

## **INFORME PIEZÓMETRO DE BELCHITE: 09.604.005**



## 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.....	10
9.	ENTUBACIÓN REALIZADA .....	11
10.	CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS.....	14
11.	HIDROQUÍMICA .....	17
12.	CONCLUSIONES .....	19

### ANEJOS:

ANEJO Nº 0.: REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN

ANEXO Nº 1.: INFORME DIARIO DE PERFORACIÓN

ANEJO Nº 2.: INFORME GEOLÓGICO

ANEJO Nº 3.: GEOFÍSICA

ANEXO Nº 4.: INFORME DE ENTUBACIÓN

ANEJO Nº 5.: ENSAYO DE BOMBEO

ANEXO 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 Belchite con el objeto de sustituir un sondeo con número de inventario 281660024, (situado en Claryançal a un kilómetro del emplazamiento del nuevo punto), con el que, se venía controlando, el acuífero de las Calizas Jurásicas del Malm en la zona de tránsito hacia el Manantial de la Magdalena de Mediana.

Además de valorar las características del acuífero calizo del Malm incluido en la masa de agua subterránea 090.079 Campo de Belchite, 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 unos 7 km al Norte de la localidad de Belchite (figura 1).

Para acceder a este emplazamiento, se toma la carretera A-222 desde Belchite en dirección Mediana de Aragón, en el km 21 tomamos el desvío hacia la planta de carbonatos Claryancal. Antes de llegar a la planta, cogemos el camino que hay a la derecha hasta llegar a la paridera conocida como “Corral del Trallero”, desde la cual y ya sin camino alguno accederemos al piezómetro, el cual se encuentra en la ladera de una pequeña loma, a unos 150 m de la paridera. Las coordenadas exactas del punto son:

**X= 686632      Y= 4584627      Z= 405 msnm**

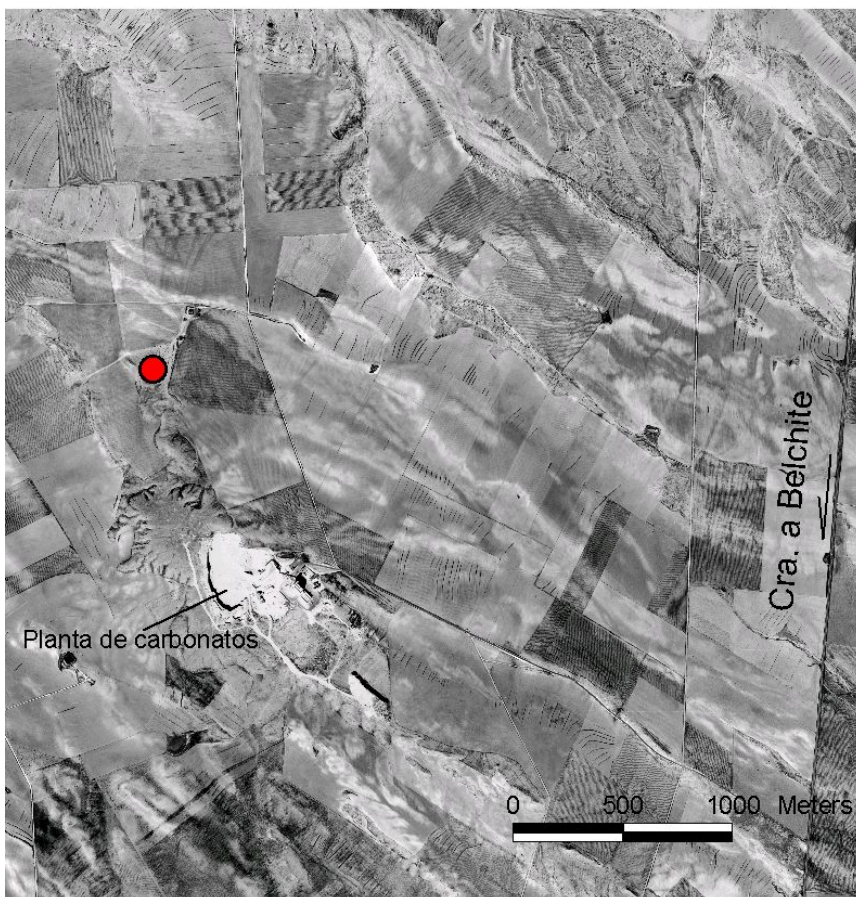


Figura 1. Ortofoto ubicación del piezómetro de Belchite.

### 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El sondeo se ha emboquillado sobre materiales Neógenos, en concreto pertenecientes al Mioceno. El resto del sondeo discurre sobre materiales calcáreos del Malm, excepto en los últimos metros donde la litología se torna más margosa.

La estructura general de la zona es sencilla, con paleorrelieves de materiales Jurásicos que se encuentran parcial o totalmente tapizados, por materiales del Mioceno. Generalmente los materiales Jurásicos se encuentran formando anticlinales bastante laxos, con valores de buzamiento que no suelen ser superiores a los 20° y sobre estos se superpone progresivamente un terciario horizontal o suavemente inclinado hacia el centro de la cuenca. Se puede hablar en esta zona de que los materiales del Jurásico describen un anticlinal muy laxo de dirección aproximada NNW-SSE, que es aprovechado casi en su totalidad como zona de cantera. De manera que, si bien los materiales del Terciario se encuentran en disposición horizontal en la zona donde está emboquillado el sondeo, los materiales del Jurásico subyacentes se encontrarán suavemente buzando al NE.

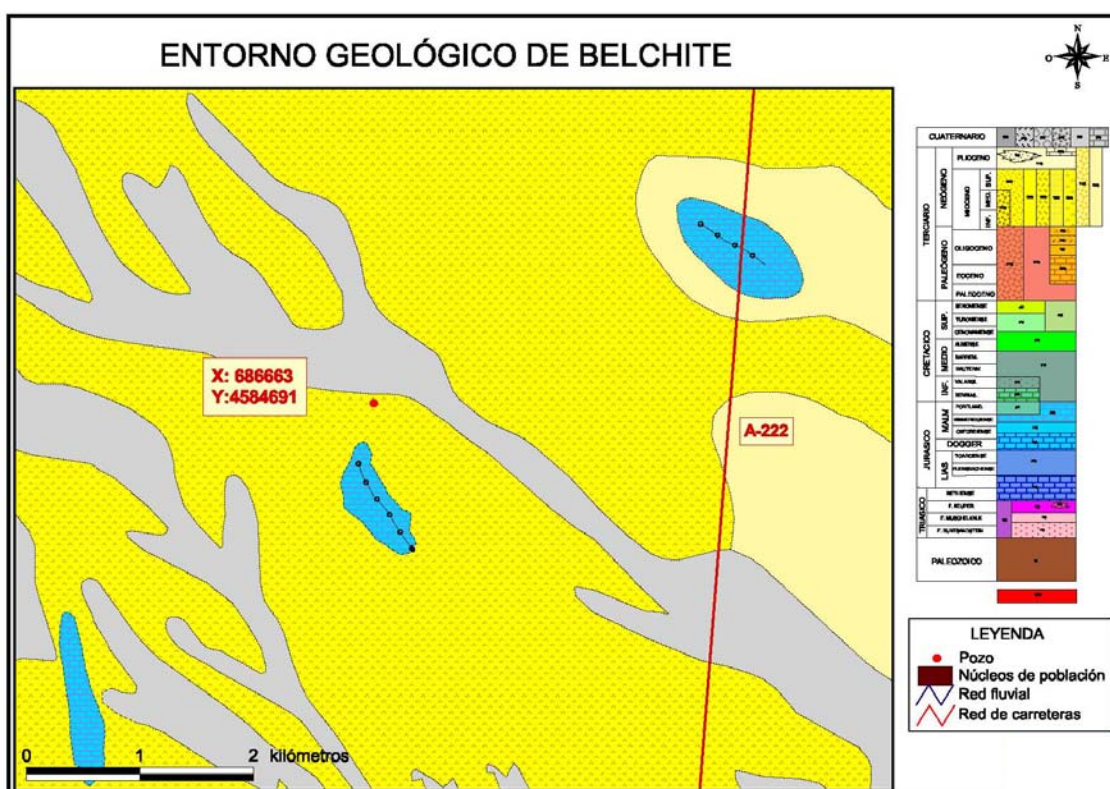


Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de Belchite

#### **4. MARCO HIDROGEOLÓGICO**

El piezómetro se localiza en el dominio hidrogeológico 6 “Central Ibérico”. Éste dominio se sitúa en el sector Central de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, englobando todas las serranías mesozoicas que se extienden hacia el NE del macizo paleozoico de Ateca, aproximadamente desde la cuenca del Alhama al NO hasta la del Aguasvivas al SE;

Estructuralmente, la unidad se define en virtud de dos grandes accidentes que enmarcan la unidad al N y S; la falla Nor-Ibérica y el macizo Paleozoico de Ateca-Daroca respectivamente. Ambas estructuras tienen importantes consecuencias hidráulicas, desconectando el dominio de las regiones adyacentes.

A su vez, el piezómetro se ubica dentro de la unidad hidrogeológica 604 “Campo de Belchite”, correspondiente a la masa de agua subterránea con Código 090.079 también denominada “Campo de Belchite”, y el acuífero a controlar son las Calizas del Malm.

El acuífero carbonatado Jurásico superior de la masa de agua subterránea 090.079 es un acuífero mixto de 1037,85 km<sup>2</sup> de superficie.

Esta unidad comprende parte de la cuenca del río Aguasvivas así como las de los barrancos Lopín y Ginel, abarcando a grandes rasgos el Campo de Belchite.

La geometría del acuífero carbonatado Jurásico se configura según una sucesión de estructuras anticlinales subparalelas, asimétricas, vergentes hacia el norte y con directriz ibérica. Entre ellas destaca el anticlinal de Belchite, que forma parte del denominado “Arco de Belchite-Aguilón” y que emerge entre los depósitos terciarios post-orogénicos de la cuenca del Ebro y de la depresión de Azuara. Esta estructura se repite, aunque sin aflorar bajo los recubrimientos Terciarios al sur, dando lugar a descargas locales: manantiales de Samper del Salz y Azuara, y al norte (manantial de Codo).

La alimentación de los acuíferos se produce por dos mecanismos: aportación pluviométrica e infiltración a partir de cauces fluviales y acequias. Es probable que existan salidas terminales de la unidad en el caso del acuífero carbonatado Jurásico; en este sentido, se apunta a la existencia de un flujo regional que parte de la Cordillera Ibérica y se prolonga bajo los materiales Miocenos de la Depresión del Ebro a través de los tramos calcáreos del Jurásico.

(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 rotoperCUSión neumática a circulación directa marca F.D.O. modelo 1100 con equipo hidráulico montado sobre tractor John Deere, modelo SG-049 de 135 CV. Compresor de 25 bares INGERSOLL-RAND de 1170.

## **6. DATOS DE LA PERFORACIÓN**

La perforación se inició el 23 de enero de 2007 a las 9:00 horas y terminó el 24 de enero de 2007 a las 16:00 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.

El resto de la perforación, se realizó con un diámetro de 220 mm y se entubo 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.

El primer y único aporte observado se produjo a los 110 m, muy escaso caudal, apenas logra empapar las margas perforadas.

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):

0-8 m.	Arcillas marrones y gravas calcáreas.
8-18 m	Caliza muy blanca, cristalina, compacta y con restos de microfauna.
18-21 m	Caliza blanca y arcillas marrones.
21-37 m	Caliza muy blanca, cristalina, compacta y con restos de microfauna.
37-54 m	Margocaliza amarillenta y caliza blanca con pequeñas recristalizaciones, restos de microfauna y algunas costras de hierro.
54-60 m	Caliza con diferentes tonalidades, rosácea-morada, blanca y amarillenta.
60-72 m	Caliza blanca y caliza amarillenta.
72-84 m	Caliza blanca y caliza beige-amarillenta.
84-99 m	Caliza violácea con restos fósiles y caliza marrón arenosa.
99-102 m	Caliza beige-amarillenta principalmente y margocaliza gris-verdosa.
102-125 m	Margocaliza gris-verdosa principalmente y caliza marrón amarillenta.
125-147 m	Margas grises.

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 7 m, Unidad de Bujaraloz-Sariñena, edad Mioceno.

De 7 a 37 m, Formación Higuieruelas, edad Titónico.

De 37 a 135 m, Fm. Loriguilla, edad Kimmeridgiense.

De 135 a 147 m, Fm. Sot de Chera, edad Kimmeridgiense Inferior.

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

## 8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

El día 25 de enero de 2007 se realiza la testificación geofísica del sondeo. Durante la testificación, se registraron los parámetros de gamma natural potencial espontáneo y resistividad así como la verticalidad y desviación de la perforación. Se detectan las siguientes zonas aportantes:

A los 110 m. Margocaliza gris-verdosa principalmente y caliza marrón amarillenta.

A los 115 m. Margocaliza gris-verdosa principalmente y caliza marrón amarillenta.

A los 131 m. Margas grises.

Litológicamente, podemos diferenciar tres zonas:

De 0 a 84 m, (zona seca del sondeo), predominan las calizas fracturadas rellenas de arcilla.

De 84 a 123 m (zona bajo el nivel freático), hay material calcáreo más homogéneo.

De 123 a 147 m, es el tramo más margoso del sondeo.

La sonda de desviación arroja un resultado de una desviación en la vertical de 6,8 m.

El nivel del sondeo se encuentra a 84 m de profundidad.

El caudal aportado por el sondeo debido a su escasez, es difícil de calcular, pero puede estar en torno a 0,1 l/s.

Con esos valores, se diseñó la columna de entubación y la profundidad a la que colocar los tramos de tubería filtrante (tipo puentecillo).

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 se ha colocado tubería filtrante “tipo puentecillo” de 180 mm de diámetro, con una luz de malla de 0,2 mm. La situación de los tramos filtrantes viene dada por los aportes detectados durante la perforación y los datos de potencial espontáneo y resistividad registrados en la testificación geofísica.

Tabla 2 entubación realizada:

REVESTIMIENTO				
TRAMO (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-8	300	5	Acero al carbono	Ciega
0-81	180	4	Acero al carbono	Ciega
81-90	180	4	Acero al carbono	Filtro puente
90-108	180	4	Acero al carbono	Ciega
108-114	180	4	Acero al carbono	Filtro puente
114-120	180	4	Acero al carbono	Ciega
120-126	180	4	Acero al carbono	Filtro puente
126-135	180	4	Acero al carbono	Ciega
135-138	180	4	Acero al carbono	Filtro puente
138-149	180	4	Acero al carbono	Ciega

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

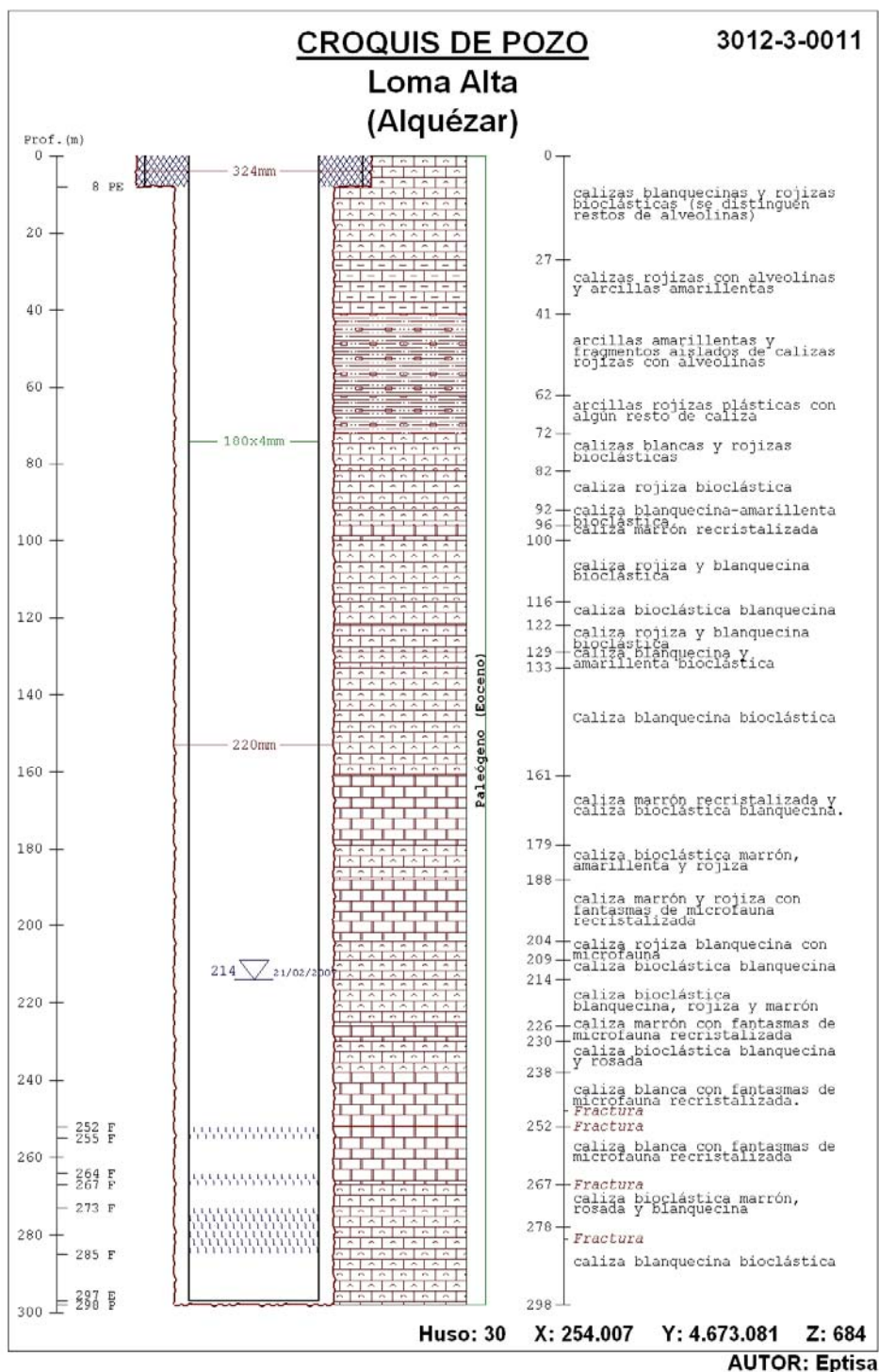


Figura 3. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

## 10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

Los acuíferos principales perforados son: Carbonatado jurásico - Fms Imón, Cortes de Tajuña, Cuevas Labradas, Chelva, Loriguilla e Higuieruelas

A los 110 m, se detecta el primer y único aporte observado durante la perforación. Es muy poco caudaloso, probablemente en torno a 0,1 l/s (no se puede precisar más pues al ser tan pequeño el aporte, este es enmascarado por el propio agua de perforación y por las margas que absorben parte del agua, aflorando empapadas en superficie) Este pequeño aporte, se produce en la zona de margocaliza gris-verdosa principalmente y caliza marrón amarillenta

El 26 de enero de 2007, se realiza la limpieza del sondeo. Al aportar una cantidad de agua tan pequeña el sondeo, se decide inyectarle agua con una cuba (conductividad del agua de la cuba: 525  $\mu\text{S/cm}$ ).

Al finalizar la limpieza, se toma muestra de agua para analizar, cuya conductividad es de 388  $\mu\text{S/cm}$  y  $T^a$  15 °C.

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

Durante los días 6 y 7 de noviembre de 2007 se realizó un ensayo de bombeo, el cual por el poco volumen de agua aportado por el sondeo, duró 52 minutos bombeando y 18 horas midiendo recuperación.

Para dicho ensayo, se utilizó una bomba de 6 " Grundfos, modelo SP 45-31 de 50 CV, situada a 123 m de profundidad.

Así, el primer escalón duró 45 minutos, el caudal medio extraído fue de 0,2 l/s y el descenso del nivel fue de 31,12 m.

Se tomó recuperación durante 16 horas, quedando el nivel en 107,54 m.

A continuación, se bombeó un segundo y último escalón, el cual duró 7 minutos, el caudal medio extraído fue de 0,21 l/s y el descenso acumulado del nivel fue de 31,12 m en total.

A pesar de ser escaso el tiempo de bombeo, el agua tenía muy baja turbidez.

La conductividad media del agua medida in situ durante el ensayo fue de 2860  $\mu\text{S/cm}$ , la temperatura de 16,2°C y el Ph de 7,19. Se tomaron dos muestras de agua para analizar, una durante el primer escalón y la otra al finalizar el ensayo de bombeo (ver resultados análisis de muestras de agua en anejo 5 análisis químicos realizados).



Al finalizar el bombeo se midió una recuperación de 2 horas. En ese tiempo el nivel pasó del metro 123,00 al 107,98 (16,10 m por encima del nivel medido antes de comenzar el bombeo).

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

Tiempo acumulado (min)	Profundidad (m)	Descenso (m)	Q (l/s)
0	91,88		
7	103,70	11,82	0,2
10	105,20	13,32	0,2
15	107,66	15,78	0,2
30	114,12	22,24	0,2
40	117,97	26,09	0,2
45	123,00	31,12	0,2
46	118,92	27,04	0
47	114,21	22,33	0
50	107,85	15,97	0
55	107,66	15,78	0
60	107,66	15,78	0
75	107,63	15,75	0
105	107,60	15,72	0
135	107,59	15,71	0
195	107,58	15,70	0
255	107,57	15,69	0
345	107,56	15,68	0
465	107,56	15,68	0
525	107,55	15,67	0
645	107,55	15,67	0
765	107,55	15,67	0
885	107,55	15,67	0
945	107,54	15,66	0
1005	107,54	15,66	0
1012	123,00	31,12	0,2
1013	116,00	24,12	0
1014	112,15	20,27	0
1017	108,08	16,20	0
1022	108,00	16,12	0
1027	108,00	16,12	0
1042	108,00	16,12	0
1072	107,99	16,11	0
1102	107,98	16,10	0
1132	107,98	16,10	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 mediante prueba-error con el programa MABE (Método directo), utilizando la solución de Theis.

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. Equiv.	P. Carga (BQ <sup>n</sup> )	
				B	n
Simulación 1ª bombeo. Theis (MABE)	0,002	1,5.10 <sup>-6</sup>	0,11	4,8	2,6.10 <sup>-1</sup>

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 3 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: 388  $\mu\text{S/cm}$ , Tª: 15°C.)
- Muestra tomada durante el primer escalón en el ensayo de bombeo (a los 40 minutos de bombeo).  
(Conductividad: 2860  $\mu\text{S/cm}$ , Tª: 16,2°C, pH: 7,19.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo (a los 52 minutos de bombeo).  
(Conductividad: 2850  $\mu\text{S/cm}$ , Tª: 16,1°C, pH: 7,20.)

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 **salobre** (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 **SULFATADA-SÓDICA** (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 limpieza	Muestra 2. Ensayo de bombeo (40 minutos)	Muestra 3. Ensayo de bombeo (52 minutos)
Conductividad	381	2670	2670
pH	7,76	7,28	7,84
Cloruros	5,76	299,11	298,40
Sulfatos	67,15	1099,2	1106,2
Bicarbonatos	163,94	51,42	50,20
Carbonatos	<5	<5	<5
Nitratos	<1	<1	<1
Sodio	15,13	377,98	390,56
Magnesio	13,02	74,65	74,49
Calcio	33,40	145,68	148,64
Potasio	11,06	18,28	18,24
Nitritos	<0,14	<0,04	0,15
Amonio	2,16	0,35	0,42
Boro	0,07	0,21	0,20
Fosfatos	0,18	<0,05	<0,05
Anhídrido Silícico	3,03	0,60	0,75
Hierro	<0,05	<0,05	<0,05
Manganeso	<0,02	<0,02	0,20

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 Belchite con el objeto de sustituir un sondeo con número de inventario 281660024, (situado en Claryancal a un kilómetro del emplazamiento del nuevo punto), con el que, se venía controlando, el acuífero de las Calizas Jurásicas del Malm en la zona de tránsito hacia el Manantial de la Magdalena de Mediana.

Además de valorar las características del acuífero calizo del Malm incluido en la masa de agua subterránea 090.079 Campo de Belchite, 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 y la profundidad alcanzada ha sido de 147 m. Los acuíferos atravesados están constituidos por calizas, margas y margo-calizas del Jurásico Superior (Malm). El nivel se encuentra a 81,8 m de profundidad.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en 0,2 l/s. Los parámetros hidrogeológicos obtenidos mediante la interpretación del correspondiente ensayo de bombeo son:  $T= 0,002 \text{ m}^2/\text{día}$ ,  $r^2.S= 1,5.10^{-6}$  y radio equivalente= 0,11 m.

El agua extraída durante la perforación y el bombeo, tras los análisis químicos, se considera SALOBRE (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 SULFATADA-SÓDICA (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



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 0

## PERMISOS Y REPLANTEO

**PIEZOMETRO: 09 604 01**

**POBLACION: BELCHITE**

**PROVINCIA: ZARAGOZA**

El día 15 de Diciembre de 2004 se visita la zona prevista para el piezómetro.  
ACCESOS.

Se accede desde la A-222 dirección Belchite. Se toma el desvío a la izquierda hacia la planta de carbonatos CLARYANCAL. Justo antes de entrar en la planta, tomar un camino sin asfaltar hacia el norte y se sigue hasta otro desvío a la altura de una paridera de ovejas. Desde allí se avanza unos 100 – 150 metros desde el abrevadero y se llega a la zona elegida.



### **JUSTIFICACIÓN HIDROGEOLÓGICA.**

El objetivo es alcanzar los niveles carbonatados jurásicos tras atravesar las litologías margosas, yesíferas y arcillosas miocenas suprayacentes.

Existe un piezómetro en Claryancal a un kilómetro (2816624); el nivel se sitúa a 66 metros. Dado que las cotas son similares (396 metros en el emplazamiento elegido y 387 m en Claryancal), el nivel en este nuevo sondeo se esperará alrededor de los 75- 80 metros. Con estas premisas, se conseguirá un sondeo penetrante con una profundidad de 200 metros.

Las litologías a atravesar serían unos 60 metros de terciarios y el resto depósitos carbonatados.



## **PERMISOS.**

Se habla con el concejal presidente de la junta de obras del Ayuntamiento de Belchite, D. Jesús Hernández y con el secretario. Se les entrega folleto explicativo del proyecto, se comenta sus características y se les muestra modelo de petición de permiso.

Se comprueba que la parcela elegida es municipal: polígono 12, parcela 63 a. El secretario me comenta que después de presentar la petición de permiso se presentará ante la comisión y se dictaminará su aprobación (cree que 1,5 – 2 meses).

Dado que la zona elegida es ZEPA y LIC (La Lomaza de Belchite), también habrá que contar con Medio Ambiente del Gobierno de Aragón para la consecución del permiso.

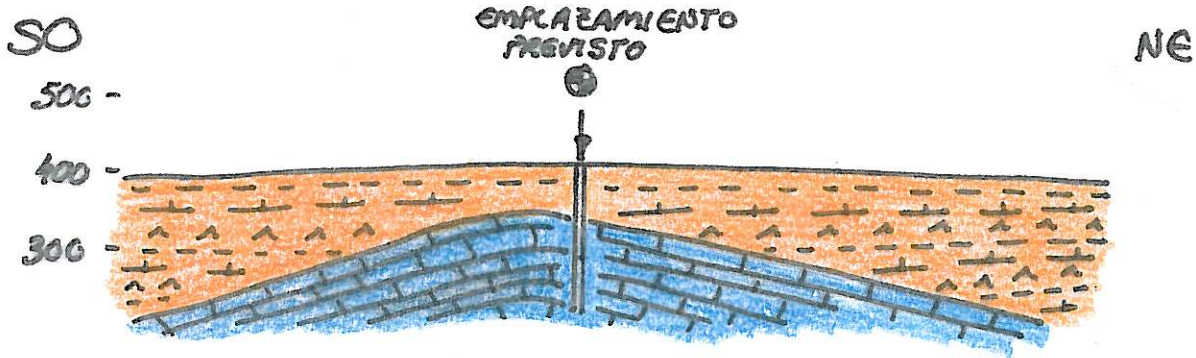
Nos ponemos en contacto con D. Ignacio Navascués del Servicio Provincial de Zaragoza (976 – 71 48 90). Este señor comenta que la mejor época para realizar el sondeo es Enero-Febrero. Quedo el 17/12/04 para facilitarle toda la información necesaria.



Otros teléfonos y direcciones de interés:

Ayuntamiento de Belchite: Pza Ayuntamiento nº 1 50130 Belchite (Zaragoza).  
Alcaldesa: M<sup>a</sup> Angeles Ortiz. 976 83 00 03

Fdo: Antonio Sánchez Lallana

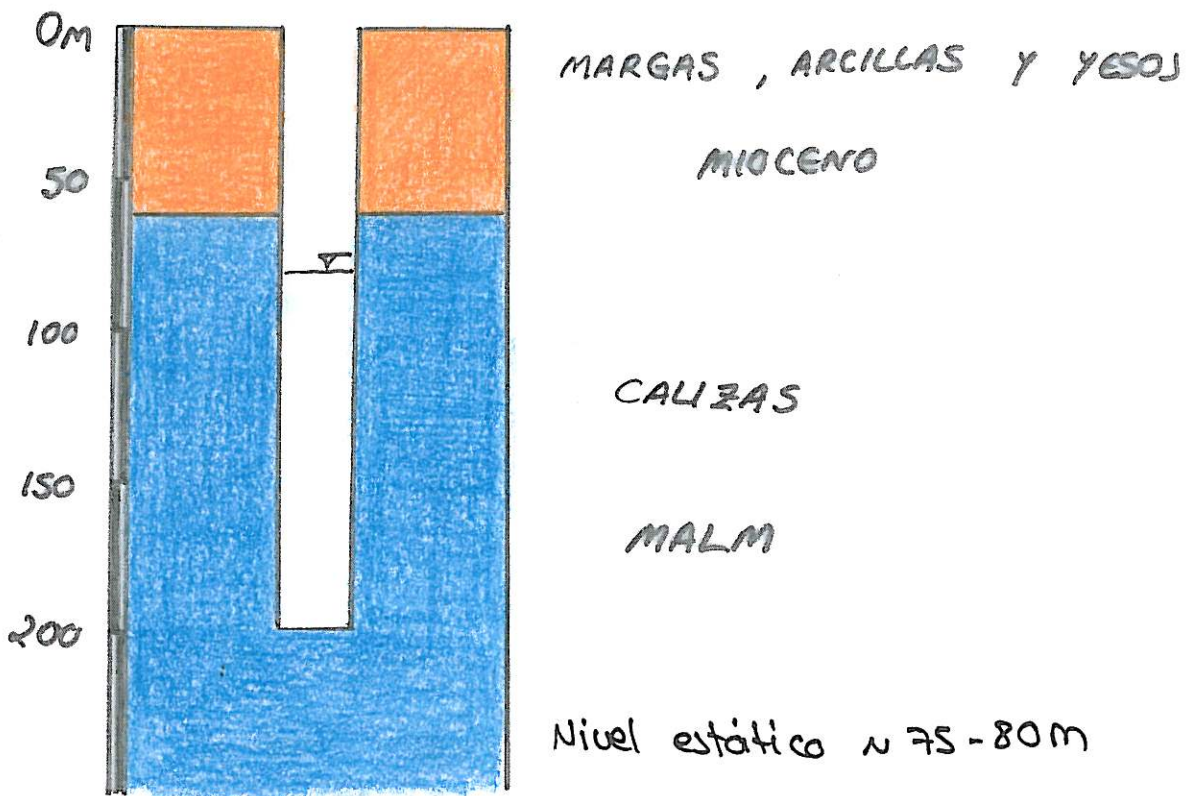
# BELCHITE



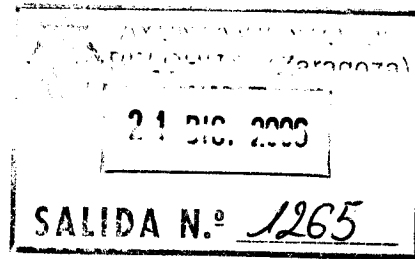
-  MARGAS, ARCILLAS Y YESOJ . MIOCENO
-  CALIZAS. MALM

ESCALA HORIZONTAL 1:12500

ESCALA VERTICAL 1:10000



**AYUNTAMIENTO  
de  
BELCHITE**



De conformidad con su escrito referente a la **SOLICITUD DE DISPONIBILIDAD DE TERRENOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OBSERVACIÓN DE UN PIEZÓMETRO**, se hace constar que por Resolución de Alcaldía de 18 de febrero de 2005, 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 09 604 01 en terreno público de este municipio, en las coordenadas aproximadas X: 686663 Y: 4584691, el polígono 513 – parcela 63.
2. La ocupación durante un periodo de treinta años, prorrogable al término del mismo, de un espacio de unos 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 Belchite, a 21 de diciembre de 2006



**EL ALCALDE/LA ALCALDESA**

Fdo:



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

26/12/2006 10:34:42

**34612**

Confederación Hidrográfica del Ebro  
REGISTRO DE ENTRADA



RE060034612

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

# 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>		
FECHA:22/01/2007		Nº pág:
Nº SONDEO: Belchite	POBLACIÓN: Belchite	PROFUNDIDAD:
<b>PERFORACIÓN</b>		
INICIO: 22/01/2007	SISTEMA: RotoperCUSión	
DIÁMETRO:		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:		

## INFORME DIARIO DE CONTROL DE SONDEO

### Características de la maquina de perforación

Sonda de la empresa Perforaciones Jiennenses MARCHAL S.L.

Marca F.D.O. modelo 1100 con equipo hidráulico montado sobre tractor John Deere, modelo SG-049 de 135 cv. Compresor de 25 bares INGERSOLL-RAND de 1170.

### Estado de la perforación

A las 13:00 se hace acopio de la tubería definitiva del sondeo.



Acopio de tubería

La maquinaria es transportada en camión “góndola” desde Rincón de Olivedo, situándose ésta en el emplazamiento a las 15:00 del 22/01/07.

El resto del día se emplea en nivelar la sonda e instalarle unas “correderas” para minimizar las posibles desviaciones durante la perforación, de manera que todo queda preparado para comenzar a perforar al día siguiente.

<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> 23/01/07		<b>Nº pág:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> Belchite	<b>POBLACIÓN:</b> Belchite	<b>PROFUNDIDAD:</b> 72 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 22/01/07	<b>SISTEMA:</b> Rotopercusión	
<b>DIÁMETRO:</b> 324 mm y 220 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 10 m/h		

## **INFORME DIARIO DE CONTROL DE SONDEO**

### **Características de la maquina de perforación**

Sonda de la empresa Perforaciones Jiennenses MARCHAL S.L.

Marca F.D.O. modelo 1100 con equipo hidráulico montado sobre tractor John Deere, modelo SG-049 de 135 cv. Compresor de 25 bares INGERSOLL-RAND de 1170.

### **Estado de la perforación**

A las 9:00 se comienza a perforar con el martillo de 324 mm.

Se perforan 8 m, para a continuación colocar la tubería de 300 mm de diámetro.



**Introduciendo la tubería de “emboquille”**

A las 11:00 se comienza a perforar por el interior de la tubería de emboquille con el martillo de 220 mm.



**Perforando con el martillo de 220 mm**

El día de trabajo concluye a las 18:00 de la tarde con 72 m de profundidad alcanzados.

Aún no se ha cortado nivel.

### Columna litológica

Los materiales atravesados en el día de hoy, son los siguientes:

De 0 a 8 m, arcillas marrones y gravas calcáreas.

De 8 a 18 m, caliza muy blanca, cristalina, compacta y con restos de microfauna.

De 18 a 21 m, caliza blanca y arcillas marrones.

De 21 a 37 m, caliza muy blanca, cristalina, compacta y con restos de microfauna.

De 37 a 54 m, margocaliza amarillenta y caliza blanca con pequeñas recristalizaciones, restos de microfauna y algunas costras de hierro.

De 54 a 60 m, caliza con diferentes tonalidades, rosácea-morada, blanca y amarillenta.

De 60 a 72 m, caliza blanca y caliza amarillenta.

<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> 24/01/07		<b>Nº pág:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> Belchite	<b>POBLACIÓN:</b> Belchite	<b>PROFUNDIDAD:</b> 147 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 22/01/07	<b>SISTEMA:</b> RotoperCUSión	
<b>DIÁMETRO:</b> 324 mm y 220 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 12 m/h		

## **INFORME DIARIO DE CONTROL DE SONDEO**

### Características de la maquina de perforación

Sonda de la empresa Perforaciones Jiennenses MARCHAL S.L.



Marca F.D.O. modelo 1100 con equipo hidráulico montado sobre tractor John Deere, modelo SG-049 de 135 cv. Compresor de 25 bares INGERSOLL-RAND de 1170.

### **Estado de la perforación**

A las 9:00 se continúa perforando a 220 mm desde los 72 m del día anterior.



**Perforando con el martillo de 220 mm**

A los 102 m se comienza a inyectar agua al sondeo, la cual posee una conductividad de 374  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

A los 110 m, el sondista dice que parece haber un pequeño aporte de agua, pero que no puede afirmarlo con total seguridad pues la cantidad de agua debe ser muy pequeña y al salir se mezcla con la inyectada al sondeo, y parte es absorbida por las margas las cuales salen empapadas formando un denso barro.

A los 147 m, se decide en contacto con la dirección de obra, detener la perforación pues observadas con detenimiento las muestras obtenidas, nos encontramos en las margas de la Fm Sot de Chera las cuales marcan el tránsito al Dogger, el cual ya no es objetivo del presente sondeo.

A las 16:00 se comienza a extraer la maniobra, tarea que finaliza a las 17:30, midiéndose el nivel con sonda manual y situándose éste en 81,8 m (valor extraño, que pudiese ser erróneo por captar la sonda algún tramo húmedo del pozo).

Aún así, mañana (sobre las 10:00 h) previo a la testificación geofísica, se volverá a medir el nivel con la sonda manual para una mejor valoración del funcionamiento del sondeo.



**Tubería de emboquille tras extraer la maniobra.**

**Alrededor queda el barro formado por el material margoso.**



**Midiendo el nivel tras extraer la maniobra**

### **Columna litológica**

Los materiales atravesados en el día de hoy, son los siguientes:

De 72 a 84 m, caliza blanca y caliza beige-amarillenta.

De 84 a 99 m, caliza violácea con restos fósiles y caliza marrón arenosa.

De 99 a 102 m, caliza beige-amarillenta principalmente y margocaliza gris-verdosa.

De 102 a 125 m, margocaliza gris-verdosa principalmente y caliza marrón amarillenta.

De 125 a 147 m, margas grises.

### Otras actividades

A las 15:00 el sanitario portátil de la obra es sustituido por otro equipado con lavabo e inodoro.



**Nuevo sanitario portátil**

<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> 25/01/07		<b>Nº pág:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> Belchite	<b>POBLACIÓN:</b> Belchite	<b>PROFUNDIDAD:</b> 147 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 22/01/07	<b>SISTEMA:</b> RotoperCUSión	
<b>DIÁMETRO:</b> 324 mm y 220 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b>		

## INFORME DIARIO DE CONTROL DE SONDEO

### Características de la maquina de perforación

Sonda de la empresa Perforaciones Jiennenses MARCHAL S.L.

Marca F.D.O. modelo 1100 con equipo hidráulico montado sobre tractor John Deere, modelo SG-049 de 135 cv. Compresor de 25 bares INGERSOLL-RAND de 1170.

### Estado de la perforación

A las 10:00 se mide el nivel del sondeo con sonda manual, situándose éste en 83,8 m, es decir, 2 m más profundo que ayer.

A las 10:45 llega el equipo de testificación geofísica.



Preparando para la testificación geofísica



**Sondas hidrogeológica y de desviación**

Se comienza a introducir la primera sonda (hidrogeológica) a las 11:00. A continuación se introduce la sonda de desviación.



**Introduciendo la sonda hidrogeológica**

El equipo geofísico concluye la testificación a las 12:30, abandonando el emplazamiento a las 12:45.

Los resultados obtenidos durante la geofísica son los siguientes:

El nivel estable se encuentra a los 84 m.

En la zona seca (de 0 a 84 m), tenemos en las calizas varias zonas de fractura rellenas de arcillas (aumenta el gamma natural): 39 m, 41 m, 43 m, 45 m, 50 m, 60 m y 83 m.

En la zona de agua (a partir de los 84 m) hasta los 123 m, tenemos material calcáreo más homogéneo.

Este tramo presenta varias fracturas con aporte: a los 110 m (bajada en la resistividad y cambio en el potencial), a los 115 m.

El último tramo, es el más margoso, el cual va de los 123 m hasta el final del sondeo. Aquí tenemos una fractura con aporte a los 131 m (bajada de la resistividad y cambio en la temperatura).

Consultada la dirección de obra, contrata y asistencia técnica pasan la orden de entubación al sondista:

De 145 m a 133 m, tubería ciega.

De 133 m, a 130 m, tubería de filtro.

De 130 m a 118 m, tubería ciega.

De 118 m, a 109 m, tubería de filtro.

De 109 m, a 0 m, tubería ciega.

Total tubería ciega: 133 m.

Total tubería de filtro: 12 m.

A las 14:30 comienza la entubación.



**Detalle orejetas y soldadura entre tuberías**



**Elevando la tubería**



Gancho y cable tras elevar la tubería

A las 19:00 concluye la jornada de trabajo con los 145 m de tubería colocados, quedando ésta 2 m colgada del fondo del sondeo.

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)		
FECHA: 26/01/07		Nº pág:
Nº SONDEO: Belchite	POBLACIÓN: Belchite	PROFUNDIDAD: 147 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
INICIO: 22/01/07	SISTEMA: RotoperCUSión	
DIÁMETRO: 324 mm y 220 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:		

## INFORME DIARIO DE CONTROL DE SONDEO

### Estado de la perforación

A las 9:30 comienza la limpieza del sondeo.

El sondeo aporta una cantidad muy pequeña de agua por lo que se procede a ir inyectando agua a la perforación para su limpieza.





**Cuba de agua inyectada para la limpieza**

Se comienza obteniendo un agua de color gris oscuro (debido a las margas del fondo) y una muy alta turbidez.



**Limpieza (10:00 h).**



**Limpieza (10:00 h)**

A las 12:00 se toma conductividad del agua que se está inyectando a la perforación: 376  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

A esta misma hora, se mide conductividad del agua del sondeo: 515  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Lentamente el agua pierde turbidez aunque sigue siendo elevada.

A la 14:00 la conductividad del agua del sondeo es de 305  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

A partir de este momento a pesar de seguir inyectándole cubas de agua, el sondeo ya no aclara más



**Limpieza (14:00 h)**

A las 15:30 concluye la limpieza del sondeo, con un agua de color grisáceo, turbidez media-alta, conductividad 388  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y  $T^{\text{a}}$  15  $^{\circ}\text{C}$ .



**Midiendo conductividad del agua del sondeo**

A las 16:30 se comienza a extraer el varillaje.

A las 18:00 con la maniobra extraída completamente, se mide el nivel del sondeo situándose éste en 136 m.



**Midiendo nivel con sonda manual**

Se deja un pequeño agujerito en la chapa metálica que tapa el sondeo para mañana volver a introducir la sonda y ver la capacidad de recuperación del sondeo.



**Sondeo tapado con chapa metálica (agujerito en el centro para medir mañana de nuevo el nivel)**

Mañana antes de trasladar el equipo al siguiente emplazamiento (Añavieja), se cementará y engravillará el actual sondeo.

<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> 27/01/07		<b>Nº pág:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> Belchite	<b>POBLACIÓN:</b> Belchite	<b>PROFUNDIDAD:</b> 147 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 22/01/07	<b>SISTEMA:</b> Rotopercusión	
<b>DIÁMETRO:</b> 324 mm y 220 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b>		

### INFORME DIARIO DE CONTROL DE SONDEO

#### Estado de la perforación

A las 9:00 de la mañana se cementa y engravilla en cabeza de sondeo.

A continuación se mide el nivel del sondeo, situándose éste en 135 m.

Por último, se recoge la maquinaria para realizar el traslado a Añavieja.



**Sondeo tras el engravillado**

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° 2816-6-0032**

**(P-09.604.005)**

**BELCHITE (ZARAGOZA)**

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 Belchite (Zaragoza) dentro del marco de la campaña de sondeos realizada por ese organismo para la ampliación de la Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro. Este informe se realiza en el marco del Proyecto de “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. Los 139 m restantes se perforaron con el martillo de 220 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm. Los dos últimos metros no fueron entubados.

Presenta la siguiente disposición: De 0 a 109 m tubería ciega. De 109 m a 118 m filtro de puentecillo. De 118 m a 130 m tubería ciega. De 130 m a 133 m filtro de puentecillo. De 133 m a 145 m tubería ciega.

Para proceder a la elaboración de la columna de sondeo se han estudiado las muestras de estos “ripios” recogidas a intervalos de unos 5 metros. Estas muestras resultan únicamente significativas a lo hora de identificar las facies y características de las litología 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 diagráffas disponibles del estudio geofísico, fundamentalmente de las de Gamma natural y de las diversas resistividades, se ha realizado una representación gráfica de la posible columna litológica de los materiales cortados en el sondeo. Estos datos se han contrastado con la literatura regional existente y la posición de sondeo dentro del contexto regional para interpretar cuales son los tramos y Unidades Litoestratigráficas atravesadas y realizar una posible atribución de edades de las mismas.

## SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo cuyo código de identificación es 2216-6-0032 (P-09.604.005) se localiza en el término municipal de Belchite (Zaragoza), en las inmediaciones del Polígono Industrial La Lomaza.





Al piezómetro se accede tomando la carretera que saliendo desde la A-222 va al Polígono Industrial-Cantera y al final de la misma continuando por el camino de concentración parcelaria que va hacia el N, hasta llegar a un corral de ganado. El piezómetro se sitúa entre este corral y la cantera.

Las coordenadas exactas del punto son: X= 686632, Y= 4584627, Z= 405 m.s.n.m. (Fig.1).

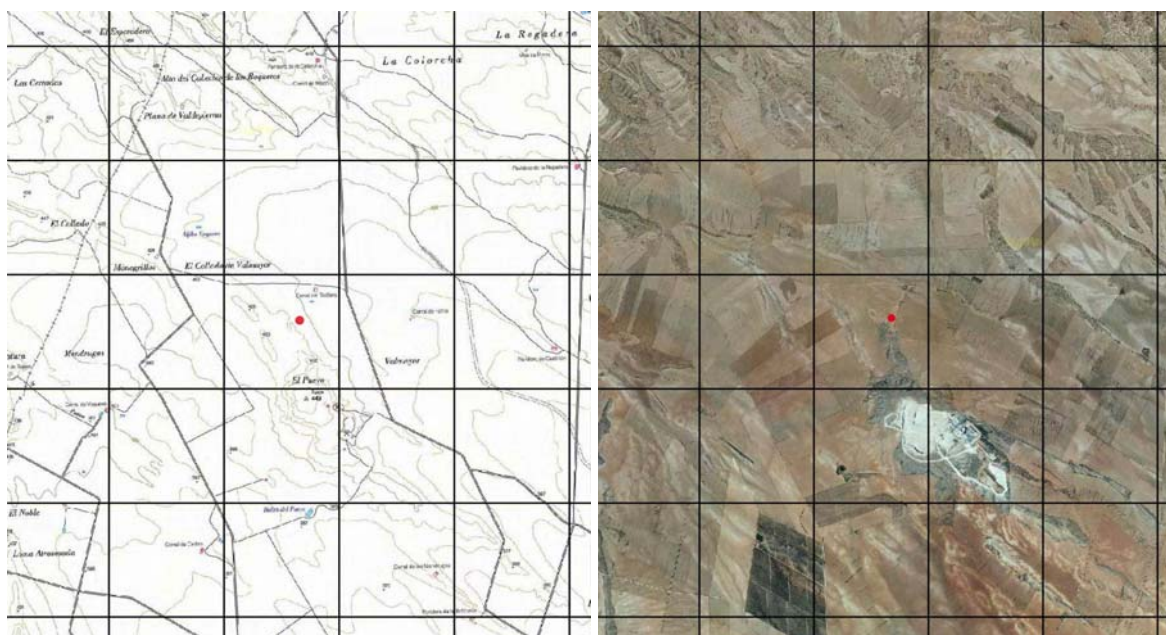


Fig. 1. Situación geográfica del sondeo y ortofoto (tomadas del Visor SIGPAC). Equidistancia de la cuadrícula, 1000 metros.

## SITUACIÓN GEOLÓGICA

### *EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA*

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra emboquillado en los materiales del Terciario que se diferencian dentro del Mapa Geológico MAGNA 412 (Pina de Ebro) como unidad 32, Arcillas rojas con yeso nodular y gipsarenitas y calizas de la Unidad de Bujaraloz-Sariñena, y de edad Mioceno.

La estructura general de la zona es sencilla, con paleorrelieves de materiales Jurásicos que se encuentran parcial o totalmente tapizados, por materiales del Mioceno. Generalmente los materiales Jurásicos se encuentran formando anticlinales bastante laxos, con valores de buzamiento que no suelen ser superiores a los 20° y sobre estos onlapa progresivamente un terciario horizontal o suavemente inclinado hacia el centro de la cuenca. Se puede hablar en esta zona de que los materiales del Jurásico describen un anticlinal muy laxo de dirección aproximada nortada (NNW-SSE), que es aprovechado casi en su totalidad como zona

canterada. De esta manera, si bien los materiales del Terciario se encuentran en disposición horizontal en la zona donde está emboquillado el sondeo, los materiales del Jurásico subyacentes se encontrarán suavemente buzando al NE.

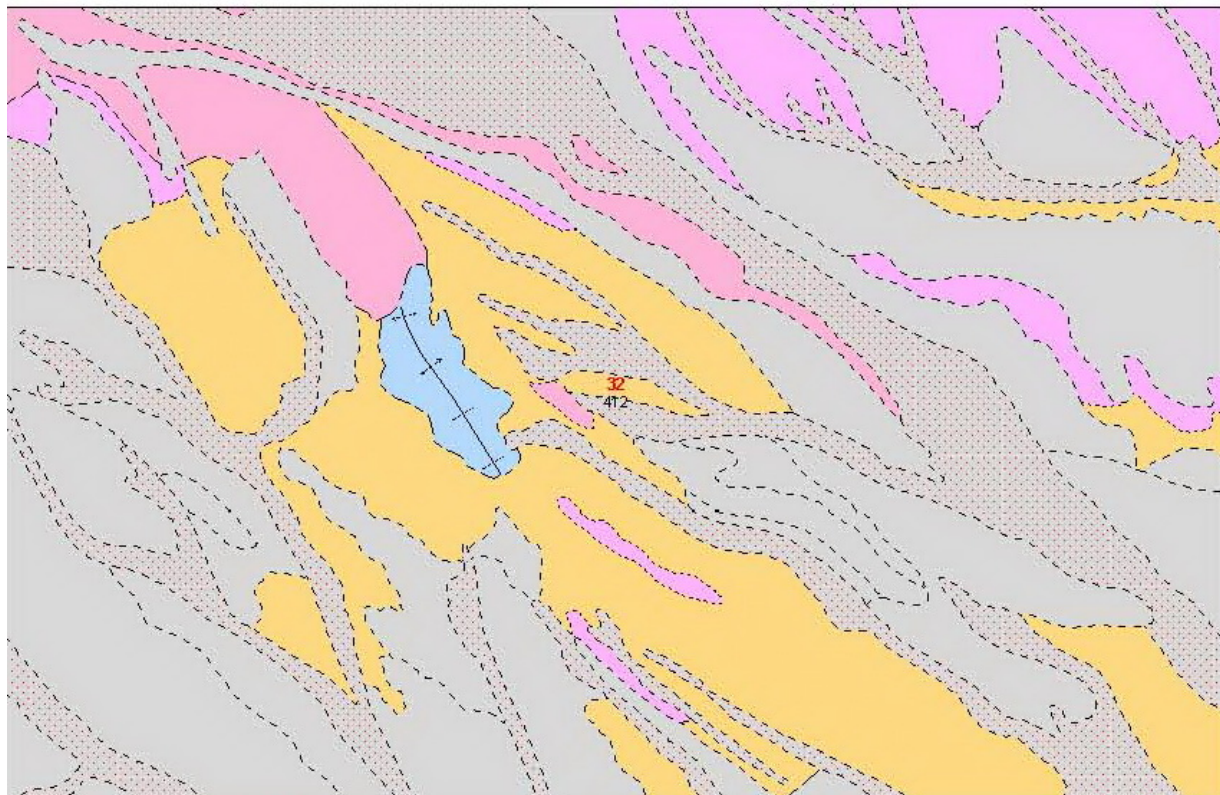


Fig.2. Situación geológica del sondeo. Tomado de cartografía dinámica MAGNA del IGME.

### *FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS*

El sondeo se encuentra situado directamente sobre los materiales del Mioceno de la Unidad de Bujaraloz-Sariñena, compuesto esencialmente por arcillas rojas con yeso nodular y gipsarenitas y calizas.

Estos materiales aparecen aproximadamente hasta el metro 7 del sondeo, momento en el que se comienza a cortar una sucesión predominantemente carbonatada. El inicio de esta sucesión puede atribuirse a la Fm. Higuieruelas. En el vecino sector de Fuendetodos, Ipas (2004) cita la existencia de una Fm. Higuieruelas totalmente micritizada (chalked), en la que sólo de manera ocasional se pueden reconocer indicios de una textura original bioclástica y granosostenida. De la misma manera, en ese perfil abundan términos sedimentarios fangosos. Con esas características, parece lógico atribuir el intervalo 9-37 a la parte media e inferior de la Fm.



Higueruelas, en la que en este sector se pueden reconocer tres grandes tramos o secuencias de tercer orden.

La edad de esta unidad de acuerdo con Ipas *et al.* (2004a, 2004b) se puede establecer como Titónico.

Desde el metro 37 y hasta el metro 135, se corta una sucesión de calizas micríticas con ocasionales intercalaciones margosas, muy posiblemente en forma de interestratos. También en este tramo son abundantes las calizas margosas. Este tramo se puede atribuir a la Fm. Loriguilla, y de un modo más concreto en torno al metro 79 se situaría el límite entre la Fm. Loriguilla inferior y la superior (Aurell *et al.*, 2002). La primera de ellas con un mayor contenido en margocalizas y calizas margosas. La edad de esta unidad puede establecerse como Kimmeridgiense.

Por último, el tramo comprendido entre el metro 135 y el final del sondeo ha sido atribuido de forma semi-tentativa a la Fm. Sot de Chera. No obstante se trataría de una Fm. Sot de Chera algo atípica, más competente, con más términos de margocalizas que en otros lugares. Su edad puede atribuirse al Kimmeridgiense inferior.

#### *COLUMNA LITOLÓGICA.*

### **TRAMO 1**

0-7 m. Arcillas rojas con pasadas de limolitas rojas con granos posiblemente de origen lítico muy finos, y en menor medida areniscas rojas de grano fino, lítico-cuarzosas, dominando los líticos. Están poco cementadas.

### **TRAMO 2**

7-37 m. Calizas blancas, totalmente micritizadas. La raya es perfectamente blanca. No es fácil reconocer indicios de la textura original, de modo que actualmente son un *mudstone* secundario. A lo largo de todo el tramo se reconocen zonas recristalizadas en forma de parches, que pudieran tener una relación con posibles componentes bioclásticos.

### **TRAMO 3**

37-60 m. Calizas gris-amarillentas con ocasionales calizas blancas y dolomías amarillentas. Las calizas presentan textura *mudstone* pero a diferencia de las anteriores es



deposicional, con puntuales fragmentos de bivalvos, foraminíferos aglutinantes y puntuales espículas de esponjas. Presentan ocasionales vetas de calcita muy finas. Las que presentan tonos más blancos se han visto sometidas a procesos de micritización. Por su parte, las dolomías presentan variaciones de color amarillo-blanco, dando un aspecto casi bandeado, y de grano fino. Son más abundantes hacia la parte basal del tramo.

#### **TRAMO 4**

60-79 m. Calizas grises micríticas. Se trata de facies de *mudstone* con ocasional presencia de fragmentos de bivalvos, de manera que de forma puntual se puede establecer una gradación hacia términos de *wackestone* de bioclastos. Hacia la parte alta del tramo son muy frecuentes las vetas de calcita de escasos milímetros de grosor.

#### **TRAMO 5**

79-95 m. Calizas grises micríticas, con calizas margosas del mismo tono y ocasionales dolomías de tonos rojizos. Las dolomías son de grano fino, microcristalinas. Las calizas suelen presentar textura *mudstone*, con muy escasos fragmentos de bioclastos. Las margosas presentan abundante contenido detrítico de tamaño de grano limo. Las vetas finas de calcita son ubicuas a lo largo del tramo.

#### **TRAMO 6**

95-105 m. Calizas margosas y margocalizas grises. Hacia la base la sucesión se hace más margosa, siendo dominante en los tres primeros metros. Se observan abundantes partículas de tamaño de grano limo. Este limo podría ser de naturaleza silíceo. Puntualmente aparecen niveles de *mudstone* puros.

#### **TRAMO 7**

105-135 m. Margocalizas gris muy oscuras, alternando con calizas de tonos más claros. Las calizas en general son margosas, aunque hay términos de *mudstone* bastante puros. Las calizas margosas presentan abundante limo, posiblemente de cuarzo. Se observan recristalizaciones de calcita en forma de parches neoformados. De manera puntual se reconocen restos carbonosos.

A los 110 metros se observa un pequeño aporte de agua.



## TRAMO 8

135-147 m. Margas y margocalizas gris muy oscuras, con aspecto casi negruzco. Las margocalizas presentan abundante limo, posiblemente de cuarzo. Aparecen parches esparíticos de forma ocasional.

## REFERENCIAS

AURELL, M.; MELÉNDEZ, G.; OLÓRIZ, F. (COORD); BÁDENAS, B.; CARACUEL, J.; GARCÍA-RAMOS, J.C.; GOY, A.; LINARES, A.; QUESADA, S.; ROBLES, S.; RODRÍGUEZ-TOVAR, F.J.; ROSALES, I.; SANDOVAL, J.; SUÁREZ DE CENTI, C.; TAVERA, J.M. & VALENZUELA, M. (2002): *Jurassic*. In: GIBBONS, W. y MORENO, T. (eds), *The Geology of Spain*. Geological Society, London, pp.213-254.

IPAS, J. (2004): *Análisis de facies y Estratigrafía Secuencial de la Formación Higuieruelas (Jurásico superior) en la Cordillera Ibérica septentrional (provincia de Zaragoza)*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Zaragoza (inédito).

IPAS, J.; AURELL, M. Y BÁDENAS, B. (2004a): *Ambientes sedimentarios y secuencias en la Fm. Higuieruelas (Jurásico Superior) en la Cordillera Ibérica Septentrional*. Geogaceta 34, 7-10.

IPAS, J.; AURELL, M. Y BÁDENAS, B. (2004b): *Propuesta de correlación de las Secuencias del Titónico (Jurásico Superior) entre los sectores septentrional y oriental de la Cuenca Ibérica*. Geotemas 6(2).79-82.

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) HOJA 1:50.000 N° 412. Pina de Ebro (2006).

CÓDIGO IPA: 2816-6-0032  
CÓDIGO MMA: 09.604.005

MUNICIPIO: BELCHITE  
PROVINCIA: ZARAGOZA

HOJA Nº 2816

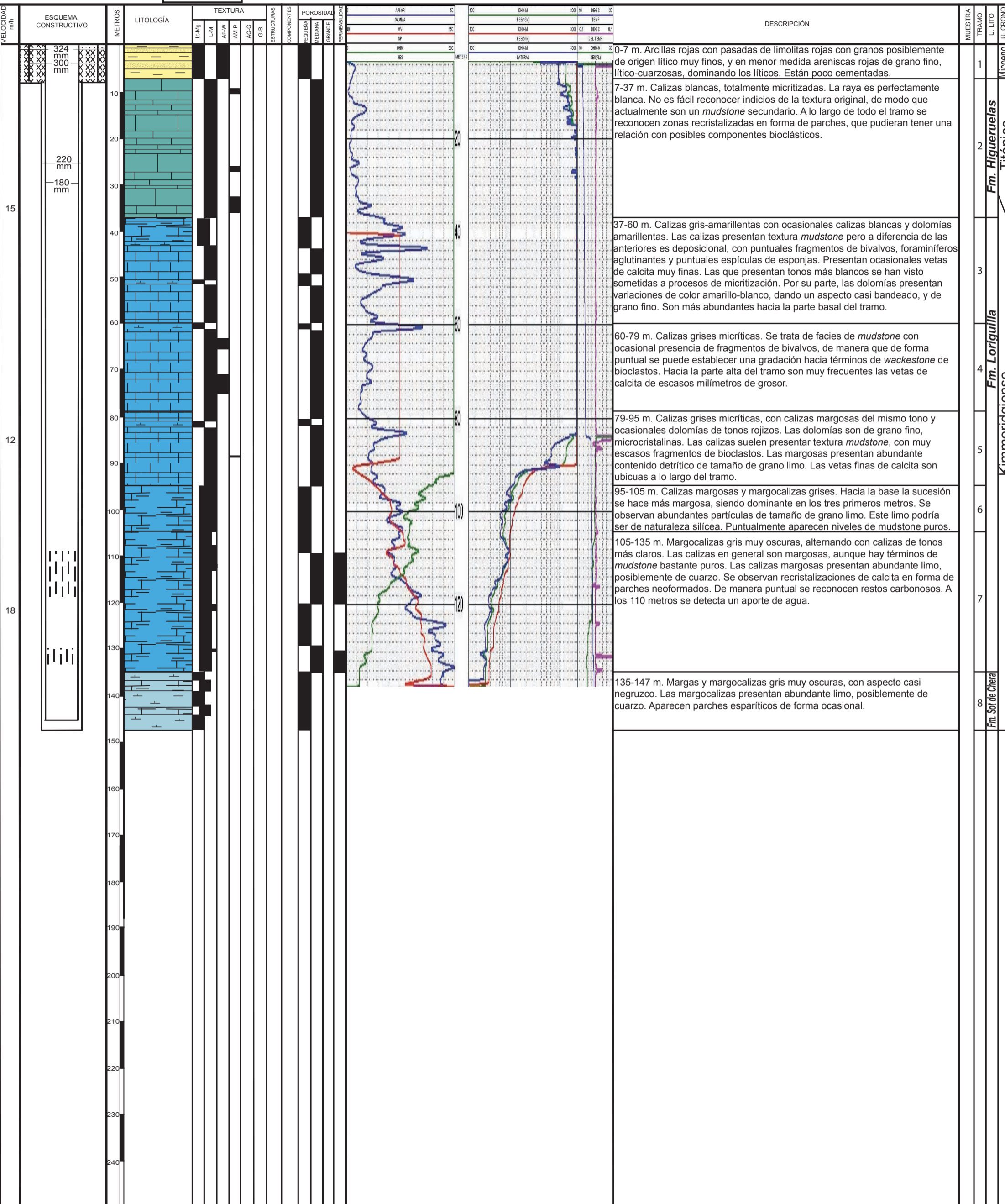
PARAJE: LA LOMAZA, POLÍGONO 513  
PARCELA 63

FECHA INICIO: 23/01/2007  
FECHA FINAL: 24/01/2007

COORDENADAS UTM HUSO 30  
686632  
4584627  
405

PRECISIÓN (X,Y): GPS  
PRECISIÓN Z: GPS

AUTOR FICHA: Javier F. Ibas Lloréns





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: **BELCHITE**

**CGS** **COMPAÑÍA GENERAL DE SONDEOS, S.A.**

Avda. de Bruselas, 7  
Parque Empresarial Arroyo de la Vega  
28108 Alcobendas, Madrid  
Tf: 914902410 Fax: 916624296  
E-mail: [cgs@cgsondeos.com](mailto:cgs@cgsondeos.com)

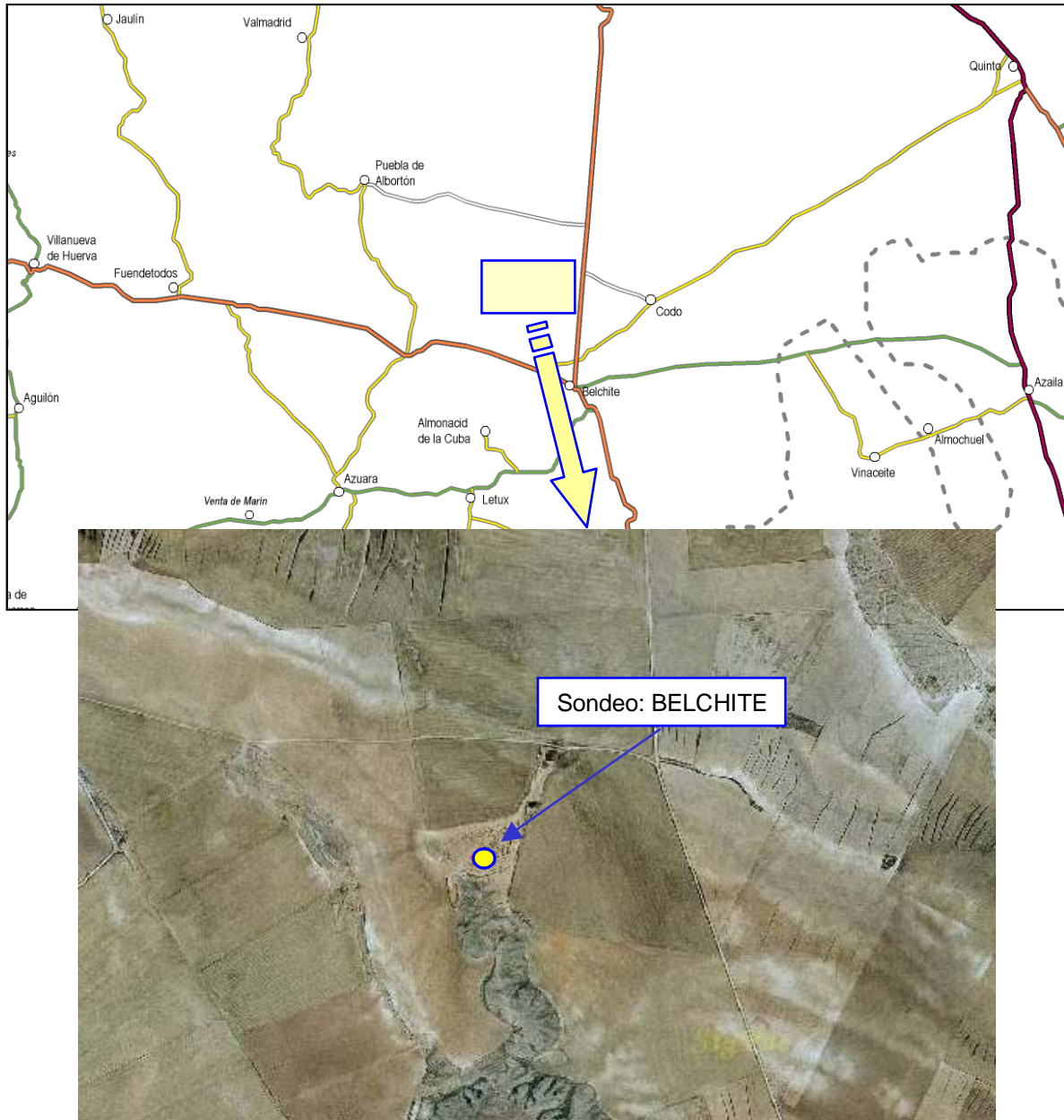
ENERO DE 2007





TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO “**BELCHITE**” EN EL TÉRMINO  
MUNICIPAL DE BELCHITE (ZARAGOZA)

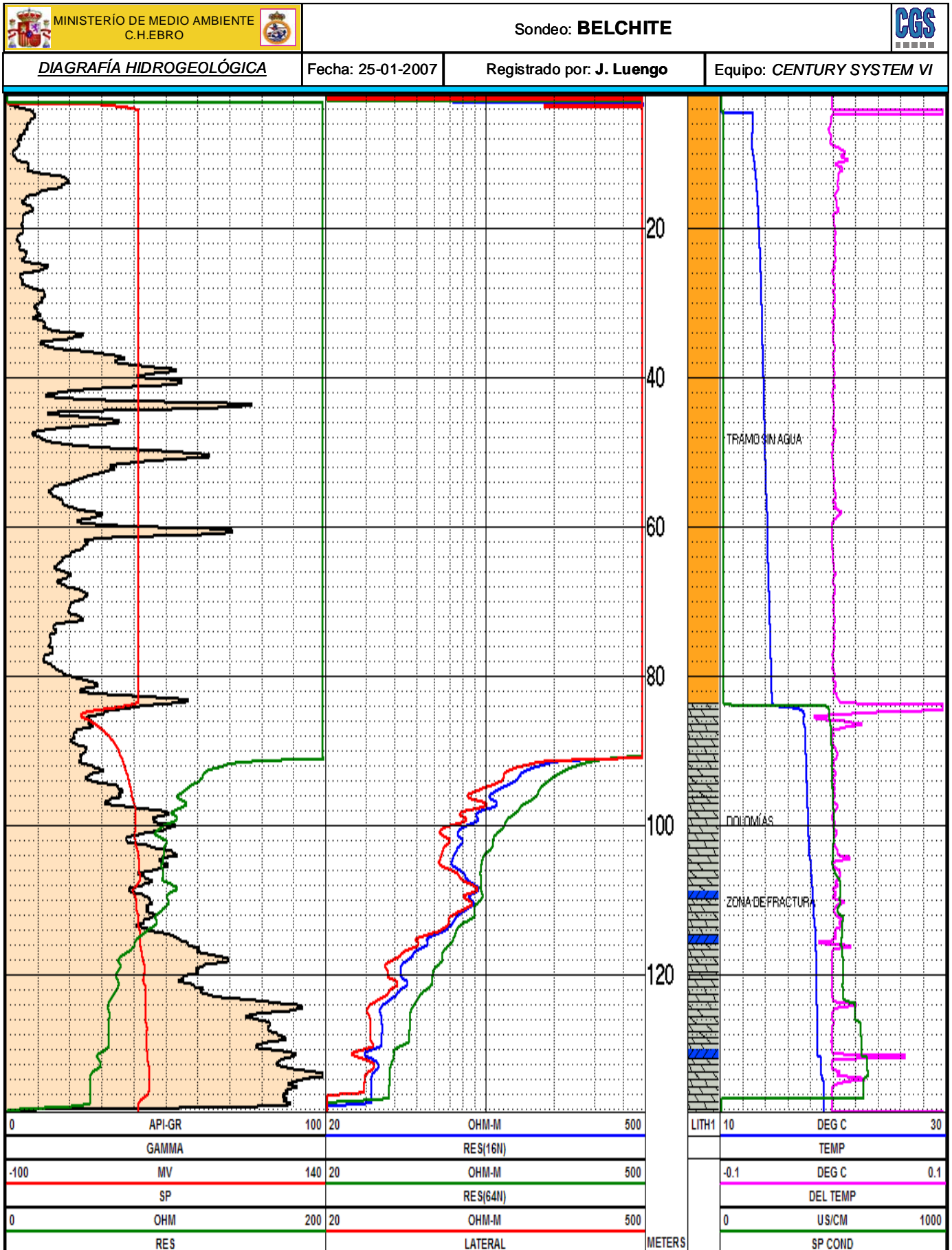
ENERO DE 2007



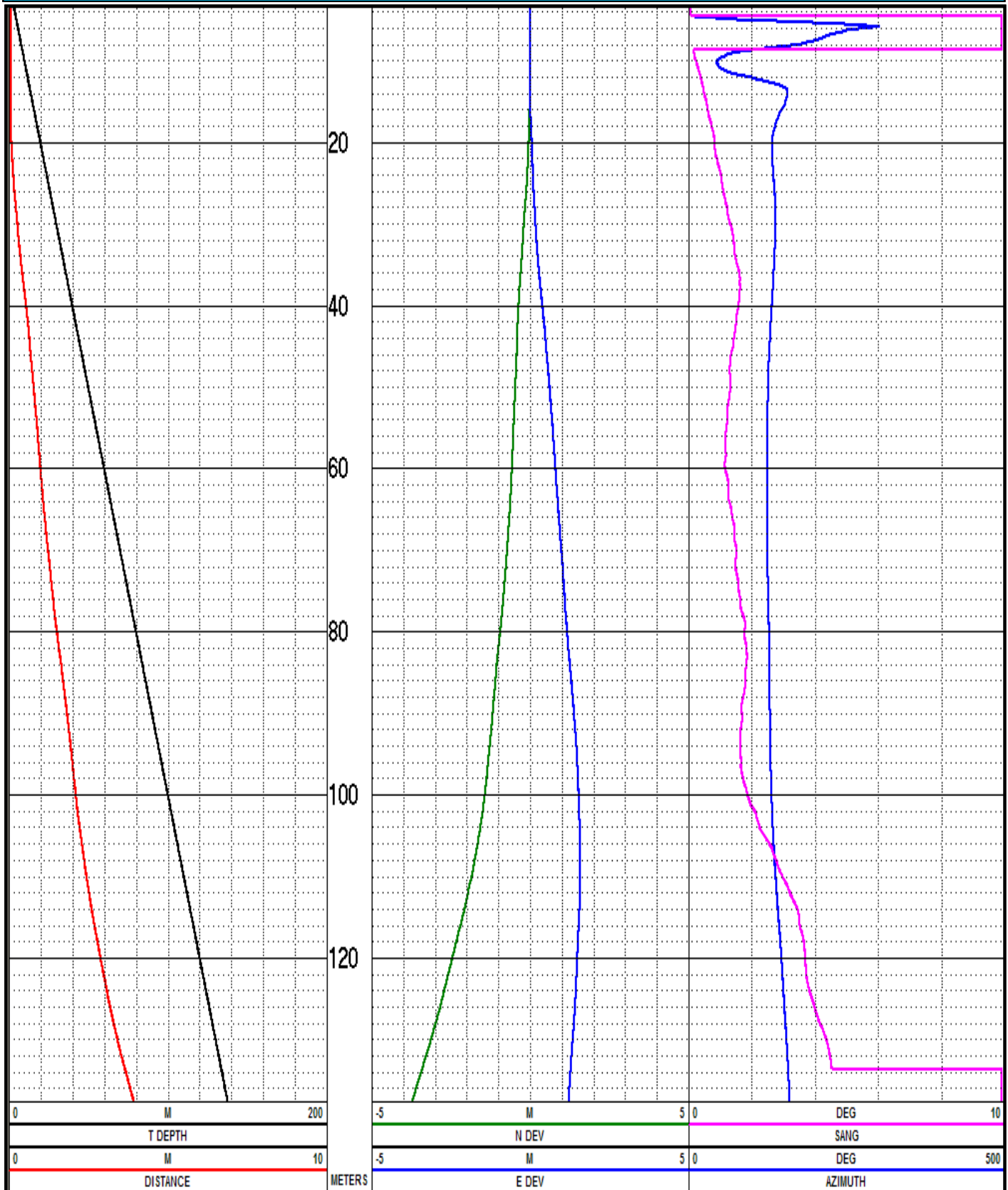
*Situación geográfica del sondeo: **BELCHITE***

DATOS DEL SONDEO:    **BELCHITE**

COORDENADAS DEL SONDEO:	X	0686630
	Y	4584617
	Z	485
PROVINCIA:	ZARAGOZA	
MUNICIPIO:	BECHITE	
PROFUNDIDAD DEL SONDEO:	147 mts.	
PROFUNDIDAD TESTIFICADA:	138 mts.	
ENTUBADO:	De 0 a 8 mts.	
TIPO DE TUBERÍA:	Metálica	
DIÁMETRO DE ENTUBACIÓN:	300 mm.	
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN:	220 mm.	
NIVEL FREÁTICO (durante la testificación):	84 m.	
MODALIDAD DE PERFORACIÓN:	Rotopercusión	
TESTIFICADO CON LAS SONDAS:	8044 y 9055	
FACTOR DE CORRECCIÓN DEL CABRESTANTE:	0.65343	
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:	25-01-2007	



<b>DIAGRAFÍA DE DESVIACIÓN</b>	Fecha: 25-01-2007	Registrado por: J. Luengo	Equipo: CENTURY SYSTEM VI
--------------------------------	-------------------	---------------------------	---------------------------



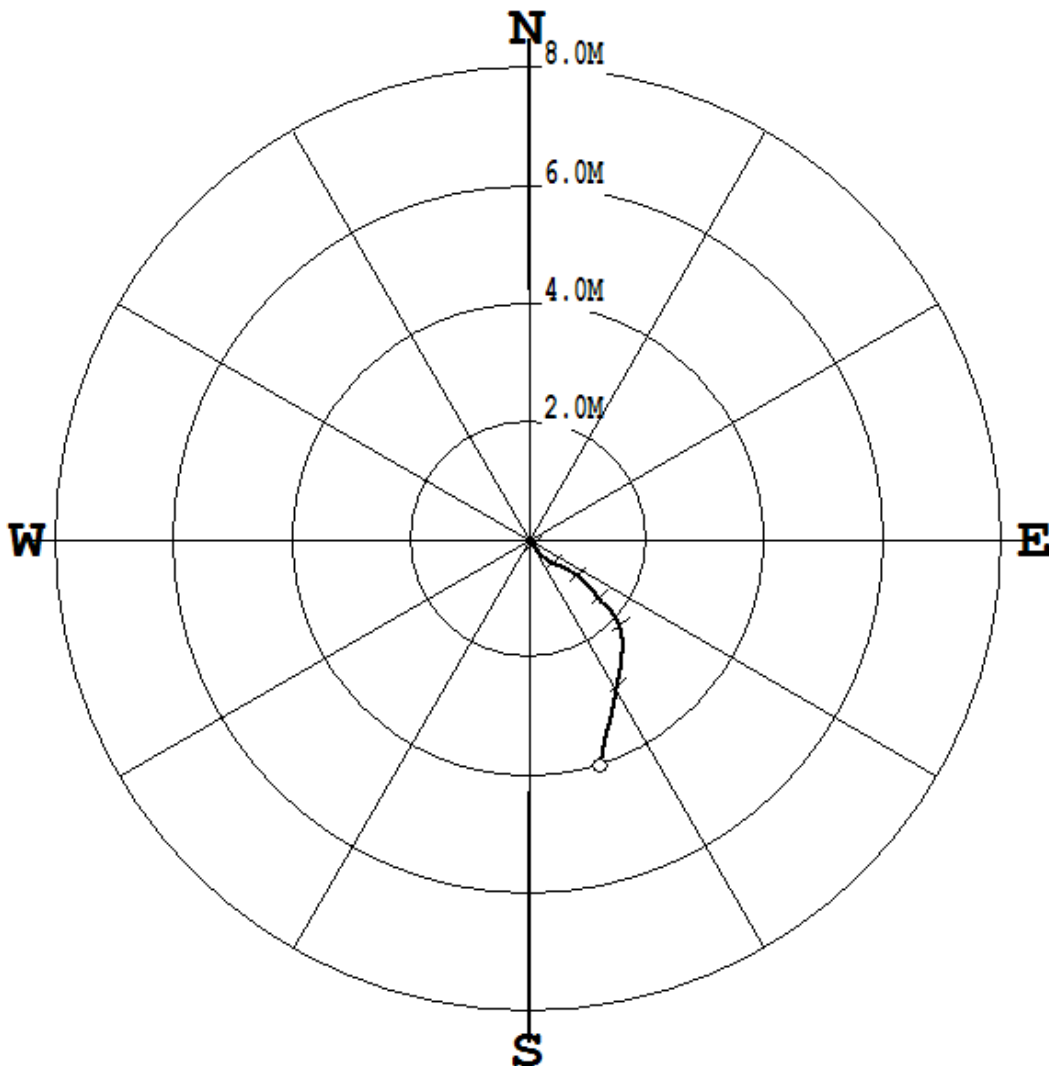
Print

## PLAN VIEW COMPU-LOG DEVIATION

CLIENT: CGS  
LOCATION:  
HOLE ID: BELCHITE  
DATE OF LOG: 01/25/07  
PROBE: 9055A 249

↑  
↑  
↑  
MAG DECL: 0.0

SCALE: 1 M/CM  
TRUE DEPTH: 138.59 M  
AZIMUTH: 162.4  
DISTANCE: 4.0 M  
+ = 20 M INCR  
○ = BOTTOM OF HOLE



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

PROFUNDIDAD	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
2	0.00	0.00	0.00	0.00	300
4	0.00	0.01	0.00	0.00	3
6	0.00	0.14	0.00	0.00	278
8	0.00	0.21	0.00	0.00	163
10	0.00	0.19	0.00	0.00	51
12	0.01	0.29	0.00	0.00	98
14	0.02	0.55	-0.01	0.01	157
16	0.04	0.87	-0.03	0.02	149
18	0.07	0.79	-0.05	0.04	138
20	0.09	0.76	-0.07	0.07	134
22	0.12	0.92	-0.08	0.09	134
24	0.16	0.93	-0.11	0.11	136
26	0.19	1.32	-0.14	0.13	138
28	0.24	1.43	-0.18	0.16	139
30	0.29	1.14	-0.22	0.19	139
32	0.33	1.49	-0.25	0.22	139
34	0.38	1.46	-0.28	0.26	138
36	0.44	1.75	-0.32	0.30	137
38	0.50	1.78	-0.35	0.35	135
40	0.56	1.80	-0.38	0.40	133
42	0.61	1.53	-0.41	0.46	132
44	0.66	1.24	-0.43	0.50	131
46	0.70	1.39	-0.44	0.54	129
48	0.75	1.41	-0.46	0.59	128
50	0.79	1.35	-0.49	0.63	128
52	0.84	1.28	-0.51	0.67	127
54	0.89	1.38	-0.53	0.71	127
56	0.93	1.08	-0.55	0.75	126
58	0.97	1.29	-0.57	0.78	126
60	1.01	1.07	-0.59	0.81	126
62	1.05	1.29	-0.62	0.85	126
64	1.09	1.27	-0.64	0.89	126
66	1.14	1.56	-0.67	0.93	126
68	1.19	1.40	-0.71	0.96	126
70	1.25	1.63	-0.75	1.00	126
72	1.30	1.54	-0.78	1.04	127
74	1.35	1.61	-0.82	1.07	127
76	1.41	1.47	-0.87	1.11	128
78	1.46	1.88	-0.91	1.14	128
80	1.53	1.84	-0.96	1.18	129
82	1.59	2.08	-1.02	1.22	129
84	1.66	1.82	-1.07	1.27	130
86	1.72	1.74	-1.11	1.31	130
88	1.78	1.84	-1.15	1.36	130
90	1.84	1.67	-1.20	1.40	130
92	1.90	1.72	-1.24	1.44	131

PROFUNDIDAD	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
94	1.96	1.67	-1.29	1.47	131
96	2.01	1.58	-1.34	1.50	132
98	2.06	1.74	-1.39	1.52	132
100	2.12	1.77	-1.45	1.54	133
102	2.17	2.06	-1.51	1.56	134
104	2.24	2.41	-1.59	1.58	135
106	2.31	2.70	-1.68	1.59	137
108	2.38	2.53	-1.77	1.59	138
110	2.45	3.31	-1.87	1.59	140
112	2.54	3.09	-1.98	1.58	141
114	2.62	3.42	-2.10	1.57	143
116	2.70	3.86	-2.22	1.54	145
118	2.80	3.75	-2.35	1.52	147
120	2.89	3.65	-2.48	1.49	149
122	2.99	3.73	-2.61	1.47	151
124	3.09	3.65	-2.73	1.45	152
126	3.20	3.99	-2.86	1.42	154
128	3.31	4.28	-3.00	1.39	155
130	3.43	4.45	-3.15	1.35	157
132	3.55	4.60	-3.30	1.31	158
134	3.69	4.65	-3.46	1.28	160
136	3.83	4.57	-3.62	1.25	161
138	3.83	4.67	-3.01	1.20	156

## **RESULTADOS OBTENIDOS**

### LITOLOGÍA

El sondeo se ha perforado en una formación compuesta por dolomías.

### NIVEL FREÁTICO

El nivel freático del sondeo en el momento de efectuar la testificación se encontraba a los 84 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 109 m. a 110 m.	1 m.	Zona de fractura
Tramo de 115 m. a 116 m.	1 m.	Zona de fractura
Tramo de 130 m. a 131,5 m.	1,5 m.	Zona de fractura

### DESVIACIÓN

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

- La distancia de máxima desviación con respecto a la vertical, a los 138 metros de profundidad, ha sido de 3,83 metros.
- El Acimut mantiene una media aproximada en todo el sondeo de 130°.
- El sondeo no presenta prácticamente desviación hasta los 20 metros de profundidad. A partir de aquí y hasta los 100 metros se registra un paulatino aumento de la inclinación hasta alcanzar los 2° de inclinación, y de los 100 metros hasta el final del sondeo el incremento es mayor llegando a ser de 4,67° a los 138 metros.



Fdo: José Luengo  
Geofísico

COMPAÑÍA GENERAL DE SONDEOS, S.A.  
Alcobendas, 25 de enero 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 los datos geofísicos, de la columna levantada durante la perforación del sondeo y una vez consultada la dirección de obra, se realiza la operación de entubado entre las 14:30 del 25/01/07 y las 19:00 del 25/01/07 cuyo resultado se recoge en las siguientes tablas.



**Soldando las tuberías**



**Detalle orejetas abiertas de la tubería ciega**

### Entubación sondeo Belchite

REVESTIMIENTO				
TRAMO (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-8	300	5	Acero	Ciega
0-109	180	4	Acero	Ciega
109-118	180	4	Acero	Filtro puente
118-130	180	4	Acero	Ciega
130-133	180	4	Acero	Filtro puente
133-145	180	4	Acero	Ciega

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

Soldadura practicada por sistema MIG automatizado con hilo y Argón.

RESUMEN UNIDADES (m)	
Diámetro 300 mm tubería ciega	8
Diámetro 180 mm tubería ciega	133
Diámetro 180 mm tubería filtro puentecillo	12

## INCIDENCIAS

El entubado concluye a las 19:00 con los 145 m de tubería colocados, quedando ésta 2 metros colgada del fondo.

Fdo: Luis Almansa Calzado

# 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> 06-07/11/07		<b>Nº pág:</b>
<b>Nº SONDEO:</b>	<b>POBLACIÓN:</b> Belchite	<b>PROFUNDIDAD:</b> 147 m
<b>HORAS DE BOMBEO:</b> 52 minutos	<b>HORAS DE RECUPERACIÓN:</b> 18 h en total (todas con el equipo de impulsión introducido)	

#### **Ensayo de bombeo del sondeo de "Canteras Val Mayor" en Belchite (2816-6-0052)**

El ensayo de bombeo comienza el 6 de noviembre de 2007 a las 18:10 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 Ideal 1020/96 de 40 CV de potencia.

El nivel estático inicial medido con la sonda de impulsión dentro, estaba a 91,88 m y la profundidad de la bomba de aspiración 123 m.

Se realizaron dos escalones según la tabla adjunta:

	<b>Duración (minutos)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>	<b>Descenso (m)</b>
<b>Escalón 1</b>	45	0,2	31,12
<b>Escalón 2</b>	7	0,21	15,46

Dado el caudal estimado durante la perforación, se inicia el primer escalón con 0,2 l/s.

A los 45 minutos de bombeo, el nivel desciende hasta la bomba, por lo que se comienza a medir recuperación.

Se consulta a D. Antonio Azcón (IGME Zaragoza), decidiéndose tomar recuperación durante toda la noche (ya que el ritmo de recuperación es lentísimo) y realizar un nuevo bombeo al día siguiente por la mañana (midiendo con exactitud el caudal bombeado).

De forma que, tras 16 horas de recuperación, y con el nivel prácticamente al 50 % de recuperación respecto a su nivel previo, se comienza a bombear de nuevo.

El agua tarda 6 minutos en salir a superficie por el aforador.

Aflora al exterior durante 50 segundos, obteniéndose 10,50 l (se cubicaron con un recipiente tabulado), lo que da un caudal de 0,21 l/s.

Así, tras 6 minutos 50 segundos el nivel vuelva a descender hasta la bomba.

A continuación, se mide de nuevo recuperación con el equipo de impulsión introducido durante 2 horas, quedando el nivel en 107,98 m, es decir, 16,1 m por debajo del nivel previo.

A pesar de ser escaso el tiempo de bombeo, el agua tenía muy baja turbidez.

Se realizó una medida de conductividad, pH y T<sup>a</sup> al comenzar el ensayo:

<b>Caudal (l/s)</b>	<b>Tiempo acumulado (min)</b>	<b>pH</b>	<b>Conductividad (μS/cm)</b>	<b>T<sup>a</sup> (°C)</b>
0,2	10	7,19	2860	16,2





**Introduciendo tuberías y cableado**



**Vista del emplazamiento durante la introducción de la tubería**



Primer escalón (agua clara, 0,2 l/s)

Fdo: Luis Almansa Calzado.

**ENSAYO DE BOMBEO**

Localidad Belchite  
 N° Registro IPA 2816-6-0052  
 Profundidad Sondeo 147 m  
 Coordenadas UTM Pozo Piezómetro  
 X 686632  
 Y 4584627  
 Z 405

Fecha Ensayo 06 y 07 de noviembre de 2007  
 Nivel estático inicial 91,88 m  
 Profund. Aspiración 123 m  
 Bomba Grundfos modelo SP-45-31  
 Grupo FIAT ALFO 250KVA 400CV  
 Alternador MECC ALTE

Piezómetro (n° IPA)

Profundidad m  
 Distancia m  
 Dirección (norte) °E

**Régimen de bombeo**

Escalón	Caudal (l/s)	Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Parcial	Total
1	0,2	45	45	31,12	31,12
2	0,2	52	7	15,46	31,12

**Síntesis litológica**

0-8 m Arcillas marrones y gravas calcáreas. Mioceno.  
 9-18 m Caliza muy blanca, cristalina, compacta y con restos de microfauna. Malm.  
 19-21 m Caliza blanca y arcillas marrones. Malm.  
 22-37 m Caliza muy blanca, cristalina, compacta y con restos de microfauna. Malm.  
 38-54 m Margocaliza amarillenta y caliza blanca con recristalizaciones, microfauna y costras de hi  
 55-60 m Caliza con diferentes tonalidades, rosácea-morada, blanca y amarillenta. Malm.  
 61-84 m Caliza blanca y caliza beige-amarillenta. Malm.  
 85-99 m Caliza violácea con restos fósiles y caliza marrón arenosa. Malm.  
 100-102 m Caliza beige-amarillenta principalmente y margocaliza gris-verdosa. Malm.  
 103-125 m Margocaliza gris-verdosa principalmente y caliza marrón amarillenta. Malm.  
 126-147 m Margas grises. Malm.

**Perforación Entubación Rejilla**

Perforación	Entubación	Rejilla
0-8 m f 324 mm	0-8 m f 300 mm	109-118 m 4 mm
8-147 m f 220 mm	0-145 m f 180 mm	130-133 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)		
6-nov-07	18:10	0	0	91,88					
6-nov-07	18:17	7	7	103,70	11,82			0,2	Agua algo turbia
6-nov-07	18:20	10	10	105,20	13,32			0,2	Cond: 2860µS pH: 7.19 Tª 16.2° C
6-nov-07	18:25	15	15	107,66	15,78			0,2	Agua clara
6-nov-07	18:30	20	20	109,00	17,12			0,2	
6-nov-07	18:35	25	25	111,72	19,84			0,2	
6-nov-07	18:40	30	30	114,12	22,24			0,2	
6-nov-07	18:45	35	35	116,32	24,44			0,2	
6-nov-07	18:50	40	40	117,97	26,09			0,2	Se toma muestra para laboratorio
6-nov-07	18:55	45	45	123,00	31,12			0,2	Rejilla
6-nov-07	18:56	1	46	118,92	27,04			0	
6-nov-07	18:57	2	47	114,21	22,33			0	
6-nov-07	18:58	3	48	111,00	19,12			0	
6-nov-07	18:59	4	49	109,10	17,22			0	
6-nov-07	19:00	5	50	107,85	15,97			0	
6-nov-07	19:01	6	51	107,70	15,82			0	
6-nov-07	19:02	7	52	107,67	15,79			0	
6-nov-07	19:03	8	53	107,67	15,79			0	
6-nov-07	19:04	9	54	107,67	15,79			0	
6-nov-07	19:05	10	55	107,66	15,78			0	
6-nov-07	19:10	15	60	107,66	15,78			0	
6-nov-07	19:15	20	65	107,66	15,78			0	
6-nov-07	19:20	25	70	107,64	15,76			0	
6-nov-07	19:25	30	75	107,63	15,75			0	
6-nov-07	19:35	40	85	107,61	15,73			0	
6-nov-07	19:45	50	95	107,61	15,73			0	
6-nov-07	19:55	60	105	107,60	15,72			0	
6-nov-07	20:25	90	135	107,59	15,71			0	
6-nov-07	20:55	120	165	107,58	15,70			0	
6-nov-07	21:25	150	195	107,58	15,70			0	
6-nov-07	21:55	180	225	107,57	15,69			0	
6-nov-07	22:25	210	255	107,57	15,69			0	
6-nov-07	22:55	240	285	107,57	15,69			0	
6-nov-07	23:55	300	345	107,56	15,68			0	
7-nov-07	0:55	360	405	107,56	15,68			0	
7-nov-07	1:55	420	465	107,56	15,68			0	
7-nov-07	2:55	480	525	107,55	15,67			0	
7-nov-07	3:55	540	585	107,55	15,67			0	
7-nov-07	4:55	600	645	107,55	15,67			0	
7-nov-07	5:55	660	705	107,55	15,67			0	
7-nov-07	6:55	720	765	107,55	15,67			0	
7-nov-07	7:55	780	825	107,55	15,67			0	
7-nov-07	8:55	840	885	107,55	15,67			0	
7-nov-07	9:55	900	945	107,54	15,66			0	
7-nov-07	10:55	960	1005	107,54	15,66			0	
7-nov-07	11:02	7	1012	123,00	31,12			0,2	Rejilla (muestra para laboratorio)
7-nov-07	11:03	1	1013	116,00	24,12			0	Recuperación con el equipo de impulsión introducido
7-nov-07	11:04	2	1014	112,15	20,27			0	
7-nov-07	11:05	3	1015	110,47	18,59			0	
7-nov-07	11:06	4	1016	108,63	16,75			0	
7-nov-07	11:07	5	1017	108,08	16,20			0	
7-nov-07	11:08	6	1018	108,01	16,13			0	
7-nov-07	11:09	7	1019	108,00	16,12			0	
7-nov-07	11:10	8	1020	108,00	16,12			0	
7-nov-07	11:11	9	1021	108,00	16,12			0	



# ANEJO 6

## ANÁLISIS QUÍMICOS



**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000003330**

Solicitado por:	COMPañA GENERAL DE SONDEOS, S.A. AVDA. BRUSELAS, 7, 4º. P.E. ARROYO VEGA 28108 ALCOBENDAS (MADRID)	
Denominación de la muestra:	BALCITE	

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000003191

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Fecha recepción: 12/03/2007

Inicio análisis: 12/03/2007

Fin análisis: 16/03/2007

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	2,16 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	3,03 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	163,94 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,07 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	33,40 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-CaAA)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	5,76 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	381 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,18 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	13,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MgAA)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	< 1 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	0,14 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,76 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	11,06 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	15,13 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	67,15 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.

21 de marzo 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	5,76	0,16	3,81
SULFATOS	67,15	1,40	32,81
BICARBONATOS	163,94	2,69	63,05
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	0,86	0,01	0,33
SODIO	15,13	0,66	17,89
MAGNESIO	13,02	1,07	29,12
CALCIO	33,40	1,67	45,30
POTASIO	11,06	0,28	7,69

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos	315,91 mg/l
CO2 libre	4,54 mg/l
Dureza total	13,70 °Francés
Dureza total	137,02 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	2,63 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	134,46 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	134,46 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,58
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,34
$rNa/rK$	2,33
$rNa/rCa$	0,39
$rCa/rMg$	1,56
$rCl/rHCO_3$	0,06
$rSO_4/rCl$	8,60
$rMg/rCa$	0,64
i.c.b.	-4,79
i.d.d.	-0,19



**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000009991**

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

BELCHITE 1º ESC. 0.2 l/s

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **000009302**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Fecha recepción: **27/11/2007**

Inicio análisis: **27/11/2007**

Fin análisis: **12/12/2007**

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	0,35 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	0,60 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	51,42 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,21 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	145,68 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-CaAA)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	299,11 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	2670 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	< 0,05 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l	Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	74,65 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MgAA)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	< 1 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,28 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	18,28 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	377,98 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	1099,2 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.

**17 de diciembre de 2007**

Fdo.: Susana Avilés Espiñero

Lcda. en Ciencias Químicas

Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

Página 1/1



## ANÁLISIS GEOQUIMICO. DATOS INFORMATIVOS

### MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	299,11	8,44	26,23
SULFATOS	1099,20	22,88	71,15
BICARBONATOS	51,42	0,84	2,62
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	0,00	0,00	0,00
SODIO	377,98	16,44	54,22
MAGNESIO	74,65	6,14	20,26
CALCIO	145,68	7,27	23,98
POTASIO	18,28	0,47	1,54

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **SULFATADA - SÓDICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,07 °C
Sólidos disueltos	2067,51 mg/l
CO2 libre	4,30 mg/l
Dureza total	67,12 °Francés
Dureza total	671,17 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	629,02 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	42,17 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	42,17 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

rCl+rSO <sub>4</sub> /rHCO <sub>3</sub> +rCO <sub>3</sub>	37,17
rNa+rK/rCa+rMg	1,26
rNa/rK	35,17
rNa/rCa	2,26
rCa/rMg	1,18
rCl/rHCO <sub>3</sub>	10,01
rSO <sub>4</sub> /rCl	2,71
rMg/rCa	0,84
i.c.b.	-1,00
i.d.d.	-0,36

Nº Registro: 9302

## INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000009992

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

**BELCHITE-PROYECTO SONDEOS CHEBRO 2ª F. REFERENCIA: EP063119**

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **000009305**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Fecha muestreo: **07/11/2007**

Fecha recepción: **27/11/2007**

Inicio análisis: **27/11/2007**

Fin análisis: **12/12/2007**

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	0,42 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	0,75 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	50,20 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,20 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	148,64 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-CaAA)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	298,40 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	2670 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	< 0,05 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l	Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	74,49 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MgAA)
*MANGANESO	0,20 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	< 1 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	0,15 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,84 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	18,24 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	390,56 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	1106,2 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.*

**17 de diciembre de 2007**



Fdo.: *Susana Avilés Espiñero*

Lcda. en Ciencias Químicas

Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

**Página 1/1**



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 7

## FICHA MARM Y FICHA I.P.A

# FICHA DE PIEZÓMETRO

TOPONIMIA		LA LOMAZA, POLÍGONO 513 PARCELA 63			CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.604.005	
CÓDIGO IPA		2816-6-0032	Nº MTN 1:50.000	412	MUNICIPIO	Belchite	PROVINCIA	Zaragoza
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO						
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		079   CAMPO DE BELCHITE						
U. HIDROGEOLÓGICA		6.04 Campo de Belchite						
ACUÍFERO(S)		60402   Carbonatado jurásico - Fms Imón, Cortes de Tajuña, Cuevas Labradas, Chelva, Loriguilla e Higuera						
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	686632	DATOS OBTENIDOS DE:		GIS-Oleícola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS		Brocal
	Y	4584627						
COTA DEL SUELO msnm	Z	405	DATOS OBTENIDOS DE:		1:25.000	ALTURA SOBRE EL SUELO m		0
POLÍGONO		513			PARCELA		63	
TITULARIDAD DEL TERRENO		Ayuntamiento de Belchite						
PERSONA DE CONTACTO		Ayto. de Belchite: 976 83 00 03						
ACCESO		Desde la A-222 al norte de Belchite, tomar el desvío hacia la planta de carbonatos Claryançal.						

## CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO

METODO	Rotopercusión			PROFUNDIDAD DEL SONDEO	147			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	109	118	Puentecillo	0	2
8	147	220	0	145	180	Metálica	130	133	Puentecillo	6	8

## HISTORIA

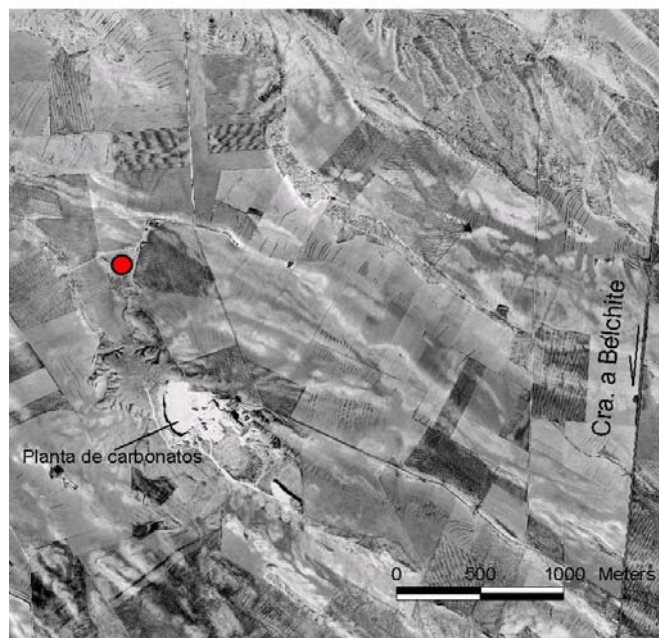
PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	
ORGANISMO			

## LOCALIZACIÓN

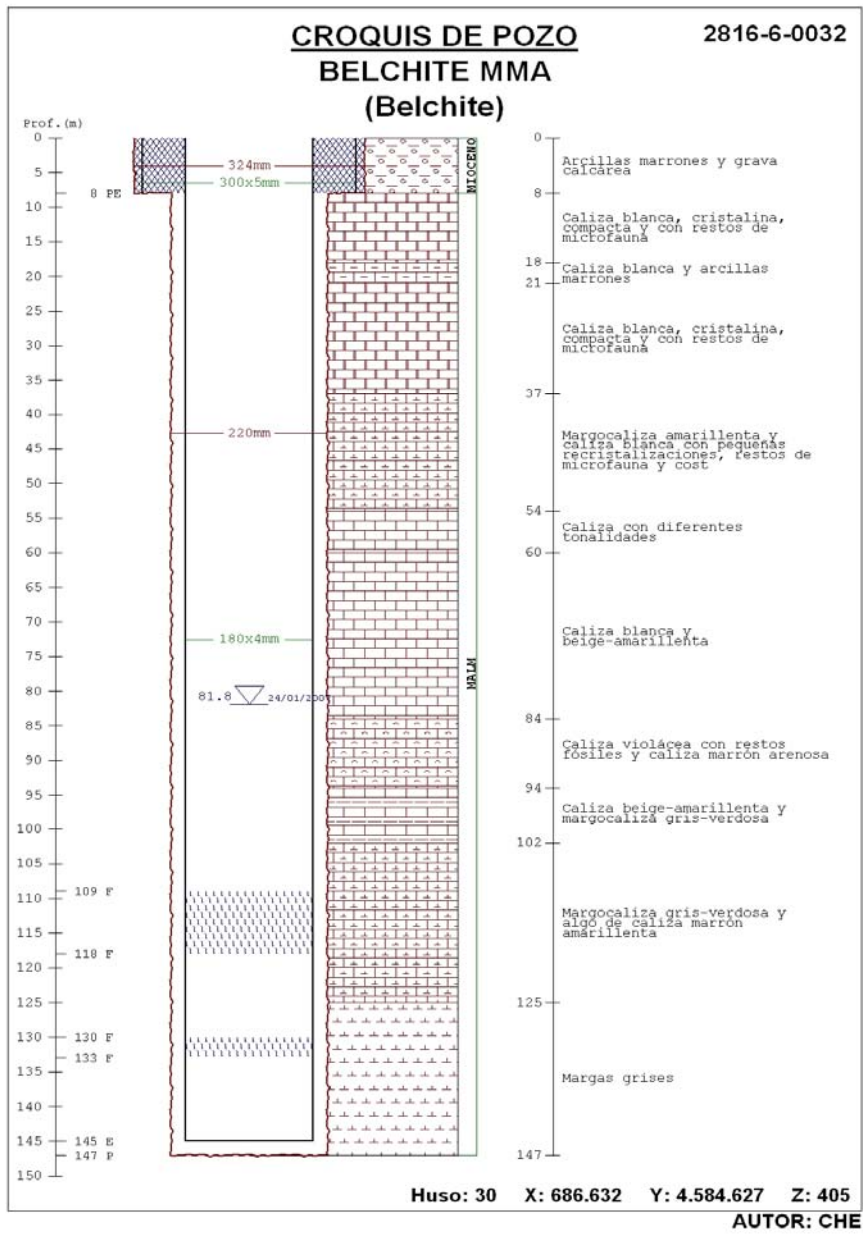
UBICACIÓN DEL SONDEO



FOTO AÉREA



# CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



## FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE

