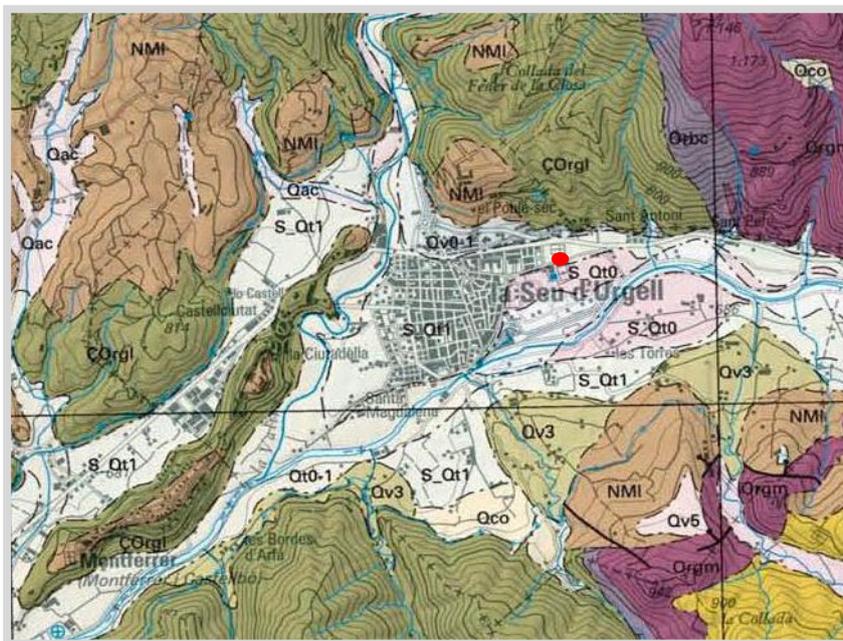


Figura 3. Ubicación del piezómetro sobre la Cartografía Geológica 1:50.000 de la Comarca del Alt Urgell.

4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se localiza en la prolongación, hacia el Este, del dominio hidrogeológico 3: "Sinclinal de Tremp".

Se caracteriza por englobar 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 extenderá, 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 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 carst 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 ultimo el río Cinca, nivel de base de los acuíferos pirenaicos que atraviesa, se establece como límite occidental del dominio.

Dentro de este dominio se ubica la masa de agua 035 del Alto Urgell. Esta masa de agua se ubica al O de la depresión de la Cerdanya, entre el Macizo Axial Pirenaico, al N, y las Sierras del Cadí y del Port del Compte al S. Ubicada en Lleida, cuenta con una extensión de 100 km².

El límite meridional, se establece en el contacto del Cambro-Ordovícico con los materiales cuaternarios del Segre y materiales devónicos y carboníferos. Hacia el N y O, se extiende englobando los depósitos aluviales

del río Segre, y hacia el E, hasta el contacto con los materiales devónicos de La Cerdanya.

La masa está constituida por materiales detríticos cuaternarios del aluvial del Segre, que se superponen sobre materiales Cambro-ordovícicos y devónicos de baja permeabilidad en general.

En el sector SE, aflora una pequeña escama de materiales mesozoicos (Triásico y Cretácico) de unos 2,5 km² de extensión de afloramiento rodeada de materiales paleozoicos, de baja permeabilidad, y aparentemente desconectada de los acuíferos más relevantes.

Dentro de esta masa de agua, los niveles permeables identificados incluyen:

- 1.- Paleozoico (Devónico): calizas.
- 2.- Cretácico superior: calizas bioclásticas.
- 3.- Cuaternario Aluvial del Segre.

El acuífero principal está formado por los aluviales del Segre, que tienen cierta entidad hasta el núcleo de Torres d'Alas. Hacia el O, el Segre se encaja entre materiales calcáreos devónicos y los depósitos cuaternarios son de muy escaso desarrollo. Constituye un acuífero libre de alta permeabilidad primaria.

El acuífero Devónico aflora en el sector central de la masa de agua. Se desconocen sus propiedades en este ámbito. Por analogía, con zonas próximas, se le supone una permeabilidad media a alta por fisuración y Karstificación.

La litología, del acuífero cuaternario, consiste en gravas y arenas procedentes de la erosión de los materiales paleozoicos y mesozoicos de los

relieves circundantes, así como de los materiales graníticos de la zona del Pirineo axial. Estos gravas pueden estar relacionadas, lateralmente, con depósitos de arenas y limos con bloques de tipo coluvial y con depósitos de carácter fluvio-glacial en la parte alta de los ríos Segre y Valira, hasta las cercanías de la Seu D'Urgell.

Al acuífero cuaternario se le supone una dirección de flujo sub-paralela y convergente hacia el río Segre, receptor de sus recursos. El acuífero Devónico, está conectado con el aluvial y, a través de él, con el río Segre, receptor de sus descargas.

La recarga se produce por infiltración de las precipitaciones sobre las superficies del aluvial y de las calizas Devónicas. La descarga, de todos los acuíferos implicados, se produce a través del río Segre.

Se reconocen algunas presiones significativas sobre las aguas subterráneas. La localidad de la Seu D'Urgell cuenta con más de 9.500 habitantes y posee un cierto desarrollo industrial, algunas catalogadas como IPPC, que vierten sus aguas al cauce del río Urgell.

Este acuífero presenta una alta vulnerabilidad a la contaminación debido a su naturaleza detrítica y como consecuencia de su permeabilidad y del bajo espesor de la zona no saturada.

El volumen de extracción de agua subterránea es muy bajo. Por lo general, las tomas de agua se realizan directamente del río Urgell.

5. EQUIPO DE PERFORACIÓN

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

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

6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

La perforación se inicia el 26 de Mayo de 2010 a las 9,45 horas y se termina el 28 de Mayo de 2010 a las 9,20 horas.

El día 26 de Mayo se da por finalizada la jornada a las 20,00 h, perforándose un total de 9,50 m con el trépano de 390 mm.

Debido a la inestabilidad de los materiales perforados, prácticamente desde el comienzo, es necesaria la colocación de una entubación auxiliar, de 400 x 5 mm, cuya profundidad coincide con la de la perforación y que será extraída antes de la finalización del sondeo. Cuando se termina la jornada se han totalizado 9 metros de perforación sin aportes de agua.

Se retoma la perforación el día siguiente, a las 8,15 horas, y se termina a las 20 horas. Se observan aportes de agua en el entorno de los 13,50 metros siendo necesario continuar con la introducción de tubería auxiliar de 400 mm y reduciéndose el diámetro a 350 mm a partir de los 15 metros y hasta los 20 metros.

Al final de la jornada, se llevan perforados 20 metros y comienzan a aparecer arcillas. Se retoma la perforación a primera hora del día siguiente y se finaliza a las 9,30 horas al comprobar que se han cortado las lutitas del terciario. *(Ver Anejo 2, Informes diarios de perforación).*

7. COLUMNA LITOLÓGICA

Durante la realización de la perforación, se efectúa una primera descripción litológica de los materiales cortados mediante observación del ripio extraído de la de perforación, a intervalos de metro (ver tabla 1). Cada 5 metros se selecciona una porción de muestra representativa que se guarda en su correspondiente bote, bien identificado, para su depósito y guarda en la litoteca del IGME (Instituto Geológico y Minero de España).

0-2 m	Relleno, compuesto por arcilla de color marrón oscuro con cantos o gravas poligénicas.
2-7 m	Gravas subredondeadas y redondeadas, heterométricas y poligénicas (principalmente cuarcíticas, aunque también hay carbonatos, esquistos,...), que presentan algo de matriz arcillo-limosa de color marrón.
7-10 m	Gravas similares a las anteriores pero que presentar mayor rango en los tamaños de los clastos, son más diversos, desde 2 a 15 cm.
10-15 m	Gravas, de tamaños más parecidos, y algo más pequeños, pero de características similares a las suprayacentes
15-16 m	Gravas subredondeadas y redondeadas, heterométricas y poligénicas (principalmente cuarcíticas, aunque también hay carbonatos, esquistos,...), que presentan algo de matriz arcillo-limosa de color marrón. y mayor variedad en el tamaño de los clastos
16-20 m	Arenas gruesas a muy gruesas, Gravass y gravillas cuya composición principal es el cuarzo y las cuarcitas. También hay algún clasto muy redondeado de granito.
20-21 m	Arcillas de color marrón ocre-anaranjado, que parecen algo plásticas, con algún grano de cuarzo

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

La edad asignada a las diferentes litologías atravesadas, según su contexto geológico y las facies observadas, puede ser: entre el metro 0 y el metro 16 cuaternario aluvial, perteneciente a las terrazas medias-bajas del río Segre y entre el metro 16 y el metros 20, se podría corresponder a los

depósitos fluvioglaciares, de arenas gruesas con cantos del Holoceno-Pleistoceno inferior. Del metro 20 al final del sondeo, se trata del terciario correspondiente a las arcillas de edad Mioceno de la depresión de la Seu D'Urgell.

8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

No se ha previsto realizar testificación geofísica al ser un sondeo que atraviesa materiales del cuaternario y tener una profundidad muy pequeña.

9. ENTUBACIÓN REALIZADA

Se utilizan dos tipos de tubería: tubería de acero en tramos de 6 m de longitud, 350 mm de diámetro y 5 mm de espesor y tubería metálica, en chapa de acero, de 180 x 4 mm. Se colocan 21 m: 15 m corresponden a tubería ciega y 6 m corresponden a filtro de puentecillo.

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

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

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-3	350	5	Acero al carbono	Ciega
0-9	180	4	Chapa de acero	Ciega
9-15	180	4	Chapa de acero	Filtro
15-16	180	4	Chapa de acero	Ciega
16-19	180	4	Chapa de acero	Filtro
19-21	180	4	Chapa de acero	Ciega

Tabla 2. Entubación realizada.

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

Asimismo y para impedir que el aporte de finos produzca el cegado del sondeo, se ha previsto la realización de un empaque de grava silíceo entre la tubería definitiva (180 mm) y la pared del sondeo (390 mm). También se realiza la cementación de los primeros 3 metros del sondeo y el aislamiento, mediante la adición de bentonita (mikolit) que se ha depositado entre el metro 3 metros y 2 con un espesor de 1 metro.

Para terminar la adecuación del piezómetro, en la cabeza del sondeo se coloca una arqueta antivandálica que se protege mediante un dado de hormigón de 1m² de base x 0,7m de altura.

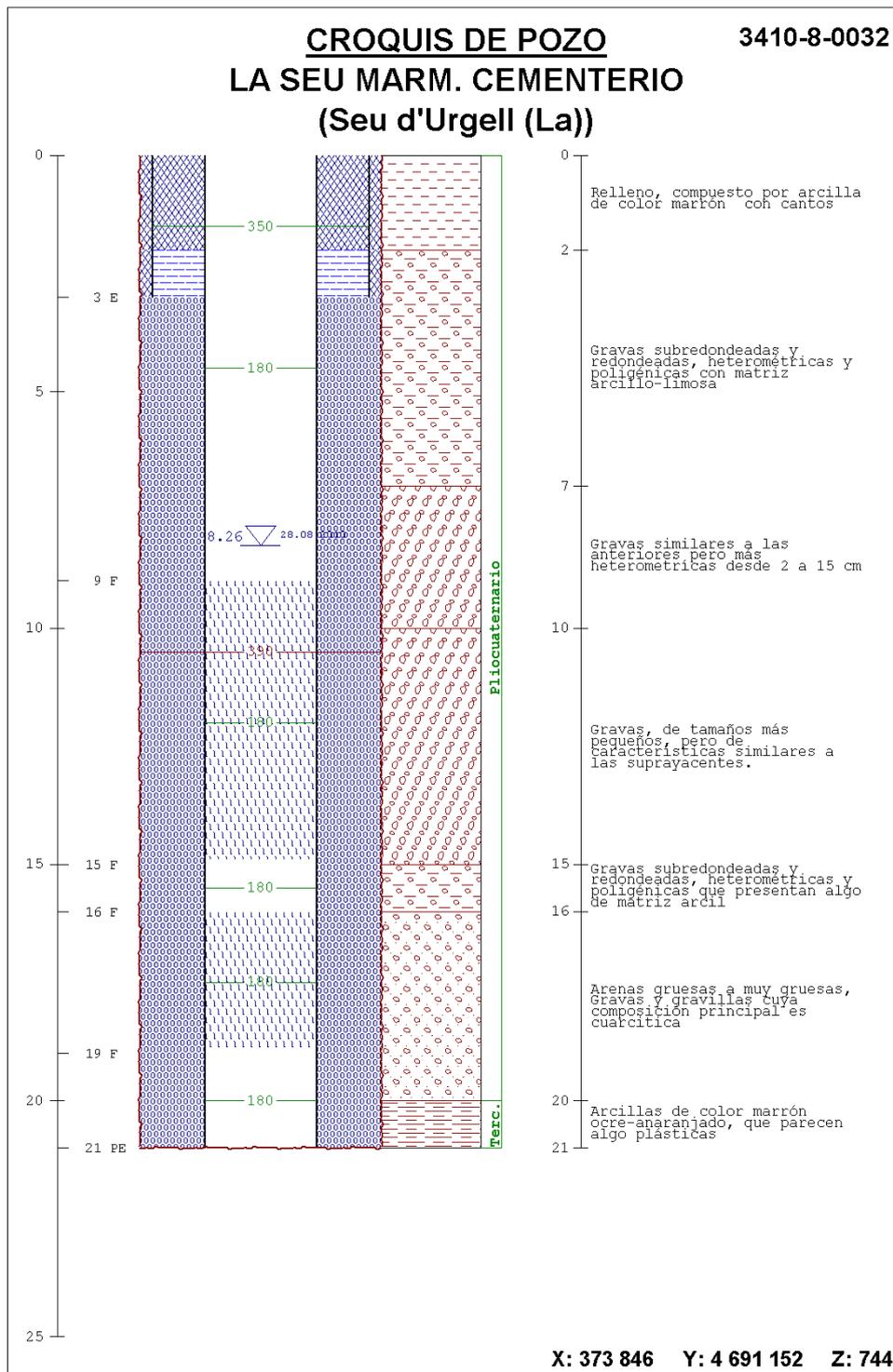


Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y entubación realizada en el sondeo.

10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero atravesado está constituido por dos niveles comunicados. El primero esta formada por gravas subredondeadas y redondeadas, heterométricas y poligénicas con matriz arcillo-limosa, que se cortan desde el metro 2 al 16 y pertenecientes a las terrazas bajas del río Segre. El segundo corresponde a los depósitos fluvioglaciares inferiores de arenas con gravas y gravillas que se cortan desde el metro 16 al 20.

Durante la perforación se detecta agua en el intervalo de profundidad entre los 12 y 14 metros. Estos aportes continúan hasta los 20 metros observándose como entra agua a través de la rejilla de la tubería auxiliar durante la perforación.

Antes de la entubación (30 de Mayo de 2010) se mide el nivel piezométrico que se localiza a los 8,70 m. de profundidad. Con posterioridad se realizan nuevas medidas que se recogen en la tabla adjunta (tabla 3).

Fecha	Nivel (metros)
25/11/2010	10.13
21/10/2010	9.8
28/09/2010	8.26
25/08/2010	8.57

Tabla 3. Datos mensuales del nivel piezométrico medidos con sonda hidronivel.

10.1. ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS DEL ACUÍFERO

Durante los días 18 de Agosto y 19 de Agosto de 2010 se realiza el ensayo de bombeo.

El equipo de bombeo está formado por un grupo generador marca Mecc Alte de 250 KVA, motor Fiat Alfo de 400 CV y se utiliza una bomba Grundfos modelo S6S4519 con una potencia de 50 CV. y tubería de impulsión de 70 mm de diámetro.

Se posiciona la bomba a 15 m y se mide el nivel a los 8,72 metros. El primer escalón comienza a las 17:25 h, con un caudal de 2 l/sg y acaba a las 17:55 h, teniendo una duración de 30 minutos. Al término de este escalón, el nivel se estabiliza, rápidamente, en torno a los 8,93 m lo que implica que ha descendido 0,21 m. Se decide, entonces, aumentar el caudal doblándolo hasta los 4 l/sg. Este segundo escalón comienza a las 17:55 h y tiene una duración de 30 minutos observándose, una rápida estabilización del caudal a los 9,15 m con un descenso de 0,22 m por lo que se decide doblar el caudal a los 8 l/sg e iniciar un nuevo escalón que comienza a las 18:25 h y acaba a las 18:55 h con una duración de 30 minutos. En este escalón el descenso acumulado ha sido de 0,58 m ya, que el nivel inicial antes de comenzar a bombear, era de 9,15 m y el nivel al final, de este escalón, es 9,73 m. Al igual que en los escalones previos, el nivel ha estabilizado casi al inicio del escalón, de manera que a los 6 minutos ya se encontraba a la profundidad de 9,73 m. A las 18:55 h, se aumenta el caudal a extraer a 10 l/s. Al comienzo el agua sale turbia aclarando rápidamente. El descenso producido, durante el desarrollo de este escalón, ha sido de 1,90 m ya que el nivel inicial, antes de comenzar a bombear, era de 9,73 m y el nivel al final se encuentra a 11,63 m. La duración de este escalón es de 60 minutos. Se intenta aumentar el caudal a 12 l/sg,

pero, al hacerlo, el nivel desciende casi instantáneamente hasta la rejilla (en menos de un minuto) por lo que no es posible tomar ninguna medida.

A continuación comienza la recuperación (Recuperación 1) con una duración aproximada de 30 minutos, durante la que el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 8,80 m de profundidad.

Inmediatamente después, se inicia el escalón de larga duración con un caudal de 10 l/s. El descenso que se produce es de 2,77 m ya que el nivel inicial, antes de comenzar a bombear, era de 8,80 m y el nivel, al final, se encuentra a 11,57 m. La duración ha sido de 1.020 minutos (17 horas) estabilizándose, el caudal, a las 6 horas y aclarando, el agua, a la hora de estar bombeando. Posteriormente se mide la recuperación durante 30 minutos y se alcanza la profundidad de 8,93 m, similar a la medida al comienzo del ensayo, por lo que se da por finalizado.

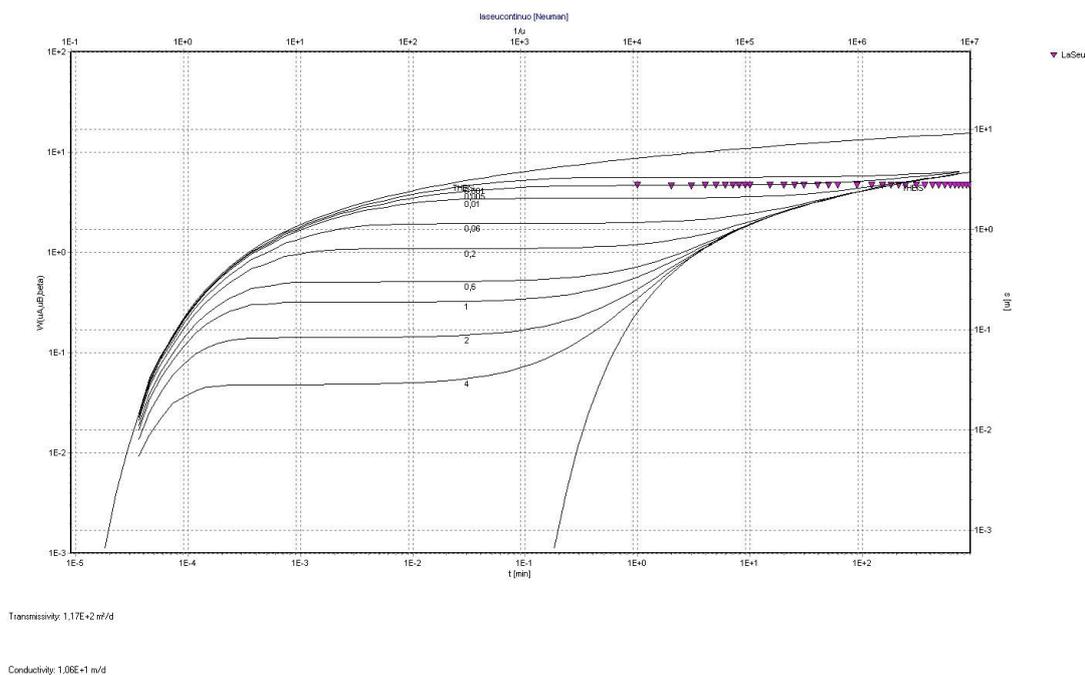
Escalón	Q(L/sg)	T(min)	N. inicial (m)	N. final (m)	Descenso (m)
Escalón 1	2	30	8,72	8,93	0,21
Escalón 2	4	30	8,93	9,15	0,22
Escalón 3	8	30	9,15	9,73	0,58
Escalón 4	10	60	9,73	11,63	1,90
Escalón 5	12	-	11,63	15,00 (r)	3,37
Recuperación 1	-	30	15,00 (r)	8,80	6,20 (ascenso)
Escalón 2	10	1020	8,80	11,57	2,77
Recuperación 2	-	30	11,57	8,93	2,64 (ascenso)

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

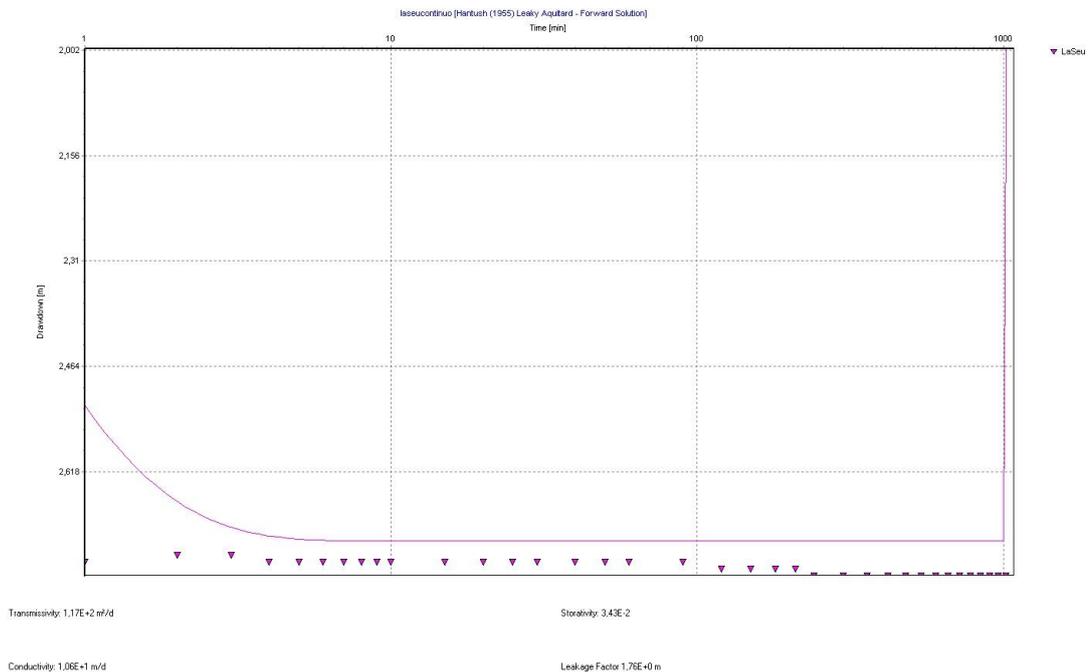
Los resultados de este ensayo de bombeo se han analizado e interpretado con el software de **Aquifer-Test v.3.5** de la empresa *Waterloo Hydrogeologic*, debido a que no el programa Pibe 2.0, no realizaba un buen ajuste por que los descensos del bombeo continuo no han sido lo

suficientemente acusados para poder interpretarlos. Se ha supuesto que se trata de un acuífero de tipo libre por lo que se ha aplicado la modificación de Neuman de la ecuación de Theis y la simplificación de esta última por Cooper-Jacob, sin embargo como este acuífero puede ser interpretado como semiconfinado en algunos puntos, se ha analizado también empleando la ecuación de Hantusch. Estos datos se han contrastado con el análisis de la recuperación.

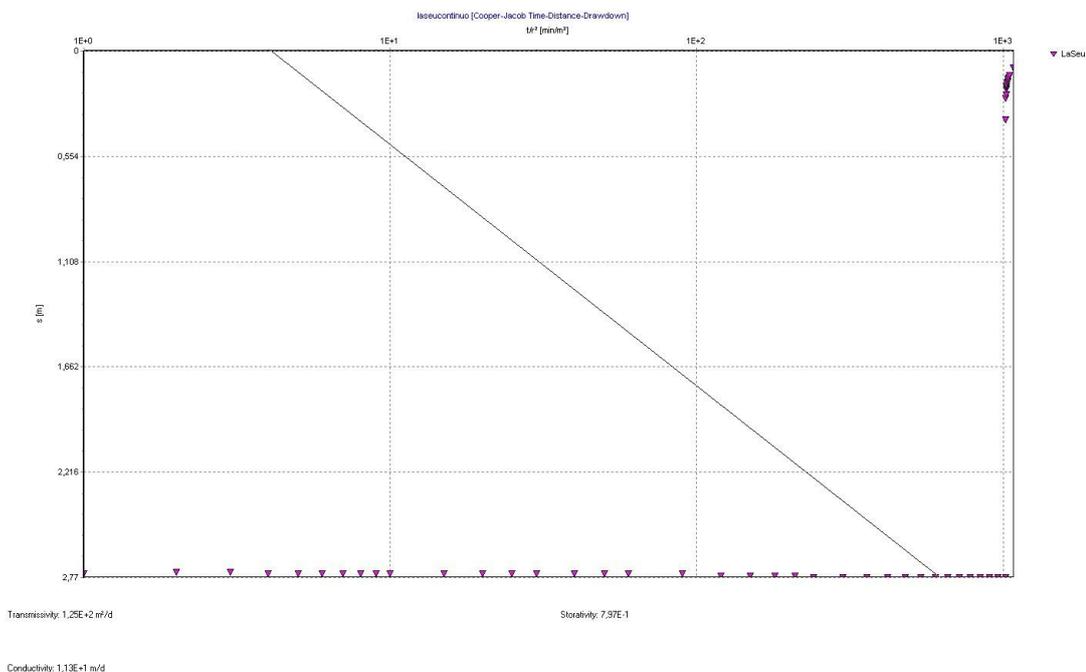
Con el **Aquifer-Test v.3.5** los valores obtenidos para el ensayo continuo, usando la solución de Neuman, se obtiene una transmisividad de **T: 177 m²/día**. Cuya gráfica es la siguiente.



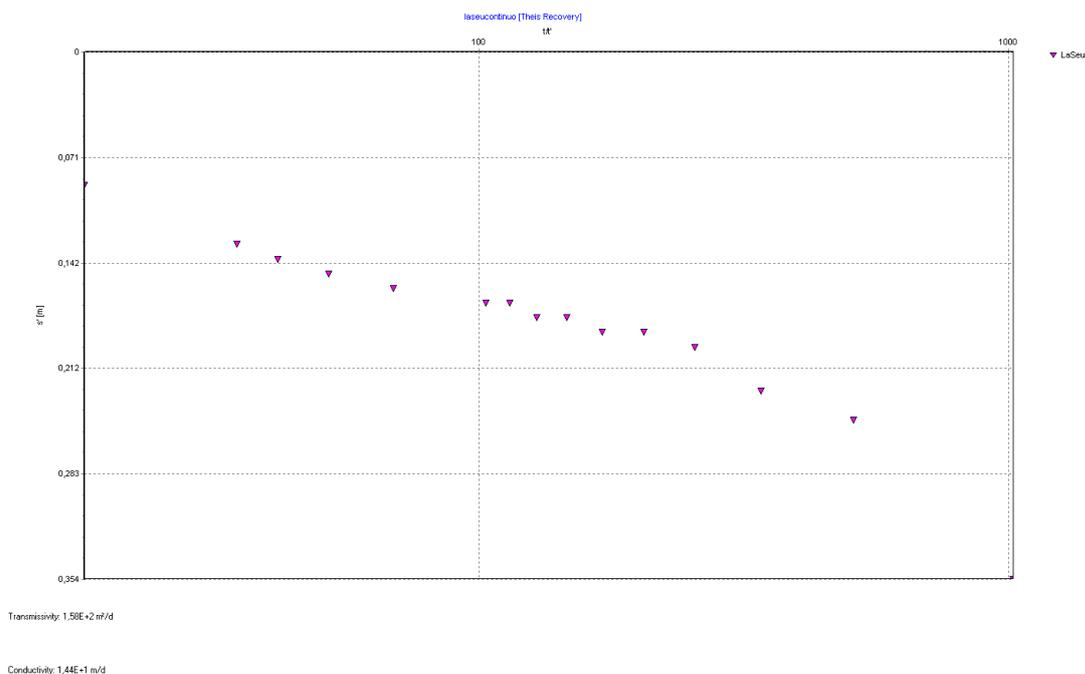
Con el **Aquifer-Test v.3.5** analizando los descensos obtenidos para el ensayo continuo y usando la solución de Hantusch, se obtiene una transmisividad de **T: 117,2 m²/día**, presentando la siguiente evolución.



Usando la simplificación de Cooper-Jacob de la ecuación de Theis se obtienen unos valores de transmisividad de **T: 125 m²/día.**



Se ha interpretado también la recuperación con el método de Theis obteniéndose unos valores de Transmisividad de **158 m²/día** con la siguiente gráfica.



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

- Escalón 1 (Q= 2 l/s)
 - Inicio del Escalón 1:
 - CE= 538 µS/cm
 - T^a = 17,4 °C
 - pH= 7,41.
 - Final del Escalón 1:
 - CE= 509 µS/cm
 - T^a = 16,8 °C
 - pH= 7,25.

- Escalón 2 (Q= 4 l/s,)
 - Final del Escalón 2:
 CE= 503 µS/cm
 T^a = 16,5 °C
 pH= 7,33.
- Escalón 4 (Q= 10 l/s,)
 - Inicio del Escalón 4:
 CE= 485 µS/cm
 T^a = 15,8 °C
 pH= 7,43
 - Final del Escalón 4:
 CE= 497 µS/cm
 T^a = 15,9 °C
 pH= 7,41.

Escalón 6 (Q= 10 l/s, larga duración)

- Final del Escalón 6:
 CE= 484 µS/cm
 T^a = 15,9 °C
 pH= 7,43

Tiempo de bombeo (minutos)			
Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
0	8,80	0	10
1	11,37	2,57	10
2	11,55	2,75	10
3	11,54	2,74	10
4	11,54	2,74	10
5	11,54	2,74	10
6	11,54	2,74	10

Tiempo de bombeo (minutos)			
Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
7	11,54	2,74	10
8	11,55	2,75	10
9	11,55	2,75	10
10	11,55	2,75	10
15	11,55	2,75	10
20	11,55	2,75	10
25	11,55	2,75	10
30	11,55	2,75	10
40	11,55	2,75	10
50	11,55	2,75	10
60	11,55	2,75	10
70	11,55	2,75	10
80	11,55	2,75	10
90	11,55	2,75	10
120	11,56	2,76	10
150	11,56	2,76	10
180	11,56	2,76	10
195	11,56	2,76	10
210	11,56	2,76	10
240	11,57	2,77	10
300	11,57	2,77	10
360	11,57	2,77	10
420	11,57	2,77	10
480	11,57	2,77	10
540	11,57	2,77	10
600	11,57	2,77	10
660	11,57	2,77	10
720	11,57	2,77	10
780	11,57	2,77	10
840	11,57	2,77	10
900	11,57	2,77	10
960	11,57	2,77	10
1020	11,57	2,77	10

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 N° 5).

11. HIDROQUÍMICA

Además de los datos tomados *in situ* de conductividad eléctrica, pH y temperatura durante el ensayo de bombeo, recogidos en el capítulo 10, se tomaron dos muestras de agua en el *sondeo 090.035.001*, situado en el municipio de *La Seu d'Urgell (Lleida)*, 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 30 de mayo y 19 de agosto de 2010, respectivamente. Durante la toma de las muestras se llevaron a cabo las siguientes medidas *in situ*:

DETERMINACIONES <i>IN SITU</i>	Sondeo 090.035.001-La Seu d'Urgell (muestra 1 final de la limpieza) (30/05/2010)	Sondeo 090.035.001-La Seu d'Urgell (muestra 2 final del aforo) (19/08/2010)
Temperatura (°C)	n/d	15,9
Conductividad (µS/cm)	595	484
pH	n/d	7,43

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

DETERMINACIÓN	Sondeo 090.035.001-La Seu d'Urgell (muestra 1 final de la limpieza) (30/05/2010)	Sondeo 090.035.001-La Seu d'Urgell (muestra 2 final del aforo) (19/08/2010)
AMONIO (mg/l)	0,05	0,38
ANHIDRIDO SILICICO (mg/l)	11,42	14,81
BICARBONATOS (mg/l)	314,91	253,29
BORO (mg/l)	0,06	0,09
CALCIO (mg/l)	106,87	91,48
CARBONATOS (mg/l)	<5	0,00
CLORUROS (mg/l)	29,02	22,71
CONDUCTIVIDAD 20 °C (µS/cm)	600	479
FOSFATOS (mg/l)	0,87	0,28
HIDROXIDOS (mg/l)	0,00	0,00
HIERRO (mg/l)	<0,05	0,01

DETERMINACIÓN	Sondeo 090.035.001- La Seu d'Urgell (muestra 1 final de la limpieza) (30/05/2010)	Sondeo 090.035.001- La Seu d'Urgell (muestra 2 final del aforo) (19/08/2010)
MAGNESIO (mg/l)	7,68	5,98
MANGANESO (mg/l)	0,12	0,00
NITRATOS (mg/l)	14,72	11,55
NITRITOS (mg/l)	0,15	0,04
pH (ud pH)	7,35	7,43
POTASIO (mg/l)	3,08	1,39
SODIO (mg/l)	15,67	13,92
SULFATOS (mg/l)	32,19	27,88
Dureza (mg/l CaCO ₃)	299	254
Facies hidroquímica	Bicarbonatada cálcica	Bicarbonatada cálcica

Según los valores de conductividad eléctrica es un agua de MINERALIZACIÓN MEDIA, por su dureza se considera un agua MODERADAMENTE DURA, y por su composición se clasifica como AGUA BICARBONATADA CÁLCICA (según clasificación de Piper, en función de iones dominantes), con un bajo contenido en el resto de constituyentes mayoritarios, como también se observa en el diagrama de Stiff. Esta composición química es característica del acuífero detrítico aluvial, sin influencia de materiales salinos.

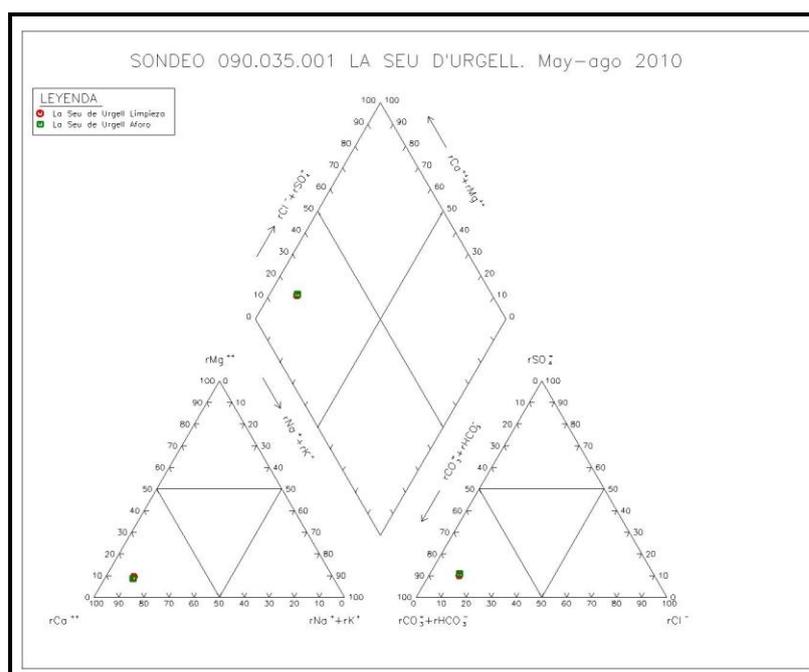


Figura 5.- Diagrama de Piper. Sondeo 090.035.001–La Seu d'Urgell.

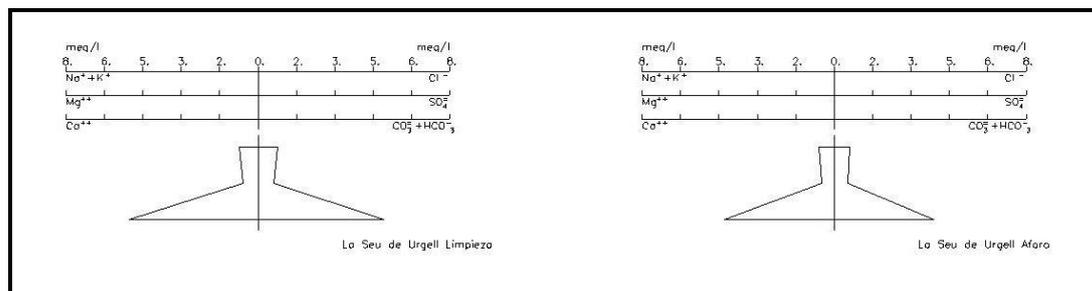


Figura 6.- Diagramas de Stiff. Sondeo 090.035.001–La Seu d’Urgell.

La composición del agua después de la limpieza y del aforo es muy similar, solo al final del bombeo para el aforo disminuye ligeramente la mineralización y el contenido en todos los constituyentes.

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

Teniendo en cuenta los constituyentes analizados, es un agua apta para el consumo, ya que el contenido de todos ellos es inferior a los límites fijados en el RD 140/2003. Igual puede decirse para los indicadores de contaminación analizados (*nitratos, nitritos y amonio*) que se encuentran en contenidos relativamente bajos o inferiores al límite de detección, aunque el contenido en nitratos (14,72 y 11,55 mg/l) y la presencia de amonio (0,38 mg/l) y nitritos (0,04 mg/l), al final del aforo, refleja la influencia de actividades antrópicas.

12. CONCLUSIONES

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de La Seu D’Urgell con el que se pretende la caracterización del acuífero, determinar la

calidad química del recurso y, adicionalmente, medir mensualmente la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua dentro del mismo.

El sondeo se ha realizado por el método de Percusión con diámetro de 390 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 21 m.

El acuífero atravesado está constituido gravas subredondeadas y redondeadas, heterométricas y poligénicas en su parte superior y arenas gruesas a medias de cuarzo con gravas de cuarcitas y granitos en su parte inferior. Estos materiales corresponden a las terrazas medias a bajas y los depósitos fluvio-glaciares del río Segre y tiene una edad de Holoceno-Pleistoceno superior (Cuaternario). El agua se corta entre 12 a 14 m. de profundidad.

Actualmente (25/11/2010) el nivel estático se localiza alrededor de los 10,13 m de profundidad.

Los datos interpretados a partir el ensayo de bombeo dan unos valores de transmisividad que oscilan entre 177 y 117,2 m²/día

El agua extraída tras la limpieza del sondeo y el bombeo para el aforo agua de MINERALIZACIÓN MEDIA, se considera MODERADAMENTE DURA, y por su composición se clasifica como AGUA BICARBONATADA CÁLCICA con un bajo contenido en el resto de constituyentes mayoritarios. Esta composición química es característica del acuífero detrítico aluvial, sin influencia de materiales salinos.

Teniendo en cuenta los constituyentes analizados, es un agua apta para el consumo, ya que el contenido de todos ellos es inferior a los límites fijados en el RD 140/2003. Igual puede decirse para los indicadores de contaminación analizados (*nitratos, nitritos y amonio*) que se encuentran en contenidos

relativamente bajos o inferiores al límite de detección, aunque el contenido en nitratos (14,72 y 11,55 mg/l) y la presencia de amonio (0,38 mg/l) y nitritos (0,04 mg/l), al final del aforo, refleja la influencia de actividades antrópicas.

ANEJOS

ANEJO N° 1: PERMISOS



Ajuntament de
la Seu d'Urgell

Fecha:	22/8/08
Asunto :	Ocupación terreno
N. Ref.	SE-IMM-2007/009



Ajuntament de
la Seu d'Urgell

Registre General de Sortida

Registre: 2008/4656

Data: 22-08-2008 14:38

Confederación Hidrográfica del Ebro
Paseo de Sagasta, 24-28
50071 Zaragoza

En relación con su petición de licencia de ocupación de unos terrenos para construir unos sondeos de control de la calidad de las aguas subterráneas, les enviamos adjunto el Certificado del acuerdo de la Junta de Gobierno local.

Esperamos disculpen el retraso en el envío.

El secretario

Ramon Miñambres Rebés





Ajuntament de
la Seu d'Urgell

Órgano	Pleno
Fecha sesión	5 de mayo de 2008

El abajo firmante, Ramon Miñambres Rebés, secretario del Ayuntamiento de La Seu d'Urgell,

CERTIFICADO

Que en la sesión citada, se tomó el siguiente acuerdo:

SE-IMM-2007/009.1. La Confederación Hidrográfica del Ebro ha solicitado licencia para construir unos sondeos para controlar la calidad de las aguas subterráneas con una ocupación aproximada de 1 m² y una duración de 30 años.

2. La ubicación idónea para hacer esta construcción es la zona de aparcamiento situada en la parte poniente del cementerio municipal

3. La construcción de estos sondeos no ha de perturbar la funcionalidad del espacio, y por tanto, no hay impedimento para autorizarlos.

A la vista de lo que se ha dicho, por unanimidad de los 16 concejales presentes, **SE ACUERDA:**

* **Primer. Otorgar** a la Confederación Hidrográfica del Ebro licencia para ocupar un espacio de un metro cuadrado (1 m²) de terreno municipal para construir unos sondeos para controlar la calidad de las aguas subterráneas.

• **Segundo. Fijar** las condiciones de la licencia:

- La duración es de 30 años, aunque podrá prorrogarse por mutuo acuerdo de ambas partes.
- La autorización incluye la ocupación transitoria, mientras dure la ejecución de la obra, en el lugar que se designe, de un espacio de 200 m² de terreno municipal.
- La licencia se entiende otorgada a precario y el Ayuntamiento podrá ordenar su retirada por causas justificadas que hagan incompatible la ocupación con el uso por parte del Ayuntamiento.
- La ubicación concreta se hará siguiendo las instrucciones de los Servicios Técnicos del Ayuntamiento.
- En la construcción, la CHE dispondrá de las medidas de seguridad necesarias para que no se produzcan daños a terceros.
- El Ayuntamiento garantiza el acceso a la instalación por parte del personal que la CHE designe para hacer los trabajos correspondientes en la instalación.

Y, para que así conste, expido este certificado de orden y con el visto bueno del alcalde.

La Seu d'Urgell, el día 6 de mayo de 2008.

Visto bueno
El alcalde

Albert Batalla Siscart

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

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

CONSTRUCCIÓN DEL SONDEO LA SEU D'URGELL (090.035.001)

Localización Geográfica (UTM, Uso 31):

X: 373.848 Y: 4.691.144 Z: 691 (m s. n. m)

RESUMEN DE UNIDADES			
Perforación		0 – 21 m	390 mm
Entubación	Ciega	3 m	350 x 5 mm
		12,5 m	180 x 4 mm
	Filtro Puentecillo	9 m	180 x 4 mm
Limpieza		2 horas	

25/05/2010

EMPLAZAMIENTO

Durante esta tarde, se lleva a cabo el desplazamiento de parte del material al emplazamiento de La Seu D'Urgell, localizado en un parque municipal colindante con el cementerio en la calle *Carrer Maria Aurèlia Capmany*.

Previamente se ha quedado con un representante del ayuntamiento que nos ha indicado el lugar en el que se va a realizar el sondeo.

En este emplazamiento no se pueden verter con libertad los lodos, ni tampoco se puede realizar una balsa para tal efecto, por lo que se hace necesaria la contratación de un sistema de vertido y recogida en contenedores que posteriormente llevan los lodos a un vertedero. Los contenedores son estanques y tienen una capacidad de 5 m³.

26/05/2010

EMPLAZAMIENTO Y PERFORACIÓN

Se produce la llegada del equipo de perforación a las 8:30 h, y se ubica la máquina donde dicen los técnicos del ayuntamiento.

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

Una vez realizados los trabajos previos, se comienza con la perforación a las 9:45 h, con el trépano de 390 mm.

A las 13:20 h, llevan perforados cerca de 5 m, y sigue siendo necesario añadir agua durante la perforación.



Imagen 1. Emplazamiento del sondeo de La Seu D'Urgell (Lérida).

Durante la jornada, que se da por finalizada a las 20:00 h, se han perforado un total de 9,50 m, con el trépano de 390 mm. Se ha llevado a cabo la retirada de un contenedor de 5m³, con los detritus obtenidos durante la perforación.

Debido a la naturaleza inestable de los materiales atravesados (gravas), ha sido necesaria la colocación de una tubería auxiliar de 400 x 5 mm, cuya profundidad coincide con la de la perforación. Esta tubería será extraída antes de la finalización del sondeo.



Imagen 2. Trabajos de perforación en el sondeo.

No se ha detectado ningún nivel de agua.

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

27/05/2010

PERFORACIÓN

La jornada da comienzo a las 8:15 h, y se continúa con la perforación del sondeo. A las 9:45 h, llevan perforados 12 m.



Imagen 3. Colocación de la tubería auxiliar.

A la profundidad de 13,50 m se aprecia un aporte de agua durante la perforación.

Se da por finalizada la jornada a las 20:00h, momento en el que se llevan perforados 20 m. Ha sido necesario el uso de la tubería auxiliar de 400 x 6 mm, hasta la profundidad de 15 m, y hasta los 20 m, se ha introducido tubería de 350 x 6 mm, para evitar los derrumbes de las paredes del sondeo debido a la inestabilidad de las mismas.

Los materiales perforados hasta el momento son principalmente gravas con algo de matriz arcillosa que hacia muro pasan a tener un tamaño más pequeño, llegando incluso a ser arenas gruesas a muy gruesas.

El último metro perforado en esta jornada (20 m), presenta en la base unas arcillas de color marrón ocre-anaranjado, que hacen sospechar la finalización del sondeo. Se informa a la asistencia técnica.

Durante esta jornada se han retirado un total de 2 contenedores.



Imagen 4. Vertido de los detritus en el interior de un contenedor.



Imagen 5. Retirada y reposición de contenedor.

28/05/2010

PERFORACIÓN

Se continúa con la perforación del sondeo, desde las 8:15 h, momento en el que da comienzo la jornada. A las 9:00 h, habiéndose perforado el metro 21, se decide dar por finalizada la perforación debido a la presencia de las arcillas que durante la jornada anterior ya se apreciaban en el último metro perforado.

Se espera la llegada de la asistencia técnica para poder continuar con los trabajos. Ésta se produce a las 9:20 h. Una vez revisados los detritus obtenidos en la perforación, se decide dar por terminada la perforación del sondeo.

Se mide el nivel del agua, que a las 9:30 h, se encuentra a 8,70 m.



Imágenes 6 y 7. Muestras obtenidas durante la perforación del sondeo.

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

- 0 – 2 m: Relleno, compuesto por arcilla de color marrón oscuro con cantos o gravas poligénicas.
- 3 – 6 m: Gravas subredondeadas y redondeadas, heterométricas y poligénicas (principalmente cuarcíticas, aunque también hay carbonatos, esquistos,...), que presentan algo de matriz arcillo-limosa de color marrón.
- 7 – 10 m: Gravas similares a las anteriores pero que presentan mayor rango en los tamaños de los clastos, son más diversos, desde 2 a 15 cm.
- 11 – 14 m: Gravas, de tamaños más parecidos, y algo más pequeños, pero de características similares a las suprayacentes.
- 15 m: Gravas subredondeadas y redondeadas, heterométricas y poligénicas (principalmente cuarcíticas, aunque también hay carbonatos, esquistos,...), que presentan algo de matriz arcillo-limosa de color marrón. Estas presentan también mayor variedad en el tamaño de los clastos, y de morfologías más alargadas.
- 16 – 20 m: Gravas, gravillas y arenas gruesas a muy gruesas, cuya composición principal es el cuarzo y las cuarcitas. También hay algún clasto muy redondeado de granito.

A la base del metro 20, aparece la misma arcilla que caracteriza el tramo inferior.

- 21 m: Arcillas de color marrón ocre-anaranjado, que parecen algo plásticas, con algún grano de cuarzo.

La composición de los materiales arcillosos de la matriz son algo carbonatados, ya que se observa reacción frente al HCl.

ENTUBACIÓN

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

Profundidad	Diámetro	Longitud	Tipo	Material
21 – 19	180 x 4	2 m	Ciego	Chapa de acero
19 - 16	180 x 4	3 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
16- 15	180 x 4	1 m	Ciego	Chapa de acero
15 - 9	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
9- 0	180 x 4	9 m	Ciego	Chapa de acero

En total, la entubación final está constituida por 21 m de tubería metálica en chapa de acero de 180 x 4 mm, de los cuales 12 m corresponden a tubería ciega y 9 m corresponden a filtro puentecillo. La tubería se ha dispuesto apoyada y con una tapa de fondo, y sobresale con respecto al sondeo medio metro.

La entubación comienza a las 10:30 h, siguiendo el diseño propuesto.



Imagen 8. Colocación de la tapa de fondo en la tubería.



Imagen 9. Trabajos de soldadura durante la entubación.

ENGRAVILLADO

A las 11:35 h, aproximadamente se produce la llegada de la gravilla al sondeo (6 toneladas). Se trata de una grava calibrada, de tamaño 4-9 mm.

Comienzan a engravillar a las 13:45 h, una vez entubado el sondeo y a la vez que se retira la tubería auxiliar para que el empaque de gravas quede debidamente colocado y no se produzcan derrumbes en las paredes del sondeo, que son algo inestables.

La retirada de la tubería auxiliar les lleva más tiempo del esperado, ya que ésta se resiste a su extracción.

El empaque de gravas se dispone manualmente.

La jornada se da por terminada a las 15:00 horas. Hasta el momento se ha engravillado hasta la profundidad de 7,30 m, quedando pendiente el resto para el próximo día.



Imagen 10. Engravillado del sondeo.

Durante esta jornada se ha retirado un contenedor con detritus. Se prevé la utilización de otro para la limpieza, y se hace traer. Sin embargo, debido a una normativa municipal que prohíbe la presencia de estos contenedores en la vía pública, y debido a que la limpieza queda aplazada para después del fin de semana, es necesario retirarlo.

31/05/2010

ENGRAVILLADO

Se produce la llegada de los sondistas a las 13:00 h, y continúan con las labores de engravillado del sondeo.

Es necesario acopiar 3 toneladas más de grava para poder llegar a la profundidad de 3 m.

A continuación se coloca la tubería de emboquille, de 350 x 5 mm, desde la profundidad de 3 metros hasta la cota del terreno y a continuación se introducen en el sondeo tres sacos de compactonit o mikolit (75 Kg.), que actuarán como sello, en la base del emboquille.

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

LIMPIEZA

Se comienza con la fase de limpieza a las 10:35 h, mediante el método de valvuleo, y tiene una duración total de 2 h.

El agua extraída del sondeo durante esta fase es vertida en un contenedor estanco de 5 m³.

Tanto el agua de la limpieza como los lodos de la perforación han sido evacuados por una empresa en un vertedero de la localidad.



Imagen 11. Realización de limpieza mediante valvuleo.

Se han tomado varias medidas de conductividad, una al comienzo de la limpieza de 627 $\mu\text{S}/\text{cm}$, otra a mediados de 613 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y otra antes de la finalización de la limpieza, de 595 mS/cm. También se ha tomado una muestra de agua para su posterior análisis en el laboratorio.

CIERRE Y SELLADO

Se lleva a cabo el cierre provisional del sondeo y la cementación del emboquille, desde la parte superior de la capa sellante formada por la arcilla bentonítica hasta la boca del sondeo, mediante el empleo de hormigón (cemento + agua + arena).



Imagen 12. Reparación de la masa para el cementado del sondeo.

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



Imagen 13. Colocación de la tapa superior.

Tras la finalización del sondeo, a las 18:35 h se lleva a cabo el traslado de la máquina de perforación al siguiente punto: Peralta de Alcolea (Huesca).

Esther Torresquebrada Aguirre.
Elena Malo Moreno.
Hidrogeólogas.

ANEJO N° 5: ENSAYO DE BOMBEO

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

AFORO DEL SONDEO LA SEU D'URGELL (090.035.001)

Localización Geográfica (UTM, Uso 31):

X: 373.848 Y: 4.691.144 Z: 691 (m s. n. m)

RESUMEN DE UNIDADES	
Profundidad de la bomba	15 m
Horas de bombeo	19,5 h.
Horas de recuperación	1 h

ENSAYO DE BOMBEO

Llegada del equipo de aforos, a fecha 18 de agosto de 2010, al sondeo a las 14:00 horas. La maquinaria está formada por un equipo de aforo, con un grupo generador marca Mecc Alte de 250 KVA, motor Fiat Alfo de 400 CV y una tubería de impulsión de 70 mm de diámetro. Se utiliza una bomba Grundfos modelo S6S4519 con una potencia de 50 CV situada a 15 m de profundidad.



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

El ensayo de bombeo comienza a las 17:25 h, una vez equipado el sondeo. Las características del ensayo de bombeo son las que se describen en la siguiente tabla:

LA SEU D'URGELL					
	Q (l/s)	t (min)	N inicial	N final	s (m)
Escalón 1	2	30	8,72	8,93	0,21
Escalón 2	4	30	8,93	9,15	0,22
Escalón 3	8	30	9,15	9,73	0,58
Escalón 4	10	60	9,73	11,63	1,90
Escalón 5	12	-	11,63	15,00(r)	3,37
Recuperación 1	-	35	15,00(r)	8,80	6,20 (*)
Escalón 6	10	1.020	8,80	11,57	2,77
Recuperación 2	-	30	11,57	8,93	2,64 (*)

(*) El nivel asciende.

• Escalón 1

El Escalón 1 comienza a las 17:25 h y acaba a las 17:55 h, teniendo una duración de 130 minutos y con un caudal de 2 l/s. El descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 0,21 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 8,72 m, y el nivel al final de este escalón se encuentra a 8,93 m, estabilizado.



Imagen 2. Caudal extraído al inicio del primer escalón.



Imagen 3. Caudal extraído al final del primer escalón.

- **Escalón 2**

Da comienzo a las 17:55 h, y tiene una duración de 30 minutos, durante los cuales se observa un descenso de 0,22 m, encontrándose el nivel a 9,15 m, al final del escalón. El caudal extraído ha sido de 4 l/s, y se ha observado la estabilización del nivel con este caudal.



Imagen 4. Caudal extraído durante el segundo escalón.

- **Escalón 3**

El Escalón 3 comienza a las 18:25 h del 17/08/2010, teniendo una duración de 30 minutos. El caudal de extracción ha sido de 8 l/s. El descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 0,58 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 9,15 m, y el nivel al final de este escalón se encuentra a 9,73 m.

Al igual que en los escalones previos, el nivel ha estabilizado casi al inicio del escalón, de manera que a los 6 minutos ya se encontraba a la profundidad de 9,73 m.



Imagen 5. Caudal extraído en el tercer escalón.

- **Escalón 4**

A las 18:55 h, se aumenta el caudal a extraer a 10 l/s. Al principio el agua vuelve a salir turbia, pero con el tiempo aclara. El descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 1,90 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 9,73 m, y el nivel al final de este escalón se encuentra a 11,63 m. La duración de este escalón ha sido de 60 minutos.



Imagen 6. Caudal extraído en el inicio del cuarto escalón.



Imagen 7. Caudal extraído en el final del cuarto escalón.

Se decide aumentar el caudal de extracción a 12 l/s, de manera que se da paso al **Escalón 5**, sin embargo el descenso es tan acusado que el nivel desciende rápidamente a rejilla (15,00 m), por lo que no da tiempo a tomar medidas.

Se da por finalizado el bombeo, y a continuación comienza la recuperación (Recuperación 1) con una duración aproximada de 35 minutos, durante los cuales el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 8,80 m de profundidad.

- **Escalón 6**

A las 20:30 h, da comienzo el escalón de larga duración con un caudal a extraer de 10 l/s. El descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 2,77 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 8,80 m, y el nivel al final de este escalón se encuentra a 11,57 m. La duración de este escalón ha sido de 1.020 minutos.



Imagen 8. Caudal extraído durante el sexto escalón (escalón de larga duración).

Inmediatamente después, a las 13:30 h, del 19/08/2010, comienza la recuperación (Recuperación 2) con una duración aproximada de 35 minutos, durante los cuales el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 8,93 m de profundidad.

El agua durante el ensayo de bombeo ha sido evacuada con ayuda de una manguera que ha sido conducida hasta la calle donde había dos alcantarillas hacia las que fluía el agua.

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

- **Escalón 1 (Q= 2 l/s)**

Inicio del Escalón 1: CE= 538 μ S/cm; T^a = 17,4 °C; pH= 7,41.

Final del Escalón 1: CE= 509 μ S/cm; T^a = 16,8 °C; pH= 7,25.

- **Escalón 2 (Q= 4 l/s)**

Final del Escalón 2: CE= 503 μ S/cm; T^a = 16,5 °C; pH= 7,33.

- **Escalón 4 (Q= 10 l/s)**

Inicio del Escalón 4: CE= 485 μ S/cm; T^a = 15,8 °C; pH= 7,43.

Final del Escalón 4: CE= 497 μ S/cm; T^a = 15,9 °C; pH= 7,41.

- **Escalón 6 (Q= 10 l/s, larga duración)**

Final del Escalón 2: CE= 484 μ S/cm; T^a = 15,9 °C; pH= 7,43.



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

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: 20 DE AGOSTO DE 2010

Sondeo: 090.030.01	Termino municipal: LA SEU DE URGEL	Provincia: LLEIDA
---------------------------	---	--------------------------

Comienzo: Dia 19/08/10 Hora 17:30 NE. 8,72	Terminacion: Dia 20/08/10 Hora 14:00 ND. 11,57
---	---

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 21 m	Profundidad rejilla: 15 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				2º Escalon				3º Escalon			
Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.	
0m	NE	8,72	NE	0m	ND	8,93	ND	0m	ND	9,15	ND
1m	2	8,90	COLOR	1m	4	9,14	COLOR	1m	8	9,63	COLOR
2m	2	8,90	COLOR	2m	4	9,14	COLOR	2m	8	9,63	COLOR
3m	2	8,93	COLOR	3m	4	9,14	COLOR	3m	8	9,63	COLOR
4m	2	8,93	COLOR	4m	4	9,14	COLOR	4m	8	9,63	COLOR
5m	2	8,93	COLOR	5m	4	9,14	COLOR	5m	8	9,63	COLOR
6m	2	8,93	COLOR	6m	4	9,14	COLOR	6m	8	9,73	COLOR
7m	2	8,93	COLOR	7m	4	9,14	COLOR	7m	8	9,73	COLOR
8m	2	8,93	COLOR	8m	4	9,14	COLOR	8m	8	9,73	COLOR
9m	2	8,93	COLOR	9m	4	9,14	COLOR	9m	8	9,73	COLOR
10m	2	8,93	COLOR	10m	4	9,14	COLOR	10m	8	9,73	COLOR
15m	2	8,93	COLOR	15m	4	9,15	COLOR	15m	8	9,73	COLOR
20m	2	8,93	COLOR	20m	4	9,15	COLOR	20m	8	9,73	COLOR
25m	2	8,93	COLOR	25m	4	9,15	COLOR	25m	8	9,73	CLARA
30m	2	8,93	COLOR	30m	4	9,15	COLOR	30m	8	9,73	CLARA

4º Escalon				1ª Recuperacion				5º Escalon			
Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.	
0m	ND	9,73	ND	0m		11,63		0m	ND	11,37	ND
1m	10	10,68	SUCIA	1m		9,06		1m	10	11,55	COLOR
2m	10	11,04	SUCIA	2m		8,95		2m	10	11,54	COLOR
3m	10	11,23	SUCIA	3m		8,92		3m	10	11,54	COLOR
4m	10	11,46	SUCIA	4m		8,90		4m	10	11,55	COLOR
5m	10	11,50	SUCIA	5m		8,88		5m	10	11,55	COLOR
6m	10	11,54	SUCIA	6m		8,87		6m	10	11,55	COLOR
7m	10	11,58	SUCIA	7m		8,86		7m	10	11,55	COLOR
8m	10	11,58	SUCIA	8m		8,85		8m	10	11,55	COLOR
9m	10	11,58	SUCIA	9m		8,85		9m	10	11,55	COLOR
10m	10	11,58	SUCIA	10m		8,85		10m	10	11,55	COLOR
15m	10	11,63	SUCIA	15m		8,83		15m	10	11,55	COLOR
20m	10	11,62	CLARA	20m		8,81		20m	10	11,55	COLOR
25m	10	11,63	CLARA	25m		8,80		25m	10	11,55	COLOR
30m	10	11,63	CLARA	30m		8,80		30m	10	11,55	COLOR
40m	10	11,63	CLARA					40m	10	11,55	COLOR
50m	10	11,63	CLARA					50m	10	11,55	COLOR
60m	10	11,63	CLARA					60m	10	11,55	COLOR
								1,5h	10	11,55	CLARA
								2h	10	11,56	CLARA
								2,5h	10	11,56	CLARA
								3h	10	11,56	CLARA
								3,5h	10	11,56	CLARA
								4h	10	11,57	CLARA
								5h	10	11,57	CLARA
								6h	10	11,57	CLARA
								7h	10	11,57	CLARA
								8h	10	11,57	CLARA
								9h	10	11,57	CLARA
								10h	10	11,57	CLARA
								11h	10	11,57	CLARA
								12h	10	11,57	CLARA
								13h	10	11,57	CLARA
								14h	10	11,57	CLARA
								15h	10	11,57	CLARA
								16h	10	11,57	CLARA
								17h	10	11,57	CLARA

2ª Recuperacion			
Hora	Q l/s	N.D. m.	
0m		11,57	
1m		9,16	
2m		9,05	
3m		9,03	
4m		9,00	
5m		8,99	
6m		8,99	
7m		8,98	
8m		8,98	
9m		8,97	
10m		8,97	
15m		8,96	
20m		8,95	
25m		8,94	
30m		8,93	

ANEJO N° 6: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000037693

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

SONDEO LA SEU D'URGEL - AFORO

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **000034699**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Toma de Muestra: **19/08/2010**

Recepción: **01/09/2010**

Inicio análisis: **01/09/2010**

Fin análisis: **03/09/2010**

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT. METODOLOGIA	
AMONIO	0,38 mg/l	±0,04	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	14,81 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	253,29 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,09 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	91,48 mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l		Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	22,71 mg/l	±1,36	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	479 µS/cm	±10	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,28 mg P-PO4 ³⁻ /l	±0,03	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l		Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	5,98 mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	11,55 mg/l	±1,39	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
NITRITOS	< 0,1 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
pH	7,43 ud. de pH	±0,37	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	1,39 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	13,92 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	27,88 mg/l	±1,67	Cromatografía iónica. (PIE-CION)

* Resultado aproximado (no acreditado):

NITRITOS

0,04 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.

7 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	22,71	0,64	11,52
SULFATOS	27,88	0,58	10,44
BICARBONATOS	253,29	4,15	74,68
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	11,55	0,19	3,35
SODIO	13,92	0,61	10,63
MAGNESIO	5,98	0,49	8,64
CALCIO	91,48	4,57	80,11
POTASIO	1,39	0,04	0,62

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos	443,81 mg/l
CO2 libre	14,98 mg/l
Dureza total	25,31 °Francés
Dureza total	253,05 mg/l de CO ₃ Ca
Dureza permanente	45,43 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	207,74 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad total	207,74 mg/l de CO ₃ Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,29
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,13
rNa/rK	17,03
rNa/rCa	0,13
rCa/rMg	9,28
$rCl/rHCO_3$	0,15
rSO_4/rCl	0,91
rMg/rCa	0,11
i.c.b.	0,00
i.d.d.	0,00

Nº Registro: 34699

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000035979

Solicitado por:	COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S.A. C/ ANABEL SEGURA, 11 EDIF. A - 4º OF. B 28108 ALCOBENDAS (MADRID)	
Denominación de la muestra:	SONDEO LA SEU D'URGELL	

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **000033202**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Toma de Muestra: **31/05/2010**

Recepción: **29/06/2010**

Inicio análisis: **29/06/2010**

Fin análisis: **30/06/2010**

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	0,05 mg/l	±0,02	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	11,42 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	314,91 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,06 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	106,87 mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l		Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	29,02 mg/l	±1,74	Cromatografía iónica (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	600 µS/cm	±12	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,87 mg P-PO4 ³⁻ /l	±0,04	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l		Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	7,68 mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	0,12 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	14,72 mg/l	±1,77	Cromatografía iónica (PIE-CION)
NITRITOS	0,15 mg/l	±0,02	Cromatografía iónica (PIE-CION)
pH	7,35 ud. de pH	±0,37	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	3,08 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	15,67 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	32,19 mg/l	±1,93	Cromatografía iónica (PIE-CION)

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

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

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

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

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

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

5 de julio de 2010



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

Página 1/1

ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	29,02	0,82	11,89
SULFATOS	32,19	0,67	9,73
BICARBONATOS	314,91	5,16	74,94
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	14,72	0,24	3,45
SODIO	15,67	0,68	10,13
MAGNESIO	7,68	0,63	9,40
CALCIO	106,87	5,33	79,30
POTASIO	3,08	0,08	1,17

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos	536,85 mg/l
CO2 libre	22,38 mg/l
Dureza total	29,85 °Francés
Dureza total	298,48 mg/l de CO ₃ Ca
Dureza permanente	40,35 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	258,28 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad total	258,28 mg/l de CO ₃ Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

rCl+rSO ₄ /rHCO ₃ +rCO ₃	0,29
rNa+rK/rCa+rMg	0,13
rNa/rK	8,65
rNa/rCa	0,13
rCa/rMg	8,44
rCl/rHCO ₃	0,16
rSO ₄ /rCl	0,82
rMg/rCa	0,12
i.c.b.	0,07
i.d.d.	0,01

Nº Registro: 33202

ANEJO N° 7: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA

FICHA DE PIEZÓMETRO

TOPONIMIA		LA SEO MARM. CEMENTERIO		CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.300.003	
CÓDIGO IPA		341080032	Nº MTN 1:50.000 3410	MUNICIPIO		La Seu D'Urgell	PROVINCIA
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO					
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		035 ALTO URGELL					
U. HIDROGEOLÓGICA		Sinclinal de Tremp					
ACUÍFERO(S)		03503 Cuaternario - Coluviones					
COORDENADAS UTM HUSO 30		X	867987	DATOS OBTENIDOS DE:		GIS-Oleicola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS
		Y	4699694				BROCAL
COTA DEL SUELO msnm		Z	744	DATOS OBTENIDOS DE:		GPS	ALTURA SOBRE EL SUELO m
							0
POLÍGONO		4		PARCELA		80001	
TITULARIDAD DEL TERRENO		Ayuntamiento de La Seu D'Urgell					
PERSONA DE CONTACTO							
ACCESO		El sondeo se sitúa en las inmediaciones del Cementerio de La Seu de Urgell, en el aparcamiento de la Carrer Maria Aurèlia Capmany. A él se accede desde la carretera nacional de L'Seu a Puigcerda, tomando la última rotonda en la circunvalación de la Seu, y tomando la calle con dirección al centro de dicha población. Una vez pasado el cuartel de los bomberos de la Generalitat y antes de llegar al polideportivo se toma una calle a la derecha que nos lleva al aparcamiento del cementerio.					

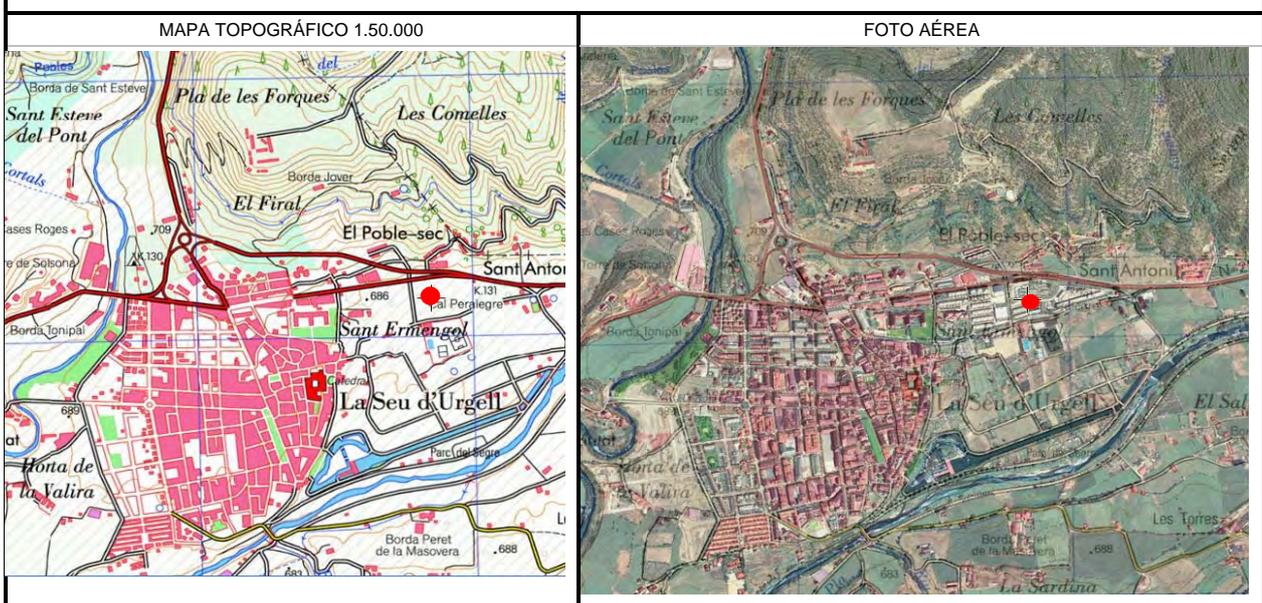
CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO

METODO		Percusión		PROFUNDIDAD DEL SONDEO				21		EMPAQUE		SI	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION			
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA		
0	21	390	0	3	300	Metálica	9	15	Puentecillo	0	3		
			0	21	180	Metálica	16	19	Puentecillo				

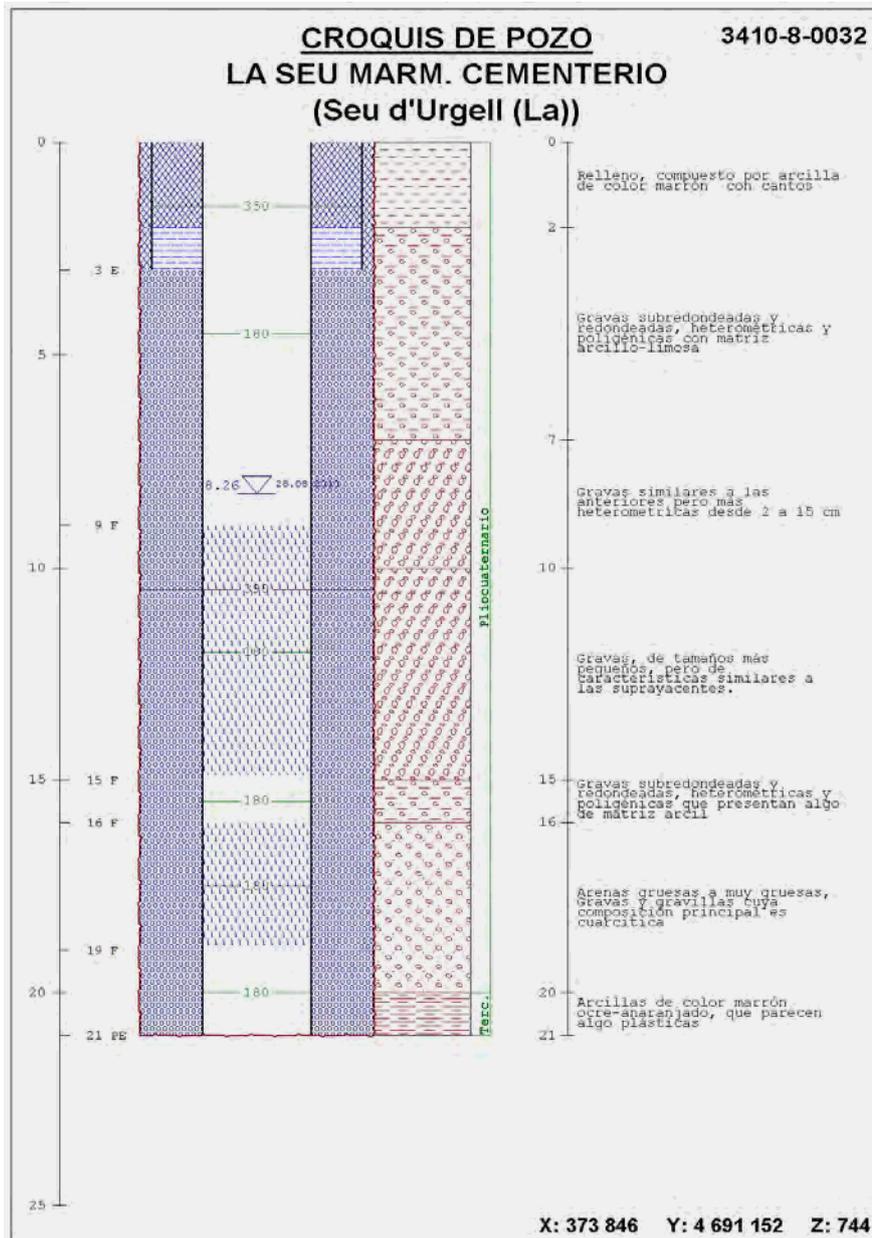
HISTORIA

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

LOCALIZACIÓN



CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE





CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

Oficina de Planificación Hidrológica

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

Tipo: SONDEO

Fuente de información: CHE (OPH)

Mapa 1:50.000: (3410) LA SEU D URGELL

UTMX: 373846

UTMY: 4691152

COTA: 744

Provincia: LLEIDA

Municipio: SEU D'URGELL (LA)

Localidad: SEU D'URGELL (LA)

Paraje: LA SEO MARM. CEMENTERIO

Polígono: 4

Parcela: 80001

Dominio Hidrogeológico: Sinclinal de Tremp

Unidad:

Acuífero:

Masa Subterránea A: ALTO URGELL

Masa Subterránea B:

Acuífero: Cuaternario

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

Río: SEGRE

Cuenca: EBRO

Acceso: El sondeo se sitúa en las inmediaciones del Cementerio de La Seu de Urgell, en el aparcamiento de la Carrer Maria Aurèlia Capmany. A él se accede desde la carretera nacional de L´Seu a Puigcerda, tomando la última rotonda en la circunvalación de la Seu, y tomando la calle con dirección al centro de dicha población. Una vez pasado el cuartel de los bomberos de la Generalitat y antes de llegar al polideportivo se toma una calle a la derecha que nos lleva al aparcamiento del cementerio y a la comisaría de los mossos de escuadra.

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

CLAVE 09.822-0003/2111



visión general_La Seu (11/05/2012)

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

PERFORACIÓN

Contratista: CGS (Hijos de Manuel Ruiz de Pablo S.C)

Año: 2010

Tipo perforación: PERCUSION

Profundidad total: 21

Observaciones:

Desde	Hasta	Diámetro (mm)
0	21	390

REVESTIMIENTO

Desde	Hasta	Diámetro(mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	3	350	5	Metálica ciega	
0	9	180	4	Metálica ciega	
9	15	180	4	Metálica puentecillo	
15	16	180	4	Metálica ciega	
16	19	180	4	Metálica puentecillo	
19	21	180	4	Metálica ciega	

LITOLOGÍA

Descripción geológica: El sondeo se ubica sobre los materiales de las terrazas medias del Río Segre antes de su confluencia con el Valiradicha terraza se corresponde con depósitos de origen fluvio-glacial.

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	2	SUELO	CUATERNARIO INDIFERENCIADO	
Observaciones: Relleno, compuesto por arcilla de color marrón oscuro con cantos o gravas poligénicas.				
2	7	GRAVAS	CUATERNARIO ALUVIAL	
Observaciones: Gravas subredondeadas y redondeadas, heterométricas y poligénicas (principalmente cuarcíticas, aunque también hay carbonatos, esquistos,...), que presentan algo de matriz arcillo-limosa de color marrón.				
7	10	GRAVAS	CUATERNARIO ALUVIAL	ACUIFERO
Observaciones: Gravas similares a las anteriores pero que presentar mayor rango en los tamaños de los clastos, son más diversos, desde 2 a 15 cm.				
10	15	GRAVAS	CUATERNARIO ALUVIAL	ACUIFERO
Observaciones: Gravas, de tamaños más parecidos, y algo más pequeños, pero de características similares a las suprayacentes.				
15	16	GRAVAS	CUATERNARIO ALUVIAL	ACUIFERO
Observaciones: Gravas subredondeadas y redondeadas, heterométricas y poligénicas (principalmente cuarcíticas, aunque también hay carbonatos, esquistos,...), que presentan algo de matriz arcillo-limosa de color marrón; y mayor variedad en el tamaño de los clastos				
16	20	ARENAS Y GRAVAS	PLIOCUATERNARIO	ACUIFERO
Observaciones: Arenas gruesas a muy gruesas, Gravas y gravillas cuya composición principal es el cuarzo y las cuarcitas. También hay algún clasto muy redondeado de granito.				
20	21	ARCILLAS	MIOCENO	

Observaciones: Arcillas de color marrón ocre-anaranjado, que parecen algo plásticas, con algún grano de cuarzo

ENSAYOS DE BOMBEO

Fecha	Caudal (l/s)	Nivel Inicial (m)	Depresión (m)	Duración (h)	Transmisividad (m ² /d)	S	Fuente Información
20/08/2010	0	11.57	2.77	0			CHE (OPH)
Observaciones: Segunda recuperacion							
19/08/2010	10	8.8	-2.77	0.7			CHE (OPH)
Observaciones: Escalón continuo							
19/08/2010	0	11.63	2.83	0			CHE (OPH)
Observaciones: Primera recuperación							
19/08/2010	10	9.73	-1.9	0			CHE (OPH)
Observaciones: Cuarto escalón							
19/08/2010	8	9.15	-0.58	0			CHE (OPH)
Observaciones: Tercer escalón							
19/08/2010	4	8.93	-0.22	0			CHE (OPH)
Observaciones: Segundo escalón							
19/08/2010	2	8.72	-0.21	0			CHE (OPH)
Observaciones: Primer escalón							

PIEZOHIDROMETRÍA

NIVEL: NIVEL1

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
18	10.55	8.01	2.54	9.345	0.7217

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.
19/08/2010	0.6397	0.5808	4.1523	0.1863	0.6052	0.4942	4.5626	0.0355	484	7.4	2.4597	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
	22.71	27.88	253.29	11.55	13.92	5.98	91.48	1.39				
18/08/2010									497	7.4		PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS

18/08/2010									485	7.4	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
18/08/2010									503	7.3	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
18/08/2010									509	7.3	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
18/08/2010									538	7.4	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
31/05/2010	0.8175	0.6706	5.1625	0.2374	0.6813	0.6347	5.3302	0.0788	595	-2.3949	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
	29.02	32.19	314.91	14.72	15.67	7.68	106.87	3.08			
31/05/2010									613		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
31/05/2010									627		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



Vista detalle (01/09/2010)



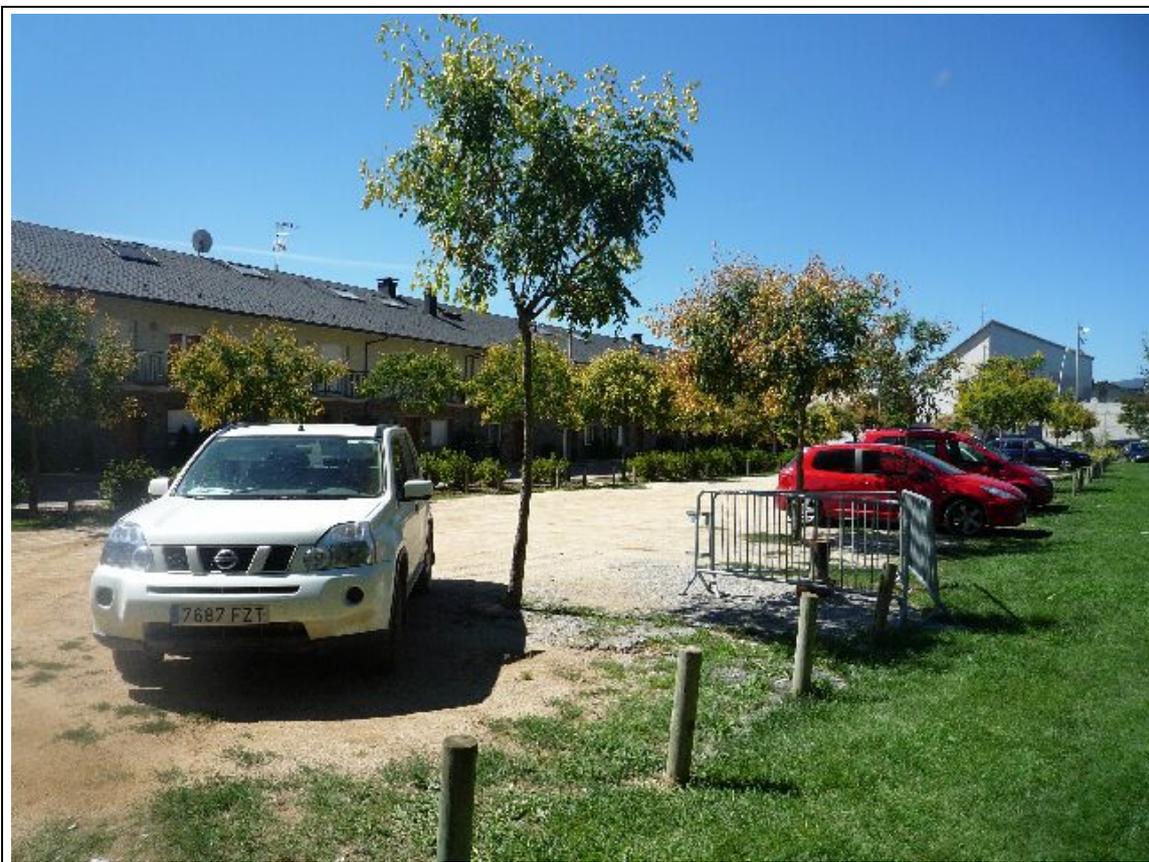
Vista general y de acceso aparcamiento cementerio moderno (01/09/2010)



acceso (01/09/2010)



Vista detalle protecci3n (01/09/2010)



Vista general de ubicaci3n (01/09/2010)



DSCN3575_La Seu (31/05/2012)



LA SEU D'URGELL (29/06/2012)



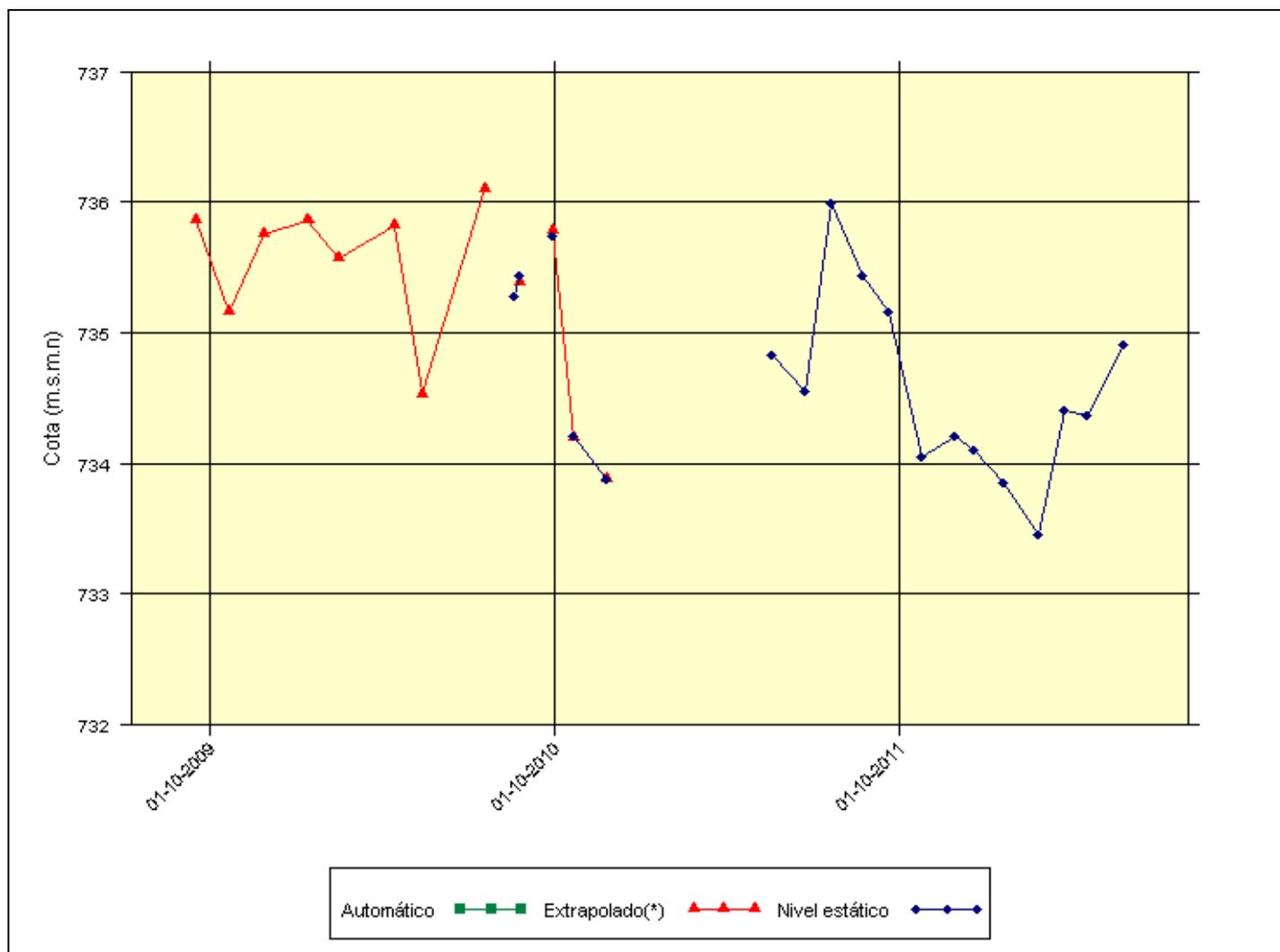
Detalle (11/05/2012)

CONSIDERACIONES PARA LA MEDICIÓN

Contacto: Ayuntamiento de L' Seu D' Urgell-Jordi Tuxent (tecnico municipal) (Ayuntamiento de la Seu de Urgell). Tlf: 973 350 010.. Tfno. movil 65517538.

Cierre: Llave MARM

Referencia:

HIDROGRAMA NIVEL 1: aluvial

*Extrapolado del punto 341080009

ESTADÍSTICA PIEZOMÉTRICA NIVEL 1: aluvial

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
30	10.55	7.8954	2.6546	9.0774	0.7867

MEDIDAS PIEZOMÉTRICAS RECIENTES NIVEL 1: aluvial

Fecha muestreo	Nivel (m)	Observaciones
25/05/2012	9.1	
16/04/2012	9.63	
23/03/2012	9.6	
24/02/2012	10.55	
19/01/2012	10.15	
19/12/2011	9.9	
28/11/2011	9.8	
24/10/2011	9.95	
19/09/2011	8.84	
22/08/2011	8.57	
20/07/2011	8.01	
22/06/2011	9.45	
19/05/2011	9.18	
25/11/2010	10.13	
21/10/2010	9.8	

ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se localiza en la prolongación, hacia el Este, del dominio hidrogeológico 3: "Sinclinal de Tremp". En la masa de agua 035 relacionada con el Aluvial Alto Urgell. El acuífero atravesado son las gravas poligénicas, con matriz desde arenosa a limoso-arcillosa y edad Holoceno y se alcanza el sustrato que corresponde a materiales terciarios.

Este piezómetro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, sobre las terrazas bajas y medias del río Segre, relativamente alejado del cauce y cerca de los afloramientos paleozoicos que limitan el aluvial y la pequeña cubeta terciaria, sobre la que discurre el río Segre, antes de llegar a la confluencia con su afluente el Valira. En esta zona la recarga subterránea se debería producir por la descarga de los acuíferos paleozoicos, próximos al borde del aluvial, por lo que cabe deducir que nos encontraremos en una zona de tránsito desde los puntos de recarga hasta la descarga, que tendrá lugar hacia el cauce del río Segre.

OTROS DATOS

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

GOBIERNO
DE ESPAÑAMINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTECONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO**CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO***Oficina de Planificación Hidrológica***INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA****DESCRIPCIÓN DEL ACCESO**

El sondeo se sitúa en las inmediaciones del Cementerio de La Seu de Urgell, en el aparcamiento de la Carrer Maria Aurèlia Capmany. A él se accede desde la carretera nacional de L´Seu a Puigcerda, tomando la última rotonda en la circunvalación de la Seu, y tomando la calle con dirección al centro de dicha población. Una vez pasado el cuartel de los bomberos de la Generalitat y antes de llegar al polideportivo se toma una calle a la derecha que nos lleva al aparcamiento del cementerio y a la comisaría de los mossos de escuadra.

ORTOIMAGEN CON LA RUTA DE ACCESO

Coordenadas UTM del punto:
X: 373846, Y:4691152 (Huso 31)

FOTOS ADICIONALES

PANORÁMICA



05/2012 visión general La Seu

ACCESO

DETALLE



05/2012 Detalle

ACCESO



09/2010 acceso

DETALLE REFERENCIA



09/2010 Vista general y de acceso aparcamiento

INSTALACIÓN



05/2012 DSCN3575 La Seu

