

*Proyecto de Construcción de Sondeos e Instalación de la Red Oficial de Control de Aguas Subterráneas de la Cuenca del Ebro 2ª fase.*



Gobierno  
de España

Ministerio  
de Medio Ambiente  
y Medio Rural y Marino

Confederación  
Hidrográfica  
del Ebro

# INFORME PIEZÓMETRO DE TOLVA: 09.304.006



## ÍNDICE

1.	PROYECTO .....	1
1.1.	ANTECEDENTES Y OBJETIVOS.....	1
1.2.	METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA .....	2
1.3.	OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO .....	3
2.	LOCALIZACIÓN .....	4
3.	SITUACIÓN GEOLÓGICA .....	5
4.	MARCO HIDROGEOLÓGICO.....	6
5.	EQUIPO DE PERFORACIÓN.....	7
6.	DATOS DE LA PERFORACIÓN .....	7
7.	COLUMNA LITOLÓGICA.....	8
8.	TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA.....	11
9.	ENTUBACIÓN REALIZADA .....	12
10.	CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS.....	15
11.	HIDROQUÍMICA .....	19
12.	CONCLUSIONES .....	21

### ANEJOS:

ANEJO Nº 0.: REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN

ANEJO Nº 1.: INFORME DIARIO DE PERFORACIÓN

ANEJO Nº 2.: INFORME GEOLÓGICO

ANEJO Nº 3.: GEOFÍSICA

ANEJO Nº 4.: INFORME DE ENTUBACIÓN

ANEJO Nº 5.: ENSAYO DE BOMBEO

ANEJO Nº 6.: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

ANEJO Nº 7.: FICHA MARM Y FICHA I.P.A.

## 1. **PROYECTO**

### 1.1. **ANTECEDENTES Y OBJETIVOS**

En 1992, la D.G.O.H. y C.A. realizó el estudio “Establecimiento y explotación de redes oficiales de control de aguas subterráneas” en el que se establecen los criterios generales de uniformidad para el diseño y operación de las redes de observación en las cuencas intercomunitarias. A partir de este marco de referencia, este mismo organismo realizó en 1996 el “Proyecto de instalación, mantenimiento y operación de redes oficiales de control de aguas subterráneas. Piezometría, hidrometría y calidad Cuenca del Ebro”, en el que se proyectó una red piezométrica constituida por 178 puntos, de los cuales 107 eran de nueva construcción y el resto puntos ya existentes.

La investigación hidrogeológica realizada desde entonces y la construcción por parte del parque de maquinaria del MIMAM de diversos sondeos, llevaron a la Oficina de Planificación Hidrográfica del Ebro a realizar una actualización del proyecto original, transformándose en varios Proyectos de obra.

En el Proyecto constructivo de esta fase, se proyectaron 23 sondeos con un total de 5.275 m de perforación, de los que 4.535 m se realizarían mediante rotoperCUSión (19 sondeos) y 740 m mediante rotación con circulación inversa (4 sondeos). En su mayor parte los sondeos no superan los 300 m de profundidad.

Con fecha 27 de marzo de 2006 fueron adjudicadas, por el procedimiento de Concurso Abierto las obras correspondientes al PROYECTO de CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO. 2ª FASE (Clave: 09.820.031/2111), por un presupuesto de adjudicación de 867.106,07 euros, a la empresa “Compañía General de Sondeos, S.A. (CGS). El plazo de ejecución de las obras inicialmente previsto era de 24 meses.

El contrato se firmó el 23 de mayo de 2006, el Acta de Replanteo se firmó y se remitió a la Dirección General del agua del Ministerio de Medio Ambiente, dando comienzo las obras el 21 de octubre de 2006.

Con fecha 20 de junio de 2006 se contrató a la empresa EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERÍA S.A., la Asistencia Técnica para la INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO. 2ª FASE, TT.MM. VARIOS Clave: 09.820.032/0411.

Dentro de los trabajos a realizar por EPTISA, se encuentra la redacción de un informe final para cada uno de los piezómetros controlados. En este documento se recoge tanto el seguimiento de la perforación como los ensayos efectuados y sus resultados.

## 1.2. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

El seguimiento de las obras incluye las siguientes tareas:

- Anteriores a la perforación
  - o Comprobación de replanteos (geográficos e hidrogeológicos).
  - o Comprobación de accesos.
- Durante la perforación
  - o Seguimiento de la perforación.
  - o Interpretación de la testificación geofísica.
  - o Propuesta de entubación a la Dirección de Obra.
  - o Control de tareas finales como limpieza del sondeo toma de muestras de agua del piezómetro perforado y construcción y colocación del cierre con arqueta antivandálica.
- En el ensayo de bombeo
  - o Seguimiento del ensayo en campo, tanto del bombeo como de la recuperación.
  - o Representación e interpretación de datos obtenidos.
- Seguimiento de la Seguridad y Salud
  - o Presentación ante la autoridad Laboral de los Avisos Previos y sus actualizaciones.
  - o Revisión del Plan de Seguridad y Salud.
  - o Control de documentación de maquinaria y trabajadores presentes en la obra.
  - o 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).

Este apartado de Seguridad y Salud es objeto de un informe aparte donde se recoge el seguimiento realizado antes y durante las obras.

- Redacción de informe final de cada piezómetro

Para facilitar la comunicación y la coordinación entre la Dirección de Obra, Empresa Constructora y Asistencia Técnica se creó un Centro de Trabajo Virtual en el que se ha ido incorporando la documentación generada en la obra de forma casi inmediata.

### **1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO**

Se proyecta construir un piezómetro en el término municipal de Tolva para sustituir un sondeo con número de inventario 321210035, que se venía controlando como piezómetro, y dada la característica del uso para abastecimiento de la localidad, no cumplía con su objetivo.

El nuevo piezómetro, tendrá por objeto, valorar las características del acuífero formado por materiales calcáreos del Cretácico Superior en la zona de tránsito de dicho acuífero, para control de la masa de agua subterránea 090.041 Litera Alta.

Así como, determinar la calidad química del recurso y medir mensualmente la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua dentro del mismo, con el fin de observar su evolución piezométrica.

## 2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro está situado a 0,5 km al oeste de la localidad de Tolva. En el paraje conocido como “Els Olsinettes” (figura 1).

Para acceder a este emplazamiento, desde Lérida, se toma la N-230, la cual abandonamos en el Pk: 73,5, para tomar el camino que sale a nuestra derecha justo antes de la ctra. de acceso a Tolva. Al entrar al camino seguimos por la bifurcación de la izquierda y a unos 20 m volvemos a girar a la izquierda. El sondeo lo encontraremos al final de la explanada no cultivada. Las coordenadas exactas del punto son:

X= 298275

Y= 466512

Z= 687 msnm



Figura 1. Ortofoto ubicación del piezómetro de Tolva

### 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El sondeo se ha emboquillado sobre materiales del Garumn.

La zona queda enmarcada en el denominado Anticlinal de Tolva, en realidad una compleja estructura diapirizada por el Keuper y muy probablemente punto de inflexión entre el frente y la rampa occidental del manto del Montsec.

Concretamente el sondeo se dispone en el flanco N de una estructura anticlinal de dirección aproximada E-W, con valores de buzamiento en torno a unos 30° N.

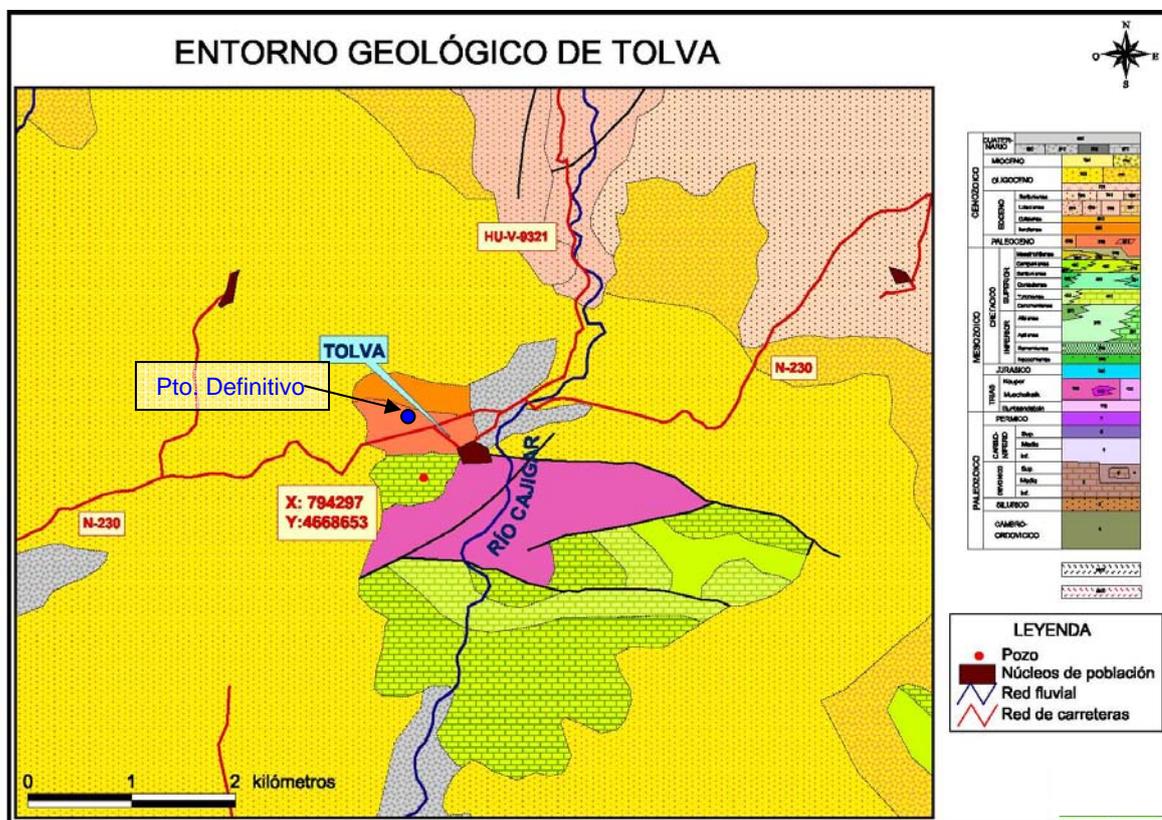


Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de Tolva

#### **4. MARCO HIDROGEOLÓGICO**

El piezómetro se ubica en el Dominio Hidrogeológico 3 “Dominio Pirenaico del Sinclinal de Tremp”. Éste 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).

A su vez, se sitúa dentro de la unidad hidrogeológica 304 “Litera Alta”, correspondiente a la masa de agua subterránea con código 090.041 denominada “Litera Alta” y el acuífero a controlar son los materiales calcáreos del Cretácico Superior.

El acuífero Cretácico Superior-Paleoceno de la masa de agua 090.041 es un acuífero libre con una superficie de 904,75 km<sup>2</sup>.

La unidad hidrogeológica de “Litera Alta”, se identifica orográficamente con las sierras exteriores surpirenaicas entre los ríos Cinca y Noguera Ribagorzana, en la comarca aragonesa de la Litera Alta. El funcionamiento de la unidad es complejo. Los materiales permeables alternan o están en contacto mecánico con los impermeables, y la intensa fracturación presente condiciona la existencia de estructuras compartimentadas que dan lugar a numerosos acuíferos constituidos por materiales carbonatados, aislados o mal conectados entre sí. Son acuíferos libres o confinados, drenados por manantiales que surgen en los puntos más bajos, al amparo de contactos geológicos.

La alimentación de estos acuíferos se produce en su mayor parte por infiltración directa de agua de lluvia o de escorrentía superficial y, en algún caso, lateralmente a partir de acuíferos vecinos. La descarga se produce mediante manantiales o subterráneamente a otros acuíferos Cuaternarios que la transmiten a los ríos.

La circulación subterránea está condicionada por la compartimentación de los acuíferos y por las particularidades propias de los acuíferos carbonatados de distinta litoestratigrafía y carstificación, que hacen que cada uno tenga un sistema de circulación y drenaje particular.

(Entorno geológico y columna prevista pueden consultarse en figuras 2 y 3 respectivamente)

## **5. EQUIPO DE PERFORACIÓN**

La construcción del pozo la ha realizado la empresa adjudicataria CGS, SA. mediante la subcontratación de la empresa Perforaciones Jiennenses MARCHAL, SL.

Se ha contado con un equipo de perforación a rotoperusión neumática a circulación directa máquina F.D.O. 400 con capacidad de tiro de 20 toneladas montada sobre camión 4x4. Compresor de 25 bares INGERSOLL-RAND de 1170.

## **6. DATOS DE LA PERFORACIÓN**

La perforación se inició el 22 de julio de 2007 a las 8:30 horas y terminó el 24 de julio de 2007 a las 8:30 h. El 10 de agosto a las 16:00 comenzó la reperforación y concluyó el 11 de agosto de 2007 a las 11:30 horas.

Se realizó un emboquille de 8 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.

Hasta 236 m de profundidad, se perforó con un diámetro de 220 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica ranurada de 180 mm de diámetro y 4 mm de espesor.

La reperforación, que fue de 236 a 321 m, se realizó con un diámetro de 165 mm, dejándose sin entubar.

El primer aporte se observa a los 180 m, no llega a florar agua al exterior, pero el ripio aparece compactado por la humedad. Este primer nivel cortado durante la perforación, coincide con un cambio litológico en el inicio del Cretácico Superior.

Los aportes más importantes, se producen al final de la reperforación, es decir, entre 300 y 320 m de profundidad, pues el caudal aumenta progresivamente de 3 a 6-7 l/s en esos últimos 20 m de perforación.

En el Anejo 1, se adjuntan los informes diarios de perforación, que describen más ampliamente lo sintetizado en este apartado, así como las incidencias y detalles de la perforación.

## 7. COLUMNA LITOLÓGICA

Durante la realización de la perforación se efectuó una descripción de las litologías extraídas observando las muestras del ripio de perforación cada metro; de todas ellas se eligieron las más representativas cada 5 metros guardándolas en sus correspondientes cajas para ser enviadas a la litoteca del IGME, para su preservación y archivo tras su análisis litoestratigráfico mediante lupa en gabinete.

Síntesis de la columna perforada (Tabla 1.: Descripción en campo):

De 0 a 7 m	Arcillas, arenas y gravas.
De 7 a 14 m	Caliza gris, microconglomerados y arcilla marrón.
De 14 a 15 m	Arcilla marrón.
De 15 a 18 m	Microconglomerados color rojo tinto.
De 18 a 32 m	Arcilla marrón.
De 30 a 32 m	Calizas y margocalizas grises.
De 32 a 34 m	Caliza blanca bioclástica.
De 34 a 37 m	Arcilla marrón.
De 37 a 42 m	Arcilla gris claro.
De 42 a 55 m	Arcilla marrón.
De 55 a 70 m	Alternancia de arcilla marrón y microconglomerado color tinto.
De 70 a 73 m	Arcilla gris.
De 73 a 79 m	Microconglomerado rojo-tinto.
De 79 a 81 m	Margas grises.
De 81 a 111 m	Arcilla marrón.
De 111 a 114 m	Limo marrón-amarillento.
De 114 a 117 m	Arcilla gris.
De 117 a 129 m	Arcilla marrón.
De 129 a 132 m	Arcilla marrón y microconglomerados color rojo-tinto.

De 132 a 138 m	Arcilla marrón y yesos.
De 138 a 153 m	Margas grises y rojas y yesos.
De 153 a 165 m	Arcilla marrón.
De 165 a 177 m	Arcilla rojiza.
De 177 a 180 m	Caliza marrón.
De 180 a 192 m	Arenas blanquecinas, muy finas, húmedas (posiblemente calcarenita muy triturada).
De 192 a 205 m	Calcarenita blanca con algo de arcilla color rojo tinto.
De 205 a 219 m	Calcarenitas blancas con algo de arcillas color rojo tinto.
De 219 a 236 m	Caliza blanquecina y algo de arcillas color rojo tinto.
De 236 a 250 m	Caliza arenosa amarillenta.
De 250 a 272 m	Caliza blanco-crema, con miliólidos.
De 272 a 280 m	Caliza grisácea.
De 280 a 291 m	Caliza arenosa amarillenta bioclástica.
De 291 a 297 m	Caliza arenosa amarillenta.
De 297 a 300 m	Caliza compacta grisácea.
De 300 a 321 m	Caliza arenosa amarillenta.

Se han tenido en cuenta las litologías descritas en las perforaciones cercanas de la zona. Concretamente, la serie atravesada en el sondeo de abastecimiento de Tolva, realizado por el SGOP (a unos 300 m de distancia hacia el W) es similar a grandes rasgos, a la descrita. La serie de éste es la siguiente:

0-74 m, arcillas rojizas con microconglomerados (Terciario Indiferenciado).

74-128 m, calizas beige (Paleoceno).

128-144 m, calizas beige con calcarenitas (Cretácico Superior).

144-174 m, Margas beige con calizas intercaladas (Cretácico Superior).

174-215 m, Calizas y calcarenitas beige algo margosas (Cretácico Superior).

También se han tenido en cuenta las litologías descritas en la perforación realizada en una campaña de exploración petrolífera a unos 350 m al W del sondeo a realizar para la red de piezometría. La serie atravesada es la siguiente:

0-78 m, Arcillas, calizas y conglomerados (Oligoceno).

78-130 m, Arcillas y yesos. Facies Garum. (Cretácico Superior).

130-677 m, Calizas (Cretácico Superior, Campaniense).

El Instituto Geológico y Minero, mediante convenio de colaboración con la Confederación Hidrográfica del Ebro efectuó una detallada descripción litoestratigráfica de las muestras extraídas.

La edad de las litologías atravesadas, según el informe geológico del IGME son las siguientes:

De 0 a 177 m, Fm. Tremp, edad entre Maastrichtiense y Paleoceno.

De 177 a 232 m, Fm. Arenisca de Arén, edad Campaniense superior-Maastrichtiense.

De 232 a 302 m, Fm. Terradets, edad Campaniense.

De 302 a 321 m, Fm. Bona, edad Campaniense y posiblemente Santoniense terminal.

En el Anejo 2, se incluye el informe geológico-columna litoestratigráfica realizado por el IGME.

## 8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

El día 14 de agosto de 2007, tras la entubación y reperforación del sondeo, se realiza la testificación geofísica. Durante la testificación, se registraron los parámetros de gamma natural, potencial espontáneo, resistividad e inclinación (al estar entubados los 231 primeros metros del sondeo, no se pudo obtener el dato de la desviación). Se detectan las siguientes zonas aportantes:

270-275 m, tramo aportante más importante, caliza blanco-crema, con miliólidos y caliza grisácea.

278,5-279,5 m, caliza grisácea.

281-285 m, 288-291 m y 294-296 m, caliza arenosa amarillenta bioclástica.

298-300 m, caliza grisácea compacta.

305-306 m, caliza arenosa amarillenta bioclástica.

Todos estos tramos aportantes pertenecen al Cretácico Superior, en concreto al Santoniense Medio-Campanéense.

Litológicamente, se distinguen las siguientes zonas:

0-172 m, margas y/o arcillas.

172-266 m, caliza sana.

266-296 m, caliza fracturada rellena de arcilla.

296-320 m, caliza sana.

La sonda de desviación arroja un resultado de una desviación del sondeo en la vertical de 0.5 m en la base hacia el NE.

El nivel freático se encuentra a 50 m de profundidad.

En el Anejo 3, se incluye el informe completo de la testificación geofísica realizada en el sondeo, con los datos y gráficos obtenidos

## 9. ENTUBACIÓN REALIZADA

Para la entubación de este piezómetro se han utilizado tramos de 6 y 3 metros de longitud de tubería de acero al carbono de 300 mm y 180 mm de diámetro con espesores de la pared de 5 mm y 4 mm respectivamente.

Para la captación de los niveles aportantes, debido a las dificultades encontradas durante la perforación del tramo de arcillas del Garum, se colocaron tramos de tubería ciega ranurada con objeto de minimizar el rozamiento de la entubación con la pared del sondeo y aumentar la fuerza de la columna de entubación. Los tramos de tubería ranurada, se colocaron alternando con tramos de tubería ciega desde los 183 m de profundidad (comienzo del Santoniense Medio-Campaniense, objetivo hidrogeológico del sondeo) hasta los 231 m.

Tabla 2. Entubación realizada:

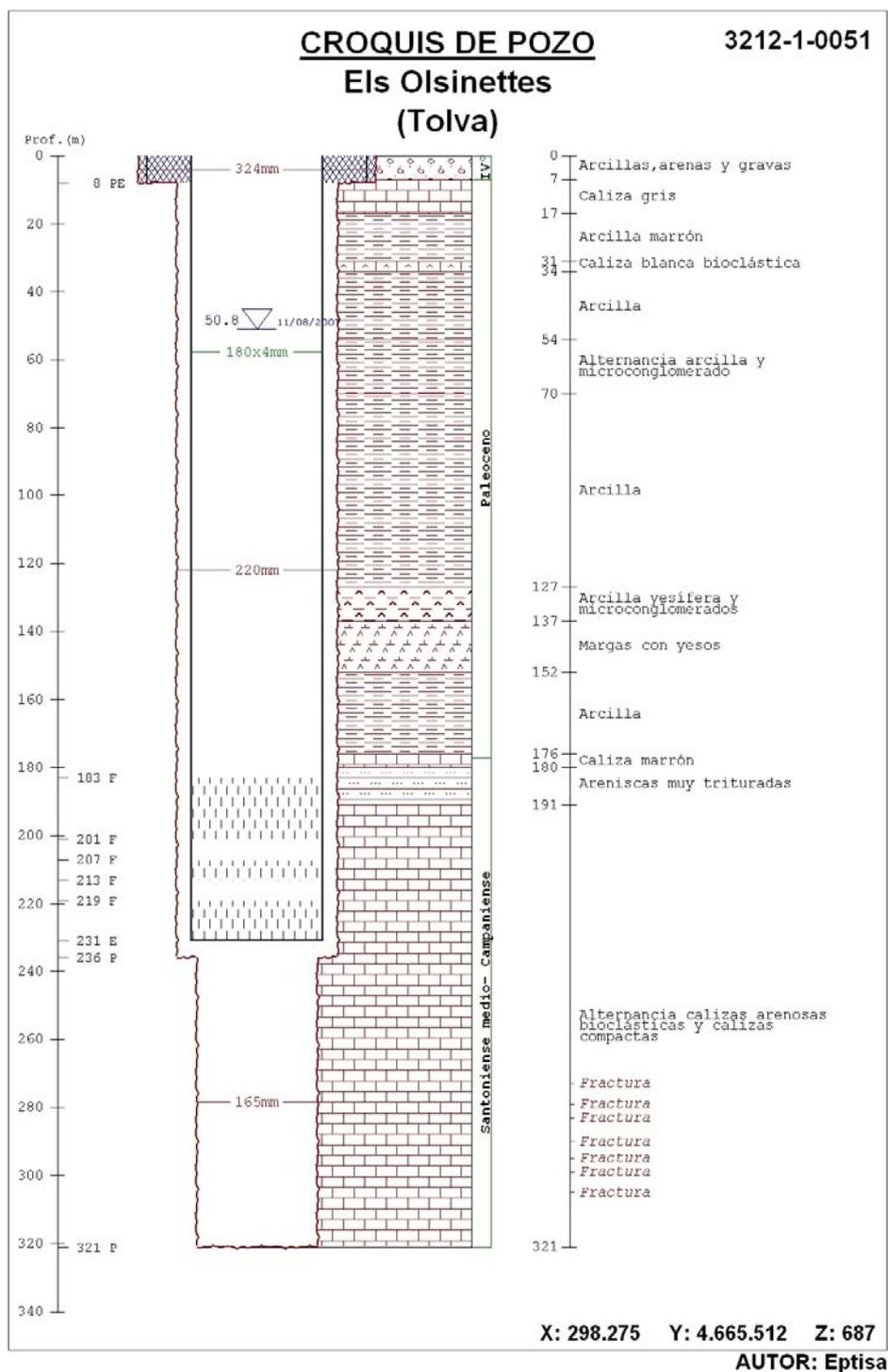
REVESTIMIENTO				
TRAMO (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-8	300	5	Acero	Ciega
0-183	180	4	Acero	ciega
183-201	180	4	Acero	ranurada
201-207	180	4	Acero	Ciega
207-213	180	4	Acero	ranurada
213-219	180	4	Acero	Ciega
219-231	180	4	Acero	ranurada

Cada uno de los tramos de tubería ha sido soldado a medida que se introducían en el piezómetro construido.

Una vez finalizado todo el proceso se evita que la columna de entubación se apoye en el fondo del sondeo mediante el "colgado" y sujeción de la tubería de 180 mm de diámetro a la de 300 mm del emboquille, mediante una serie de orejetas soldadas entre ambas tuberías.

Para terminar la adecuación del piezómetro, en la cabeza del sondeo se coloca una arqueta antivandálica, que queda anclada, mediante un dado de hormigón de dimensiones 1x1x0.7 m, que la envuelve y que a su vez queda cementado al emboquille del sondeo.

En el Anejo 4, se incluye el informe de entubación realizado durante su ejecución



**Figura 3. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.**

## 10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

Los acuíferos principales perforados son de edad Cretácico Superior, formado por calizas micríticas, calizas tableadas y brechas.

A los 180 m, se detectó el primer aporte, aunque fue de tan escasa entidad, que únicamente llegó a humedecer el ripio de perforación. Este aporte, coincide con un cambio litológico en el inicio del Cretácico Superior (Santoniense Medio-Campaniense).

Al final de primera perforación, 236 m de profundidad, el caudal aportado estaba entorno a 0,5 l/s.

Tras observar, la elevada conductividad del agua del sondeo (no se podía correlacionar con la del cercano sondeo de abastecimiento, la cual está entorno a los 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), el escaso caudal obtenido y la escasa penetración en el acuífero objetivo, la dirección de obra decidió reperforar por el interior de la tubería con el martillo de 165 mm de diámetro, hasta la profundidad final que fue de 321 m.

En esta reperforación, no se detectaron tramos aportantes en concreto, pero si se observó como el caudal aumentó progresivamente dando las siguientes zonas:

Entre 242 y 260 m, el caudal fue aumentando hasta 1 l/s.

Entre 260 y 300 m, el caudal se incrementó hasta los 3 l/s.

Entre 300 y 320 m (final de la reperforación), el caudal aumentó hasta los 6-7 l/s.

Toda la reperforación, se desarrolló en la alternancia de caliza arenosa bioclástica y la caliza gris del Santoniense Medio- Campaniense.

El 11 de agosto de 2007, al finalizar la limpieza del sondeo, se toma muestra de agua para analizar, cuya conductividad es de: 622  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , Tª: 15 °C y se mide nivel con sonda manual: 50,8 m.

### **ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL ACUÍFERO**

Durante los días 18 y 19 de septiembre de 2007 se realizó un ensayo de bombeo escalonado de 23 horas con su correspondiente recuperación.

Para dicho ensayo, se utilizó una bomba de 6 " Grundfos, modelo SP 45-31 de 50 CV, situada a 204 m de profundidad.

El primer escalón duró 120 minutos, el caudal medio extraído fue de 1 l/s y el descenso del nivel fue de 2,00 m.

El segundo de los escalones, duró 90 minutos, el caudal medio extraído fue de 3 l/s y el descenso acumulado del nivel fue de 18,41 m en total.

El tercero de los escalones duró 60 minutos, el caudal extraído fue de 4 l/s y el descenso acumulado del nivel fue de 27,10 m en total.

El cuarto de los escalones duró 630 minutos, el caudal extraído fue de 6 l/s y el descenso acumulado del nivel fue de 53,54 m en total.

El quinto y último escalón, duró las 8 horas restantes, el caudal medio extraído fue de 8 l/s y el descenso acumulado del nivel fue de 89,28 m.

El agua únicamente no salió clara durante el primer escalón.

La conductividad media del agua medida in situ durante el ensayo fue de 1038  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , la temperatura de 16°C y el Ph de 7,40. Se tomaron dos muestras de agua para analizar, una durante el segundo escalón y la otra al finalizar el ensayo (ver resultados análisis de muestras de agua en anejo 5 análisis químicos realizados).

Al finalizar el bombeo se midió una recuperación de 4 horas, pasando el nivel de 141,03 m a 52,21 m (0,46 m por debajo del nivel previo al bombeo).

Tabla 3. Resumen de la tabla de datos del ensayo de bombeo:

Tiempo acumulado (min)	Profundidad (m)	Descenso (m)	Q (l/s)
0	51,75		
1	57,93	6,18	1
5	55,22	3,47	1
10	54,77	3,02	1
15	54,22	2,47	1
30	54,30	2,55	1
60	53,72	1,97	1
90	53,75	2,00	1
120	53,75	2,00	1
121	59,43	7,68	3
125	63,43	11,68	3
130	67,00	15,25	3
135	68,54	16,79	3
150	70,60	18,85	3
180	70,16	18,41	3
210	70,16	18,41	3
211	71,85	20,10	4
215	75,63	23,88	4

Tiempo acumulado (min)	Profundidad (m)	Descenso (m)	Q (l/s)
220	77,38	25,63	4
225	78,28	26,53	4
240	78,85	27,10	4
270	78,85	27,10	4
271	83,62	31,87	6
275	90,57	38,82	6
280	95,72	43,97	6
285	99,44	47,69	6
300	103,41	51,66	6
330	104,52	52,77	6
390	104,75	53,00	6
450	104,95	53,20	6
510	105,03	53,28	6
570	105,18	53,43	6
690	105,29	53,54	6
810	105,29	53,54	6
900	105,29	53,54	6
901	110,18	58,43	8
905	120,57	68,82	8
910	126,12	74,37	8
915	133,44	81,69	8
930	137,87	86,12	8
960	140,00	88,25	8
1020	140,90	89,15	8
1080	141,03	89,28	8
1140	141,03	89,28	8
1200	141,03	89,28	8
1320	141,03	89,28	8
1380	141,03	89,28	8
1381	111,08	59,33	0
1382	99,00	47,25	0
1385	79,07	27,32	0
1390	60,38	8,63	0
1395	53,23	1,48	0
1410	52,59	0,84	0
1420	52,52	0,77	0
1440	52,46	0,71	0
1470	52,38	0,63	0
1500	52,31	0,56	0
1580	52,21	0,46	0
1620	52,21	0,46	0

El Instituto Geológico y Minero de España mediante convenio de colaboración con la Confederación Hidrográfica del Ebro, realiza la correspondiente interpretación del ensayo de bombeo.

La interpretación se ha realizado mediante la simulación del bombeo y la recuperación mediante prueba-error con el programa MABE (Método directo), utilizando la solución de Hantush.

Tabla 5, parámetros hidrogeológicos del acuífero obtenidos a partir de la interpretación del ensayo de bombeo:

Método	Transm. (m <sup>2</sup> /día)	r <sup>2</sup> .S (m <sup>2</sup> )	r/B	R. Equiv.	P. Carga (BQ <sup>n</sup> )	
					B	n
Simulación bombeo. Solución de Hantush (MABE)	1,8	8,0.10 <sup>-3</sup>	5,2.10 <sup>-1</sup>	0,07	4,6.10 <sup>-12</sup>	4,5.10 <sup>+0</sup>
Simulación recuperación. Solución de Hantush (MABE)	2	3,1.10 <sup>-3</sup>	3,5.10 <sup>-1</sup>	0,04		

En el Anejo 5, se incluye el informe del desarrollo del ensayo y los partes con los datos del bombeo

## 11. HIDROQUÍMICA

Tanto durante la perforación como en el ensayo de bombeo se tomaron datos “in situ” de conductividad eléctrica, pH y Temperatura; también se tomaron 4 muestras de agua para su posterior análisis, procedente de las siguientes fases de la obra:

- Final de la limpieza, con aire comprimido, de la perforación.  
(Conductividad: 2460  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ,  $T^a$ : 19°C.)
- Final de la limpieza, con aire comprimido, de la reperforación.  
(Conductividad: 622  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ,  $T^a$ : 15°C.)
- Muestra tomada durante el segundo escalón en el ensayo de bombeo (a los 130 minutos de bombeo)  
(Conductividad: 727  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ,  $T^a$ : 16,1°C, pH: 7,30.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo (a los 1380 minutos de bombeo).  
(Conductividad: 691  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ,  $T^a$ : 17,5°C, pH: 7,34.)

De todas las muestras de agua, se ha efectuado un análisis de parámetros fisicoquímicos, constituyentes mayoritarios y minoritarios para su caracterización hidroquímica.

Los valores obtenidos se han comparado con los recogidos en la Directiva 98/83/CE y el R.D. 140/2003 de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

Según los valores de conductividad eléctrica se considera un agua DULCE (clasificación en función del residuo seco), por su dureza (cantidad de iones  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  en solución) se considera un agua MUY DURA, y por su composición se clasifica como **BICARBONATADA-CÁLCICA** (según clasificación de Piper, en función del porcentaje en iones mayoritarios).

Los indicadores de contaminación en ese punto no superan los límites establecidos por el R.D. 140/2003 de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

Tabla 8. Resultados de los análisis de agua, realizados en el Centro de Análisis de Agua, S.A. (CAASA) de Murcia (octubre, 2007). Datos en mg/l, excepto conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y pH:

Determinación	Agua de la 1ª limpieza	Agua de 2ª limpieza	Muestra 1. Ensayo de bombeo (130 minutos)	Muestra 2 Ensayo de bombeo (1380 minutos)
Conductividad	2640	772	573	585
pH	7,46	7,77	7,15	7,49
Cloruros	30,58	25,60	28,45	25,28
Sulfatos	1324	205,6	50,68	66,14
Bicarbonatos	192,23	178,76	284,05	281,60
Carbonatos	<5	<5	<5	<5
Nitratos	<1	18,55	40,61	41,26
Sodio	543,58	93,71	7,86	8,73
Magnesio	29,74	11,24	9,23	<2
Calcio	107,49	48,67	127,36	116,55
Potasio	13,13	3,95	1,55	1,77
Nitritos	0,66	0,46	<0,04	<0,04
Amonio	0,62	0,63	<0,04	<0,04
Boro	0,33	<0,01	0,01	0,11
Fosfatos	0,19	0,48	0,25	0,10
Anhídrido Silícico	2,21	2,46	7,87	8,36
Hierro	0,06	<0,05	<0,05	<0,05
Manganeso	0,08	0,07	<0,02	<0,02

En el Anejo 6, se incluye los boletines de los análisis de agua realizados en el laboratorio.

## 12. CONCLUSIONES

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Tolva para sustituir un sondeo con número de inventario 321210035, que se venía controlando como piezómetro, y dada la característica del uso para abastecimiento de la localidad, no cumplía con su objetivo.

El nuevo piezómetro, tendrá por objeto, valorar las características del acuífero formado por materiales calcáreos del Cretácico Superior en la zona de tránsito de dicho acuífero, para control de la masa de agua subterránea 090.041 Litera Alta.

Así como, determinar la calidad química del recurso y medir mensualmente la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua dentro del mismo, con el fin de observar su evolución piezométrica.

El sondeo se ha realizado por el método de rotoperCUSión. El diámetro de la perforación es de 220 mm hasta 236 m y de 165 mm hasta 321 m, que es la profundidad total del sondeo. Los acuíferos atravesados son de edad Cretácico Superior, formados por calizas micríticas, calizas tableadas y brechas. El nivel se encuentra a 51,75 m de profundidad.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en 8 l/s. Los parámetros hidrogeológicos que mejor se ajustan a las curvas experimentales del ensayo, obtenidos mediante simulación del bombeo con programa MABE utilizando la solución de Hantush, son:  $T= 1,8 \text{ m}^2/\text{día}$ ,  $r^2.S= 8,0.10^{-3} \text{ m}^2$ ,  $r/B= 5,2.10^{-1}$ ,  $R. \text{Equiv} = 0,07$ .

El agua extraída durante la perforación y el bombeo, tras los análisis químicos, se considera DULCE (clasificación en función del residuo seco), por su dureza se considera un agua MUY DURA (cantidad de iones  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  en solución) y por su composición se clasifica como BICARBONATADA-CÁLCICA (según clasificación de Piper).



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE  
LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA  
CUENCA DEL EBRO. (2ª FASE)

---

# ANEJOS



MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO. (2ª FASE)

---

# ANEJO 0

## PERMISOS Y REPLANTEO

PIEZÓMETRO: 3  
PROVINCIA: HUESCA  
MUNICIPIO: TOLVA

Se realiza la visita al campo el 16 de septiembre de 2005. Se visita el pozo de abastecimiento (321210035). Se habla con un pastor de la zona que comenta que la única parcela que es comunal es la parcela 147 del polígono 6, todas las demás, dentro de la zona que nos interesa, son particulares.

Las coordenadas de la parcela comunal son:

X: 2976000

Y: 4665155

Z: 636 m



Parcela 147 del polígono 6

A esta parcela se accede desde la granja que hay antes de llegar a Tolva (dirección de Benabarre hacia Tolva), se coge el camino a la derecha que sale de la carretera antigua.

El camino es muy estrecho y no hay hueco suficiente para emplazar una máquina de perforación.



Parcela 147. Hay muchos desniveles, no se puede acceder a ella con vehículos.

Otra posibilidad es construir el piezómetro en la parcela de al lado de la que está el pozo de abastecimiento, polígono 6, parcela 71, a la que se puede acceder fácilmente desde la carretera. Siguiendo dirección a Tolva desde Benabarre, tomar el camino a la derecha donde está el cartel de TOLVA→. Si una vez en ese camino vas hacia la derecha llegas al pozo de abastecimiento, pero si vas por el camino de la izquierda, a mano izquierda hay una explanada. La entrada a esa zona para una máquina de perforación es complicada, habría que talar un árbol. Sus coordenadas son:

X: 298225

Y: 4665454

Z: 687 m

Esta parcela es particular.



Además está muy cerca de la carretera.

Si continuamos algunos metros más por el camino, a mano derecha habría espacio suficiente para construir el piezómetro.

#### PERFORACIÓN

El primer emplazamiento se ubica sobre areniscas y lutitas del Oligoceno, mientras que el segundo está situado sobre calizas Cretácicas. El acuífero a controlar son las calizas bioclásticas del Cretácico. La profundidad de la perforación será de unos 200 m.

#### PERMISOS

Alcalde: D. Oscar Mas Zanuy

Ayuntamiento de Tolva

Plaza Mayor, 3

22585 – Tolva

Teléfono: 974 54 32 10. Ayuntamiento abierto martes y jueves de 18 a 20h.

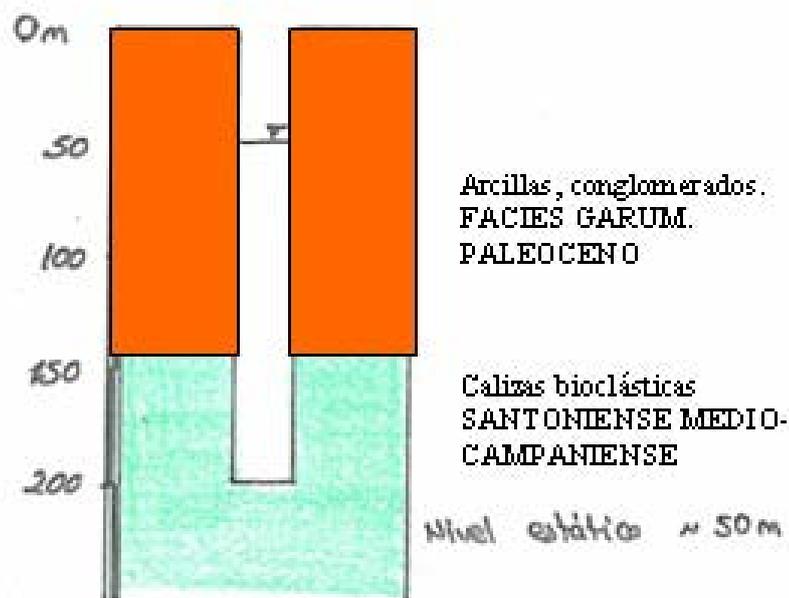
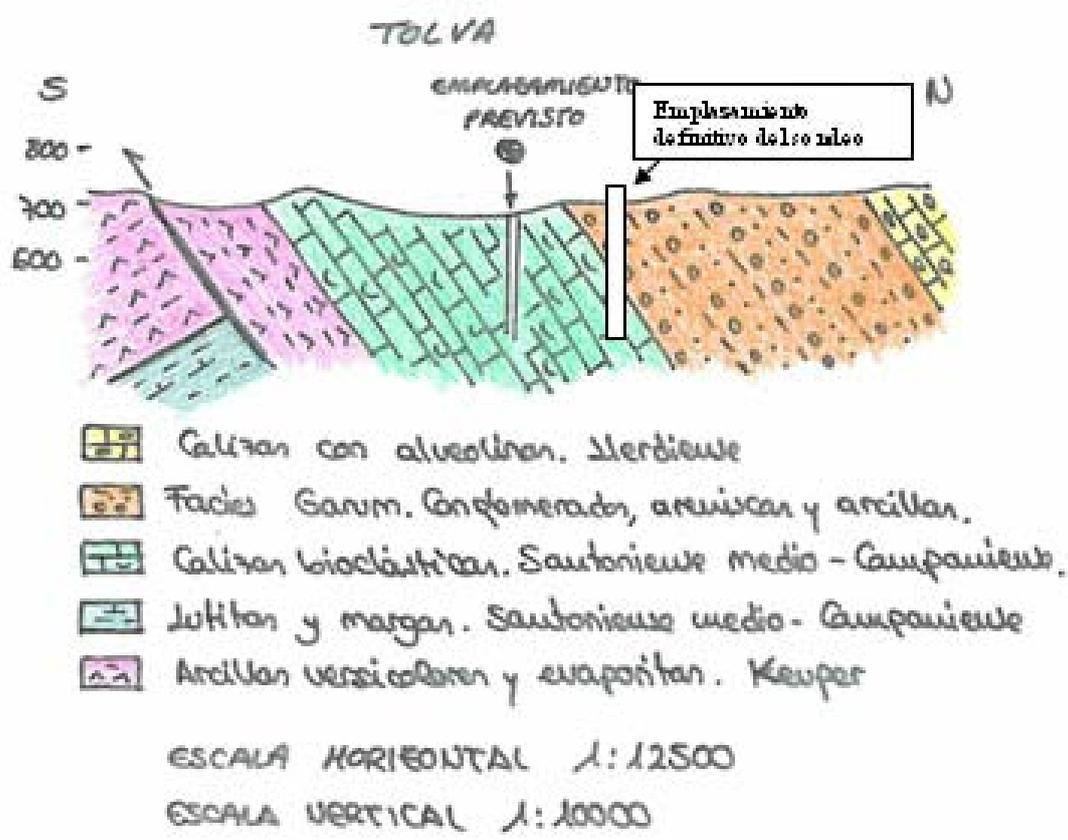
La secretaria es también secretaria de Benabarre. Está en el ayuntamiento de Benabarre todos los días de 9 a 14 h. Teléfono del ayuntamiento de Benabarre: 974 54 30 00

Propietaria de la parcela 71 del polígono 6: Ángeles Mas

Dirección: Paseo San Gervasio, 85 6ºA

08022 – Barcelona

Teléfono: 93 417 94 14



*no se sabe si la foto del pozo*

Figura 3. Corte geológico y columna prevista para el piezómetro de Tolva.

**Dña. Ángeles Mas  
Tolva  
(Huesca)**

De conformidad con su escrito referente a la **SOLICITUD DE DISPONIBILIDAD DE TERRENOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OBSERVACIÓN DE UN PIEZÓMETRO**, 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 el sondeo 3 en la parcela de mi propiedad con referencia catastral *Polígono 6 Parcela 71*, situando el sondeo en un margen de la finca, de forma que no dificulte otros usos y restaurando la parcela a su estado anterior a las obras.
2. La ocupación durante un periodo de treinta años, prorrogable al término del mismo, de un espacio de 1 m<sup>2</sup>, en que estará situado el sondeo y la arqueta de protección del mismo.
3. El acceso, por funcionario público o persona delegada, hasta el recinto anterior, con objeto de realizar las medidas o muestreos inherentes a la operación de control, así como a realizar los trabajos de reparación o mantenimiento que sean necesarios.

En Tolva, a 16 de ~~Febrero~~ de 2007.



Fdo: Dña. Ángeles Mas

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



MINISTERIO  
DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE  
INFRAESTRUCTURAS Y PLANIFICACIÓN  
SECRETARÍA GENERAL DE  
INFRAESTRUCTURAS  
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS  
DEMARCAÇÃO DE CARRETERAS DEL  
ESTADO EN ARAGÓN

UNIDAD DE CARRETERAS DE HUESCA

O F I C I O

S/REF. Registro de salida nº 23221  
N/REF. Explot. 243/07  
FECHA 6 de julio de 2007  
ASUNTO **Autorización para realizar obras.**

**MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE  
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**

**Paseo de Sagasta, 24-28**

**50071 - ZARAGOZA**



**AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR OBRAS.  
Construcción y observación de un piezómetro.**

**CARRETERA:** N-230, de Tortosa a Francia por el valle de Arán

**P.K. 73,500 MARGEN:** derecha

**TÉRMINO MUNICIPAL:** TOLVA

**SOLICITANTE:** MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE.  
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

**DOMICILIO:** Paseo de Sagasta, 24-28

50071 ZARAGOZA

**FECHA SOLICITUD:** 24/05/2007

Vista su solicitud de autorización para la realización de las obras indicadas en el asunto y considerando las disposiciones vigentes en la materia y el informe del Servicio de Conservación y Explotación, esta Unidad ha resuelto **AUTORIZAR** las obras solicitadas, con las siguientes condiciones:

1ª.- Esta autorización se limita a la competencia de esta Unidad, en relación con la Ley 25/1988, de 29 de julio, de Carreteras y se otorga a reserva de las demás licencias y autorizaciones necesarias, sin perjuicio de terceros y dejando a salvo los derechos preexistentes sobre los terrenos o bienes.

2ª.- El piezómetro se construirá a la distancia solicitada de TREINTA Y CUATRO CON CUARENTA Y CINCO (34,45) metros de la arista de calzada más próxima.

3ª.- Previamente al inicio de los trabajos, deberán ponerse en contacto con la empresa adjudicataria del servicio de conservación y explotación de la carretera N-230 ((ELSAN PACSA. C/ Vicente Piniés, 8. 22580-BENABARRE. Tifo.: 974-547421) para atenerse a las instrucciones de la misma.

4ª.- El acceso al piezómetro será por el ya existente en el p.k. 73,350 de la carretera N-230.

COPRECIO ELECTRÓNICO

GENERAL LASHERAS, 6  
22071 HUESCA  
TEL.: 974 24 04 11  
FAX: 974 22 97 71



5ª.- No se invadirá la carretera ni su zona de dominio público con materiales, maquinaria, herramientas, escombros, etc.

6ª.- Una vez finalizadas las obras, quedará la zona afectada limpia y exenta de materiales, herramientas y otros medios auxiliares.

7ª.- Cualquier daño o perjuicio que con las obras que se autorizan, o como consecuencia de ellas, pudiera ocasionarse a la carretera o a tercero, será de la exclusiva responsabilidad del solicitante o de quien éste traiga causa, tanto durante la ejecución de las obras, como en todo el tiempo que perdure lo construido.

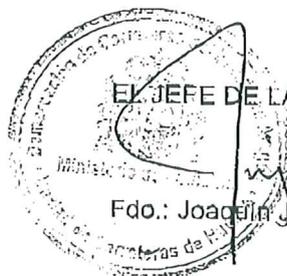
8ª.- Esta Unidad vigilará el cumplimiento de estas condiciones, a cuyo efecto se presentará la autorización, en la ubicación de las obras, si fuera requerido por el personal encargado de la vigilancia de la carretera.

9ª.- El plazo de vigencia de la autorización es de TRES (3) MESES a partir de la fecha de la misma.

10ª.- Deberá comunicarse a esta Unidad la finalización de las obras, con el fin de que se reconozca la carretera y si procede, se declaren cumplidas las condiciones.

11ª.- Esta autorización se podrá en cualquier momento, modificar o suspender temporal o definitivamente, si resultara incompatible con normas aprobadas con posterioridad, produjera daños en el dominio público, impidiera su utilización para actividades de interés público o, como consecuencia del planeamiento de las carreteras estatales, así se requiriera para su ampliación, mejora o desarrollo.

Contra la presente Resolución, que agota la vía administrativa, cabe la interposición de Recurso de Reposición Potestativo en el plazo de un mes, o directamente, sin poder simultanear ambos, Recurso Contencioso Administrativo ante el Tribunal Superior de Justicia de Aragón en el plazo de dos meses. En ambos casos, los plazos contarán desde la notificación de esta Resolución.



EL JEFE DE LA UNIDAD,

Fdo.: Joaquín J. López Sánchez.



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE  
LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA  
CUENCA DEL EBRO. (2ª FASE)

---

# ANEJO 1

## INFORME DIARIO DE PERFORACIÓN

<b>INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO, (2ª FASE)</b>		
<b>FECHA:</b> 14/08/07		<b>Nº pág:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> Tolva	<b>POBLACIÓN:</b> Tolva	<b>PROFUNDIDAD:</b> 321 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 22/07/07	<b>SISTEMA:</b> RotoperCUSión	
<b>DIÁMETRO:</b> 324 mm, 220 mm y 165 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b>		

### 21/07/07

#### Estado de la perforación

A las 14:00 h llega la maquina perforadora con el resto del equipo al emplazamiento.

### 22/07/07

#### Características de la maquina de perforación

Sonda de la empresa Perforaciones Jiennenses MARCHAL S.L.

Maquina F.D.O. 400 con capacidad de tiro de 20 toneladas montada sobre camión 4x4. Compresor de 25 bares INGERSOLL-RAND de 1170.

#### Estado de la perforación

A las 8:30 h, se comienza a perforar con el martillo de 324 mm.



**Emplazamiento en Tolva una vez comenzada la perforación**

Tras perforar 8 m a 324 mm de diámetro, se introduce la tubería de emboquille.

A continuación, se prosigue perforando por el interior a 220 mm de diámetro.



**Perforando a 85 m de profundidad (arcillas marrones)**

Entre 180 y 190 m, se obtienen una arenas humedecidas (posiblemente calcarenitas muy trituradas por el tallante), no llega a aflorar agua a superficie pero el material sale compactado por la humedad y sin producir polvo en el exterior.

A partir de los 192 m, se comienza a inyectar agua al sondeo.



**Perforando a 195 m de profundidad (inyectando agua al sondeo)**

El agua de la cuba posee una conductividad de 646  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

A las 19:30 h, tras haber perforado 205 m de profundidad, concluye la jornada.

### **Columna litológica**

De 0 a 7 m, arcillas, arenas y gravas.

De 7 a 14 m, caliza gris (algunos cristales de calcita), microconglomerados y arcilla marrón.

De 14 a 15 m, arcilla marrón.

De 15 a 18 m, microconglomerados color rojo tinto.

De 18 a 32 m, arcilla marrón.

De 32 a 34 m, caliza blanca bioclástica.

De 34 a 37 m, arcilla marrón.

De 37 a 42 m, arcilla gris claro.

De 42 a 55 m, arcilla marrón.

De 55 a 70 m, alternancia de arcilla marrón y microconglomerado color rojo-tinto.

De 70 a 73 m, arcilla gris.

De 73 a 79 m, microconglomerado rojo-tinto.

De 79 a 81 m, margas grises.

De 81 a 111 m, arcilla marrón.

De 111 a 114 m, limo marrón-amarillento.

De 114 a 117 m, arcilla gris.

De 117 a 129 m, arcilla marrón.

De 129 a 132 m, arcilla marrón y microconglomerados color rojo-tinto.

De 132 a 138 m, arcilla marrón y yesos.

De 138 a 153 m, margas grises y rojas y yesos.

De 153 a 165 m, arcilla marrón.

De 165 a 177 m, arcilla rojiza.

De 177 a 180 m, caliza marrón.

De 180 a 192 m, arenas blanquecinas, muy finas, húmedas (posiblemente calcarenita muy triturada).

De 192 a 205 m, calcarenita blanca con algo de arcilla color rojo tinto.

## Otras actividades

Visita el emplazamiento el teniente alcalde de la localidad y nos pide el permiso de obras del Ayto., le comentamos que poseemos el permiso del propietario de la parcela, el concedido por la confederación para este proyecto y el de la demarcación de carreteras de Huesca, pero el de obras no, pues en ningún otro sondeo de los realizados hasta el momento hemos necesitado tal permiso.

Como hoy domingo no se encuentran en la localidad ni el alcalde ni el secretario, quedamos con el teniente alcalde en hablar con ellos mañana lunes en el Ayto para resolver la cuestión.

.23/07/07

## Estado de la perforación

A las 8:45 h se continúa perforando desde los 205 m del día anterior.



**Perforando a 222 m de profundidad**

El actual sondeo estaba previsto a unos 200-230 m de profundidad, suponiendo que las calizas del Santoniense Medio-Campaniense (objetivo hidrogeológico) apareciesen a 130 m de profundidad.

Al no aparecer las calizas objetivo hasta los 180 m, se decide en contacto con la dirección de obra continuar la perforación hasta 260-270 m para ganar espesor dentro del acuífero.

Cuando se llevaban perforados 236 m de profundidad, la maniobra queda aprisionada por el material caído (14:30 h).

Se intenta liberar el martillo pero se produce una avería en la maquina perforadora por lo que se detienen las labores de perforación a la espera de la reparación de la avería y de la liberación del martillo.

Tras la reparación de la avería, se consigue liberar el martillo tras varias horas (hasta las 22:30 h)

### **Columna litológica**

De 205 a 219 m, calcarenitas blancas con algo de arcillas color rojo tinto.

De 219 a 236 m, caliza blanquecina y algo de arcillas color rojo tinto.

### **Otras actividades**

Durante 4 horas, una máquina trabaja adecuando el emplazamiento y limpiándolo de la vegetación seca potencialmente incendiabile.

También, se limpia la zona colindante de la parcela vecina (habiendo consultado previamente al dueño de la misma), pues presenta una vegetación muy seca.



**Máquina adecuando y limpiando el emplazamiento**



**Talud que separa el emplazamiento de la parcela colindante (tras limpieza)**

**24/07/07**

**Estado de la perforación**

A las 8:30 h se intenta seguir perforando, pero durante la noche ha habido nuevos derrumbes (arcillas del Garum) que aprisionan el martillo.

Ante el riesgo de no poder extraer la maniobra, se decide en contacto con la dirección de obra, concluir la perforación en 236 m.

No se realizará testificación geofísica pues previsiblemente no podrá atravesar las obstrucciones provocadas por las arcillas, de manera que la entubación se realizará alternando tubería ciega y ciega ranurada para minimizar los posibles atranques.

El diseño previo de la entubación es el siguiente:

De 231 a 219 m, tubería ciega ranurada.

De 219 a 213 m, tubería ciega.

De 213 a 207 m, tubería ciega ranurada.

De 207 a 201 m, tubería ciega.

De 201 a 183 m, tubería ciega ranurada.

De 183 a 0 m, tubería ciega.

Total tubería ciega ranurada: 36 m.

Total tubería ciega: 195 m.

A partir de las 9:00 h, se comienza a extraer el varillaje, labor que concluye a las 11:45 h.

A continuación, se mide nivel: 88,9 m.

A las 12:15 h comienza la entubación.



**Tubería ciega ranurada**



**Colocando un tramo de tubería ciega ranurada para ser soldado al tramo anterior**



**Soldando dos tramos de tubería**



**Elevando un tramo de tubería ciega**

A las 20:30 h, concluye la jornada de trabajo con 203 m entubados.

**25/07/07**

**Estado de la perforación**

A las 8:30 h, se continúa con la entubación, consiguiéndose introducir 8 m más sin limpiar el sondeo.

Así, con 211 m entubados, se introduce la maniobra con el martillo de 165 mm de diámetro y se limpia el sondeo para evitar nuevos atranques.



**Limpiando con el martillo de 165 mm**

A las 14:00 h, con la maniobra apoyada en el fondo del sondeo, se prosigue con la entubación, consiguiéndose introducir los 231 m totales (aunque con dificultad).



**Detalle soldadura entre tuberías y cerrando orejetas**





**Limpieza 18:15 h**

A las 20:30 h, el agua continúa prácticamente igual de turbia que al comienzo, por lo que se decide dar una hora más de limpieza al sondeo.

A las 21:30 h, tras 7 horas, concluye la limpieza del sondeo con un agua que presenta una turbidez alta, color marrón-naranja, conductividad 2460  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y  $T^a$  19°C (el agua ha aclarado muy poco).



21:30 h. Fin limpieza

**26/07/07**

### **Estado de la perforación**

Entre las 8:00 y las 9:30 h, se extrae la maniobra, a continuación, se engravilla en cabeza de sondeo, se tapa provisionalmente con chapa metálica a la espera de la instalación del dado y la arqueta y por último, se mide nivel con sonda manual: 121,5 m.



**Sondeo tapado con chapa metálica provisionalmente**

### **Otras actividades**

Durante 1 hora, una pala trabaja para dejar el emplazamiento limpio de barro y ripio.

### **09/08/07**

Se mide nivel con sonda manual, situándose el nivel a 69,75 m.

### **10/08/07**

#### **Estado de la perforación**

En vista de la elevada conductividad del agua del sondeo (no se puede correlacionar con la del cercano sondeo de abastecimiento, la cual está entorno a los 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), de los niveles medidos y de la escasa penetración en el acuífero objetivo, la dirección de obra decide reperfurar por el interior de la tubería con el martillo de 165 mm de diámetro en principio, unos 60 m más (entorno a los 300 m de profundidad).

A las 12:00 h, se emplaza maquinaria en el emplazamiento.

Se introduce la maniobra con el martillo de 165 mm, comenzándose a perforar a las 16:00 h desde 236 m de profundidad.



**Emplazamiento en Tolva (reperforación)**

A los 242 m de profundidad, la conductividad del agua del sondeo es: 1942  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

El caudal estimado puede estar en torno a 0,5 l/s.



**Perforando a unos 250 m de profundidad**

A unos 260 m, el caudal aumenta, pasando aproximadamente a 1 l/s, y la conductividad continúa descendiendo, a los 260 m: 1129  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , a los 273 m: 617  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

D. Javier Ramajo (geólogo del IGME, Zaragoza) el cual visitó el emplazamiento (junto con D. Javier Lambán también geólogo del IGME, Zaragoza), nos indicó que, a partir de los 260 m, entrábamos en el acuífero objetivo (calizas blanco-crema, con miliólidos y algunos aporcelanamientos. Edad Santoniense) con un espesor aproximado de unos 60 m.

Se contacta con la dirección de obra y se decide continuar el sondeo hasta 320-330 m, siempre que no tengamos un cambio en la litología o aumento de la conductividad que nos indique la entrada en el Triásico.



**Perforando a 290 m de profundidad**

La jornada concluye a las 19:30 h, con 291 m perforados.

### **Columna litológica**

De 236 a 250 m, caliza arenosa amarillenta.

De 250 a 272 m, caliza blanco-crema, con miliólidos.

De 272 a 280 m, caliza grisácea.

De 280 a 291 m, caliza arenosa amarillenta bioclástica.

**11/08/07**

### **Estado de la perforación**

A las 8:30 h, se continúa perforando desde los 291 m del día anterior.

A los 300 m de profundidad, el caudal está entorno a los 3 l/s (ha aumentado respecto al día anterior).



**Perforando a 300 m de profundidad**

A los 309 m, se toma muestra de agua del sondeo: conductividad: 474  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y  $T^{\text{a}}$ : 19  $^{\circ}\text{C}$ .

El caudal continúa aumentando (unos 6-7 l/s) hasta los 320 m de profundidad momento en el que el martillo sufre sobrepresión y no puede seguir avanzando (11:00 h).

A los 320 m se toma nueva muestra de agua: conductividad: 673 S/cm y  $T^{\text{a}}$  15  $^{\circ}\text{C}$ .



**Caudal muy abundante a los 320 m de profundidad (unos 6-7 l/S)**

A continuación, se contacta con la dirección de obra y se decide dar por concluida la perforación, pues el objetivo hidrogeológico ha sido alcanzado.

También, se decide dar unas horas de limpieza al sondeo, pero inyectando el aire desde la parte entubada (para evitar socavamientos en la zona no entubada).

Así, a las 11:30 h, se comienza a extraer varillaje, para a las 12:00 h, comenzar a limpiar el sondeo.

Se toma muestra de agua al comenzar la limpieza: conductividad 674  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ,  $T^{\text{a}}$  15°C, turbidez media baja, color algo amarillento.



**Comienzo limpieza**

A las 13:00 h, el agua ya sale clara, posee una turbidez muy baja, una conductividad de 645  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y  $T^{\text{a}}$  15  $^{\circ}\text{C}$ .



**13:00 h, agua limpia**

A las 14:00 h, concluye la limpieza del sondeo. El agua sale clara, muy poco turbia, conductividad 622  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y  $T^{\text{a}}$  15  $^{\circ}\text{C}$ .



**Fin limpieza (agua clara)**

A continuación, se extrae la maniobra, se mide nivel con sonda manual: 50,8 m y se tapa el sondeo provisionalmente con chapa metálica a la espera de la instalación del dado y la arqueta.

### **Columna litológica**

Los materiales atravesados durante la jornada han sido los siguientes:

De 291 a 297 m, caliza arenosa amarillenta.

De 297 a 300 m, caliza compacta grisácea.

De 300 a 321 m, caliza arenosa amarillenta.

**14/08/07**

**Estado de la perforación**

A las 16:00 h, llega el equipo de testificación geofísica al emplazamiento.

Por problemas técnicos la testificación no comienza hasta las 17:00 h con la introducción de la sonda hidrogeológica.



**Testificación geofísica**

A continuación se introduce la sonda de desviación.

La testificación concluye a las 19:30 h.

La interpretación de las diagráfias se demorará unos días pues el geofísico habitual (D. José Luengo) no pudo asistir a la testificación (realizándola un operario).

Fdo: Luis Almansa Calzado



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

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE  
LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA  
CUENCA DEL EBRO. (2ª FASE)

---

# ANEJO 2

## INFORME GEOLÓGICO



MINISTERIO  
DE EDUCACION  
Y CIENCIA



Instituto Geológico  
y Minero de España

## **INFORME GEOLÓGICO**

**PIEZÓMETRO N° 3212-1-0051  
(P-09.304.006)**

**TOLVA (HUESCA)**

CORREO

zaragoza@igme.es

Fernando El Católico, 59 – 4º C  
50006-ZARAGOZA  
TEL. : 976 555153 – 976 555282  
FAX : 976 553358



## 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 Tolva (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 “Caracterización Litoestratigráfica de las Columnas Litológicas de los Sondeos de la Futura Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro” del IGME.

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 8 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. Hasta 236 metros de profundidad se perforó 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. Se entubó hasta 231 metros. Con posterioridad se continuó la perforación hasta 321 metros con el martillo de 165 mm, quedando finalmente este tramo sin entubar.

Presenta la siguiente disposición: De 0 a 183 m tubería ciega. De 183 a 201 m tubería ranurada. De 201 a 207 m tubería ciega. De 207 a 213 m tubería ranurada. De 213 a 219 m tubería ciega. De 219 a 231 m tubería ranurada.

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. Con estos datos y con los obtenidos del análisis de las diagráfias disponibles del estudio geofísico, fundamentalmente de las de Gamma natural y de las diversas resistividades, se ha realizado una representación grafica de la posible columna litológica de los materiales cortados en el sondeo. Estos datos se han contrastado con la literatura regional existente y la posición del 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 cuyo código de identificación es 3212-1-0051 (P-09.304.006) se localiza en el término municipal de Tolva (Huesca).

El piezómetro se sitúa en el polígono 6, parcela 71. En concreto se ubica en una explanada cercana a la carretera N-230, en el paraje denominado las Olsinetas.

El sondeo de abastecimiento y el petrolífero que ya existen en la parcela se encuentran en el otro extremo de la parcela, a unos 300 m de distancia.

Las coordenadas exactas del punto son:  $X= 794333$ ,  $Y= 4668767$ ,  $Z= 689$  m.s.n.m. (Fig.1).

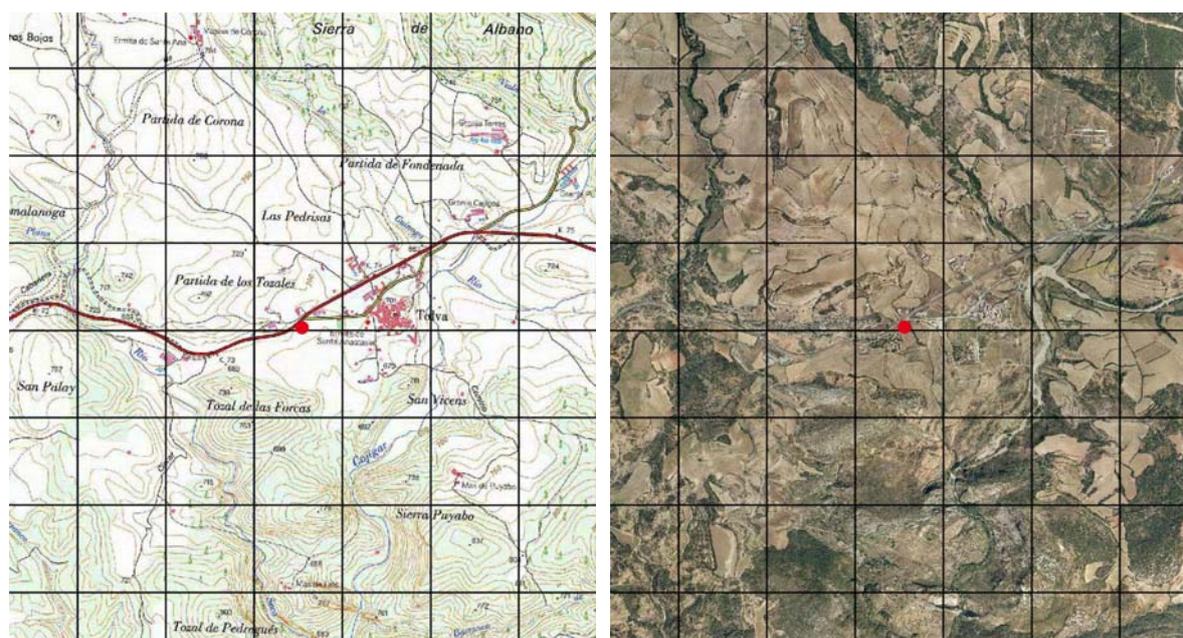


Fig. 1. Situación geográfica del sondeo y ortofoto (tomadas del Visor SIGPAC). Equidistancia de la cuadrícula, 500 metros.

## SITUACIÓN GEOLÓGICA

### *EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA*

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra aparentemente emboquillado en los materiales del Cuaternario de la Cartografía Magna. Esta unidad se corresponde con Cantos en matriz limoarenosa y arcillosa. Depósito aluvial-coluvial. No obstante parece que, deducido de la testificación, el sondeo se encuentra emboquillado en los

materiales del Garumn. Esto plantea una serie de implicaciones importantes por la incoherencia con los datos del MAGNA.

La zona queda enmarcada en el denominado Anticlinal de Tolva, en realidad una compleja estructura diapirizada por el Keuper y muy probablemente punto de inflexión entre el frente y la rampa occidental del manto del Montsec.

Concretamente el sondeo se dispone en el flanco N de una estructura anticlinal de dirección aproximada E-W, con valores de buzamiento que se pueden estimar en torno a unos 30° hacia el N.

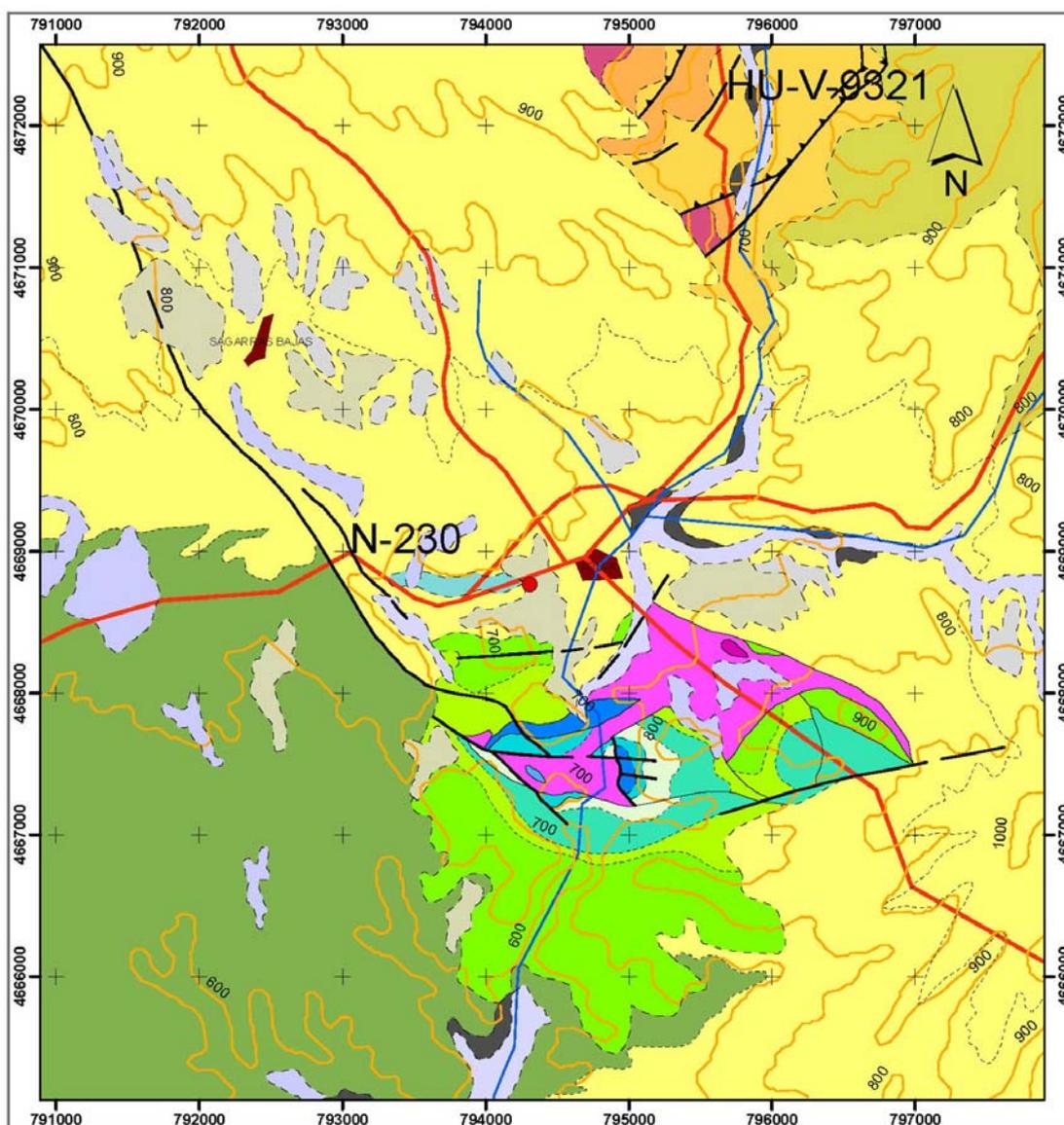


Fig.2. Situación geológica del sondeo. Tomado de cartografía MAGNA.



## FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS

El sondeo se encuentra emboquillado sobre materiales de naturaleza detrítica fina, característica de las Facies Garumn en esta zona. Estos materiales son los que el sondeo va a atravesar a lo largo de la primera parte del sondeo. La edad de esta unidad es difícil de estimar con precisión, pero se desarrolla entre el Maastrichtiense y el Paleoceno. Probablemente la edad de los materiales más superficiales sea Paleoceno, aunque esta estimación se realiza de modo tentativo, en función de su carácter más rojizo y naturaleza lutítica y limolítica (Ullastre y Masriera, 1998). Esta unidad se define formalmente como Fm. Tremp (Mey, 1968).

Las facies Garumn comentadas se cortan hasta el metro 177, a partir del cual se entra en una unidad más competente. El intervalo 177-232 presenta una naturaleza arenosa muy característica. Este tramo se puede considerar representativo del cambio lateral entre las Fcs. Garumn y la Fm. Arenisca de Arén, que se desarrolla con sus características más típicas más hacia el E, en la Sierra del Montsec. La edad de esta unidad es Campaniense superior-Maastrichtiense (Simó, 1985; Simó, 2004).

Desde el metro 232 hasta el metro 302 la sucesión está compuesta por calizas, con facies *packstone/grainstone* bioclásticos y otras micríticas, con areniscas y calcarenitas. Hacia la parte alta del tramo abundan las calcarenitas de textura equivalente a *packstone* con muy abundantes *Orbitoides*. Con estas características esta parte del sondeo se puede atribuir al Campaniense y a la unidad denominada Fm. de Terradets.

Desde el metro 302 hasta el final del sondeo, se corta una sucesión carbonatada, con calizas bioclásticas, con términos granosostenidos dominantes, con facies de *packstone*, a *grainstone* de miliólidos y otros foraminíferos aporcelanados, fragmentos de corales y gasterópodos. Este tramo del sondeo, se puede atribuir a la Fm. Bona, de edad Campaniense y posiblemente Santoniense terminal (Simó, 2004).

## COLUMNA LITOLÓGICA.

### TRAMO 1

0-35 m. Arcillas rojas, limolitas, areniscas y micro-conglomerados. Los micro-conglomerados aparecen en forma de pasadas en todo el tramo, pudiendo ser poligénicos o monogénicos. En general los cantos son de naturaleza carbonatada. Las areniscas suelen ser de grano fino, están bien clasificadas y son predominantemente líticas hacia la parte superior. En la parte inferior parecen más cuarzosas.



## **TRAMO 2**

35-48 m. Arcillas, limolitas, areniscas y margas ocreas. Las areniscas son de grano fino y aparecen hacia la base del tramo. No presentan muchos fragmentos líticos y si abundantes fragmentos de cuarzo.

## **TRAMO 3**

48-73 m. Arcillas rojas, margas grisáceas, limolitas y arenas rojas poco cementadas. Las arcillas y margas se concentran hacia la parte superior e inferior del tramo. En la parte central dominan las arenas de granos de cuarzo y fragmentos líticos, poco cementadas. Son ocasionalmente bioclásticas, con bivalvos miliólidos y otros bentónicos. El tamaño de grano es fino.

## **TRAMO 4**

73-84 m. Areniscas con escasas limolitas grises. Son de grano medio y están compuestas por abundantes fragmentos líticos carbonatados. Ocasionalmente son bioclásticas con abundantes miliólidos y fragmentos de bivalvos.

## **TRAMO 5**

84-177 m. Lutitas versicolores, ocreas-gris-rojas con limolitas de las mismas tonalidades hacia la parte alta del tramo. Hacia la parte central dominan las lutitas versicolores, algunas algo limosas, así como lutitas ocreas y margas grises. Hacia la parte basal, siguen apareciendo algunas margas grises y lutitas ocreas, si bien en general dominan las lutitas y limolitas de colores rojizos.

## **TRAMO 6**

177-206 m. Areniscas y arenas blancas y rojizas con alguna caliza gris a techo. Las calizas son de textura *mudstone*, con puntuales extraclastos y aspecto bandeado. Presentan interestratos y finas intercalaciones margosas. Las arenas y areniscas son en general de grano fino hacia la parte alta del tramo y progresivamente más groseras hacia la base. Conforme aumenta el tamaño de grano hay una peor clasificación y peor redondeamiento.

Entre 180 y 190 m, se obtienen la muestra algo humedecida, pero sin aporte notorio.



### **TRAMO 7**

206-218 m. Lutitas y margas ocreas con decoloraciones ocasionales a tonos grisáceos, así como ocasionales areniscas blancas de grano fino a grueso.

### **TRAMO 8**

218-232 m. Areniscas grises de grano medio a grueso, con algunas lutitas rojas y margas grises. Las areniscas están mal clasificadas, con abundantes granos de cuarzo así como carbonatados. Puntualmente aparecen algunas pasadas de calizas *packstone* a *grainstone* peloidal a intraclástico, bien redondeado pero mal clasificado.

### **TRAMO 9**

232-266 m. Calizas blancas, amarillentas y rojizas. Las calizas de la parte alta del tramo presentan texturas *packstone* a *grainstone* peloidal muy fino, muy bien redondeado y clasificado. Presentan escasos bioclastos. Estas gradan hacia abajo a término de *mudstone* y *wackestone* de bivalvos. Presenta recristalizaciones, y localmente abundantes vetas de calcita.

A los 242 metros, el caudal se estima en unos 0,5 l/s. A unos 260 m, el caudal aumenta, pasando aproximadamente a 1 l/s.

### **TRAMO 10**

266-302 m. Calizas grises, amarillentas a techo con areniscas y calcarenitas. Las areniscas y calcarenitas se concentran hacia la parte media del tramo. Las calizas presentan textura *packstone/grainstone* peloidal a intraclástico y ocasionalmente extraclástico. Aparecen escasos bioclastos entre los que destacan algunos foraminíferos bentónicos y bivalvos. Las que se encuentran hacia la base del tramo presentan texturas más fangosas, de *mudstone* a *wackestone*. Las areniscas son de grano medio a grueso con abundantes granos de naturaleza carbonatada. Hacia la parte alta del tramo abundan las calcarenitas de textura equivalente *packstone* con muy abundantes *Orbitoides*.

A los 300 m de profundidad, el caudal está en torno a los 3 l/s.



## TRAMO 11

302-321 m. Calizas blancas a algo amarillentas. Presentan texturas de *grainstone* a *packstone* con bioclastos, entre los que destacan miliólidos y otros foraminíferos aporcelanados, fragmentos de corales y gasterópodos. Aparecen abundantes vetas de calcita, sobre todo a la parte inferior, donde más recristalizado se encuentra el tramo.

El caudal continúa aumentando (unos 6-7 l/s) hasta los 320 m de profundidad momento en el que el martillo sufre sobrepresión y no puede seguir avanzando

## REFERENCIAS

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

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) HOJA 1:50.000 (289): BENABARRE (INÉDITO)

MEY, P.H.W. (1968): THE GEOLOGY OF THE UPPER RIBAGORZANA AND BALIERA VALLEYS, CENTRAL PYRENEES, SPAIN, LEIDSE GEOL. MED., 41, PP. 153-220.

SIMO, A. (1985): SECUENCIAS DEPOSICIONALES DEL CRETÁCICO SUPERIOR DE LA UNIDAD DEL MONTSEC (PIRINEO CENTRAL). TESIS DOCTORAL. UNIVERSIDAD DE BARCELONA. 326 PP.

SIMO, A. (2004): EL CRETÁCICO SUPERIOR DE LA UNIDAD SURPIRENAICA CENTRAL. EN: GEOLOGÍA DE ESPAÑA. 296-298 ED: J.A. VERA.

ULLASTRE, J.; MASRIERA, A. (1998): NUEVAS APORTACIONES AL CONOCIMIENTO ESTRATIGRÁFICO DEL PALEOCENO CONTINENTAL DEL PIRINEO CATALÁN (ESPAÑA), TREBALLS DEL MUSEU DE GEOLOGIA DE BARCELONA, VOL 7; 95-128.

CÓDIGO IPA: 3212-1-0051  
CÓDIGO MMA: 09.304.006

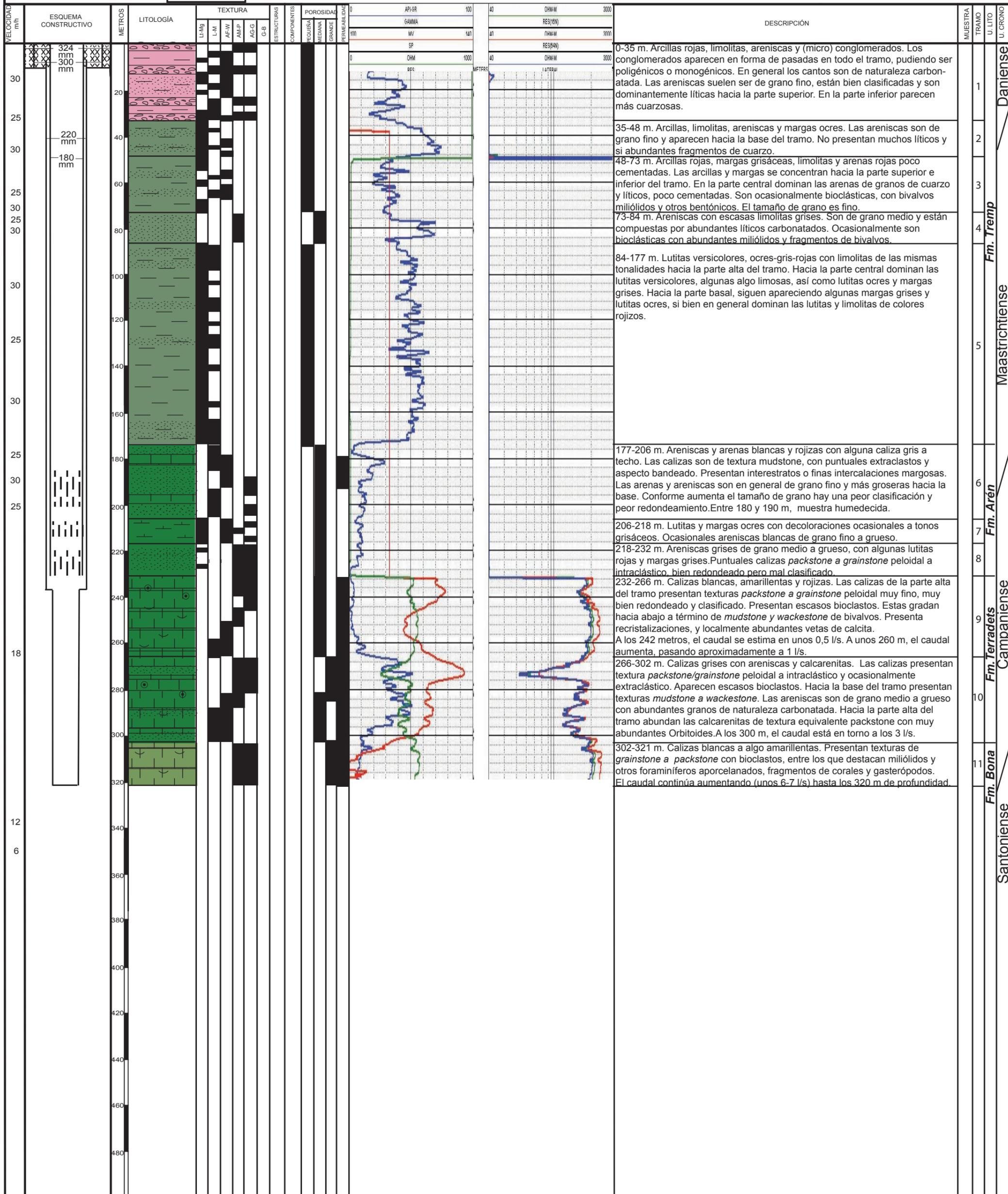
MUNICIPIO: TOLVA  
PROVINCIA: HUESCA  
PARAJE: Carretera Tolva A Benabarre

HOJA Nº 3212

FECHA INICIO: 22/07/2007  
FECHA FINAL: 11/08/2007  
AUTOR FICHA: Javier F. Ibas Lloréns

COORDENADAS UTM  
794333  
4668767  
689

PRECISIÓN (X,Y)  
PRECISIÓN Z: GPS





GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE  
LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA  
CUENCA DEL EBRO. (2ª FASE)

---

# ANEJO 3

## GEOFÍSICA

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

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE  
SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS  
DE LA CUENCA DEL EBRO (2ª fase)

---

## TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DE SONDEOS

---

**Sondeo: TOLVA**



**COMPAÑÍA GENERAL DE SONDEOS, S.A.**

*C/ Anabel Segura N° 11, Edificio A, Planta 4ª, Oficina B*

*28108 Alcobendas, Madrid*

*Tf: 914902410 Fax: 916624296*

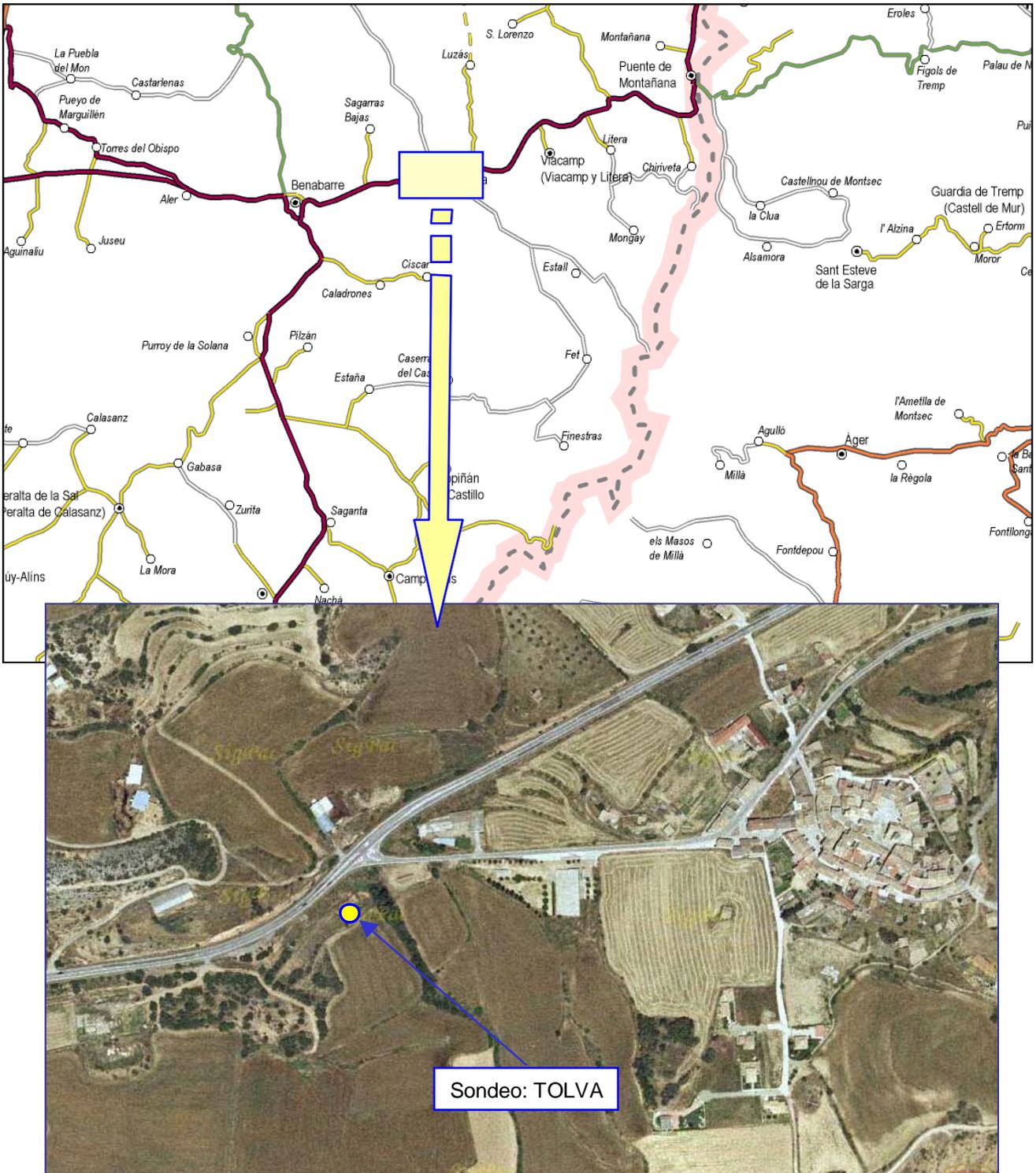
*E-mail: [cgs@cgsondeos.com](mailto:cgs@cgsondeos.com)*

AGOSTO DE 2007



TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO **"TOLVA"** EN EL TÉRMINO  
MUNICIPAL DE TOLVA (HUESCA)

AGOSTO DE 2007



*Situación geográfica del sondeo: **TOLVA***



DATOS DEL SONDEO: **TOLVA**

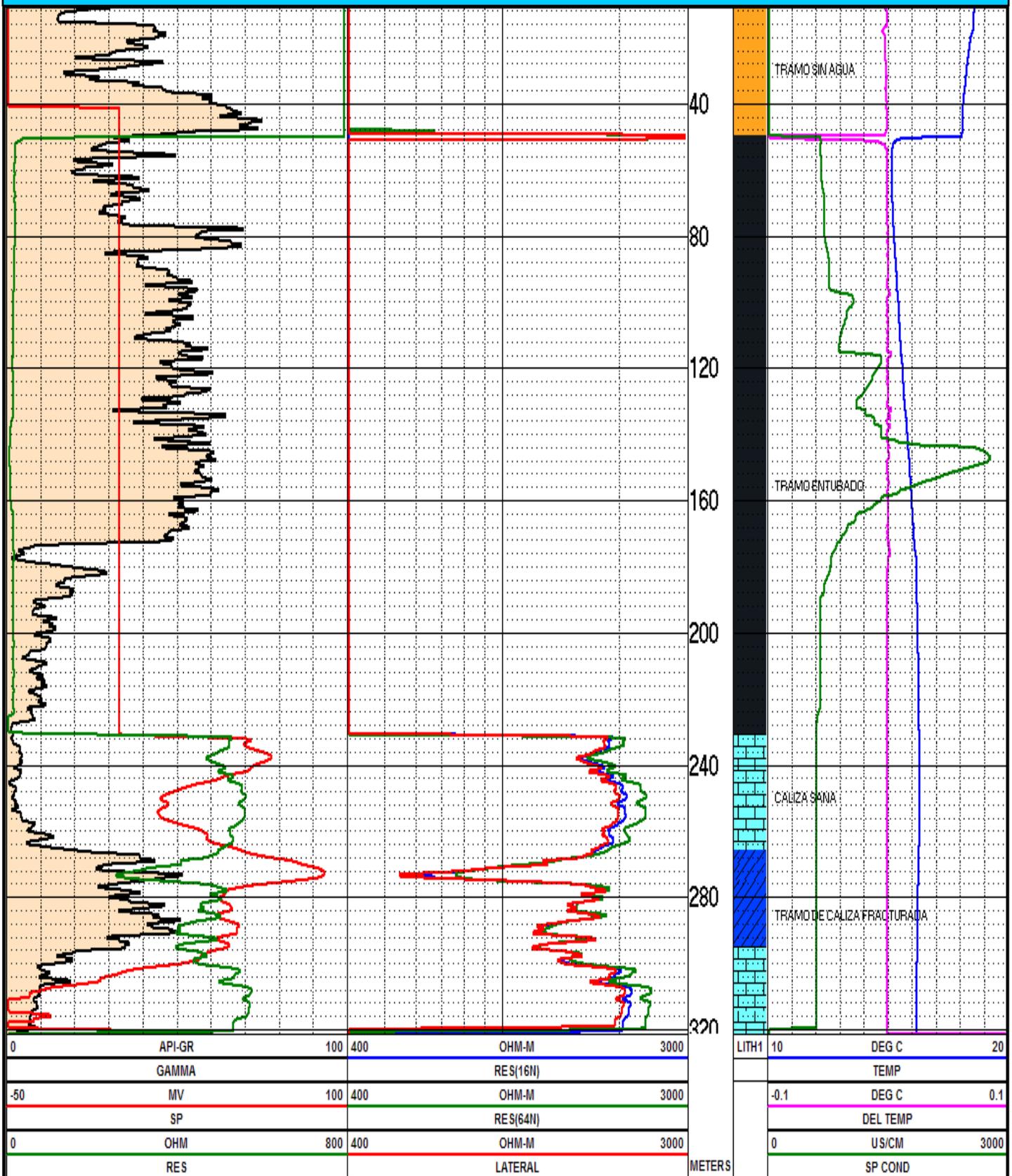
COORDENADAS DEL SONDEO:	X	0298276
	Y	4665512
	Z	689
PROVINCIA:	HUESCA	
MUNICIPIO:	TOLVA	
PROFUNDIDAD DEL SONDEO:	320 mts.	
PROFUNDIDAD TESTIFICADA:	320 mts.	
ENTUBADO:	De 0 a 231 mts.	
TIPO DE TUBERÍA:	Metálica	
DIÁMETRO DE ENTUBACIÓN:	180 mm.	
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN:	220 mm.	
NIVEL FREÁTICO (durante la testificación):	50 m.	
MODALIDAD DE PERFORACIÓN:	Rotopercusión	
TESTIFICADO CON LAS SONDAS:	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:	14-08-2007	

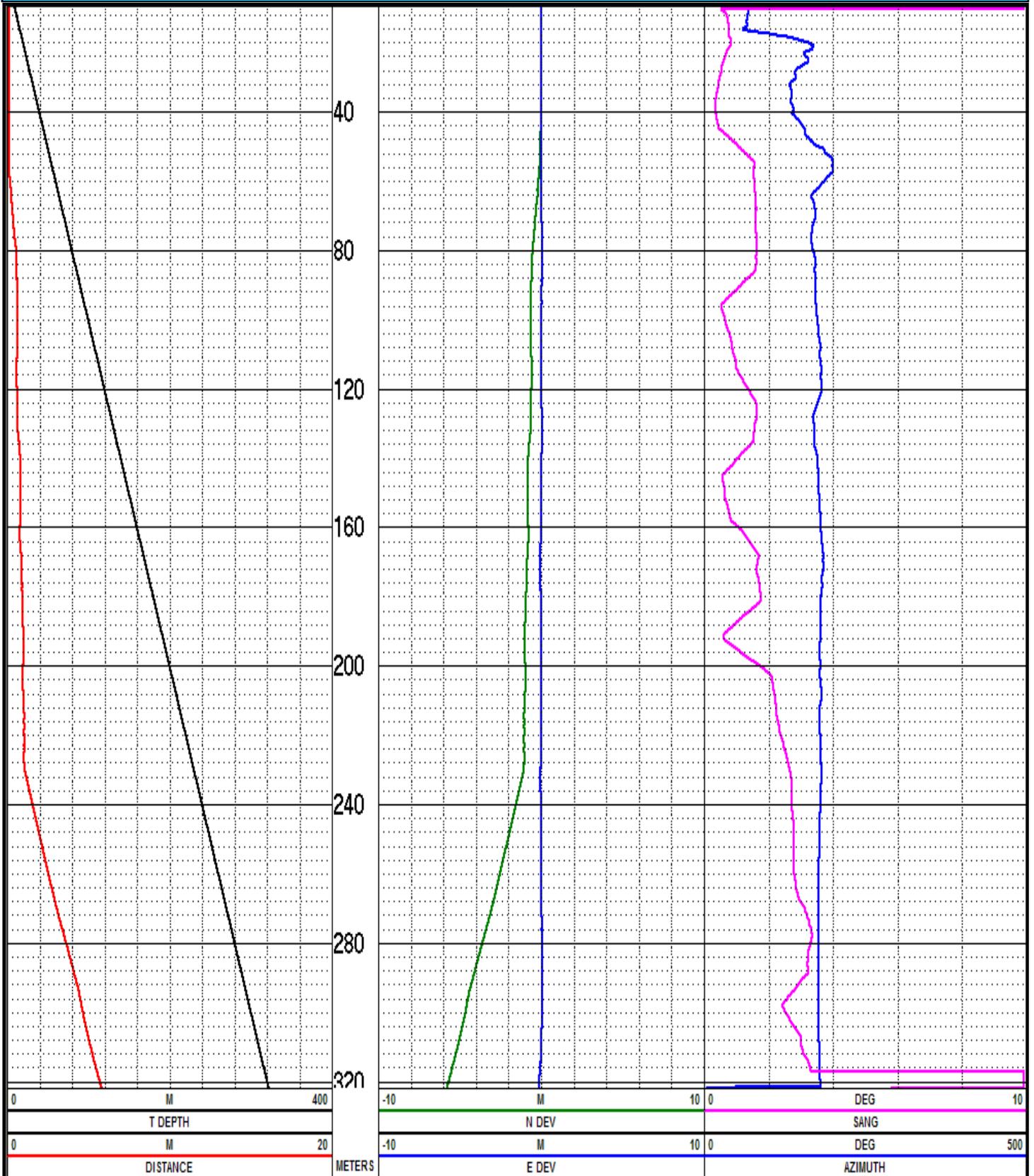
**DIAGRAFÍA HIDROGEOLÓGICA**

Fecha: 14-08-2007

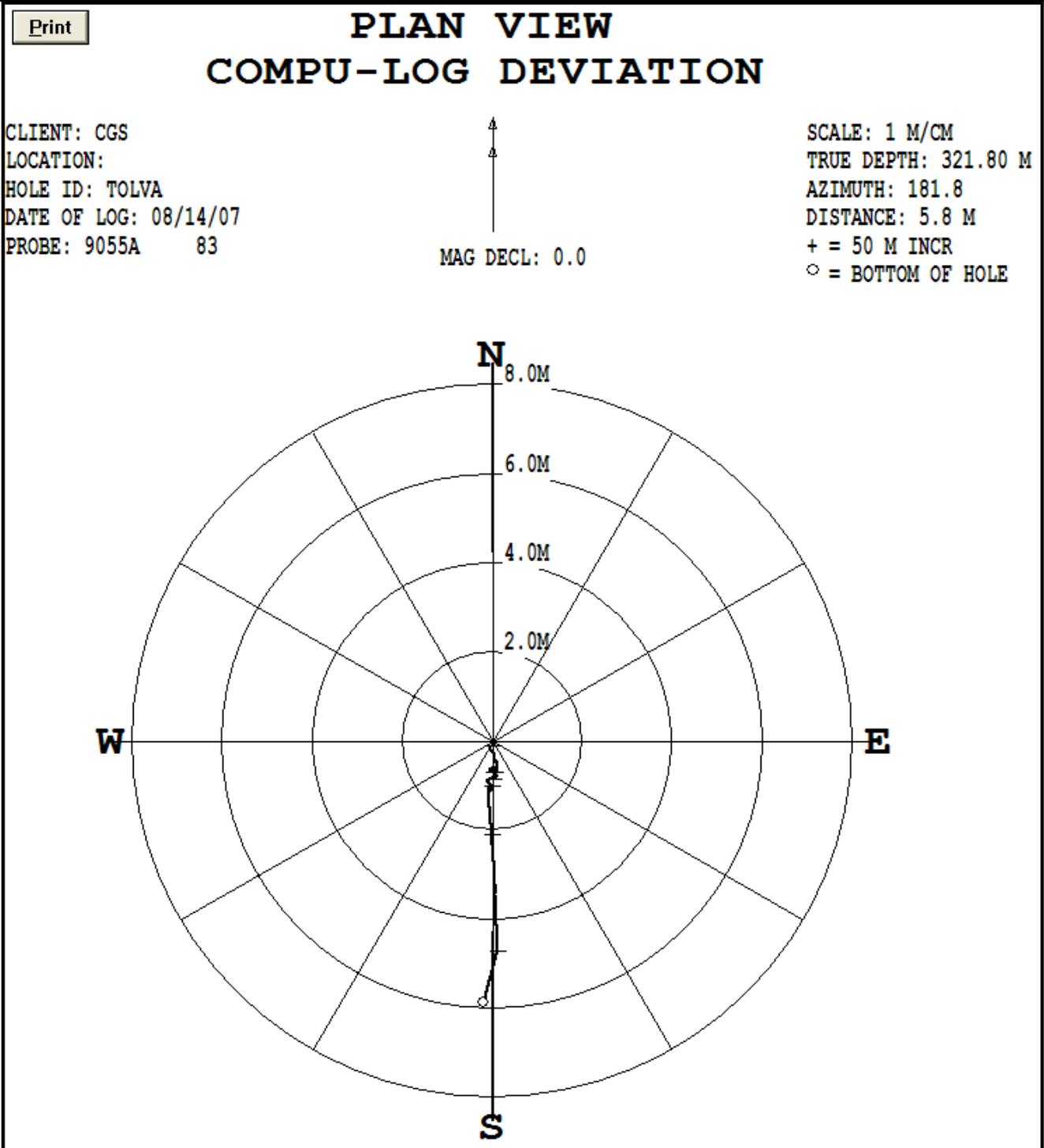
Registrado por: **R. Goicoechea**

Equipo: **CENTURY SYSTEM VI**





 MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE C.H.EBRO	Sondeo: <b>TOLVA</b>		
<b>GRÁFICA DE DESVIACIÓN</b>	Fecha: 14-08-2007	Registrado por: <b>R. Goicoechea</b>	Equipo: <b>CENTURY SYSTEM VI</b>



LISTADO DE VALORES DE DESVIACIÓN DEL SONDEO: **TOLVA**

PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
6	6.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
8	8.00	0.00	0.01	0.00	94	0.70
10	10.00	0.01	0.02	0.00	70	1.00
12	12.00	0.01	0.03	0.00	68	0.70
14	14.00	0.01	0.03	0.00	68	0.10
16	16.00	0.01	0.02	0.00	57	1.20
18	18.00	-0.01	0.01	0.00	125	0.80
20	20.00	-0.02	0.01	0.00	162	1.00
22	22.00	-0.03	0.00	0.00	172	0.70
24	24.00	-0.03	0.01	0.00	159	0.70
26	26.00	-0.04	0.02	0.00	159	0.50
28	28.00	-0.03	0.02	0.00	142	0.60
30	30.00	-0.03	0.03	0.00	142	0.70
32	32.00	-0.03	0.03	0.00	134	0.60
34	34.00	-0.04	0.04	0.10	137	0.40
36	36.00	-0.04	0.04	0.10	137	0.40
38	38.00	-0.04	0.04	0.10	137	0.40
40	40.00	-0.04	0.04	0.10	139	0.20
42	42.00	-0.05	0.03	0.10	145	0.50
44	44.00	-0.05	0.03	0.10	155	0.40
46	46.00	-0.07	0.03	0.10	158	0.70
48	48.00	-0.08	0.02	0.10	165	0.60
50	50.00	-0.10	0.00	0.10	178	1.50
52	52.00	-0.10	-0.01	0.10	188	1.70
54	54.00	-0.10	-0.04	0.10	201	1.60
56	55.99	-0.13	-0.05	0.10	201	1.50
58	57.99	-0.17	-0.05	0.20	197	1.70
60	59.99	-0.21	-0.03	0.20	188	1.50
62	61.99	-0.25	0.01	0.30	178	1.60
64	63.99	-0.25	0.05	0.30	169	1.90
66	65.99	-0.31	0.05	0.30	171	1.50
68	67.99	-0.34	0.04	0.30	173	1.70
70	69.99	-0.39	0.04	0.40	175	1.60
72	71.99	-0.41	0.06	0.40	171	1.60
74	73.99	-0.44	0.08	0.40	170	1.50
76	75.99	-0.47	0.11	0.50	167	1.60
78	77.99	-0.53	0.11	0.50	169	1.70
80	79.98	-0.56	0.09	0.60	171	1.50
82	81.98	-0.60	0.07	0.60	174	1.70
84	83.98	-0.61	0.06	0.60	174	1.60
86	85.98	-0.59	0.08	0.60	173	1.60
88	87.98	-0.63	0.06	0.60	174	1.80
90	89.98	-0.64	0.06	0.60	174	1.60
92	91.98	-0.65	0.06	0.70	175	0.60
94	93.98	-0.67	0.06	0.70	175	0.50
96	95.98	-0.68	0.06	0.70	175	0.50
98	97.98	-0.68	0.04	0.70	176	0.50
100	99.98	-0.69	0.03	0.70	177	0.60



PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
102	101.98	-0.68	0.02	0.70	179	0.80
104	103.98	-0.65	0.01	0.70	179	1.00
106	105.98	-0.65	0.00	0.70	180	0.90
108	107.98	-0.66	-0.03	0.70	182	0.90
110	109.98	-0.64	-0.01	0.60	181	1.00
112	111.98	-0.63	-0.02	0.60	182	0.90
114	113.98	-0.62	-0.04	0.60	183	1.10
116	115.98	-0.61	-0.03	0.60	183	1.00
118	117.98	-0.61	-0.04	0.60	184	0.60
120	119.98	-0.64	-0.04	0.60	184	1.50
122	121.98	-0.66	-0.02	0.70	182	1.60
124	123.98	-0.66	0.04	0.70	177	1.90
126	125.97	-0.63	0.07	0.60	174	1.70
128	127.97	-0.64	0.11	0.60	170	1.40
130	129.97	-0.64	0.09	0.60	172	1.60
132	131.97	-0.68	0.08	0.70	173	1.50
134	133.97	-0.73	0.09	0.70	173	1.50
136	135.97	-0.78	0.10	0.80	172	1.60
138	137.97	-0.81	0.07	0.80	175	1.60
140	139.97	-0.83	0.04	0.80	178	0.90
142	141.97	-0.84	0.03	0.80	178	0.50
144	143.97	-0.84	0.02	0.80	179	0.70
146	145.97	-0.83	0.01	0.80	179	0.70
148	147.97	-0.84	0.01	0.80	179	0.60
150	149.97	-0.84	0.01	0.80	180	0.80
152	151.97	-0.84	-0.01	0.80	181	0.70
154	153.97	-0.83	-0.02	0.80	181	0.70
156	155.97	-0.83	-0.02	0.80	182	0.80
158	157.97	-0.83	-0.02	0.80	182	0.90
160	159.97	-0.81	-0.03	0.80	182	0.90
162	161.97	-0.82	-0.05	0.80	183	0.80
164	163.97	-0.82	-0.06	0.80	184	1.80
166	165.97	-0.87	-0.07	0.90	185	1.80
168	167.96	-0.88	-0.10	0.90	186	1.70
170	169.96	-0.90	-0.10	0.90	187	1.60
172	171.96	-0.91	-0.11	0.90	187	1.60
174	173.96	-0.93	-0.07	0.90	185	1.50
176	175.96	-0.94	-0.08	0.90	185	1.70
178	177.96	-0.94	-0.08	0.90	185	1.90
180	179.96	-0.97	-0.05	1.00	183	1.90
182	181.96	-0.98	-0.04	1.00	182	1.80
184	183.96	-1.00	-0.04	1.00	183	1.90
186	185.96	-1.00	-0.03	1.00	182	1.70
188	187.96	-1.01	-0.03	1.00	182	0.60
190	189.96	-1.02	-0.03	1.00	182	0.60
192	191.96	-1.03	-0.03	1.00	182	0.50
194	193.96	-1.03	-0.03	1.00	181	0.50
196	195.96	-1.02	-0.02	1.00	181	1.00
198	197.96	-1.03	-0.02	1.00	181	2.00
200	199.95	-0.99	-0.02	1.00	181	2.00



PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
202	201.95	-1.00	0.00	1.00	180	2.10
204	203.95	-1.00	-0.03	1.00	182	2.20
206	205.95	-1.01	-0.05	1.00	183	2.10
208	207.95	-1.03	-0.06	1.00	184	2.40
210	209.95	-1.03	-0.06	1.00	183	2.10
212	211.95	-1.05	-0.01	1.00	181	2.40
214	213.94	-1.08	-0.02	1.10	181	2.10
216	215.94	-1.06	-0.01	1.10	181	2.40
218	217.94	-1.08	-0.03	1.10	182	2.30
220	219.94	-1.08	-0.03	1.10	182	2.40
222	221.94	-1.09	-0.02	1.10	181	2.50
224	223.93	-1.08	-0.06	1.10	183	2.50
226	225.93	-1.03	-0.05	1.00	183	2.80
228	227.93	-1.08	-0.04	1.10	182	2.80
230	229.93	-1.12	-0.08	1.10	184	2.70
232	231.93	-1.21	-0.08	1.20	184	2.70
234	233.92	-1.31	-0.07	1.30	183	2.70
236	235.92	-1.40	-0.06	1.40	183	2.80
238	237.92	-1.50	-0.06	1.50	182	2.80
240	239.92	-1.59	-0.05	1.60	182	2.70
242	241.91	-1.69	-0.04	1.70	182	2.70
244	243.91	-1.79	-0.04	1.80	181	3.00
246	245.91	-1.88	-0.03	1.90	181	2.90
248	247.91	-1.98	-0.02	2.00	181	2.70
250	249.90	-2.08	-0.02	2.10	180	2.60
252	251.90	-2.18	-0.01	2.20	180	2.80
254	253.90	-2.28	0.00	2.30	180	3.00
256	255.90	-2.37	0.01	2.40	180	2.90
258	257.90	-2.47	0.01	2.50	180	2.70
260	259.89	-2.57	0.02	2.60	180	2.60
262	261.89	-2.67	0.03	2.70	179	2.70
264	263.89	-2.77	0.04	2.80	179	3.00
266	265.89	-2.87	0.05	2.90	179	3.00
268	267.88	-2.97	0.05	3.00	179	2.60
270	269.88	-3.08	0.05	3.10	179	2.90
272	271.88	-3.18	0.06	3.20	179	3.30
274	273.87	-3.30	0.07	3.30	179	3.90
276	275.87	-3.42	0.06	3.40	179	3.40
278	277.87	-3.54	0.07	3.50	179	3.30
280	279.86	-3.65	0.08	3.70	179	3.60
282	281.86	-3.77	0.08	3.80	179	2.90
284	283.86	-3.88	0.09	3.90	179	3.40
286	285.85	-3.99	0.09	4.00	179	3.00
288	287.85	-4.10	0.09	4.10	179	3.20
290	289.85	-4.22	0.10	4.20	179	3.50
292	291.84	-4.33	0.10	4.30	179	3.50
294	293.84	-4.44	0.11	4.40	179	2.50
296	295.84	-4.52	0.11	4.50	179	2.40
298	297.84	-4.60	0.11	4.60	179	2.20
300	299.84	-4.68	0.10	4.70	179	2.20

PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
302	301.83	-4.76	0.09	4.80	179	2.60
304	303.83	-4.87	0.06	4.90	179	3.50
306	305.83	-4.97	0.04	5.00	180	3.10
308	307.83	-5.06	0.01	5.10	180	2.70
310	309.82	-5.17	-0.01	5.20	180	3.20
312	311.82	-5.27	-0.04	5.30	180	3.00
314	313.82	-5.38	-0.07	5.40	181	3.10
316	315.81	-5.48	-0.10	5.50	181	3.20
318	317.81	-5.60	-0.13	5.60	181	3.50
320	319.81	-5.72	-0.16	5.70	182	3.50
322	321.60	-5.82	-0.18	5.80	182	3.50
322	321.60	-5.82	-0.18	5.80	182	3.50

## **RESULTADOS OBTENIDOS**

### LITOLOGÍA

El sondeo se ha perforado en una formación de calizas.

### NIVEL FREÁTICO

El nivel freático del sondeo en el momento de efectuar la testificación se encontraba a los 50 metros.

### 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	OBSERVACIONES
Tramo de 266 m. a 295 m.	29 m.	Zona de fracturación

## 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, a los 322 metros de profundidad, ha sido de 5,80 metros.
- El Acimut mantiene una media aproximada a lo largo de todo el sondeo de 180°.
- El sondeo sufre variaciones en la inclinación a lo largo de todo el sondeo con valores que oscilan entre los 0,4° y los 3,50°.



Fdo: José Luengo  
Geofísico

COMPAÑÍA GENERAL DE SONDEOS, S.A.  
Alcobendas, 14 de agosto de 2007



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE  
LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA  
CUENCA DEL EBRO. (2ª FASE)

---

# ANEJO 4

## INFORME DE ENTUBACIÓN

### **Informe de entubación**

Realizado el diseño de la entubación a partir de la columna levantada durante la perforación del sondeo y los aportes observados, se realiza la operación de entubado entre las 12:15 h del 24/07/07 y las 14:00 del 25/07/07 cuyo resultado se recoge en las siguientes tablas.



**Detalle orejetas abiertas**



### Diseño entubación sondeo Tolva

REVESTIMIENTO				
TRAMO (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-8	300	5	Acero	Ciega
0-183	180	4	Acero	ciega
183-201	180	4	Acero	ranurada
201-207	180	4	Acero	Ciega
207-213	180	4	Acero	ranurada
213-219	180	4	Acero	Ciega
219-231	180	4	Acero	ranurada

Modelo Tubería: chapa acero al carbono S 235 JR (ST37.2)

Soldadura practicada por sistema MIG automatizado con hilo y Argón.

INCIDENCIAS
<p>A las 8:30 del 25/07/07, cuando se llevaban introducidos 211 m de tubería se detecta un derrumbe parcial en la perforación (producido por las arcillas de la Fm. Garum), no pudiendo continuar con la entubación, por lo que se opta por introducir por el interior de la tubería de 180 mm de diámetro la maniobra con el martillo de 165 mm de diámetro para limpiar el material acumulado en el fondo de la perforación.</p> <p>El entubado concluyó a las 14:00 del 25/07/07 con los 231 m de tubería colocados,.</p>

Fdo: Luis Almansa Calzado (Geólogo).

# ANEJO 5

## ENSAYO DE BOMBEO

<b>INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO, (2ª FASE)</b>		
<b>ENSAYO DE BOMBEO</b>		
<b>FECHA:</b> 19-20/09/07		<b>Nº pág:</b>
<b>Nº SONDEO:</b>	<b>POBLACIÓN:</b> Tolva	<b>PROFUNDIDAD:</b> 321 m
<b>HORAS DE BOMBEO:</b> 23 Horas	<b>HORAS DE RECUPERACIÓN:</b> 4 h en total (2 horas con el equipo de impulsión introducido y 2 h con sonda manual)	

#### **Ensayo de bombeo del sondeo de "Els olsinettes" en Tolva (3212-1-0051)**

Antes de montar el equipo, Contratista (CGS) y Asistencia Técnica (Eptisa), visitan el sondeo de abastecimiento de Tolva en compañía del Alguacil y el Alcalde de la localidad.

Se les pide encarecidamente y siempre que no se provoque ninguna molestia al pueblo, que quiten el automatismo de bombeo al depósito municipal durante un par de días para no provocar una alteración en la toma de datos del ensayo de bombeo que realizaremos. Comentándonos a los cual, que el depósito se encuentra a una capacidad de prácticamente el 90 % por lo que tienen agua suficiente para quitar el automatismo durante 2 días sin ningún problema.

Se intentó medir el nivel en el pozo de abastecimiento con la intención de llevar un control durante la realización del ensayo, pero resultó imposible introducir la sonda manual pues ésta se quedaba cogida en el interior del sondeo.

Así, el 19 de septiembre de 2007, antes de montar el equipo de bombeo se mide nivel con sonda manual, situándose éste en 51,80 m.

El ensayo de bombeo comienza el 19 de septiembre de 2007 a las 18:20 h. Lo realiza la empresa Boins, S.L. de Hellín (Albacete), con un equipo formado por grupo FIAT ALFO 250KVA 400CV, alternador Mecc Alte, tubería de impulsión con diámetro interior de 70 mm, bomba de aspiración marca Grundfos, modelo Sp 45-31 de 50 CV de potencia con 31 rodetes de impulsión.

El nivel estático inicial medido con la sonda de impulsión dentro, estaba a 51,75 m y la profundidad de la bomba de aspiración 204 m.

El agua bombeada es extraída directamente a un pequeño cauce aledaño.

Se realizaron cinco escalones según la tabla adjunta:

	<b>Duración (minutos)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>	<b>Descenso (m)</b>
<b>Escalón 1</b>	120	1	2
<b>Escalón 2</b>	90	3	18,41
<b>Escalón 3</b>	60	4	27,10
<b>Escalón 4</b>	630	6	53,54
<b>Escalón 5</b>	480	8	89,28

Dado el caudal estimado durante la perforación, se inicia el primer escalón con 1 l/s.

A los 120 minutos de bombeo, con 2 m de descenso, y estabilizado el nivel, se decide aumentar el caudal hasta los 3 l/s.

El segundo de los escalones, se mantuvo durante 90 minutos, con 18,41 m de descenso acumulado, y estabilizado el nivel, se decide aumentar el caudal a 4 l/s.

Este tercer escalón, se mantuvo durante 60 minutos, con 27,10 m de descenso acumulado, y estabilizado el nivel, se decide aumentar el caudal a 6 l/s.

El cuarto escalón, se mantuvo durante 10,5 horas, con 53,54 m de descenso acumulado, y estabilizado el nivel, se decide aumentar el caudal a 8 l/s.

El quinto y último escalón, se mantuvo durante 8 horas, con 89,28 m de descenso acumulado, quedando estabilizado el nivel durante las últimas 5 horas de bombeo a 141,03 m de profundidad.

Se decidió no aumentar a un caudal superior a 8 l/s, pues es muy probable que la bomba no sea capaz de mantener más de 8 l/s por debajo de los 150-160 m de profundidad.

El agua únicamente no salió clara durante el primer escalón.

Se mide conductividad, pH y T<sup>a</sup> a lo largo del ensayo, obteniéndose los siguientes resultados:

Caudal (l/s)	Tiempo acumulado (min)	pH	Conductividad (μS/cm)	T <sup>a</sup> (°C)
1	5	7,6	2900	15,7
1	10	7,25	870	15,6
3	130	7,30	727	16,1
4	217	7,27	700	15,3
6	810	7,26	677	15,0
8	847	7,30	706	15,5
8	1370	7,34	691	17,5

Después del bombeo, se mide recuperación durante dos horas con el equipo de impulsión introducido, obteniéndose un ascenso de 90,70 m (el nivel queda por tanto a 52,31 m de profundidad).

A continuación, a las 20:40 h, tras extraer el equipo de impulsión, se mide nivel con sonda manual:

Hora	Tiempo recuperación (min)	Profundidad del agua (m)
20:40	200	52,21
21:20	240	52,21

A la mañana siguiente se hará una nueva medida de nivel para así obtener un dato más de la recuperación.



**Uniendo tuberías con el taladro**



**Introduciendo tuberías y cableado**



Vista del emplazamiento durante la introducción de la tubería



Agua turbia blanquecina al comenzar el aforo (primer escalón 1 l/s)



**Agua turbia marrón a los 10 minutos de bombeo**



**Segundo escalón (agua clara, 3 l/s)**



**Tercer escalón (agua clara, 4 l/s)**



**Cuarto escalón (agua clara, 6 l/s)**



Quinto escalón (agua clara, 8 l/s)



Equipo montado en el sondeo de abastecimiento a la localidad de Tolva



**Sondeo abastecimiento Tolva**

Fdo: Luis Almansa Calzado.

**ENSAYO DE BOMBEO**

Localidad	Tolva	
Nº Registro IPA	3212-1-0051	
Profundidad Sondeo	321 m	
Coordenadas UTM	<u>Pozo</u>	<u>Piezómetro</u>
X	298275	298045
Y	4665512	4665388
Z	687	708

Fecha Ensayo	18-19 de septiembre de 2007
Nivel estático inicial	51,75
Profund. Aspiración	204 m
Bomba	Grundfos modelo SP-45-31
Grupo	FIAT ALFO 250KVA 400CV
Alternador	MECC ALTE

Piezómetro (nº IPA)

Profundidad	215 m
Distancia	261 m
Dirección (norte)	242 °E

**Régimen de bombeo**

Escalón	Caudal (l/s)	Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Parcial	Total
1	1	120	120	2,00	2,00
2	3	210	90	16,41	18,41
3	4	270	60	8,69	27,10
4	6	900	630	26,44	53,54
5	8	1380	480	35,74	89,28

**Síntesis litológica**

De 0 a 7 m, arcillas, arenas y gravas.  
 De 7 a 14 m, caliza gris, microconglomerados y arcilla marrón.  
 De 14 a 15 m, arcilla marrón.  
 De 15 a 18 m, microconglomerados color rojo tinto.  
 De 18 a 32 m, arcilla marrón.  
 De 30 a 32 m, calizas y margocalizas grises.  
 De 32 a 34 m, caliza blanca bioclástica.  
 De 34 a 37 m, arcilla marrón.  
 De 37 a 42 m, arcilla gris claro.  
 De 42 a 55 m, arcilla marrón.  
 De 55 a 70 m, alternancia de arcilla marrón y microconglomerado color tinto.  
 De 70 a 73 m, arcilla gris.  
 De 73 a 79 m, microconglomerado rojo-tinto.  
 De 79 a 81 m, margas grises.  
 De 81 a 111 m, arcilla marrón.  
 De 111 a 114 m, limo marrón-amarillento.  
 De 114 a 117 m, arcilla gris.  
 De 117 a 129 m, arcilla marrón.  
 De 129 a 132 m, arcilla marrón y microconglomerados color rojo-tinto.  
 De 132 a 138 m, arcilla marrón y yesos.  
 De 138 a 153 m, margas grises y rojas y yesos.  
 De 153 a 165 m, arcilla marrón.  
 De 165 a 177 m, arcilla rojiza.  
 De 177 a 180 m, caliza marrón.  
 De 180 a 192 m, arenas blanquecinas, muy finas, húmedas (posiblemente  
 De 192 a 205 m, calcarenita blanca con algo de arcilla color rojo tinto.  
 De 205 a 219 m, calcarenitas blancas con algo de arcillas color rojo tinto.  
 De 219 a 236 m, caliza blanquecina y algo de arcillas color rojo tinto.  
 De 236 a 250 m, caliza arenosa amarillenta.  
 De 250 a 272 m, caliza blanco-crema, con miliólidos.  
 De 272 a 280 m, caliza grisácea.  
 De 280 a 291 m, caliza arenosa amarillenta bioclástica.  
 De 291 a 297 m, caliza arenosa amarillenta.  
 De 297 a 300 m, caliza compacta grisácea.  
 De 300 a 321 m, caliza arenosa amarillenta.

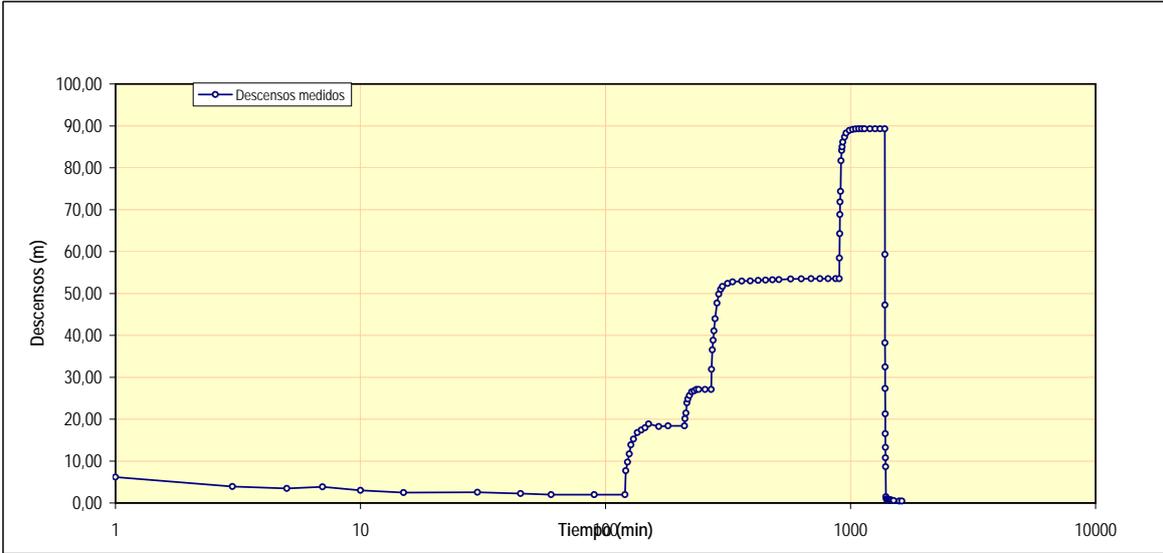
Perforación	Entubación	Rejilla
-------------	------------	---------

0-8 m f 324 mm	0-8 m f 300 mm	183-201 m 4 mm
8-236 m f 220 mm	0-231 m f 180 mm	207-213 m 4 mm
236-321 f 165 mm		219-231 m 4 mm

Fecha	Hora	Tiempo (min)	Tiempo acumulado (min)	Pozo bombeo		Piezómetro		Q (l/s)	Observaciones
				Profund. (m)	Descenso (m)	Profund. (m)	Descenso (m)		
19-sep-07	18:20	0	0	51,75					
19-sep-07	18:21	1	1	57,93	6,18			1	Agua blanquecina
19-sep-07	18:23	3	3	55,66	3,91			1	
19-sep-07	18:25	5	5	55,22	3,47			1	pH:7,6 Tª:15,7°C Cond:2900 µS/cm
19-sep-07	18:27	7	7	55,60	3,85			1	Agua turbia (anaranjada)
19-sep-07	18:30	10	10	54,77	3,02			1	pH:7,25 Tª:15,6 Cond:870 µS/cm
19-sep-07	18:35	15	15	54,22	2,47			1	
19-sep-07	18:50	30	30	54,30	2,55			1	
19-sep-07	19:05	45	45	54,00	2,25			1	
19-sep-07	19:20	60	60	53,72	1,97			1	
19-sep-07	19:50	90	90	53,75	2,00			1	
19-sep-07	20:20	120	120	53,75	2,00			1	
19-sep-07	20:21	1	121	59,43	7,68			3	
19-sep-07	20:23	3	123	61,50	9,75			3	Agua clara
19-sep-07	20:25	5	125	63,43	11,68			3	
19-sep-07	20:27	7	127	65,60	13,85			3	
19-sep-07	20:30	10	130	67,00	15,25			3	pH:7,30 Tª:16,1°C Cond:727 µS/cm
19-sep-07	20:35	15	135	68,54	16,79			3	
19-sep-07	20:40	20	140	69,16	17,41			3	
19-sep-07	20:45	25	145	69,68	17,93			3	
19-sep-07	20:50	30	150	70,60	18,85			3	
19-sep-07	21:05	45	165	70,00	18,25			3	
19-sep-07	21:20	60	180	70,16	18,41			3	
19-sep-07	21:50	90	210	70,16	18,41			3	
19-sep-07	21:51	1	211	71,85	20,10			4	

19-sep-07	21:53	3	213	73,20	21,45	4	
19-sep-07	21:55	5	215	75,63	23,88	4	
19-sep-07	21:57	7	217	76,54	24,79	4	pH:7,27 Tª:15,3°C Cond:700 µS/cm
19-sep-07	22:00	10	220	77,38	25,63	4	
19-sep-07	22:05	15	225	78,28	26,53	4	
19-sep-07	22:10	20	230	78,51	26,76	4	
19-sep-07	22:15	25	235	78,83	27,08	4	
19-sep-07	22:20	30	240	78,85	27,10	4	
19-sep-07	22:35	45	255	78,85	27,10	4	
19-sep-07	22:50	60	270	78,85	27,10	4	
19-sep-07	22:51	1	271	83,62	31,87	6	
19-sep-07	22:53	3	273	88,30	36,55	6	
19-sep-07	22:55	5	275	90,57	38,82	6	
19-sep-07	22:57	7	277	92,80	41,05	6	
19-sep-07	23:00	10	280	95,72	43,97	6	
19-sep-07	23:05	15	285	99,44	47,69	6	
19-sep-07	23:10	20	290	101,58	49,83	6	
19-sep-07	23:15	25	295	102,71	50,96	6	
19-sep-07	23:20	30	300	103,41	51,66	6	
19-sep-07	23:35	45	315	104,13	52,38	6	
19-sep-07	23:50	60	330	104,52	52,77	6	
20-sep-07	0:20	90	360	104,70	52,95	6	
20-sep-07	0:50	120	390	104,75	53,00	6	
20-sep-07	1:20	150	420	104,87	53,12	6	
20-sep-07	1:50	180	450	104,95	53,20	6	
20-sep-07	2:20	210	480	105,00	53,25	6	
20-sep-07	2:50	240	510	105,03	53,28	6	
20-sep-07	3:50	300	570	105,18	53,43	6	
20-sep-07	4:50	360	630	105,24	53,49	6	
20-sep-07	5:50	420	690	105,29	53,54	6	
20-sep-07	6:50	480	750	105,29	53,54	6	
20-sep-07	7:50	540	810	105,29	53,54	6	pH:7,26 Tª:15,0 Cond: 677 µS/cm
20-sep-07	8:50	600	870	105,29	53,54	6	
20-sep-07	9:20	630	900	105,29	53,54	6	
20-sep-07	9:21	1	901	110,18	58,43	8	
20-sep-07	9:23	3	903	116,00	64,25	8	
20-sep-07	9:25	5	905	120,57	68,82	8	
20-sep-07	9:27	7	907	123,59	71,84	8	pH:7,30 Tª:15,5°C Cond:706 µS/cm
20-sep-07	9:30	10	910	126,12	74,37	8	
20-sep-07	9:35	15	915	133,44	81,69	8	
20-sep-07	9:40	20	920	135,88	84,13	8	
20-sep-07	9:45	25	925	136,75	85,00	8	
20-sep-07	9:50	30	930	137,87	86,12	8	
20-sep-07	10:05	45	945	139,07	87,32	8	
20-sep-07	10:20	60	960	140,00	88,25	8	
20-sep-07	10:50	90	990	140,65	88,90	8	
20-sep-07	11:20	120	1020	140,90	89,15	8	
20-sep-07	11:50	150	1050	141,00	89,25	8	
20-sep-07	12:20	180	1080	141,03	89,28	8	
20-sep-07	12:50	210	1110	141,03	89,28	8	
20-sep-07	13:20	240	1140	141,03	89,28	8	
20-sep-07	14:20	300	1200	141,03	89,28	8	
20-sep-07	15:20	360	1260	141,03	89,28	8	
20-sep-07	16:20	420	1320	141,03	89,28	8	
20-sep-07	17:20	480	1380	141,03	89,28	8	pH:7,34 Tª:15,5°C Cond:691 µS/cm
20-sep-07	17:21	1	1381	111,08	59,33	0	Recuperación con el equipo de impulsión introducid
20-sep-07	17:22	2	1382	99,00	47,25	0	
20-sep-07	17:23	3	1383	89,95	38,20	0	
20-sep-07	17:24	4	1384	84,20	32,45	0	
20-sep-07	17:25	5	1385	79,07	27,32	0	
20-sep-07	17:26	6	1386	73,00	21,25	0	
20-sep-07	17:27	7	1387	68,30	16,55	0	
20-sep-07	17:28	8	1388	65,00	13,25	0	
20-sep-07	17:29	9	1389	62,55	10,80	0	
20-sep-07	17:30	10	1390	60,38	8,63	0	
20-sep-07	17:35	15	1395	53,23	1,48	0	
20-sep-07	17:40	20	1400	52,70	0,95	0	
20-sep-07	17:45	25	1405	52,62	0,87	0	
20-sep-07	17:50	30	1410	52,59	0,84	0	
20-sep-07	18:00	40	1420	52,52	0,77	0	
20-sep-07	18:10	50	1430	52,48	0,73	0	
20-sep-07	18:20	60	1440	52,46	0,71	0	
20-sep-07	18:30	70	1450	52,43	0,68	0	
20-sep-07	18:40	80	1460	52,42	0,67	0	
20-sep-07	18:50	90	1470	52,38	0,63	0	
20-sep-07	19:00	100	1480	52,34	0,59	0	
20-sep-07	19:20	120	1500	52,31	0,56	0	
20-sep-07	20:40	200	1580	52,21	0,46	0	Medidas con sonda manual, tras extraer el equipo de
20-sep-07	21:20	240	1620	52,21	0,46	0	

Antes de montar el equipo de bombeo se mide el nivel con sonda habitual. El nivel está en 51,80 m





GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE  
LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA  
CUENCA DEL EBRO. (2ª FASE)

---

# ANEJO 6

## ANÁLISIS QUÍMICOS



**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000006718**

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

TOLVA PERF

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **000006447**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Fecha recepción: **01/08/2007**

Inicio análisis: **01/08/2007**

Fin análisis: **03/08/2007**

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	0,62 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	2,21 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	192,23 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,33 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	107,49 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-CaAA)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	30,58 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	2640 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,19 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0 mg/l	Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	0,06 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	29,74 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MgAA)
*MANGANESO	0,08 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	< 1 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	0,66 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,46 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	13,13 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	543,58 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	1324 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-SULF)

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.

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

CENTRO DE ANALISIS DE AGUAS, S.A. dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad CERTIFICADO POR BVQI, conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2000.

**7 de agosto de 2007**

Fdo.: Susana Avilés Espiñeiro

Lcda. en Ciencias Químicas

Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

Página 1/1

## ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

### MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	30,58	0,86	2,73
SULFATOS	1324,00	27,57	87,29
BICARBONATOS	192,23	3,15	9,98
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	0,00	0,00	0,00
SODIO	543,58	23,64	74,37
MAGNESIO	29,74	2,45	7,70
CALCIO	107,49	5,36	16,87
POTASIO	13,13	0,34	1,06

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **SULFATADA - SÓDICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,07 °C
Sólidos disueltos	2244,90 mg/l
CO2 libre	10,61 mg/l
Dureza total	39,09 °Francés
Dureza total	390,87 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	233,30 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	157,66 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad total	157,66 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	9,02
$rNa+rK/rCa+rMg$	3,07
$rNa/rK$	70,41
$rNa/rCa$	4,41
$rCa/rMg$	2,19
$rCl/rHCO_3$	0,27
$rSO_4/rCl$	31,96
$rMg/rCa$	0,46
i.c.b.	-26,80
i.d.d.	-0,75

Nº Registro: 6447



**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000007201**

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

TOLVA

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **000006857**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Fecha recepción: **17/08/2007**

Inicio análisis: **17/08/2007**

Fin análisis: **24/08/2007**

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	0,63 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	2,46 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	178,76 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	< 0,01 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	48,67 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-CaAA)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	25,60 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	772 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,48 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0 mg/l	Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	11,24 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MgAA)
*MANGANESO	0,07 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	18,55 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	0,46 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,77 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	3,95 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	93,71 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	205,6 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-SULF)

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.

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

CENTRO DE ANALISIS DE AGUAS, S.A. dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad CERTIFICADO POR BVQI, conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2000.

**27 de agosto de 2007**

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	25,60	0,72	8,77
SULFATOS	205,60	4,28	52,00
BICARBONATOS	178,76	2,93	35,59
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	18,55	0,30	3,63
SODIO	93,71	4,08	54,13
MAGNESIO	11,24	0,92	12,28
CALCIO	48,67	2,43	32,25
POTASIO	3,95	0,10	1,34

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **SULFATADA - SÓDICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos	590,19 mg/l
CO2 libre	4,84 mg/l
Dureza total	16,78 °Francés
Dureza total	167,82 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	21,29 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	146,61 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad total	146,61 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	1,71
$rNa+rK/rCa+rMg$	1,25
$rNa/rK$	40,35
$rNa/rCa$	1,68
$rCa/rMg$	2,63
$rCl/rHCO_3$	0,25
$rSO_4/rCl$	5,93
$rMg/rCa$	0,38
i.c.b.	-4,78
i.d.d.	-0,46

Nº Registro: 6857



**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000008407**

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

TOLVA (3212-1-0051) PROYECTO CHE EBRO (2ª FASE)

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **000007745**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **Técnicos de CAASA**

Fecha muestreo: **21/09/2007**

Fecha recepción: **02/10/2007**

Inicio análisis: **02/09/2007**

Fin análisis: **09/10/2007**

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	7,87 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	284,05 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,01 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	127,36 mg/l	Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	28,45 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	573 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,25 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l	Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	9,23 mg/l	Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	40,61 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,15 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	1,55 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	7,86 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	50,68 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-SULF)

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.

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

CENTRO DE ANALISIS DE AGUAS, S.A. dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad CERTIFICADO POR BVQI, conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2000.

**29 de octubre de 2007**

Fdo.: *Susana Avilés Espiñeiro*

Lcda. en Ciencias Químicas

Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

Página 1/1

## ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

### MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	28,45	0,80	11,20
SULFATOS	50,68	1,06	14,72
BICARBONATOS	284,05	4,66	64,95
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	40,61	0,65	9,14
SODIO	7,86	0,34	4,56
MAGNESIO	9,23	0,76	10,13
CALCIO	127,36	6,36	84,78
POTASIO	1,55	0,04	0,53

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos	557,95 mg/l
CO2 libre	32,00 mg/l
Dureza total	35,60 °Francés
Dureza total	356,03 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	123,19 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	232,97 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad total	232,97 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,40
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,05
$rNa/rK$	8,62
$rNa/rCa$	0,05
$rCa/rMg$	8,37
$rCl/rHCO_3$	0,17
$rSO_4/rCl$	1,31
$rMg/rCa$	0,12
i.c.b.	0,52
i.d.d.	0,07

Nº Registro: 7745



**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000008425**

Solicitado por:

**EPTISA SERVICIOS DE INGENIERIA, S.A.**  
**ARAPILES, 14 28015 MADRID ()**

Denominación de la muestra:

**TOLVA ("ELS OLSINETTES") PROYECTO SONDEO CHEBRO 2ªF. REFERENCIA EP063119**

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **000008091**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Fecha muestreo: **20/09/2007**

Fecha recepción: **17/10/2007**

Inicio análisis: **17/10/2007**

Fin análisis: **22/10/2007**

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	8,36 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	281,60 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,11 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	116,55 mg/l	Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	25,28 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	585 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,10 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l	Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	< 2 mg/l	Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	41,26 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,49 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	1,77 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	8,73 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	66,14 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-SULF)

*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.*

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

*CENTRO DE ANALISIS DE AGUAS, S.A. dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad CERTIFICADO POR BVQI, conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2000.*

**29 de octubre de 2007**

*Fdo.: Susana Avilés Espiñeiro*

*Lcda. en Ciencias Químicas*

*Directora Técnica del Laboratorio de CAASA*

**Página 1/1**

# ANEJO 7

## FICHA MARM Y FICHA I.P.A

# FICHA DE PIEZÓMETRO

TOPONIMIA		Crta. Tolva a Benabarre. "Els Olsinettes"				CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.304.006	
CÓDIGO IPA		3212-1-0051	Nº MTN 1:50.000	289	MUNICIPIO	Tolva	PROVINCIA	Huesca	
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO							
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		041/ Litera Alta							
U. HIDROGEOLÓGICA		304/ Litera Alta							
ACUÍFERO(S)		30402/ Cretácico Superior- Calizas micríticas, calizas tableadas y brechas 410 y 470							
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	298275	DATOS OBTENIDOS DE:		GIS-Oleícola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS		Brocal	
	Y	4665512							
COTA DEL SUELO msnm	Z	687	DATOS OBTENIDOS DE:		1:25.000	ALTURA SOBRE EL SUELO m		0	
POLÍGONO		6			PARCELA		71		
TITULARIDAD DEL TERRENO		Dña. Ángeles Más							
PERSONA DE CONTACTO		D. Ignacio Navarro (hijo propietaria). Tf: 654 122 907							
ACCESO		En el PK 73,500 de la N-230 (dirección Vielha) tomar el camino que sale a la dcha, y a continuación el de la izquierda. A unos 20 m tomar de nuevo el camino de la izda. El sondeo está al final de la explanada de terreno no cultivado.							

## CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO

METODO	RotoperCUSión			PROFUNDIDAD DEL SONDEO				321		EMPAQUE		NO	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)					FILTROS (m)			CEMENTACION		
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA		
0	8	324	0	8	300	Metálica	183	201	Ciega ranurada	0	2		
8	236	220	0	231	180	Metálica	207	213	Ciega ranurada	6	8		
236	321	165					219	231	Ciega ranurada				

## HISTORIA

PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	
ORGANISMO			

## LOCALIZACIÓN

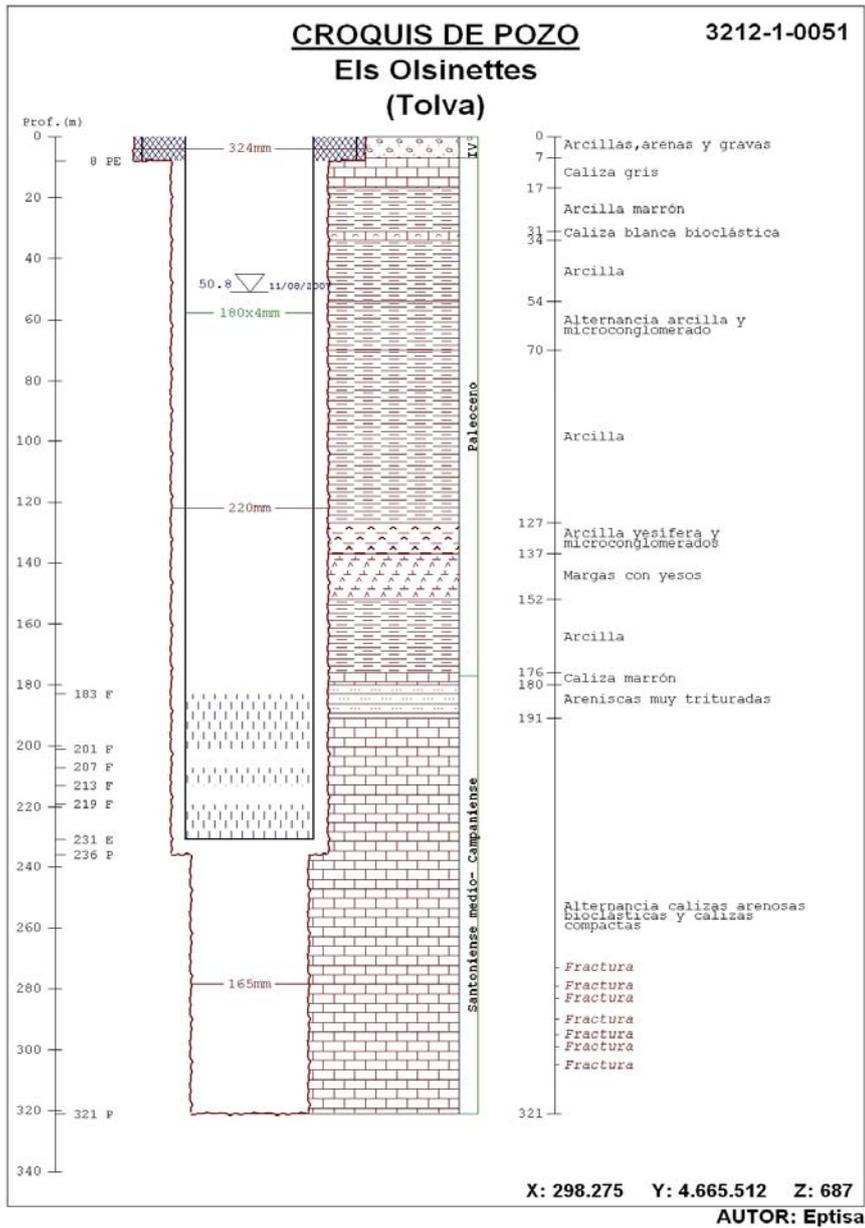
UBICACIÓN DEL SONDEO



FOTO AÉREA



# CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



## FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE

