



## **INFORME PIEZÓMETRO DE CABÓ: 09.303.10**



## **ÍNDICE**

### **1. INTRODUCCIÓN**

1.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

1.2. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

### **2. LOCALIZACIÓN**

### **3. SITUACIÓN GEOLÓGICA**

### **4. MARCO HIDROGEOLÓGICO**

### **5. EQUIPO DE PERFORACIÓN**

### **6. DATOS DE LA PERFORACIÓN**

### **7. COLUMNA LITOLÓGICA**

### **8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA**

### **9. ENTUBACIÓN REALIZADA**

### **10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS**

### **11. HIDROQUÍMICA**

### **12. CONCLUSIONES**

## **ANEJOS**

**ANEJO N° 0: REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN**

**ANEJO N° 1: INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN**

**ANEJO N° 2: INFORME GEOLÓGICO**

**ANEJO N° 3: GEOFÍSICA**

**ANEJO N° 4: ENSAYO DE BOMBEO**

**ANEJO N° 5: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS**

**ANEJO N° 6: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA**

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **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 de la Confederación Hidrográfica del Ebro a realizar una actualización del proyecto original, que se ha convertido en el proyecto constructivo.

Se han diseñado 80 sondeos. En total suponen 18.450 m de perforación, de los que 14.375 se realizan mediante rotopercusión y 4.075 mediante rotación con circulación inversa, En su mayor parte los sondeos no superan los 300 m de profundidad.

Con fecha 23 de febrero de 2004 fueron adjudicadas, por el procedimiento de Concurso Abierto las obras correspondientes al PROYECTO 01/2003 de CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRANEAS DE LA CUENCA DEL EBRO (Clave: 09.820.030/2111), por un presupuesto de adjudicación de 2.498.780,69 €, a la Unión Temporal de Empresas "UTE – CUENCA DEL EBRO" constituida

por las empresas MICROTEC AMBIENTE, S.A.U. y SACYR, S.A.U. El plazo de ejecución de las obras inicialmente previsto era de 36 meses.

El contrato se firmó el 30 de marzo de 2004, el Acta de Replanteo se firmó y se remitió a la Dirección General del agua del Ministerio de Medio Ambiente con fecha 30 de Abril de 2004 y las obras dieron comienzo el día siguiente.

Con fecha 11 de febrero de 2005 se contrató a la empresa CONTROL Y GEOLOGÍA S.A. (CYGSA), 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 SUBTERRANEAS DE LA CUENCA DEL EBRO, TT. MM. VARIOS Clave: 09.820-030/0612.

Dentro de los trabajos a realizar por (CYGSA), se encuentra la redacción de un informe de 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
  - Comprobación de replanteos (geográficos e hidrogeológicos)
  - Comprobación de accesos
  
- Durante la perforación
  - Seguimiento de la perforación
  - Interpretación de la testificación geofísica
  - Propuesta de entubación a la Dirección de Obra
  - 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 ensayos de Bombeo
  - Seguimiento del ensayo en campo, tanto del bombeo como de la recuperación.
  - Representación e interpretación de datos obtenidos.
  
- Seguimiento de la Seguridad y Salud
  - Presentación ante la autoridad Laboral de los Avisos Previos y sus actualizaciones.
  - Revisión del Plan de Seguridad y Salud.
  - Control de documentación de maquinaria y trabajadores presentes en la obra.
  - Visitas periódicas a las obras con atención especial a la señalización de las áreas de trabajo y al uso correcto de los equipos de protección individual (EPIS'S).

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 han ido incorporando la documentación generada en la obra de forma casi inmediata.

### **1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO**

El piezómetro se encuentra emboquillado sobre las margocalizas del Aptiense-Albiense. Bajo ellas se sitúan las calizas del Barremiense, que son el acuífero a controlar. Ambas formaciones presentan un fuerte buzamiento, de unos 60°, hacia el S. Se encuentra en la zona de tránsito hacia la descarga que se produce en el Segre en la zona de Organya.

## 2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro está situado entre El Vilar de Cabó y Cabó, junto al río Cabó. Entre estos 2 municipios hay un caserío a la izquierda. A unos 50 metros, a la derecha de la carretera existe un camino cerrado por una valla electrificada. Siguiendo por ese camino hasta el final llegamos al emplazamiento del piezómetro. El sondeo se ubica a la izquierda, en una zona llana, en la esquina formada entre el río Cabó y un barranco que vierte hacia este río. Las coordenadas exactas del punto son:

X= 852.054

Y=4.684.996

Z= 700 msnm



Figura 1. Ortofoto ubicación del piezómetro de Cabó.

### 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra emboquillado en los materiales del Cretácico Inferior que se diferencian dentro del Mapa Geológico de la Cuenca del Ebro. Siguiendo esta terminología se trata de materiales del Aptiense-Albiense, marcados como unidad 342. Se corresponden con las denominadas Margas de Cabó, ver síntesis en García-Senz (2002), de la Cuenca de Organyá.

El sondeo de Cabó se encuentra en el flanco N del sinclinal de Santa Fe, que es el causante de la elevación de la Sierra de Prada, que se encuentra directamente al N del emplazamiento del piezómetro, integrada por materiales más competentes del Barremiense (Fm. Prada) que los del Aptiense-Albiense (Fm. Cabó), que generan una zona deprimida en el paisaje.

El sondeo se encuentra emboquillado en materiales de la Fm. Cabó que se encuentran buzando fuertemente al Sur, en torno a los 60 °.

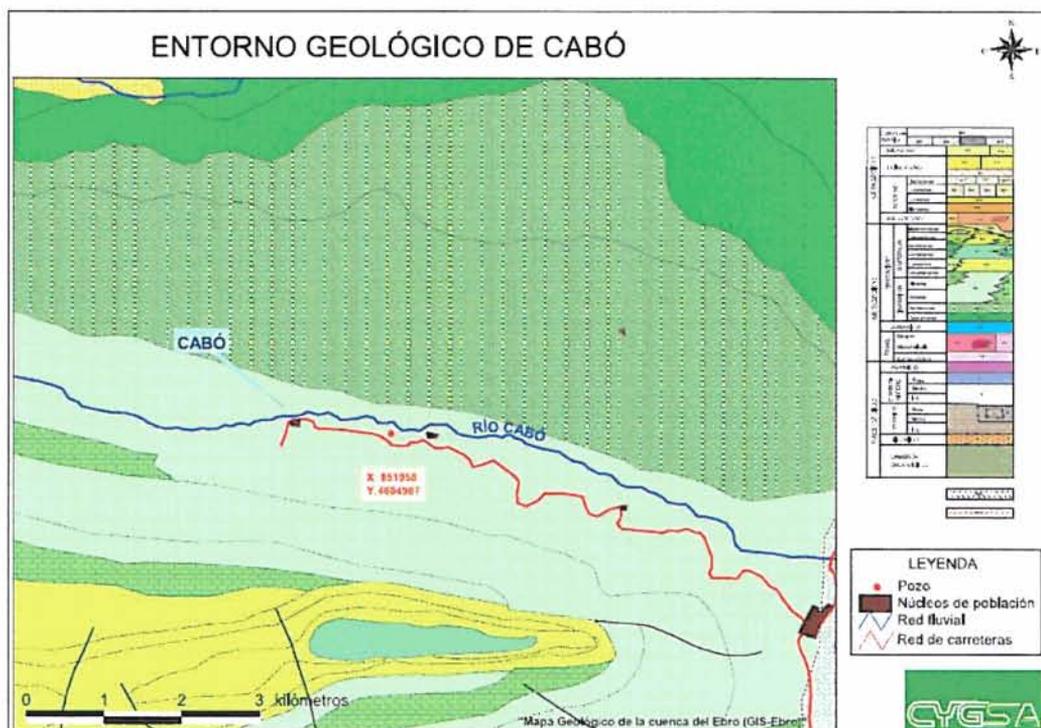


Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de Cabó

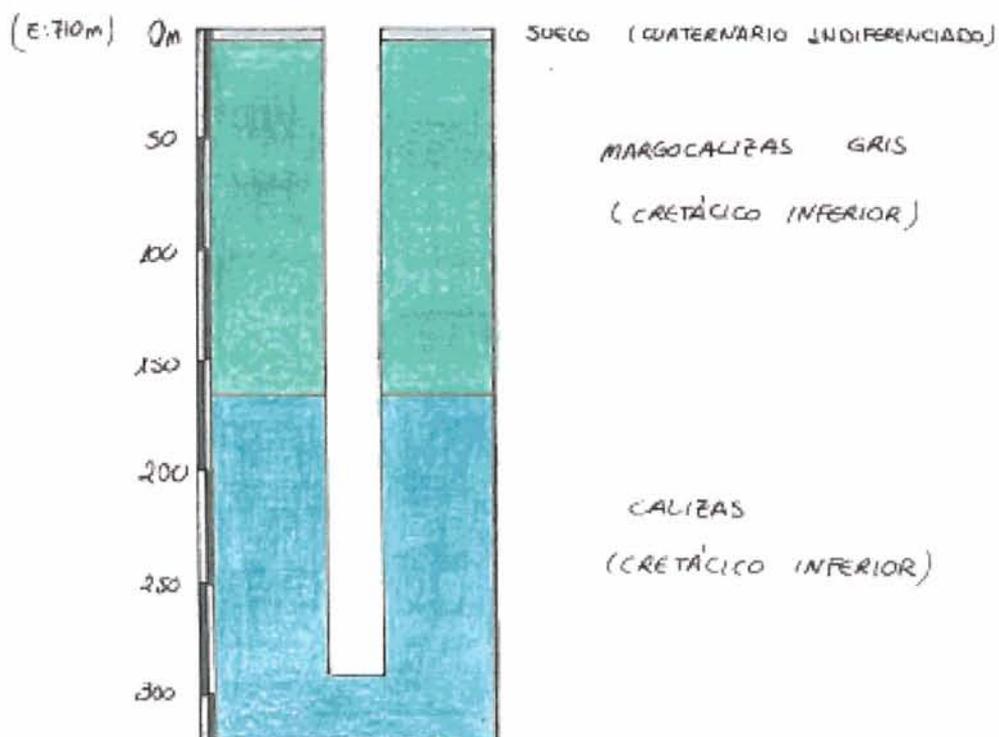
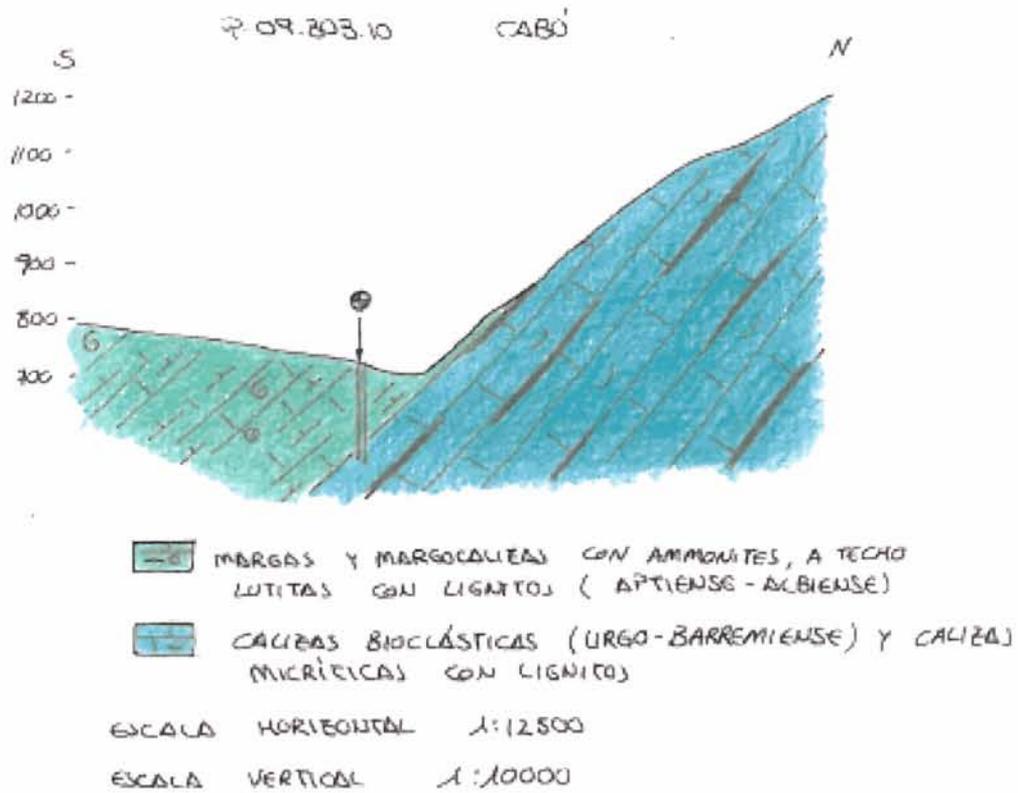


Figura 3. Corte geológico y columna prevista para el piezómetro de Cabó

## **4. MARCO HIDROGEOLÓGICO**

El piezómetro se localiza en el dominio hidrogeológico 3 "Dominio Pirenáico del Sinclinal de Tremp". Este dominio queda limitado al sur por el cabalgamiento surpirenaico (frentes de la Unidad Surpirenaica Central y Pedraforca), por el río efluente Cinca al oeste y por el límite de los afloramientos permeables por el norte viniendo a coincidir con el de cuenca. Es la unidad que alberga grandes mantos tectónicos. Topográficamente se corresponde con las sierras de Cotiella, Turbón, Cadí, Boumort, Carrodilla, Montsec. Los acuíferos más significativos de la zona se instalan en calizas del cretácico superior y del Eoceno, también en formaciones detríticas (Areniscas de Areny). Para el ITGE se trataba del Sistema Acuífero 68 (Sinclinal de Tremp y calizas eocenas y cretácicas).

A su vez, se sitúa dentro de la unidad hidrogeológica 303 "Tremp-Isona", correspondiente a la masa de agua subterránea con Código 090.038 también denominada "Tremp-Isona", y el acuífero a controlar son las calizas del Barremiense.

Esta masa 090.038 comprende los mantos del Montsec y de Bóixols. El primero presenta una estructura simple formada por un amplio sinclinorio, cuyo límite N está definido en cabalgamiento de Bóixols y el límite sur por el cabalgamiento del Montsec. El segundo ofrece una disposición en grandes pliegues, el anticlinal de Boumort al N, el sinclinal de Carreu en el sector central y el anticlinal de Sant Cornelí al S. El cabalgamiento de Bóixols actúa de límite meridional y el retrocabalgamiento de Morrenes el septentrional. Estos mantos están constituidos por una serie mesozoica, principalmente carbonatada, con una potencia entre 3.000 y 5.000 m. Está formada por carbonatos Portlandiense-Barremiense (1.900 m), calizas del Cenomaniense-Santoniense (potencia variable), calizas bioclásticas del Campaniense (400-500 m) y areniscas de Areny del Maastrichtiense (700- 2.000 m). Entre ambos mantos aparecen importantes depósitos sinorogénicos de conglomerados del Eoceno

superior-Oligoceno. Los depósitos cuaternarios están constituidos por gravas, arenas y travertinos. La recarga se efectúa, mayoritariamente, por infiltración directa del agua de lluvia sobre la superficie aflorante de los materiales permeables. La descarga natural se realiza a través de manantiales y hacia la red hidrográfica.

El piezómetro se encuentra emboquillado sobre las margocalizas del Aptiense-Albiense. Bajo ellas se sitúan las calizas del Barremiense, que son el acuífero a controlar. Ambas formaciones presentan un fuerte buzamiento, de unos 60°, hacia el S.

(Entorno geológico y corte 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 SACYR – MICROTEC. Se ha contado con un equipo de perforación a rotopercusión neumática a circulación directa SEGOQUI-1900 sobre camión y un grupo compresor INGERSOLL – RAND.

## **6. DATOS DE LA PERFORACIÓN**

La perforación se inició el 30 de julio de 2007 a las 18:30 horas y se terminó el 3 de agosto de 2007 a las 11:00 horas.

Se realizó un emboquille de 8 m de profundidad, perforado con un diámetro de 320 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor.

Desde los 8 m hasta los 292 m totales 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. La velocidad media de avance fue de 25 m/h. Se detectó una zona fracturada entre los metros 174-177, en que se produce pequeñas pérdidas de barrido y derrumbes que se consiguen controlar mediante la adicción de una dosis extra de espumante.

(Ver Anejo 1, Informes diarios de 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 al IGME.

Tabla 1. Descripción de campo de la columna atravesada:

0-0,40 m	Suelo
0,40-108 m	Calizas margosas grises.
108-196 m	Margas calcáreas grises.
196-209 m	Margas con niveles más calcáreos grises.
209-219 m	Calizas bituminosas, de color negro, con algún nivelillo disperso cuarcítico.
219-225 m	Caliza bituminosa masiva, de color negro.
225-228 m	Caliza bituminosa negra, más fracturada.
228-280 m	Caliza bituminosa negra micrítica, con restos de fósiles dispersos (restos de valvas). A partir de los 231 m vuelven a salir nivelillos cuarcíticos. También al final del tramo aparecen intercalaciones carbonosas.
280-284 m	Niveles carbonosos muy fracturados. No se recupera ripio.
284-292 m	Caliza micrítica negra, bituminosa.

Se han tenido en cuenta las litologías descritas en las perforaciones cercanas de la zona. Concretamente, la serie atravesada en un pozo cercano construido por la ACA (a unos 100 m del sondeo) es similar, a grandes rasgos, que la descrita. La serie de éste último es:

0-5 m – Suelo. Cuaternario indiferenciado.

5-140 m – Margocalizas grises – calizas margosas (Cretácico inferior).

140-150 m – Calizas negras (Cretácico inferior).

150-165 m – Margas grises (Cretácico inferior).

165-293 m – Calizas negras (Cretácico inferior).

El Instituto Geológico 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 m a 219 m – Fm Margas de Cabó (Aptiense)

De 219 m a 292 m – Fm Calizas de Prada (Aptiense)

(El informe correspondiente se recoge en el Anejo 2.)

## **8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA**

El día 3 de agosto de 2007 se realiza la testificación geofísica del sondeo. En ella 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:

De 181 m a 183,9 m. Zona poco importante.

De 184 m a 206,4 m. Zona importante.

De 255 m a 266 m. Es la zona con mayores aportes.

De 274,5 m a 279,5 m. Aportes menores.

Los valores de Gamma natural oscilan entre 20 y 50 (CPS) indicando que se trata de una serie carbonatada muy compacta y con intercalaciones margosas.

La inclinación del sondeo ha sido elevada (25 ° a 284 metros de profundidad), posiblemente al buzamiento de los estratos que se han ido perforando.

El nivel estático se situó en 124,60 metros.

La conductividad eléctrica del agua se situó entre 260 - 285  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La temperatura del agua fue casi constante alrededor de 13,4 °C

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

(Ver informe completo en Anejo 3, Geofísica.)

## **9. ENTUBACIÓN REALIZADA**

Para la entubación de este piezómetro se han utilizado tramos de 6 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:

<b>REVESTIMIENTO</b>				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-8	300	5	Acero al carbono	Ciega
0-187	180	4	Acero al carbono	Ciega
187-193	180	4	Acero al carbono	Puente
193-253	180	4	Acero al carbono	Ciega
253-265	180	4	Acero al carbono	Puente
265-271	180	4	Acero al carbono	Ciega
271-277	180	4	Acero al carbono	Puente
277-283	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.

Para terminar la adecuación del piezómetro, en la cabeza del sondeo se coloca una arqueta antivandálica. La arqueta, a su vez, queda protegida por un dado de hormigón de 1X1X0.7m, que se construye a su alrededor.

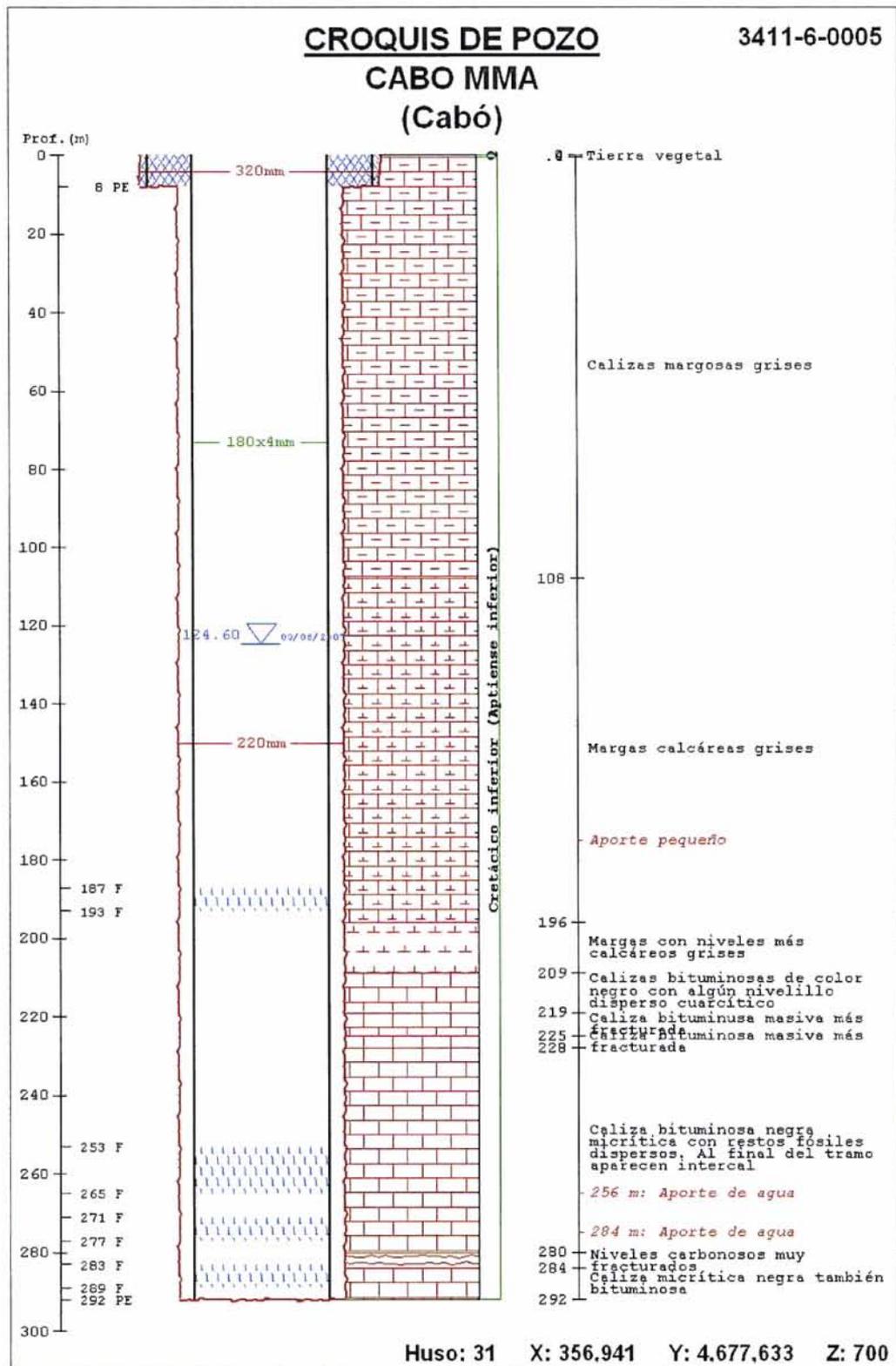


Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

## **10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS**

El acuífero atravesado está constituido por calizas bituminosas con algún nivel con restos fósiles, de edad Barremiense.

Según observaciones del sondista, se ha atravesado un pequeño nivel aportante a los 175 metros, otro importante a los 256 metros y por último, a partir de los 284 metros, coincidiendo con el contacto entre los niveles carbonosos y las calizas micríticas infrayacentes. El caudal estimado se considera mayor a 5 litros/sg.

El 1 de agosto se midió la conductividad del agua aportada al sondeo, de una cuba, es de 368  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . A continuación, se intentó medir la conductividad del agua del sondeo con 215 m perforados, pero tiene mucho espumante. El valor de conductividad obtenido fue de 194  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

La conductividad medida sobre muestra de agua (con espumante), tomada a los 280 metros, fue de 302  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

El nivel medido tras la extracción del varillaje, el 3 de agosto de 2007 a las 14:30 horas, estaba en 126 metros.

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

Durante los días 22 y 23 de octubre de 2007 se realizó un ensayo de bombeo escalonado de 24 horas con su correspondiente recuperación. El primer escalón duró 360 minutos, el caudal medio extraído fue de 1 l/s y el descenso del nivel fue de 16,40 m. El segundo escalón duró 60 minutos. El caudal extraído 11,51 m. El tercer y último escalón duró las 17 horas restantes. El caudal extraído fue de 4 l/s y descenso del nivel en este escalón fue de 61,34

m. El descenso total del nivel fue de 89,25 m. El nivel llegó a estabilizar en los tres escalones realizados.

El agua salió turbia durante todo de bombeo. La conductividad media del agua, medida in situ, durante el ensayo fue de 365  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , el pH de 6,8 y la temperatura de 15° C. Se tomó una muestra de agua para analizar a las 24 horas de bombeo (ver resultados análisis de muestras de agua en anejo 5, Análisis químicos realizados).

Tras el bombeo se midió una recuperación de 120 minutos. En ese tiempo el nivel pasó del metro 209,88 al metro 131,07. El descenso residual del nivel fue de 10,44 metros.

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

<b>Tiempo de bombeo (minutos)</b>	<b>Profundidad (metros)</b>	<b>Descenso (metros)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>
0	120,63	0,00	0,00
3	121,75	1,12	1
10	123,86	3,23	1
60	134,26	13,63	1
180	136,94	16,31	1
360	137,03	16,40	1
361	138,01	17,38	2
380	146,87	26,24	2
420	148,54	27,91	2
421	153,97	33,34	4
440	183,43	62,80	4
540	206,22	85,59	4
720	209,46	88,83	4
960	209,88	89,25	4
1440	209,88	89,25	4
1441	198,14	77,51	0
1445	172,37	51,74	0
1450	158,95	38,32	0

<b>Tiempo de bombeo (minutos)</b>	<b>Profundidad (metros)</b>	<b>Descenso (metros)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>
1500	133,50	12,87	0
1560	131,07	10,44	0

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

(Los partes, gráficos e interpretación más amplia del ensayo de bombeo se encuentran en el anejo A-4.)

## **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, procedentes de las siguientes fases de la obra:

- Final de la limpieza, con aire comprimido, de la perforación. (Conductividad: 389  $\mu\text{S/cm}$ , pH: 7,5.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo (a las 24 horas). (Conductividad: 373  $\mu\text{S/cm}$ , pH: 6,99.)
- Muestra tomada en el ensayo de bombeo del sondeo de ACA (Conductividad: 327  $\mu\text{S/cm}$ , pH: 8,1.)

De todas las muestras, se ha efectuado un ensayo físico – químico para su caracterización.

Los valores obtenidos se han comparado con los recogidos en la Directiva 98/83/CE y el R. D. 140/2003 para aguas dulces de consumo humano.

Según los valores de conductividad eléctrica se considera un agua DULCE de MINERALIZACIÓN MEDIA (según la clasificación en función del total de sólidos disueltos), por su dureza (cantidad de iones  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$  en solución) se considera un agua DURA, y por su composición se clasifica como AGUA BICARBONATADA – CÁLCICA (según clasificación de Piper, en función de iones dominantes).

Los indicadores de contaminación en ese punto no superan los límites establecidos por la Directiva 98/83/CE y el R. D. 140/2003 para aguas dulces de consumo humano. Aunque en el pozo de abastecimiento, construido por la ACA, los valores de hierro y de aluminio son extremadamente altos.

Respecto a los iones mayoritarios tampoco se sobrepasa el límite establecido por la legislación vigente.

Tabla 4. Resultados de los análisis de agua:

<b>Determinación</b>	<b>Agua de limpieza</b>	<b>Muestra 3 Ensayo de bombeo</b>	<b>Muestra pozo abastecimiento</b>
Cloruros	10,6 mg/l	7,6 mg/l	14,2 mg/l
Sulfatos	56,5 mg/l	--	21,6 mg/l
Bicarbonatos	77,5 mg/l	--	--
Carbonatos	0,0 mg/l	--	--
Nitratos	0,9 mg/l	<2 mg/l	4,5 mg/l
Nitritos	--	--	<0.03 mg/l
Sodio	12,0 mg/l	--	<20 mg/l
Magnesio	16,5 mg/l	<7 mg/l	--
Calcio	42,9 mg/l	68,1 mg/l	--
Potasio	6,4 mg/l	--	--
Sílice	--	6,75 mg/l	--
Amonio	--	--	<0,05 mg/l
Fluoruros	--	0,36 mg/l	--
Manganeso	--	0,0065 mg/l	38,0 mg/l
Hierro	<0,1 mg/l	0,744 mg/l	841,0 mg/l
Aluminio	<0,05 mg/l	1,42 mg/l	2482,9 mg/l

## **12. CONCLUSIONES**

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Cabó con el objeto de valorar las características del acuífero, determinar la calidad química del recurso y medir mensualmente la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua dentro del mismo.

El sondeo se ha realizado por el método de rotopercusión. El diámetro de la perforación es de 220 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 293 m. El acuífero atravesado está constituido por calizas bituminosas con algún nivel fosilífero de edad Barremiense. El nivel se sitúa sobre los 120 metros de profundidad.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en 4 l/s.

El agua extraída durante la perforación y el bombeo, tras los análisis químicos, se considera agua dulce de mineralización media, dura, y se clasifica como bicarbonatada – cálcica (según clasificación de Piper).

## **ANEJO 0**

### **REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN**

PIEZÓMETRO: P-09.303.10  
PROVINCIA: LÉRIDA  
MUNICIPIO: CABÓ (EL VILAR DEL CABÓ)

La visita al campo se realiza el 3 de febrero de 2005. Nos acompaña el padre del alcalde a visitar un sondeo que construyeron en noviembre sobre las margas y margocalizas del Aptiense – Cenomaniense en Cabó. Cree que no llegaron a encontrar agua pero que, además, no llevaban tubería ara revestir la perforación y se les derrumbaron las paredes. Las coordenadas son:

X: 354268

Y: 44676546

Z: 860 m



Está situado a 1,8 km de la iglesia, siguiendo el camino que pasa por delante de ésta.

A continuación hablamos con el Teniente-alcalde que nos acompañó a ver el sondeo realizado por el A.C.A., que se sitúa dentro de una parcela privada. En principio parece que se puede utilizar. Está sellado.

Las coordenadas son:

X: 356844

Y: 4677630

Z: 700 m



A él se accede desde el camino situado un poco más delante de la casa sola que hay entre Vilar del Cabó y Cabó. Siguiendo esta dirección el camino queda a mano derecha y tiene una vaya electrificada para ganado.



El acuífero a controlar es el Barremiense. Este sondeo está emboquillado en las margas y margocalizas del Aptiense – Cenomaniense. Tiene una profundidad de 293 m. Se realizó a rotoperCUSión.

#### PERMISOS

Alcalde: José Marqués Castany  
Teléfono: 973 38 31 91

Ayuntamiento abierto Martes y Jueves de 17–20 h.

Propietario de la parcela

Avisar al propietario de las vacas.

## SONDEO DE CABÓ O VILLAR DE CABÓ

Hoy 12 de abril de 2007 me han venido a visitar el Secretario y el alcalde del ayuntamiento de Cabó para hablar directamente el tema de la cesión o no del sondeo del ACA.

Les explico nuevamente el proyecto del MMA, mis trámites para optimizar los recursos disponibles con la ACA y las dudas que me surgieron cuando el alcalde me telefoneó para preguntarme por este sondeo durante la sequía de 2005.

También les explico que de acuerdo con los papeles que me remitió el secretario yo interpreto que lo que han solicitado es el permiso de autorización de perforación de un sondeo y no la utilización del existente.

Es el alcalde el que finalmente me aclara que: Solicitaron permiso de perforación de un sondeo pero que obtuvieron resultados negativos, posteriormente hicieron una prueba de bombeo en el sondeo existente con resultados positivos como para utilizar el pozo en caso de necesidad y tomaron una muestra para análisis que están pendientes de que les manden los resultados.

Con todo ello y salvo que el análisis les de alguna sorpresa PIENSAN UTILIZAR EL POZO COMO RESERVA EN CASO DE NECESIDAD. Van a iniciar los trámites con la Agencia y con la confederación para modificar la concesión.

Sabiendo ahora esto, y mal que me pese, debo plantearme la construcción de un nuevo sondeo, bien en el mismo Cabó o en otro lugar de la masa y hacerlo con urgencia (por los plazos fundamentalmente).

Así cuelgo este escrito en el Project para solicitar las manos a la obra amigas para hacer un nuevo replanteo hidrogeológico para confirmar si lo que más nos interesa, en cuanto a ubicación y características constructivas. Yo ya les he dicho que les voy a pedir a cambio de todo lo que he hecho dos favores:

1. Que una vez que nosotros hagamos el replanteo hidrogeológico nos faciliten la obtención del permiso en el municipio bien sea si es terreno municipal o particular.

Una vez tengamos una serie de emplazamientos propuestos (por orden de preferencia) ellos nos indicarían si son parcelas municipales o en caso de particulares si no va a dar problemas.

2. Que me envíen los datos del ensayo de bombeo realizado y del análisis químico para meterlo en IPA (he visto que no tiene la situación precisa y no tiene foto así que Elena si dispones de coordenadas buenas de ortofoto y de una foto en jpg me las mandas para completarlo.....estas cosas no las puedo evitar).

Finalmente varias preguntillas ¿me he sabido explicar? ¿se puede hacer pronto el replanteo hidrogeológico....yo dispongo de acceso al catastro y ellos nos lo dirían? ¿en la sábana santa nos complica Antonio?

Bueno perdón por el rollo pero luego me olvido de las cosas.

Un saludo a todos

Teresa



DESTINATARIO

FECHA: 19 de marzo de 2007

SU/REF.:

N/REF.: 09-2007/tcl

Ayuntamiento de Cabó  
C/ Església s/nº  
25794 Cabó  
(Lérida)

**ASUNTO**

---

**SOLICITUD DE ESCRITO RELACIONADO CON LA INCORPORACIÓN DE SONDEO A.C.A. EN CABÓ A LA RED PIEZOMÉTRICA OFICIAL**

---

La Confederación Hidrográfica del Ebro con el apoyo técnico de la Comunidad Autónoma y siguiendo las directrices marcadas por el Ministerio de Medio Ambiente a través de la Dirección General del Agua, ha programado la mejora y ampliación de la red oficial para la valoración del estado cuantitativo de las aguas subterráneas en la cuenca del Ebro.

La ampliación proyectada consta de 100 nuevos puntos, un cierto número de ellos tiene el objetivo de reemplazar a piezómetros antiguos actualmente en uso y que no reúnen las características que ahora exigimos a los puntos de la red; otros serán sondeos nuevos que tienen por objeto mejorar la cobertura geográfica. Uno de los sondeos a instalar está previsto que se construya en ese municipio con el objeto de: 1) valorar las características del acuífero, 2) determinar la calidad química del recurso y 3) medir mensualmente la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua dentro del sondeo. Toda la información que resulte de esta investigación hidrogeológica estará disponible en esta Confederación, y le será comunicada oportunamente conforme vaya siendo obtenida.

De acuerdo con la información disponible en esta Oficina de Planificación Hidrológica existe un sondeo sito en el municipio de Cabó (nº IPA 3411-6-0007) construido por la Agencia Catalana del Agua, que se encuentra localizado en un emplazamiento de interés desde un punto de vista hidrogeológico dentro de la U.H. 303 Tremp - Isona. Este sondeo ha sido cedido por la Agencia Catalana del Agua a la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Ebro para su incorporación a la red piezométrica oficial, con la única condición de que ésta gestione el permiso de ocupación de los terrenos en los que se ubican las captaciones.

En la actualidad, dicho sondeo se encuentra cerrado con candado, sin equipo de elevación instalado y no se utiliza ni se pretende hacerlo en un futuro, de acuerdo con diversas conversaciones mantenidas con personal del propio Ayuntamiento (Sr Secretario



y Sr. Alcalde). No obstante, remito el presente escrito para documentar este último extremo.

El sondeo al que hacemos referencia es el que figura en la siguiente tabla, cuya ficha de inventario se adjunta al presente escrito.

Código CHE (nº IPA)	Toponimia	Polígono	Parcela	Municipio	Coordenada X	Coordenada Y
3411-6-0007	Sondeo ACA	1	50	Cabó	357074	4677702

Teniendo en cuenta las circunstancias descritas, en aras de optimizar los recursos disponibles en el presente proyecto, sería de interés que el citado sondeo, fuera incorporado a la red oficial de piezometría de la cuenca del Ebro, bien entendido que todo ello conlleva la inhabilitación del sondeo para otra finalidad.

De obtener la conformidad en la ocupación de la propietaria de la parcela en la que se ubica el sondeo, se procedería en primer lugar a la realización de un registro de vídeo (videotestificación) para comprobar que su estado actual. En caso de ser adecuado, se procedería a realizar la adecuación del sondeo como piezómetro. Las obras en la parcela de su propiedad se prolongarían durante 3 ó 4 días; sin embargo, en el momento actual no estamos en disposición de precisarle la fecha aproximada de inicio de las obras. En el caso de no encontrarse en condiciones optimas nos veríamos obligados a construir un sondeo nuevo, acordando de forma mutua la ubicación más recomendable para todos.

Les ruego manifestación expresa sobre el asunto del presente escrito y quedo a su disposición para cuantas explicaciones adicionales requieran y para recoger sus observaciones.

Atentamente,

La Técnico Facultativo Superior  
de la oficina de Planificación Hidrológica

Teresa Carceller Layel



AJUNTAMENT DE CABÓ

1n

AJUNTAMENT DE CABÓ	
19/12/2006	
ENTRADA	131

Señora  
Maria Teresa Carcelles  
Confederación Hidrográfica del Ebro  
Ministerio de Medio Ambiente  
Paseo de Sagasta, 24-28  
50071 ZARAGOZA

Apreciada señora,

Por la presente, y de acuerdo con la conversación telefónica mantenida la semana pasada, tengo a bien de remitirle documentación referente a la solicitud del sondeo formulada por este Ayuntamiento a la Agencia Catalana del Agua.

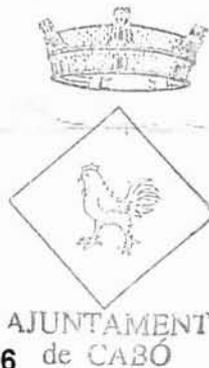
Lo que comunico a los efectos oportunos.

Atentamente

El Secretario

Antonio Marzo Usón

Cabó, 19 de diciembre de 2006



1830h MARTES 27 973 383100 MARTES



**Agència Catalana  
de l'Aigua**

Alcalde Areny, 24 - 26  
25002 Lleida  
Tel. 973 28 96 20  
Fax 973 26 89 70  
NIF Q 0801031 F  
www.gencat.net/aca

Expedient: **UDPH2004005601**  
 Procediment: **Inscripció d'aprofitaments d'aigües subterrànies  
 fins a 7000m<sup>3</sup>/any (amb autorització previa)**  
 Assumpte: **Comunicat de perforació**  
 Document: **1431977**



AJUNTAMENT DE CABÓ

CR/ ESGLÉSIA, S/N  
25794 CABÓ

TEMP
RE
25 / 2005
ENTRADA
22

En relació a la vostra sol·licitud presentada en la Demarcació Territorial de Lleida de l'Agència Catalana de l'Aigua en data 24 de novembre de 2004, en el que manifesteu la intenció de realitzar una perforació d'un pou, amb cabal inferior a 7.000 m<sup>3</sup> / any, en el terme municipal de Cabó (Alt Urgell) i, en el seu cas obtenir l'autorització per a l'explotació de l'aprofitament per a l'abastament, us hem de comunicar el següent:

A la vista de la legislació aplicable (Text Refós de la Llei d'Aigües aprovat per Reial Decret Legislatiu 1/2000, de 20 de juliol) i atès que el possible aprofitament el qual s'ubicarà al terme municipal de Cabó (Lleida) es troba fora de l'àmbit d'aplicació del Decret 328/1988, d'11 d'octubre de protecció d'aqüífers, la realització de tasques de prospecció d'aigua dins de la finca de la vostra propietat no requereix autorització prèvia de l'Agència Catalana de l'Aigua, organisme competent en aquesta matèria en tant que el cabal que es pretengui aprofitar no ultrapassi els 7.000 m<sup>3</sup> / any.

Posteriorment, si com a resultat de la prospecció es pretengués explotar un volum d'aigua superior als 7.000 m<sup>3</sup> / any s'haurà de demanar la corresponent concessió administrativa. Si el volum de l'aigua no supera la quantitat esmentada, només caldrà comunicar a l'Agència Catalana de l'Aigua les característiques del mencionat aprofitament als efectes de la seva inscripció al Registre d'Aigües, en el termini de SIS MESOS, comptadors a partir de la data de recepció d'aquest escrit.

El que es fa avinent a efectes informatius i a petició de l'interessat.

**Observacions:**

El pou s'ubica en zona de policia de la llau de l'Escaleta, marge esquerre (i, possiblement també, del barranc d'Inglada, marge dret). Es tractaria d'una **CONCESSIÓ D'AIGÜES** per al subministrament a poblacions, la qual s'ha de sol·licitar a la **Confederació Hidrogràfica de l'Ebre**.

El Cap de la Unitat Territorial de Lleida  
del Departament de Programes i Coordinació Territorial

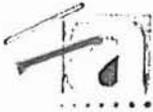
Julio Mançifeiras Vaz-Romero

Lleida, 11 de gener de 2005

Confederació Hidrogràfica de l'Ebre  
Agència Catalana de l'Aigua  
Demarcació de Lleida  
-----  
 Numero: 01855 / 114 / 2005  
 Data: 17-01-2005 Hora: 13:40:50  
 -----  
 Registre de Sortida  
 -----



**Generalitat de Catalunya  
Departament de Medi Ambient  
i Habitatge**



# Agència Catalana de l'Aigua

Provença, 204-208  
08036 Barcelona  
Tel. 93 567 28 00  
Fax 93 567 27 80  
N.I.F. Q 0801031 F



## H0345 - SOL-LICITUD D'APROFITAMENT I/O COMUNICACIÓ DE PERFORACIÓ D'UN NOU POU AMB CABAL FINS A 7.000 m<sup>3</sup>/any

Empleneu la primera pàgina, apartant Dades del Titular, tantes vegades com titulars o adreces diferents vulgueu que constin en la sol·licitud. Els camps en gris s'han d'informar obligatòriament.

### Dades del titular

Titular de la sol·licitud (1): 04

1r cognom: MARQUES

2n cognom: CASTANY

Nom: JOSEP

Tipus document identificació (4): 06

Nº document identificació (5): 41.077.838  
(tot seguit, sense barres ni guions)

Tipus d'adreça (6): 01

Tipus de via (7): PL Nom de la via: ESGLESIA

Número: S/N

Escala:

Pis:

Porta:

Codi postal: 25794

Terme municipal (8): 25061

Nom del terme municipal: CABÓ

Telèfon principal: 973 383320

Telèfon secundari: -

Fax: 973 383320

### Dades de l'empresa

L'adreça de l'empresa és la mateixa que la del titular

Nom: AJUNTAMENT DE CABÓ

CIF: P-2509300-H  
(tot seguit, sense barres ni guions)

Tipus d'activitat (9): 03

Número de CCAE:

Adreça de la ubicació de l'empresa:

Tipus de via (7): PL Nom de la via: ESGLESIA

Número: S/N

Escala:

Pis:

Porta:

Codi postal: 25794

Terme municipal (8): 25061 Nom del terme municipal: CABÓ

Polígon industrial:

Conca (10): 17

Telèfon principal: 973 383320

Telèfon secundari: -

Fax: 973 383320

Situació general de l'establiment

Coordenades UTM de la ubicació de l'empresa X:

Y:

Nombre de treballadors: 1

Adreça on vol rebre la correspondència o les notificacions, si és diferent de la de la ubicació de l'empresa:

Tipus de via (7): PL Nom de la via: ESGLESIA

Número: S/N

Escala: -

Pis: -

Porta: -

Codi postal: 25794

Terme municipal (8): 25061

Nom del terme municipal: CABÓ

### Dades del representant i/o persona de contacte

Representant (2): 06

Descripció (3): ALCALDE

1r cognom: MARQUES

2n cognom: CASTANY

Nom: JOSEP

Tipus document identificació (4): NIF

Nº document identificació (5): 41.077.838  
(tot seguit, sense barres ni guions)

Tipus d'adreça (6):

Tipus de via (7): PL Nom de la via: ESGLESIA

Número: S/N

Escala:

Pis:

Porta:

Codi postal: 25794

Terme municipal (8): 25061

Nom del terme municipal: CABÓ

Telèfon principal: 973 383320

Telèfon secundari:

Fax: 973 383320

Data 16 NOVEMBRE 2004  
(dd/mm/aaaa)

Signatura JOSEP MARQUES CASTANY

### DIRECTOR DE L'AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA

D'acord amb la Llei orgànica 15/1999, de 13 de desembre, de protecció de dades de caràcter personal, les dades facilitades s'incorporen en els fitxers de l'Agència per tal de tramitar l'expedient administratiu, assegurant-ne la confidencialitat. Els titulars de les dades podran exercir els seus drets d'accés, rectificació, cancel·lació i oposició, per escrit a l'Agència Catalana de l'Aigua, c/Provença 204, Barcelona (08036).



Generalitat de Catalunya  
Departament de Medi Ambient  
i Habitatge



**Agència Catalana de l'Aigua**

08036 Barcelona  
Tel. 93 567 28 00  
Fax 93 567 27 80  
N.I.F. O 0801031 F



**H0345 · SOL·LICITUD D'APROFITAMENT I/O COMUNICACIÓ DE PERFORACIÓ D'UN NOU POU AMB CABAL FINS A 7.000 m<sup>3</sup>/any**

Empleneu aquesta pàgina, Dades de la Sol·licitud, lantes vegades com aprofitaments i/o captacions vulgueu que constin en la sol·licitud.

**Dades de la sol·licitud**

- Inscripció d'aprofitament fins a 7.000 m<sup>3</sup>/any
- Comunicació de perforació d'un nou pou fins a 7.000 m<sup>3</sup>/any
- Pou en zona de policia (\*)
- Aqüífer sotmès a normes d'especial protecció -Zona protegida- (\*)

Terme municipal on s'explota l'aprofitament o del lloc on s'ha de fer la perforació (8): **CABÓS**

Nom del terme municipal: **CABÓS**

Coordenades UTM de la ubicació de l'aprofitament o del lloc de la perforació del nou pou X: Y:

Escala (12): Mètode de captura de les coordenades UTM (13):

Aqüífer:

Conca (10): **7** Corrent/Riera: **SEGRE - ERILC**

Aigües superficials

Aigües subterrànies

Instal·lació fixa

Pou

Alçada màxima de la resclosa (m):

Profunditat (m):

Tipus de canal derivat:

Diàmetre (mm):

Superfície de la bassa (m<sup>2</sup>):

Mina

Té presa (S/N):

Longitud (m):

Té bomba instal·lada (S/N): **N** Potència instal·lada de la bomba (KW): Capacitat nominal (l/s):

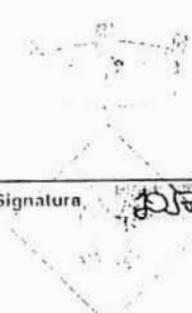
Dades cadastrals Partida: Polígon: Parcel·la:

Ús de l'aigua de l'aprofitament o del nou pou (11): **07** Nom de l'ús: **ABASTAMENT**

Cabals a derivar

Cabal mig equivalent (en l/s): Cabal màxim instantani (en l/s): Volum anual (en m<sup>3</sup>/any):

Observacions:



Data **Cabós 16 Novembre 2004**

Signatura **JOSEP MARQUEL CASTANY**

DIRECTOR DE L'AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA **de CABÓS**



Generalitat de Catalunya  
Departament de Medi Ambient  
i Habitatge

En respuesta a la solicitud de colaboración interadministrativa contenida en el escrito de fecha....., en la cual se solicita la cesión de tres piezómetros para incorporarlos al proyecto de mejora de la red de piezometría de la cuenca del Ebro con el fin de ampliar la red de control actual y poder obtener información de la cantidad de agua subterránea existente en las masas de agua delimitadas en esta cuenca, os notifico que de los puntos de medida que se encuentran en la zona catalana de la cuenca del Ebro identificados en vuestra relación, en las comarcas de Lérida hay tres sondeos de investigación que realizó la Agencia Catalana del Agua.

En relación con vuestra petición, destacar que los piezómetros - identificados a continuación - fueron perforados por la Agencia Catalana del Agua, s'ubien a títul de precató, ya que la titularidad de los terrenos y los derechos de acceso no le pertenecen y quedan en manos de los titulares privados de los mismos.

Asimismo, se indica que actualmente no se utilizan, y se desconoce cual es su estado y utilidad concreta para la red que se quiere implantar. Las características de los piezómetros son las siguientes:

Municipio	Toponimia	X	Y
Gavet de la Conca	Sant Salvador de Told	337890	4662498
Cabó	El Villar de Cabó	357074	4677702
Os de Balaguer	Coma Villa	310430	4638790

Desde la Agencia Catalana del Agua se considera favorable y conveniente para los intereses públicos concurrentes la cesión y utilización de los piezómetros por la CHE, con la condición de que la Agencia Catalana del Agua tenga acceso y disposición a los datos obtenidos y a los piezómetros para realizar las medidas de nivel que convengan a sus funciones ejecutivas de policía.

De la misma forma, de acuerdo con lo que se indica con anterioridad, la CHE deberá solicitar los correspondientes permisos a los propietarios de los terrenos donde se ubican los piezómetros mencionados, para realizar las obras de adecuación o investigación pertinentes o para poder acceder, o bien instalar, en su caso, el inicio de los correspondientes procedimientos expropiatorios para disfrutar del derecho de acceso i de toma de datos a largo plazo.

Por último, destacar la conveniencia de comunicar las actuaciones establecidas a los ayuntamientos de los municipios implicados para su conocimiento y efectos.

# **ANEJO 1**

## **INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN**

**OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.**

**FECHA:** 31/7/2007

**Nº pag.:**

**Nº SONDEO:** P-09.303.10 **POBLACIÓN:** Cabó **PROF.:** 55 m

**PERFORACIÓN**

**INICIO:** 30-7-2007

**SISTEMA:** RotoperCUSión

**DIAMETRO:** 368 y 320 mm

**VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:** 24 – 30 m/h.

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

*(Litologías, entubaciones, tramos filtrantes, niveles de agua, fósil)*

**Características de la máquina de perforación:** SACYR MICROTEC Equipo de RotoperCUSión nº6 (“Los Jienenses”)

**Estado de la obra**

Se esta perforando el sondeo con diámetro de perforación de 320 mm.

**Profundidad alcanzada:**

Se habían perforado 19 m pero debido a la inclinación registrada el sondista decide iniciar un nuevo sondeo.

A las 11:45 se llevan perforados 8 m con diámetro de 368 mm.

A las 13:45 se han perforado 55 m. (velocidad de avance 25 m/h)

A las 17:00 la profundidad alcanzada es de 55 m.

La ubicación exacta del sondeo es la siguiente:

X: 356941 Y: 4677633 Z: 700 ms.n.m.

El sondeo del ACA se encuentra en las coordenadas:

X: 356843 Y: 4677672 Z: 711 ms.n.m.

**Entubación**

Se han entubado 8 m con tubería metálica de diámetro 300 mm.

**Columna litológica**

La columna de materiales atravesados es al siguiente:

De 0 m a 0,40 m: Suelo vegetal.

De 0,40 m a 55 m: Calizas margosas grises.

.

### **Características hidrogeológicas**

No se ha registrado aporte de agua al sondeo. El nivel del agua que se espera en el sondeo estará a 140 m de profundidad.

JESÚS SERRANO MORATA



Cabó emboquille



Cabó perforación en 25 m



Cabó perforación en 25 m



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



<b>OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.</b>		
<b>FECHA:</b> 1 de agosto de 2007	<b>Nº pag.:</b>	
<b>Nº SONDEO:</b> P-09, 303.10	<b>POBLACIÓN:</b> CABÓ	<b>PROF.:</b> 242 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 30/07/07	<b>SISTEMA:</b> ROTOPERCUSIÓN	
<b>DIAMETRO:</b> 324 y 220 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 10-12 m/h		

### **OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

*(Litologías, entubaciones, tramos filtrantes, niveles de agua, fósil)*

**Características de la máquina de perforación:** SACYR MICROTEC Equipo de Rotopercusión nº 6 (“Los Jienenses”)

**Estado de la obra:** Se llevaban perforados 242 m a las 19:15 horas, con martillo de 220 mm de diámetro.

Existen dos fracturas, una a los 175 m y otra a los 177 m de profundidad, que no dejan trabajar bien al martillo, se atasca, pero no aportan agua.

La velocidad de avance en las margas es de 25 m/s

#### **Columna litológica:**

De 0 m a 0,40 m: Suelo

De 0,40 m a 108 m: Calizas margosas grises

De 108 m a 196 m: Margas calcáreas grises

De 196 m a 209 m: Margas con niveles más calcáreos grises.

De 209 m a 219 m: Calizas bituminosas, de color negro, con algún nivelillo disperso cuarcítico.

De 219 m a 225 m: Caliza bituminosa masiva, de color negro.

De 225 m a 228 m: Caliza bituminosa, negra, más fracturada.

De 228 m a 242 m: Caliza bituminosa masiva, de color negro. A partir de los 231 m vuelven a aparecer nivelillos cuarcíticos.

### **Características hidrogeológicas:**

No se han observado niveles de aporte importante hasta el momento.

En el contacto entre margas grises y calizas negras se detecta humedad.

Al volver de comer, con 215 m perforados, se observa que existe nivel de agua dentro del sondeo.

La conductividad del agua de la cuba es de 368  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Se intenta medir la conductividad del agua del sondeo, pero tiene mucho espumante. El valor de conductividad obtenido es de 194  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



Perforación



Muestra obtenidas durante la perforación



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



**OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.**

<b>FECHA:</b> 03/08/07	<b>Nº pag.:</b>	
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.303.10	<b>POBLACIÓN:</b> Vilar de Cabó (Lleida)	<b>PROF.:</b> 292 m.
<b><u>PERFORACIÓN</u></b> <b>INICIO:</b> 30/07/07	<b>SISTEMA:</b> ROTOPERCUSIÓN	
<b>DIAMETRO:</b> 220 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 10-20 m/hora		

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

*(Litologías, entubaciones, tramos filtrantes, niveles de agua, fósil)*

**Características de la máquina de perforación:**

SACYR MICROTEC, equipo de perforación número 6 de rotoperCUSIÓN. (perforaciones Jienenses).

**Profundidad alcanzada:**

A las 10:30 horas se llevan perforados 280 metros, sobre calizas bituminosas negras, con una velocidad de avance media de 18 m/hora.

**Estado de la perforación**

A partir de esta profundidad, la perforación se ralentiza, primero por atravesar un nivel de unos 4 metros del que no se recupera ripio pero parecen ser niveles carbonosos y por el desprendimiento de las paredes del sondeo por debajo de 284 metros. Tras consultar con la Directora de Obra y dado que el pozo tiene agua y que se ha atravesado el acuífero a controlar de forma amplia, se da por finalizada la perforación a los 292 metros.

**Características hidrogeológicas:**

Según observaciones del sondista, se ha atravesado un pequeño nivel aportante a los 175 metros, otro importante a los 256 metros y por último, a partir de los 284 metros, coincidiendo con el contacto entre los niveles carbonosos y las calizas micríticas infrayacentes. El caudal estimado se considera mayor a 5 litros/sg.

La conductividad medida sobre muestra de agua (con espumante), tomada a los 280 metros, es de 302 microsiemens.

El nivel medido tras la extracción del varillaje, a las 14:30 horas, ha sido 126 metros.

**Reconocimiento de las muestras obtenidas:**

La serie atravesada hasta el momento, es el siguiente:

De 0 a 0,40 m. Suelo.



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



- De 0,40 m a 108 m: Calizas margosas grises.
- De 108 m a 196 m: margas calcáreas grises.
- De 196 m a 209 m: Margas con niveles más calcáreos grises.
- De 209 m a 219 m: Calizas bituminosas, de color negro, con algún nivelillo disperso cuarcítico.
- De 219 m a 225 m: Caliza bituminosa masiva, de color negro.
- De 225 m a 228 m: Caliza bituminosa, negra, más fracturada.
- De 225 m a 280 m: Caliza bituminosa negra, micrítica, con restos fósiles dispersos (restos de valvas). A partir de 231 m vuelven a aparecer nivelillos cuarcíticos. También al final de tramo, aparecen intercalaciones carbonosas.
- De 280 m a 284 m: Niveles carbonosos muy fracturados; no se recupera ripio.
- De 284 m a 292 m: Caliza micrítica negra, también bituminosa.

Se ha comprobado con HCl la reactividad de la caliza a lo largo de la columna descrita sin haber encontrado diferencias apreciables.

Comparando con la columna litológica facilitada por Javier Ramajo, está claro que la serie atravesada pertenece al Apítense Inferior y que la serie de calizas bituminosas negras podrían corresponder con la base de la Formación Cabó (mudstones negras con plantónicos).

## TESTIFICACION GEOFISICA

A las 16:45 horas se inicia el montaje del equipo y se termina a las 19:30 horas.

La gamma natural muestra una caliza muy compacta con intercalaciones margosas en toda la longitud de la perforación.

El agua se toca a los 124,60 m. La conductividad no varía en toda la perforación (entre 260 y 285 microsiemens).

A los 194,70 m, coincidiendo con tramos margosos, la sonda casi no puede bajar pero después de varios intentos, se consigue seguir con el ensayo.

Las zonas aportantes detectadas con las variaciones del potencial espontáneo y la resistividad han sido:

- De 181 m a 183,9 m. Zona poco importante.
- De 184 m a 206,4 m. Zona importante.
- De 255 m a 266 m. Es la zona con mayores aportes.
- De 274,5 m a 279,5 m. Aportes menores.

Con estos datos se ha diseñado, junto con el jefe de obra Sergio Yeste, la siguiente columna de entubación:

- 0 -187 m. Ciega.
- 187 a 193 m. Puente.
- 193 a 253 m. Ciega.
- 253 a 265 m. Puente.
- 265 a 271 m. Ciega.
- 271 a 277 m. Puente.
- 277 a 283 m. Ciega.

283 a 289 m. Puente.

289 a 292 m. Ciega.

En resumen, se han colocado 30 metros de tubería filtro puentecillo y 262 metros de tubería ciega.

Es de destacar la gran desviación que ha sufrido la perforación, concretamente 2,5 grados hasta los 125 metros, de 15 a 20 grados entre 125 y 150 metros y hasta 25 grados hasta el final de la perforación.

La entubación, según información del encargado de obra, se ha realizado sin dificultad. Se ha tomado una muestra del agua extraída de la limpieza del sondeo de la que se analizarán elementos mayoritarios, pH, conductividad y además, hierro y aluminio.



**Detalle de la perforación en los últimos metros.**



**Montaje de la testificación geofísica.**

Fdo: Antonio Sánchez Lallana

## **ANEJO 2**

# **INFORME GEOLÓGICO**

CÓDIGO IPA: 3411-6-0005  
CÓDIGO MMA: 09-303-10

MUNICIPIO: CABÓ  
PROVINCIA: LLEIDA

HOJA Nº 3411

COORDENADAS UTM HUSO 30  
356941  
4877533  
700

PARAJE: EL VILAR DE CABÓ  
PRECISIÓN (X,Y): GPS  
PRECISIÓN Z: SIGPAC

FECHA INICIO: 30/07/2007

FECHA FINAL: 03/08/2007

AUTOR FICHA: Javier F. Ibañeta Ibarra

COTIZACION (m)	ESQUEMA CONSTRUCTIVO	METROS	LITOLOGÍA	TEXTURA						COMPONIBILIDAD	POROSIDAD	PERMEABILIDAD	RESISTENCIA	INDICACIONES	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	TRAMO	LITO	U. CÍRCULO
				LAR	LAR	AFIC	AFIC	ACD	CD-E										
25	368 mm 300 mm 180 mm	0-10													0-75 m. Calizas margosas y calizas micríticas de tonalidades gris oscuras a negras, con intercalaciones de margas, igualmente de tonalidades oscuras. Las calizas presentan texturas no granosostenidas, en general <i>mudstone</i> , y ocasionalmente con una fracción no muy abundante de partículas (extraclastos) de tamaño limo. La composición del mismo es posiblemente cuarzosa. Las calizas margosas presentan una mayor proporción de partículas de tamaño limo, y su color es algo más claro (aunque igualmente gris algo oscuro), que el de las calizas micríticas. El aspecto de las mismas es terroso. En las calizas se reconocen frecuentes vetas de calcita a modo de pequeños filoncillos que las atraviesan. Es frecuente observar superficie alteradas en los restos del riño, relacionadas con procesos de fracturación. Hacia la parte inferior del tramo se reconocen concentraciones puntuales de Fe, posiblemente fragmentos de nódulos de dicha naturaleza. Las margas se encuentran en una proporción similar a lo largo del tramo, si bien parece que hacia la parte inferior, puede haber una mayor proporción de las mismas.				
12	220 mm 180 mm	10-100												75-120 m. Calizas micríticas negras bien cementadas con intercalaciones de margas y ocasionales calizas margosas-margocalizas de tonalidades gris oscuro. Las calizas presentan textura micrítica, compuestas casi exclusivamente por fango carbonatado, y por tanto <i>mudstone</i> . Se encuentran muy bien cementadas, y son atravesadas por pequeñas vetas de composición calcítica. Desde el metro 100 hasta el final del tramo, se atraviesa una zona posiblemente más fracturada, con el riño más grueso y granos con superficies de alteración. La proporción de margas en este tramo parece superior a la del tramo anterior, sobre todo en la parte más superficial del mismo.					
25		100-175												120-175 m. Calizas micríticas negras y ocasionales calizas margosas gris oscuras, con intercalaciones de margas algo menos abundantes que en los tramos anteriores. Las calizas conforman una sucesión monótona de texturas no granosostenidas. La única textura observada en este tramo es la de <i>mudstone</i> muy puro, con la única excepción de algunos extraclastos de tamaño limo, y posiblemente de cuarzo. En las calizas negras, estos son sólo puntuales. En donde sí que aparecen pátinas de alteración es en las calizas margosas. Es frecuente encontrar pátinas de alteración en los fragmentos de calizas, relacionados con fracturación, así como variaciones importantes del tamaño del riño a lo largo del tramo. En la parte superior del tramo se reconocen de manera puntual algunas dolomías ocreas de grano medio, con romboedros de 1 a 2 milímetros de dimensión mayor.					
		175-196												175-196 m. Calizas micríticas negras con intercalaciones margosas no muy abundantes. Las calizas presentan textura <i>mudstone</i> , con vetas de calcita de vanos milímetros de espesor, y pátinas de alteración de tonos ocreos. De manera muy puntual se reconocen algunas calizas con un mayor contenido limoso. De la geofísica se deduce que desde el metro 181 hay aportes de agua. En los 3 primeros metros poco importantes, y desde el metro 184 al 196 de una mayor importancia. El parte diario informa de la detección de agua por parte del sondista en torno al metro 175.					
		196-209												196-209 m. Margas azuladas a gris negruzco, muy plásticas, con intercalaciones de calizas margosas a limosas. En la parte basal del tramo las margas son algo más limosas. Por su parte las calizas son no granosostenidas, observándose exclusivamente granos muy finos de naturaleza cuarzosa. Tramo aportante hasta el metro 205,4, posiblemente en el contacto entre los estratos de las calizas y las margas.					
		209-219												209-219 m. Calizas micríticas negras con escasas intercalaciones margosas. Las calizas presentan texturas <i>mudstone</i> con algunas vetas de calcita muy finas. De manera puntual se reconocen estructuras que podrían ser consideradas con fragmentos de bivalvos filamentosos, aunque esto no pueda ser contrastado con seguridad.					
		219-246												219-246 m. Calizas micríticas negras bituminosas (kerogénicas) y ocasionalmente margosas. De manera ocasional se reconocen algunos filoncillos de calcita. Al nivel de observación estas calizas son azoicas.					
		246-271												246-271 m. Calizas micríticas gris oscuro a negro no bituminosas. Las calizas presentan texturas no granosostenidas, exclusivamente <i>mudstone</i> , muy puros, con muy escasos fragmentos esparíticos (posiblemente fragmentos de bioclastos). El aspecto de las calizas es de bastante recristalizada o incipientemente dolomitizada (grano muy fino). El tramo 255-265 según se ha deducido de la geofísica es el tramo más aportante, siendo el resultado final, según los partes diarios de más de 5 litros por segundo.					
18		271-292												271-292 m. Calizas micríticas negras bituminosas (kerogénicas) y ocasionalmente margosas. De manera ocasional se reconocen algunos filoncillos de calcita, que pueden llegar a ser localmente muy abundantes. Entre los metros 280 y 284 se corta una sucesión carbonosa de la que no se ha obtenido riño. En el contacto entre estos carbonos y las calizas se ha reconocido por parte del sondista un aporte importante de agua.					

Fm. Margas de Cabó Aptiense

Fm. Calizas de Prada Barremiense



MINISTERIO  
DE EDUCACION  
Y CIENCIA



Instituto Geológico  
y Minero de España

**INFORME GEOLÓGICO**

**PIEZÓMETRO N° 3411-6-0005  
(P-09.303.10)**

**CABÓ (LLEIDA)**

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 El Vilar de Cabó (Lleida) 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 Rotación con circulación inversa con recuperación de “ripios” de la perforación y toma de muestras cada 5 metros. Se realizó un emboquille de 8 m de profundidad, perforado con un diámetro de 320 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor. Los 286 m restantes se perforaron a 220 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm.

Presenta la siguiente disposición: De 0 a 187 m tubería ciega. De 187 m a 193 m filtro de puentecillo. De 193 m a 253 m tubería ciega. De 253 m a 265 m filtro de puentecillo. De 265 m a 271 m tubería ciega. De 271 m a 277 m filtro de puentecillo. De 277 m a 283 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 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, habiéndose sido lavadas previamente 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 diagramas 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 o Unidades Litoestratigráficas atravesadas y realizar una posible atribución de edades de las mismas.

## SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo cuyo código de identificación es 3411-6-0005 (P-09.303.10) se localiza en el término municipal de Cabó (Lleida). Al piezómetro se accede desde un camino que sale de la población de El Vilar de Cabó (por el W) y se sitúa a algo más de 100 m del sondeo construido por la ACA, en una pequeña explanada dentro de la misma parcela, antes de llegar a un pequeño barranco que la cruza.

Las coordenadas son: X: 356941, Y: 4677633, Z: 700 m (Fig.1).

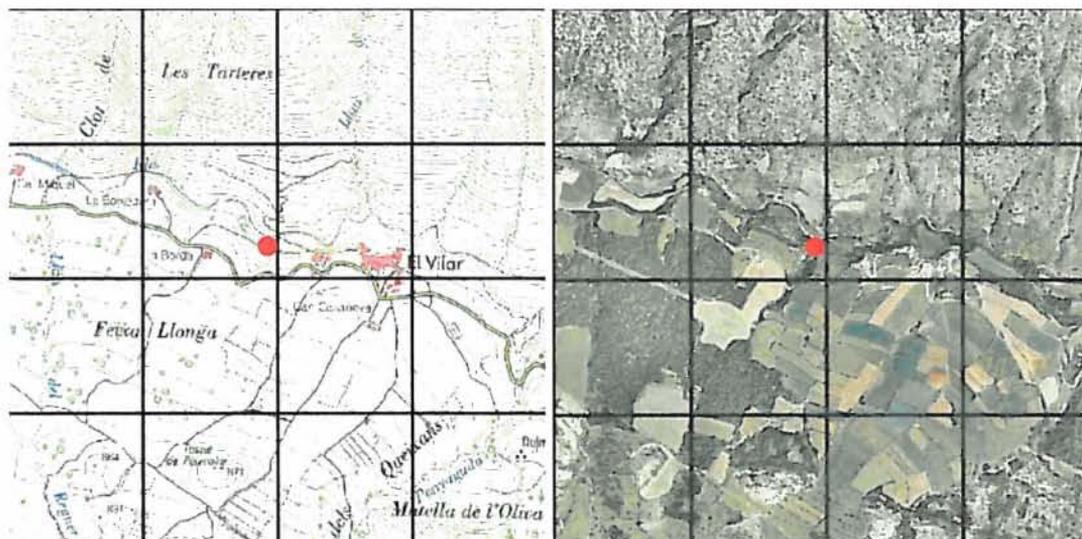


Fig. 1. Situación geográfica del sondeo y ortofoto (tomadas del Visor SIGPAC). Espaciado de la cuadrícula, 500 metros.

## SITUACIÓN GEOLÓGICA

### *EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA*

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra emboquillado en los materiales del Cretácico Inferior que se diferencian dentro del Mapa Geológico de la Cuenca del Ebro. Siguiendo esta terminología se trata de materiales del Aptiense-Albiense, marcados como unidad 342. Se corresponden con las denominadas Margas de Cabó, ver síntesis en García-Senz (2002), de la Cuenca de Organyá.

El sondeo de Cabó se encuentra en el flanco N del sinclinal de Santa Fe, que es el causante de la elevación de la Sierra de Prada, que se encuentra directamente al N del emplazamiento del piezómetro, integrada por materiales más competentes del Barremiense (Fm. Prada) que los del Aptiense-Albiense (Fm. Cabó), que generan una zona deprimida en el paisaje (ver figura 3).

El sondeo se encuentra emboquillado en materiales de la Fm. Cabó que se encuentran buzando fuertemente al Sur, en torno a los 60° como se observa en la figura 3.

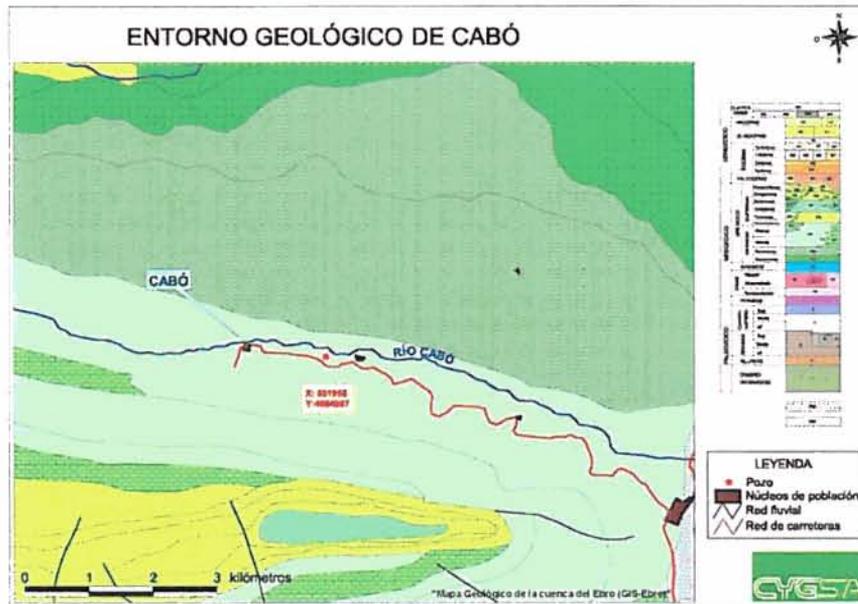


Fig.2. Situación del sondeo en la Cartografía Geológica de la Cuenca del Ebro. GIS-Ebro.

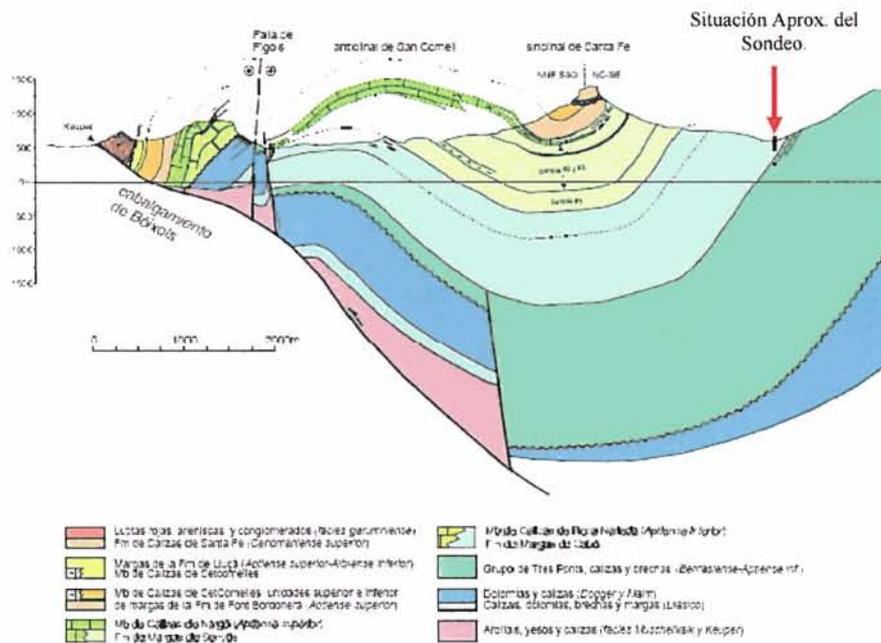


Fig. 3. Corte geológico, aproximadamente N-S, en el que se observa la estructura de los materiales en la zona donde se encuentra emboquillado el piezómetro. Concretamente en los materiales de la Fm. Cabó. Tomada de García-Senz (2002).



## FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS

El sondeo se encuentra situado sobre materiales de naturaleza margosa y carbonatada, típicos de la Fm. Margas de Cabó (p.e. Peybernes, 1976; García-Senz, 2002). Desde la parte inicial del sondeo, hasta aproximadamente el metro 209, el sondeo corta una sucesión carbonatada y margosa, con una proporción variable de estas últimas, siendo más abundantes hacia la parte inferior del sondeo. En la diagráfia se observa con claridad esta apreciación. Con estas características, se puede considerar que esta parte de la columna está atravesando el tramo basal de la Fm. Cabó, compuesto según García-Senz (2002) por un primer tramo, formado por margas grises y azuladas que en su mitad inferior intercalan capas delgadas de calizas oscuras “mudstones”, a menudo agrupadas en paquetes de hasta tres metros de espesor y ricas en nódulos ferruginosos y moldes de ammonites. Aunque en la testificación no se han observado fragmentos de *ammonites*, esta parte inferior con calizas *mudstone* con algunos fragmentos de nódulos ferruginosos sería la atravesada en este sondeo. La edad de este tramo del sondeo puede ser atribuible al Aptiense y a la parte terminal del Barremiense.

Desde el metro 209, y hasta el final del sondeo, se corta una sucesión predominantemente carbonatada, con escasas margas y ocasionales intercalaciones de niveles carbonosos. Las calizas frecuentemente presentan abundante kerógeno y texturas micríticas. Con estas características parece lógico atribuir esta parte del sondeo a la Fm. Calizas de Prada, en su tramo más superior (García-Senz, 2002), y por tanto de edad Barremiense.

### COLUMNA LITOLÓGICA.

#### TRAMO 1

0-75 m. Calizas margosas y calizas micríticas de tonalidades gris oscuras a negruzcas, con intercalaciones de margas, igualmente de tonalidades oscuras.

Las calizas presentan texturas no granosostenidas, en general *mudstone*, y ocasionalmente con una fracción no muy abundante de partículas (extraclastos) de tamaño limo. La composición del mismo es posiblemente cuarzosa. Las calizas margosas presentan una mayor proporción de partículas de tamaño limo, y su color es algo más claro (aunque igualmente gris algo oscuro), que el de las calizas micríticas. El aspecto de las mismas es terroso. En las calizas se reconocen frecuentes vetas de calcita a modo de pequeños filoncillos que las atraviesan. Es frecuente observar superficie alteradas en los restos del ripio, relacionadas con procesos de fracturación. Hacia la parte inferior del tramo se reconocen concentraciones puntuales de Fe, posiblemente fragmentos de nódulos de dicha naturaleza.

Las margas se encuentran en una proporción similar a lo largo del tramo, si bien parece que hacia la parte inferior, puede haber una mayor proporción de las mismas.



## TRAMO 2

75-120 m. Calizas micríticas negras bien cementadas con intercalaciones de margas y ocasionales calizas margosas-margocalizas de tonalidades gris oscuro.

Las calizas presentan textura micrítica, compuestas casi exclusivamente por fango carbonatado, y por tanto *mudstone*. Se encuentran muy bien cementadas, y son atravesadas por pequeñas vetas de composición calcítica. Desde el metro 100 hasta el final del tramo, se atraviesa una zona posiblemente más fracturada, con el ripio más grueso y granos con superficies de alteración.

La proporción de margas en este tramo parece superior a la del tramo anterior, sobre todo en la parte más superficial del mismo.

## TRAMO 3

120-175 m. Calizas micríticas negras y ocasionales calizas margosas gris oscuros, con intercalaciones de margas algo menos abundantes que en los tramos anteriores.

Las calizas conforman una sucesión monótona de texturas no granosostenidas. La única textura observada en este tramo es la de *mudstone* muy puro, con la única excepción de algunos extraclastos de tamaño limo, y posiblemente de cuarzo. En las calizas negras, estos son sólo puntuales. En donde sí que aparecen con asiduidad es en las calizas margosas. Es frecuente encontrar pátinas de alteración en los fragmentos de calizas, relacionados con fracturación, así como variaciones importantes del tamaño del ripio a lo largo del tramo. En la parte superior del tramo se reconocen de manera puntual algunas dolomías ocreas de grano medio, con romboedros de 1 a 2 milímetros de dimensión mayor.

## TRAMO 4

175-196 m. Calizas micríticas negras con intercalaciones margosas no muy abundantes. Las calizas presentan textura *mudstone*, con abundantes vetas de calcita de varios milímetros de espesor, y abundantes pátinas de alteración relacionadas con la fracturación de la roca de tonos ocreas. De manera muy puntual se reconocen algunas calizas con un mayor contenido limoso.

De la testificación geofísica se deduce que desde el metro 181 hay aportes de agua. En los 3 primeros metros poco importantes, y desde el metro 184 al 196, de una mayor importancia. El parte diario informa de la detección de agua por parte del sondista en torno al metro 175.



### TRAMO 5

196-209 m. Margas azuladas a gris negruzco, muy plásticas, con intercalaciones de calizas margosas a limosas.

Las margas son tanto más puras cuanto más hacia techo. En la parte basal del tramo, las margas son algo más limosas. Por su parte las calizas son no granosostenidas, observándose exclusivamente granos muy finos de naturaleza cuarzosa.

En general se trata de un tramo aportante, hasta el metro 206'4, posiblemente en el contacto entre los estratos de las calizas y las margas.

### TRAMO 6

209-219 m. Calizas micríticas negras con escasas intercalaciones margosas.

Las calizas presentan texturas *mudstone* con algunas vetas de calcita muy finas. De manera puntual se reconocen estructuras que podrían ser consideradas como fragmentos de bivalvos filamentosos, aunque esto no pueda ser contrastado con seguridad.

### TRAMO 7

219-246 m. Calizas micríticas negras bituminosas (kerogénicas) y ocasionalmente margosas. De manera ocasional se reconocen algunos filoncillos de calcita. A escala de observación de ripio, estas calizas son aparentemente azoicas.

### TRAMO 8

246-271 m. Calizas micríticas gris oscuro a negro no bituminosas.

Las calizas presentan texturas no granosostenidas, exclusivamente *mudstone*, muy puros, con muy escasos fragmentos esparíticos (posiblemente fragmentos de bioclastos). El aspecto de las calizas es de bastante recristalizada o incipientemente dolomitizada (grano muy fino).

El tramo 255-266 según se ha deducido de la geofísica es el tramo más aportante, siendo el resultado final, según los partes diarios de más de 5 litros por segundo.



## TRAMO 9

271-292 m. Calizas micríticas negras bituminosas (kerogénicas) y ocasionalmente margosas. De manera ocasional se reconocen algunos filoncillos de calcita, que pueden llegar a ser localmente muy abundantes. Entre los metros 280 y 284 se corta una sucesión “carbonosa” rica en materia orgánica, de la que no se ha obtenido ripio.

En el contacto entre los niveles ricos en materia orgánica y las calizas se ha reconocido por parte del sondista un aporte importante de agua.

## REFERENCIAS

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

<http://oph.chebro.es/ContenidoCartoGeologia.htm>

GARCÍA-SENZ, J. (2002): *Cuencas extensivas del Cretácico Inferior en los Pirineos centrales. Formación y subsecuente inversión*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.

PEYBERNES, B. (1976): *Le Jurassique et le Crétacé inférieur des Pyrénées franco-espagnoles entre la Garonne et la Méditerranée*. Thèse Doct. Sc. Nat. Toulouse, Imp.C.R.D.P. Toulouse, 459p.

## **ANEJO 3 GEOFÍSICA**

TC-INC-GAM  
martes, ago 21 2007 13:17

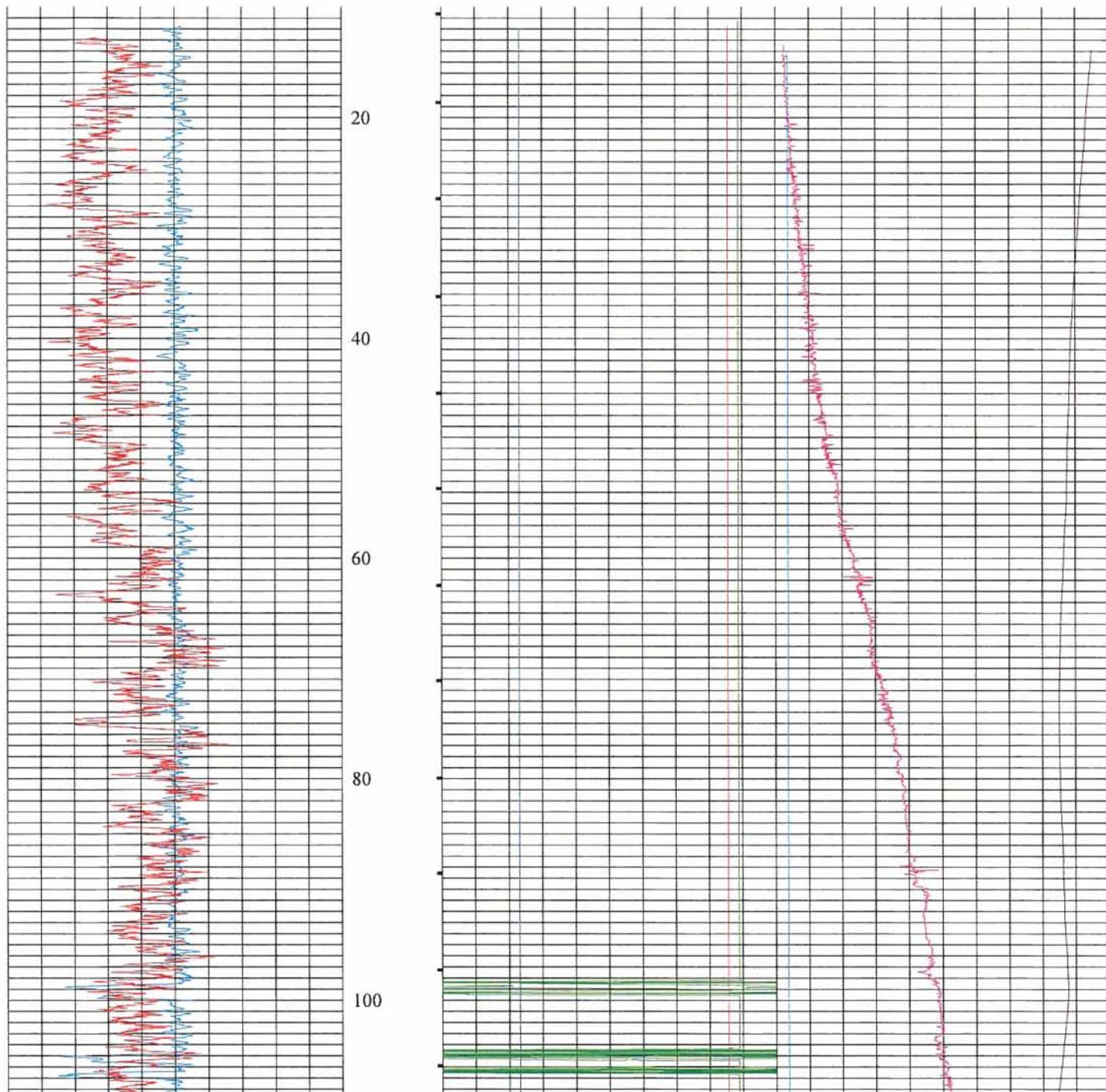
-6300 SP MV 6500

0 NGAM CPS 100

-60000 16N OHMM 10000 0 INC DEG 32

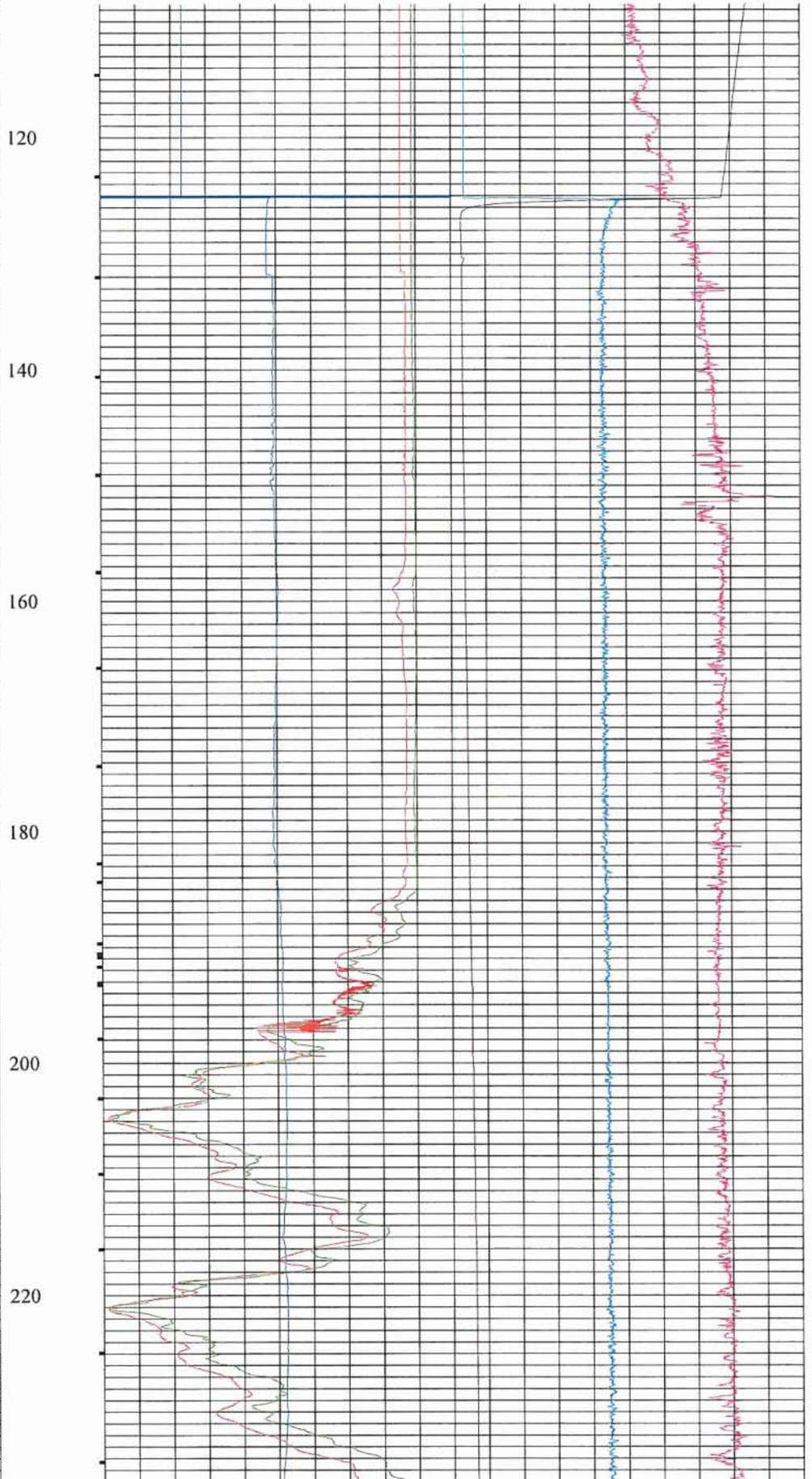
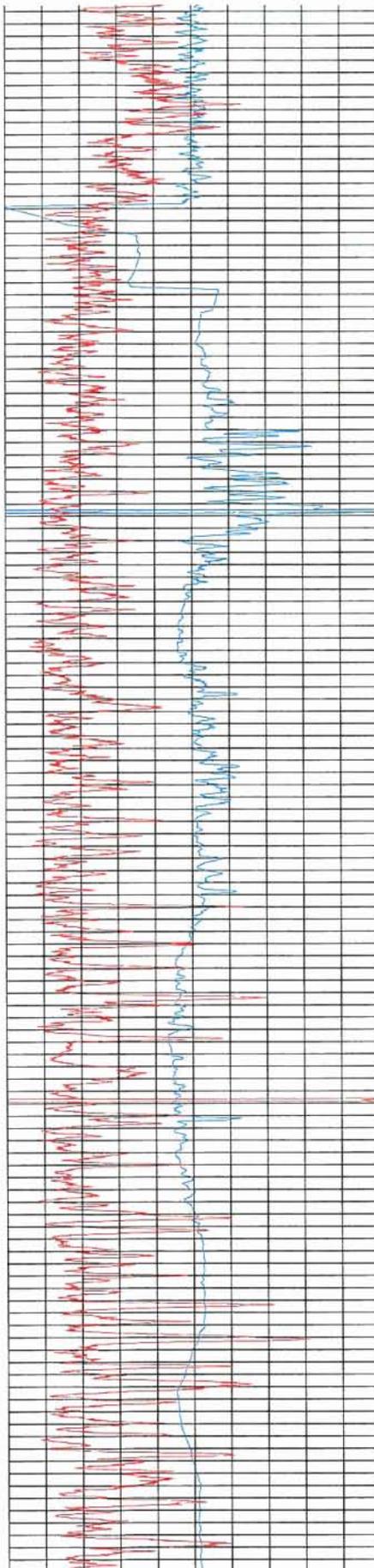
-80000 64N OHMM 10000 0 COND uSie 600

-9000 SPR OHM 10000 13 TEMP °C 25



-6300 SP MV 6500  
0 NGAM CPS 100

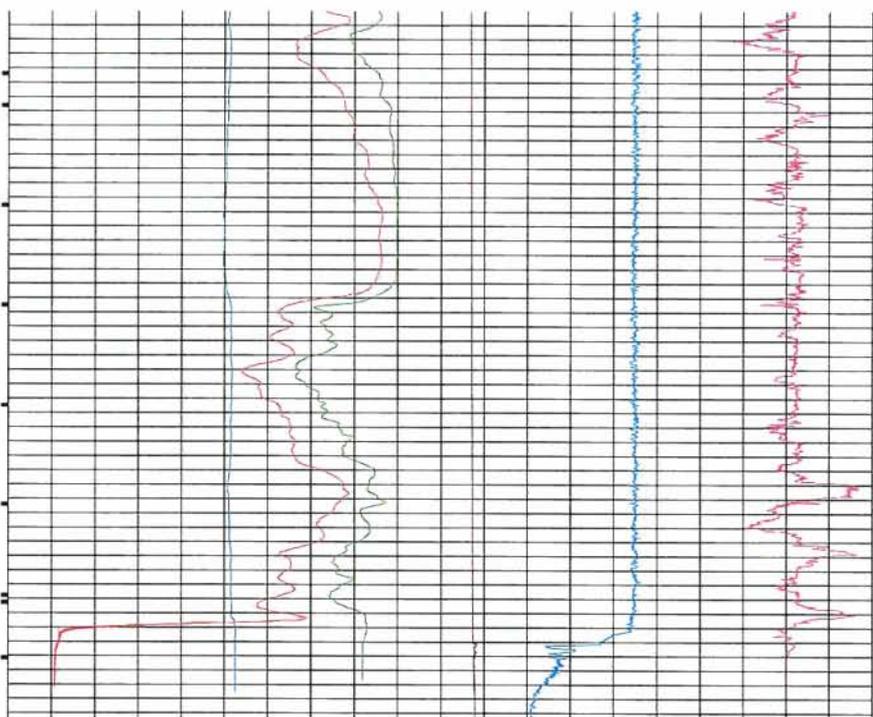
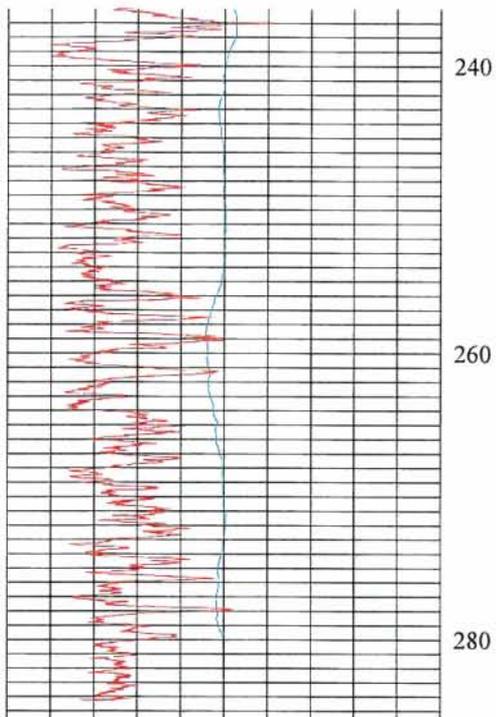
-60000 16N OHMM 10000 0 INC DEG 32  
-80000 64N OHMM 10000 0 COND uSie 600  
-9000 SPR OHM 10000 13 TEMP °C 25



-6300 SP MV 6500  
0 NGAM CPS 100

-60000 16N OHMM 10000 0 INC DEG 32  
-80000 64N OHMM 10000 0 COND uSie 600

-9000 SPR OHM 10000 13 TEMP °C 25



## **ANEJO 4**

### **ENSAYO DE BOMBEO**

**ENSAYO DE BOMBEO**

Localidad Cabó  
 N° Registro IPA 3411-G-0005  
 Profundidad Sondeo 292 m  
 Coordenadas UTM Pozo Piezómetro  
 X 852054  
 Y 4684996  
 Z 700

Fecha Ensayo 22-23 de octubre de 2007  
 Nivel estático inicial 120,63 m  
 Profund. Aspiración 228 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	1	360	360	16,40	16,40
2	2	420	60	11,51	27,91
3	4	1440	1020	61,34	89,25

**Síntesis litológica**

De 0 a 108 m, calizas margosas grises.  
 De 108 a 196 m, margas calcáreas grises.  
 De 196 a 209 m, margas con niveles más calcáreos grises.  
 De 209 a 219 m, calizas bituminosas de color negro con algún nivelillo cuarcítico disperso.  
 De 219 a 228 m, caliza bituminosa masiva negra.  
 De 228 a 280 m, caliza bituminosa negra micrítica con restos de fósiles.  
 De 280 a 284 m, niveles carbonosos muy fracturados.  
 De 284 a 292 m, caliza micrítica negra bituminosa.

**Perforación**

**Entubación**

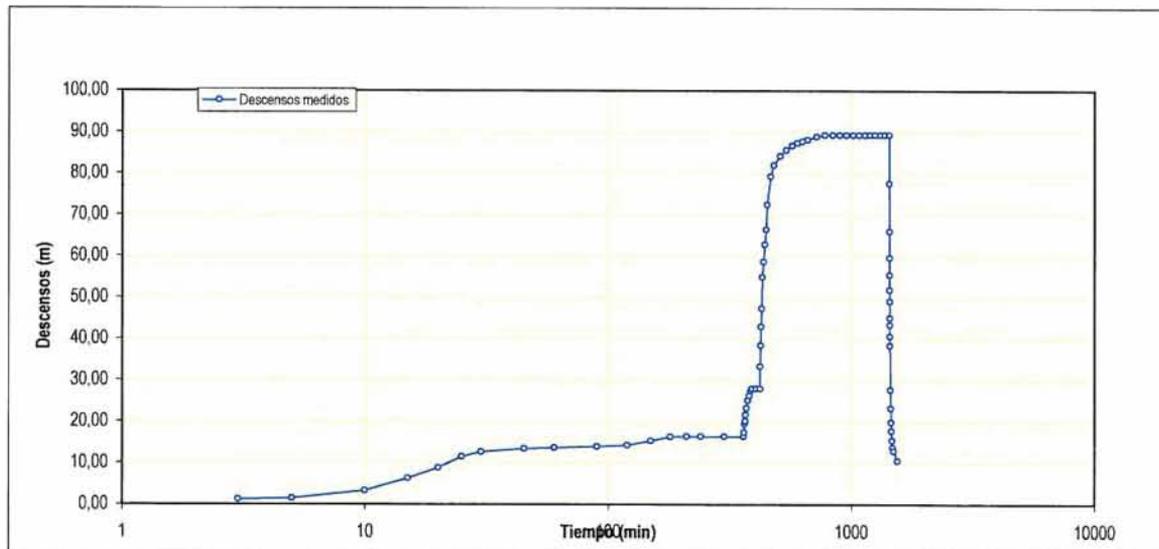
**Rejilla**

0-8 m	f 324 mm	0-8 m	f 300 mm	187-193 m	4 mm
8-292 m	f 220 mm	0-292 m	f 180 mm	253-265 m	4 mm
				271-277 m	4 mm
				283-289 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)		
22-oct-07	11:40	0	0	120,63					
22-oct-07	11:43	3	3	121,75	1,12			1	Agua de turbidez alta
22-oct-07	11:45	5	5	122,01	1,38			1	pH:6,93 T°:15,8°C Cond:367 µS/cm
22-oct-07	11:50	10	10	123,86	3,23			1	
22-oct-07	11:55	15	15	126,83	6,20			1	
22-oct-07	12:00	20	20	129,41	8,78			1	
22-oct-07	12:05	25	25	132,11	11,48			1	Turbidez baja-media
22-oct-07	12:10	30	30	133,27	12,64			1	
22-oct-07	12:25	45	45	134,01	13,38			1	
22-oct-07	12:40	60	60	134,26	13,63			1	
22-oct-07	13:10	90	90	134,59	13,96			1	
22-oct-07	13:40	120	120	134,88	14,25			1	
22-oct-07	14:10	150	150	135,96	15,33			1	
22-oct-07	14:40	180	180	136,94	16,31			1	
22-oct-07	15:10	210	210	136,99	16,36			1	
22-oct-07	15:40	240	240	137,03	16,40			1	
22-oct-07	16:40	300	300	137,03	16,40			1	
22-oct-07	17:40	360	360	137,03	16,40			1	pH:6,80 T°:16,2°C Cond:362 µS/cm
22-oct-07	17:41	1	361	138,01	17,38			2	Turbidez alta
22-oct-07	17:43	3	363	140,03	19,40			2	
22-oct-07	17:45	5	365	140,72	20,09			2	
22-oct-07	17:47	7	367	142,22	21,59			2	
22-oct-07	17:50	10	370	143,87	23,24			2	
22-oct-07	17:55	15	375	145,71	25,08			2	pH:6,62 T°:15,4°C Cond:361 µS/cm
22-oct-07	18:00	20	380	146,87	26,24			2	
22-oct-07	18:05	25	385	148,00	27,37			2	
22-oct-07	18:10	30	390	148,54	27,91			2	
22-oct-07	18:25	45	405	148,54	27,91			2	
22-oct-07	18:40	60	420	148,54	27,91			2	
22-oct-07	18:41	1	421	153,97	33,34			4	
22-oct-07	18:43	3	423	159,00	38,37			4	pH:6,78 T°:15,2°C Cond:362 µS/cm
22-oct-07	18:45	5	425	163,54	42,91			4	
22-oct-07	18:47	7	427	167,95	47,32			4	
22-oct-07	18:50	10	430	175,52	54,89			4	
22-oct-07	18:55	15	435	179,26	58,63			4	
22-oct-07	19:00	20	440	183,43	62,80			4	
22-oct-07	19:05	25	445	187,00	66,37			4	
22-oct-07	19:10	30	450	193,04	72,41			4	
22-oct-07	19:25	45	465	199,87	79,24			4	
22-oct-07	19:40	60	480	202,52	81,89			4	
22-oct-07	20:10	90	510	204,81	84,18			4	
22-oct-07	20:40	120	540	206,22	85,59			4	
22-oct-07	21:10	150	570	207,35	86,72			4	
22-oct-07	21:40	180	600	207,96	87,33			4	
22-oct-07	22:10	210	630	208,34	87,71			4	
22-oct-07	22:40	240	660	208,73	88,10			4	
22-oct-07	23:40	300	720	209,46	88,83			4	
23-oct-07	0:40	360	780	209,88	89,25			4	
23-oct-07	1:40	420	840	209,88	89,25			4	
23-oct-07	2:40	480	900	209,88	89,25			4	Se toma muestra para laboratorio

23-oct-07	3:40	540	960	209,88	89,25	4	
23-oct-07	4:40	600	1020	209,88	89,25	4	Turbidez baja-media
23-oct-07	5:40	660	1080	209,88	89,25	4	
23-oct-07	6:40	720	1140	209,88	89,25	4	
23-oct-07	7:40	780	1200	209,88	89,25	4	
23-oct-07	8:40	840	1260	209,88	89,25	4	
23-oct-07	9:40	900	1320	209,88	89,25	4	
23-oct-07	10:40	960	1380	209,88	89,25	4	pH:6,99 T*:14,9°C Cond:373 µS/cm
23-oct-07	11:40	1020	1440	209,88	89,25	4	Se toman muestras laboratorio
23-oct-07	11:41	1	1441	198,14	77,51	0	
23-oct-07	11:42	2	1442	186,56	65,93	0	
23-oct-07	11:43	3	1443	180,18	59,55	0	
23-oct-07	11:44	4	1444	176,00	55,37	0	
23-oct-07	11:45	5	1445	172,37	51,74	0	
23-oct-07	11:46	6	1446	169,63	49,00	0	
23-oct-07	11:47	7	1447	165,62	44,99	0	
23-oct-07	11:48	8	1448	163,96	43,33	0	
23-oct-07	11:49	9	1449	161,17	40,54	0	
23-oct-07	11:50	10	1450	158,95	38,32	0	
23-oct-07	11:55	15	1455	148,27	27,64	0	
23-oct-07	12:00	20	1460	143,82	23,19	0	
23-oct-07	12:05	25	1465	140,37	19,74	0	
23-oct-07	12:10	30	1470	138,29	17,66	0	
23-oct-07	12:20	40	1480	136,03	15,40	0	
23-oct-07	12:30	50	1490	134,33	13,70	0	
23-oct-07	12:40	60	1500	133,50	12,87	0	
23-oct-07	13:40	120	1560	131,07	10,44	0	Medida con sonda manual, tras extraer el equipo de

Antes de montar el equipo de bombeo se mide el nivel con sonda habitual. El nivel está en 122,80 m.



<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> 22-23/10/07		<b>Nº pág:</b>
<b>Nº SONDEO:</b>	<b>POBLACIÓN:</b> Villar de Cabó	<b>PROFUNDIDAD:</b> 292 m
<b>HORAS DE BOMBEO:</b> 24 Horas		<b>HORAS DE RECUPERACIÓN:</b> 2 h en total (1 hora con el equipo de impulsión introducido y 1 h con sonda manual)

#### **Ensayo de bombeo del sondeo en Villar de Cabó (3411-6-0005)**

El 22 de octubre de 2007, antes de montar el equipo de bombeo se mide nivel con sonda manual, situándose éste en 122,80 m.

El ensayo de bombeo comienza el 22 de octubre de 2007 a las 11:40 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 120,63 m y la profundidad de la bomba de aspiración 228 m.

El agua bombeada es extraída directamente al barranco cercano.

Se realizaron tres escalones según la tabla adjunta:

	<b>Duración (minutos)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>	<b>Descenso acumulado (m)</b>
<b>Escalón 1</b>	360	1	16,40
<b>Escalón 2</b>	60	2	27,91
<b>Escalón 3</b>	1020	4	89,25

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

A los 360 minutos de bombeo, con 16,40 m de descenso, y estabilizado el nivel, se decide aumentar el caudal hasta los 2 l/s.

El segundo de los escalones, se mantuvo durante 60 minutos, con 27,91 m de descenso acumulado, y estabilizado el nivel, se decide aumentar el caudal a 4 l/s.

Este tercer y último escalón, se mantuvo durante 1020 minutos, con 89,27 m de descenso acumulado, quedando estabilizado el nivel finalmente en 209,88 m.

El agua no llegó a salir totalmente clara en las 24 horas de bombeo. Las últimas 7 horas, el agua presentó una turbidez media-baja.

Se mide conductividad, pH y Tª a lo largo del ensayo, obteniéndose los siguientes resultados:

<b>Caudal (l/s)</b>	<b>Tiempo acumulado (min)</b>	<b>pH</b>	<b>Conductividad (µS/cm)</b>	<b>Tª (°C)</b>
1	5	6,93	367	15,8
1	360	6,80	362	16,2
2	375	6,62	361	15,4
4	423	6,78	362	15,2
4	1430	6,99	373	14,9

Después del bombeo, se mide recuperación durante una hora con el equipo de impulsión introducido, quedando el nivel en 133,50 m de profundidad.

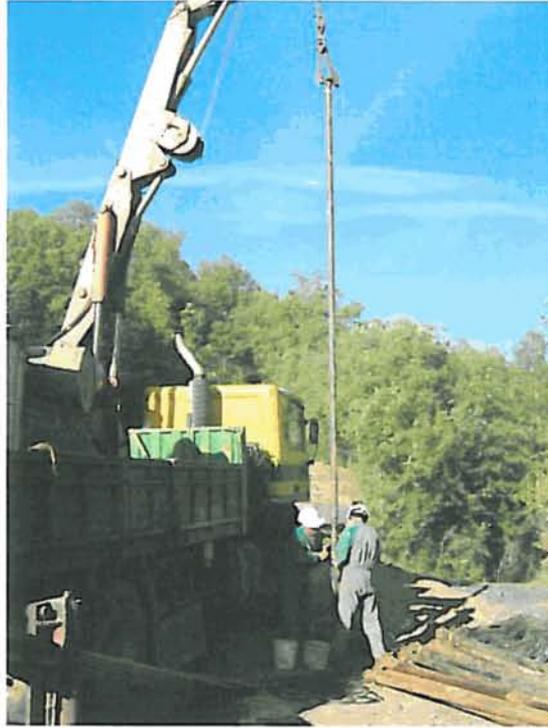
Tras extraer el equipo de impulsión, se realiza una nueva medida de nivel con un resultado de 131,07 m.



**Vista del emplazamiento y la maquinaria**



**Introduciendo la bomba**



**Introduciendo la tubería**



**Agua muy turbia durante el primer escalón (1 l/s)**



**Segundo escalón (agua muy turbia, 2 l/s)**



**Comienzo tercer escalón (agua muy turbia, 4 l/s)**



**Momentos finales del ensayo (4 l/s)**

Fdo: Luis Almansa Calzado.

## EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO (2º FASE)

### AFORO DEL SONDEO CABÓ (Código IPA: 3411-6-0005)

Localización Geográfica (UTM, Uso 30): X = 356.941 Y = 4.677.633 Z = 700 m

RESUMEN DE UNIDADES	
Profundidad de la bomba	228 m
Horas de bombeo	24 h
Horas de recuperación	1 h

### ENSAYO DE BOMBEO

Llegada del equipo de aforos a fecha 19 de octubre de 2007 al sondeo de a las 09:00 horas (Figura 1). La maquinaria está formada por un equipo de aforo, con un grupo generador marca Mecc Alte de 250 KVA, motor Fiat Alfo de 400 CV y una tubería de impulsión de 70 mm de diámetro. Se utiliza una bomba Grudfos modelo SP- 45-31 con una potencia de 50 CV situada a 228 m de profundidad.



Figura 1. Situación de la máquina de aforos.

El ensayo de bombeo se comienza a las 11:40 h, donde las características son las que se describen en la siguiente tabla:

	CABÓ				
	Q (l/s)	t (min)	N inicial	N final	s (m)
<b>Escalón 1</b>	1	360	120,63	137,07	16,44
<b>Escalón 2</b>	2	60	137,07	148,54	11,47
<b>Escalón 3</b>	4	1020	148,54	209,88	61,34
<b>Recuperación</b>	-	60	-	-	-

• **Escalón 1**

El Escalón 1 (Figura 2) comienza a las 11:40h y se acaba a las 17:40h, teniendo una duración de 360 minutos y con un caudal de 1 l/s. Este escalón finaliza debido a que se observan la estabilidad del nivel en 137,07 m de profundidad. El nivel inicial medido en el Escalón 1 es de 120,63 m.



**Figura 2.** Caudal extraído del Escalón 1.

- **Escalón 2**

Tras finalizar el Escalón 1, se decide aumentar el caudal hasta 2 l/s (Figura 3) dando comienzo a un segundo escalón (Escalón 2). El Escalón 2 se comienza a las 17:40 h y se finaliza a las 18:40 h, teniendo una duración de 60 min. Durante este escalón, se produce la estabilidad del nivel en 148,54 m. El nivel inicial medido en el Escalón 1 es de 137,07 m.



**Figura 3.** Caudal extraído del Escalón 2.

- **Escalón 3**

El Escalón 3 (Figura 4) comienza a las 18:40 h y se acaba a las 11:40 h (23/10/2007), teniendo una duración de 1020 minutos y con un caudal de 4 l/s. Este escalón finaliza el ensayo de bombeo encontrándose el nivel estabilizado en 209,88 m, tras iniciar el escalón en 148,54 m. Se toma una muestra de agua para su análisis al inicio de este Escalón.



**Figura 4.** Caudal extraído del Escalón 3.

Posteriormente, a las 11:40 h se comienza la recuperación con una duración estimada de 60 minutos, donde el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 133,50 m de profundidad.

Simultáneamente al ensayo de bombeo se toman medidas de conductividad eléctrica (CE), temperatura ( $T^{\circ}$ ) y pH cada escalón:

- **Escalón 1 (Q= 1 l/s)**

Media del Escalón 1: CE= 362  $\mu$ S/cm;  $T^{\circ}$  =16,2 C; pH= 6,80.

- **Escalón 2 (Q= 2 l/s)**

Media del Escalón 2: CE= 361  $\mu$ S/cm;  $T^{\circ}$  = 15,4 C; pH= 6,61.

- **Escalón 3 (Q= 4 l/s)**

Media del Escalón 3: CE= 373  $\mu$ S/cm;  $T^{\circ}$  = 14,9 C; pH= 6,99.

Elena Malo Moreno  
Geóloga



MINISTERIO  
DE EDUCACION  
Y CIENCIA



Instituto Geológico  
y Minero de España

**INFORME ENSAYO DE BOMBEO**

**PIEZÓMETRO N° 3411-6-0007  
(09.303.010)**

**CABÓ (LLEIDA)**

CORREO

a.azcon@igme.es

Manuel Lasala 44, 9º B  
50006-ZARAGOZA  
TEL. : 976 555153 – 976 555282  
FAX : 976 553358



## OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El objetivo del presente informe es obtener una estimación de los parámetros hidráulicos que rigen la formación acuífera captada por el sondeo de Cabó (Lleida), de 292 metros de profundidad, construido en el marco del proyecto de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) “Construcción de Sondeos e Instalación de la Red Oficial de Control de Aguas Subterráneas en la Cuenca del Ebro”, mediante el cual la CHE aborda la construcción de unos cien nuevos sondeos, su testificación y ensayo, para complementar las vigentes redes de observación de las aguas subterráneas.

Esta campaña de prospecciones permitirá la obtención de valiosa información de tipo sedimentológico, estratigráfico e hidrogeológico en zonas deficientemente conocidas, aspectos, todos ellos, de interés para la CHE y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), razón por la que ambos organismos firmaron en diciembre de 2004 un Convenio de Colaboración, en el marco del cual se emite el presente informe, mediante el que se canaliza el asesoramiento del IGME a la CHE con objeto de aprovechar esta oportunidad de acceso al subsuelo para obtener, mejorar y compartir toda la información que brinda este ambicioso proyecto.

El hecho que los sondeos a construir tengan como objetivo principal el control piezométrico, no la captación de aguas, hace que estos hayan sido perforados con pequeño diámetro y acabados menos exigentes que los requeridos para la explotación de las aguas subterráneas. Estas circunstancias impone importantes restricciones al normal desarrollo de los ensayos de bombeo: los sondeos suelen estar afectados por importantes pérdidas de carga, no están completamente desarrollados y el caudal de bombeo está muy limitado por el diámetro disponible y pocas veces es posible lograr la deseada estabilidad del caudal. Todo ello hace que los ensayos se alejen considerablemente de las condiciones ideales postuladas para su interpretación, por lo que la mayoría de ellos son prácticamente ininterpretables con el software tradicional disponible en el mercado, que suelen carecer de la versatilidad necesaria para adaptarse a las condiciones que aquí se dan; en particular en lo que respecta a la variabilidad del caudal de bombeo y los límites del acuífero.

Para soslayar este escollo, se ha procedido a la interpretación de los ensayos de bombeo con el programa MABE (acrónimo de **M**odelo **A**nalítico de **B**ombeos de **E**nsayo), desarrollado por A. Azcón e implementado en una hoja de cálculo Excel. MABE se basa en la Solución de Theis, la Solución de Hantush y en el principio de superposición para poder contemplar ensayos de bombeo a caudal variable y la presencia de barreras hidrogeológicas que hacen que los acuíferos se alejen de la habitual exigencia de “infinito”. MABE está diseñado para analizar Bombeos de Ensayo de hasta ocho escalones y simular hasta cuatro barreras hidrogeológicas, sean positivas o negativas.

La Solución de Theis y de Hantush está complementada por un algoritmo que contempla el almacenamiento en pozo así como en grandes redes cársticas mediante la introducción del concepto de Radio Equivalente. En caso de sondeo escalonado, el programa puede ajustar automáticamente los descensos por pérdida de carga y determinar la ecuación del pozo.

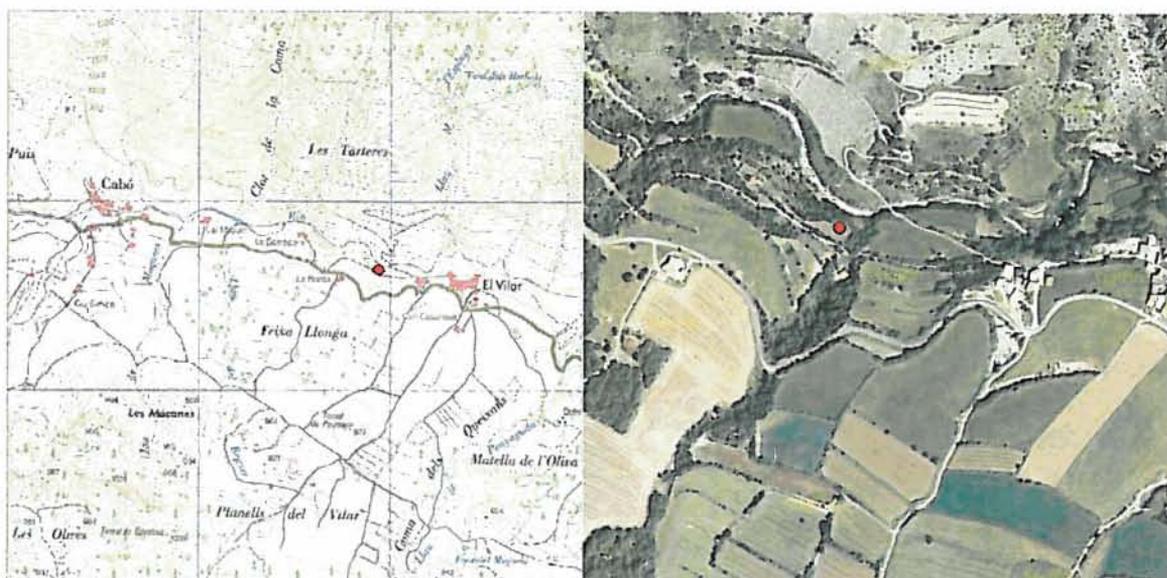
También está implementada la aproximación semilogarítmica de Jacob; el método de Theis para ensayos de recuperación; el método de Lee para ensayos escalonados; el método de Boulton, Prickett y Walton, para acuíferos con drenaje diferido y los métodos semilogarítmicos

de Hantush para acuíferos semiconfinados, tanto para curvas descenso-tiempo que muestran el punto de inflexión, como para las ensayos en la que todos los pares de puntos descensos-tiempo se sitúan en la zona próxima a la estabilización.

El programa permite simular para todos los métodos (excepto el de Boulton, Pricket y Walton) los descensos teóricos y las recuperaciones correspondientes a los parámetros físicos e hidrogeológicos introducidos, lo que permite calibrar la bondad de la interpretación realizada y, si procede, mejorarla mediante tanteos iterativos, así como simular los descensos inducidos por la explotación continuada del sondeo. La representación gráfica de la simulación de la recuperación se efectúa en función del tiempo adimensional,  $(t_b+tr)/tr$ , lo cual no implica que se trate del método de Recuperación de Theis.

### LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL SONDEO

- Hoja del MTN a escala 1: 50.000 nº 34-11 (253) Organyá.
- Término municipal de Cabó (Lleida). El sondeo, de 292 metros de profundidad, se sitúa a 220 metros al ONO de El Vilar. El emplazamiento está en una parcela en la confluencia del río Cabó con un barranco tributario por el sur. Se accede tomando la carretera que desde El Vilar se dirige a Cabó; cien metros después de pasar por un caserío se toma un camino cerrado por una valla a la izquierda, el cual hay que seguir durante 320 metros. El sondeo se sitúa en la parcela que hay entre el camino, el barranco y el río.
- Referencia catastral. Polígono 1, Parcela 50.
- Coordenadas UTM: **USO: 31T X: 356.941 Y: 4.677.633 Z: 700 msnm.**



Figuras 1 y 2. Situación en Mapa 1:50.000 y ortofoto (SigPac).



Figura 3. Panorámica dirección norte de la ubicación del sondeo y acceso. (Fuente: Google Earth).

### ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se ubica en el sector nororiental de la masa de agua subterránea (m.a.s.) Tremp - Isona (09.038), definida sobre las sierras del Montsec, con cotas máximas comprendida entre 1.600 y 2000 m.s.n.m, que se extienden de este a oeste entre los ríos Noguera Ribagorzana y Segre y bordean por el N, E y S la depresión de Tremp, con cotas próximas a 500 m s.n.m.

El límite N se define según la traza del retrocabalgamiento de Morreres del manto de Boixols sobre la zona de Las Nogueras, y el límite S según la traza del cabalgamiento del Montsec.

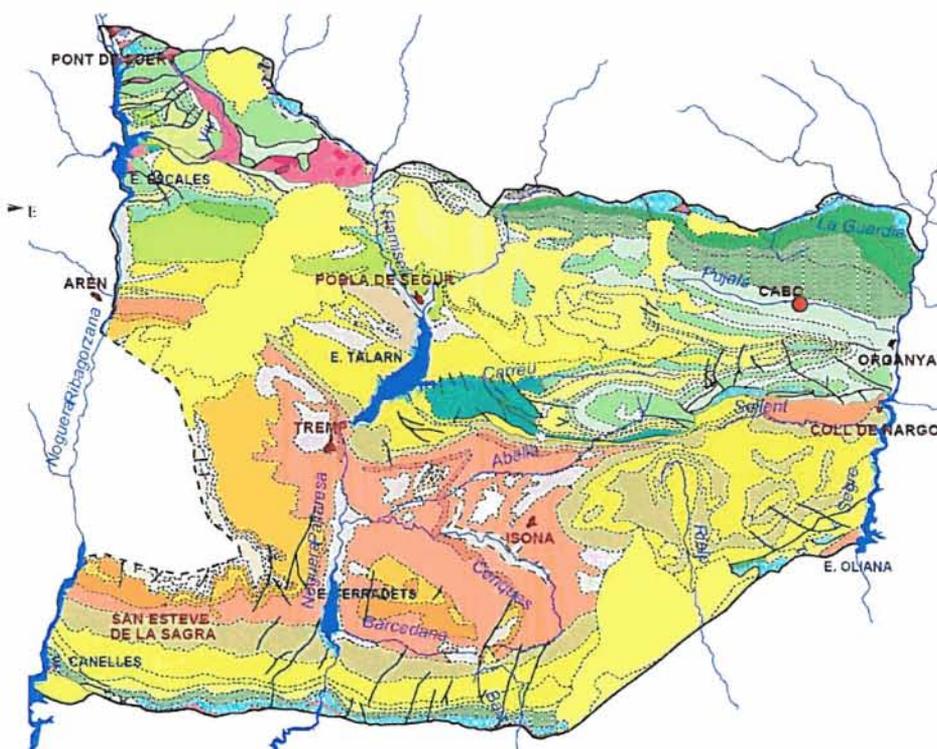


Figura 4. Masa de Agua Subterránea de Tremp-Isona (09.038)



La masa de agua subterránea se sitúa en la Unidad Prepirenaica Central sobre dos de sus subunidades coincidentes con sendas láminas cabalgantes: la de Bóixols - St. Corneli, al norte, y la del Montsec al sur, integrada por materiales del Cretácico, Paleoceno y Eoceno inferior, que afloran en la zona de sierra y se confinan en la depresión bajo las molasas del Oligoceno. Las principales formaciones acuíferas son las series carbonatadas del Jurásico - Cretácico inferior, Cretácico superior, incluyendo las calizas del Albienses (Calizas de Escales), las calizas del Cenomaniense - Turoniense (Calizas de Santa Fe con Prealveolinas) y calizas del Coniaciense - Santoniense (Calizas con Lacazina), que afloran en las sierras de Prades, San Corneli, Carreu, Boumort y San Juan, entre el Noguera Pallaresa y el Segre. Asociadas a estas sierras se localizan dos de los manantiales más notables de la masa de agua: la font Bordonera y la font de Lao. La excavación de los conghostos del Noguera Ribagorzana, Pallaresa y Baix ha condicionado los niveles de base del carst y la configuración de un drenaje E-O.

En el Montsec, el acuífero principal está constituido por las calizas bioclásticas del Campanéense. Por encima, el Maastrichtiense está formado por la Fm Areniscas de Areny, que hacia el N se acuña bajo la cuenca de Tremp y pasa lateralmente a sedimentos margosos. Es el acuífero más prospectado de la cuenca de Tremp - Isona, donde se muestra carácter artesiano confinado por las facies Garum en la cuenca de Tremp - Isona. Las calizas con alveolinas ilderdienses (Fm Tremp), constituyen en el Montsec un acuífero local, en el que, salvo unos manantiales de cierta entidad en Sant Esteve de la Sarga (20 L/s), no existen manifestaciones hidrogeológicas importantes. Los conglomerados oligocenos constituyen un acuífero cárstico en las sierras de San Salvador, Boumort y Comiols, donde da lugar a manantiales como los de Rivert y Esplugafreda.

El piezómetro se ubica en la lámina de Boixols, en su sector nororiental, donde adquiere protagonismo la serie calcárea del Jurásico y Cretácico inferior (Neocomiense - Barremiense), constituido por calizas y dolomías, brechas, con un paquete margoso en el Lías medio y superior de 50 a 100 m de potencia. La potencia total en la sierra de Prades es mucho mayor que en la zona del Montsec, pudiendo alcanzar una potencia del orden de 2.800 m. Hacia muro limita con las facies margosas triásicas y a techo queda fosilizado por la serie margosa Aptiense - Albiense.

No se dispone de información relativa a sus características hidráulicas ni se dispone de registro alguno de puntos acuíferos adscritos a este acuífero. Se presupone que el drenaje de este sector se produce hacia el río segre.

### **INCIDENCIAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA PERFORACIÓN**

El sondeo se encuentra emboquillado en materiales de la Fm. Margas de Cabó, que buzan en torno a los 60 ° al Sur.

Desde el inicio hasta el metro 209, el sondeo corta una sucesión carbonatada y margosa, en la que la parte lutítica es más abundantes hacia la parte inferior de la columna, lo que sugiere que se está atravesando el tramo basal de la Fm. Cabó. La edad de este tramo de la columna litológica atravesada es Barremiense terminal - Aptiense.



Desde el metro 209 hasta el final del sondeo se corta una serie carbonatada con escasas margas y ocasionales intercalaciones de niveles carbonosos. Las calizas frecuentemente presentan abundante kerógeno y texturas micríticas, y serían atribuibles a la parte superior de la Fm. Calizas de Prada, de edad Barremiense.

La columna estratigráfica es la siguiente:

- 0 - 75 m. Calizas margosas y calizas micríticas con intercalaciones de margas, de color gris oscuro.
- 75 -120 m. Calizas micríticas negras bien cementadas con intercalaciones de margas y ocasionales calizas margosas-margocalizas de tonalidades gris oscuro.
- 120 - 175 m. Calizas micríticas negras y ocasionales calizas margosas gris oscuros, con intercalaciones de margas algo menos abundantes que en los tramos anteriores.
- 175 - 196 m. Calizas micríticas negras con abundantes vetas de calcita de varios milímetros y escasas intercalaciones margosas
- 196 - 209 m. Margas azuladas a gris negruzco, muy plásticas, con intercalaciones de calizas margosas a limosas.
- 209 - 219 m. Calizas micríticas negras con escasas intercalaciones margosas.
- 219 - 246 m. Calizas micríticas negras bituminosas (kerogénicas) ocasionalmente margosas.
- 246 - 271 m. Calizas micríticas gris oscuro a negro no bituminosas.
- 271 - 292 m. Calizas micríticas negras bituminosas (kerogénicas) ocasionalmente margosas. Entre los metros 280 y 284 se corta una sucesión "carbonosa" rica en materia orgánica, de la que no se ha obtenido ripio.

Durante la perforación se tuvo algunas perdida de barrido entre los metros 174 a 177, que no se tuvo nivel de agua hasta el metro 215. Otras zonas productivas detectadas durante la perforación se situaban a 256 y 284 metros de profundidad, en el contacto entre las calizas y los niveles ricos en materia orgánica. La testificación geofísica sugiere las posibles zonas productivas:

Tramos Productivos		Espesor m
Desde	Hasta	
181	183,9	2,9
184	206,4	22,4
255	266	11,0
274,5	279,5	5,0

La entubación del sondeo quedó como sigue:

TRAMO (m)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Filtro
0-8	300 mm	5 mm	Acero al carbono	Ciega
0-187	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Ciega
187-193	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Filtro puente
193-253	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Ciega
253-265	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Filtro puente
265-271	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Ciega
271-277	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Filtro puente
277-283	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Ciega

EL nivel piezométrico al finalizar la obra (3/08/07) se situaba a 124,60 metros de profundidad.



## INCIDENCIAS DEL ENSAYO DE BOMBEO

El ensayo comenzó el 22 de octubre de 2007 a las 11:40 horas, y duró 24 horas. El control de niveles se efectuó en el propio pozo de bombeo y el control del caudal se efectuó mediante lectura de tubo Pitot.

El equipo de bombeo consistió en un grupo generador marca Mecc Alte de 250 KVA, motor Fiat Alfo de 400 CV, bomba Grundfos modelo SP- 45-31 con una potencia de 50 CV situada a 228 m de profundidad. La tubería de impulsión era de 70 mm de diámetro interior.

Se realizaron tres escalones de 1, 2 y 4 L/seg, y 360, 60 y 1020 minutos de duración, respectivamente, al cabo de los cuales el nivel dinámico mostraba tendencia a la estabilización .

La recuperación se controló durante 60 minutos, al cabo de los cuales el déficit de recuperación era de 10,44 metros.

El agua salió inicialmente con alta turbidez, y no llegó a aclarar totalmente durante la prueba. Durante el ensayo se recogió muestras de agua para su posterior análisis y se midió “in situ” pH, conductividad y temperatura, con los siguientes resultados:

Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Conductividad (µS/cm)	pH
10	16	367	6,9
360	16	362	6,8
375	15	361	6,6
423	15,2	362	6,78
1380	14,9	373	6,99

	Limpieza	Minuto 1440	Pozo de Abto (a 105 m )
CL <sup>-</sup>	10,6 mg/l	7,6 mg/l	14,2 mg/l
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	56,5 mg/l		21,6 mg/l
CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	77,5 mg/l		
CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	0,0 mg/l		
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,9 mg/l	<2 mg/l	4,5 mg/l
Na <sup>+</sup>			<0,03 mg/l
Mg <sup>++</sup>	12,0 mg/l		<20 mg/l
Ca <sup>++</sup>	16,5 mg/l	<7 mg/l	
K <sup>+</sup>	42,9 mg/l	68,1 mg/l	
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	6,4 mg/l		
NH <sub>4</sub> <sup>-</sup>		6,75 mg/l	
Boro			<0,05 mg/l
Fosfato		0,36 mg/l	
SiO <sub>2</sub>		0,0065 mg/l	38,0 mg/l
Hierro	<0,1 mg/l	0,744 mg/l	841,0 mg/l
Manganeso	<0,05 mg/l	1,42 mg/l	2482,9 mg/l

A unos 105 metros de distancia se sitúa un sondeo de abastecimiento urbano, del que lamentablemente no consta se utilizara como piezómetro, ni que actuación tuvo durante la prueba.

En el anexo nº 1 se recoge la ficha resumen de los datos e incidencias del ensayo de bombeo.

## INTERPRETACIÓN

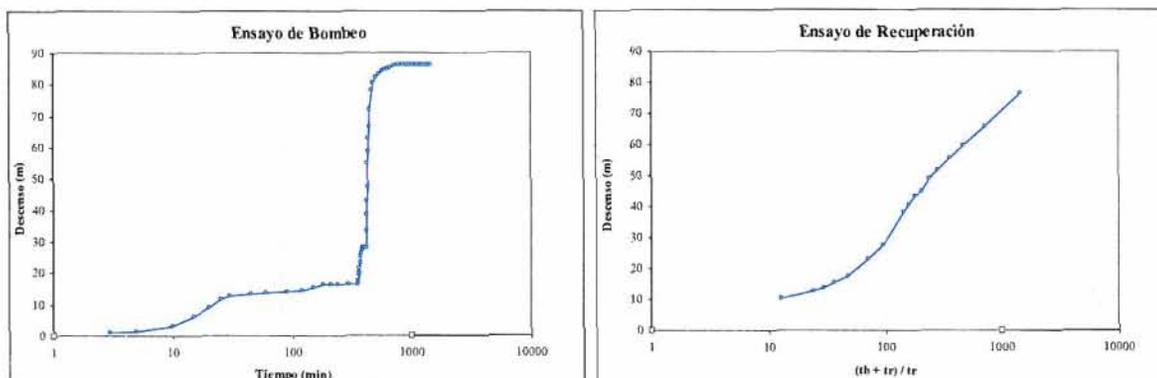


Figura 5 y 6. Curvas de descenso-tiempo en bombeo y recuperación.

La curva de descensos-tiempo no denota ninguna irregularidad digna de mención y muestra un comportamiento propio de acuíferos semiconfinados con un alto coeficiente de goteo, tal como parece indicar la rápida estabilización en cada uno de los escalones.

La extrapolación de la curva de recuperación parece cortar al eje de ordenadas en la parte positiva, lo que sugiere consumo de reservas o, más probablemente, movimiento de fondo del nivel de agua, posiblemente debido al régimen influenciado del acuífero en la zona por la presencia otras captaciones asiduamente utilizadas.

La interpretación se ha efectuado con la solución de Hantush mediante el método semilogarítmico –sólo para el primer escalón, pues su elevada duración, dos ciclos logarítmicos permite su aplicación– y el método directo, prueba-error, para el conjunto de la prueba.

### Método semilogarítmico (Solución de Hantush). 1<sup>er</sup> escalón

Cuando se conoce el descenso máximo o este es extrapolable se puede aplicar el método semilogarítmico, para el cual hay que proceder tal como se especifica en Custodio y Llamas (1987), tomo1, pag. 960.

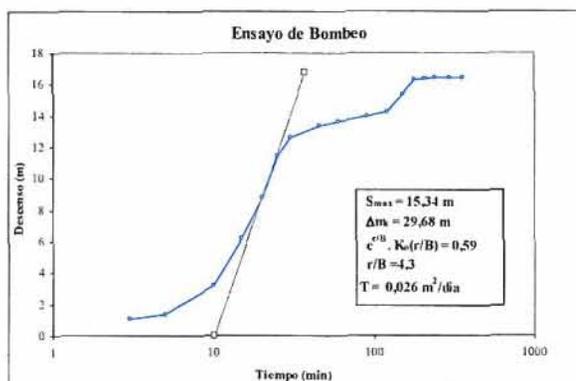


Figura 7

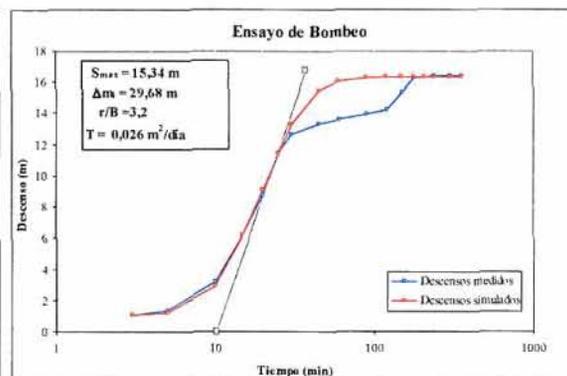


Figura 8

En la figura 7 se muestra los parámetros obtenidos, en tanto que en la figura 8 se muestra el descenso teórico para el mismo valor de la transmisividad y ligeramente distinto el de  $r/B$ , el cual se ha tanteado para conseguir la mejor calibración posible.

El resultado obtenido es satisfactorio, si se hace abstracción de la irregularidad de la curva experimental.

### Método directo (Solución de Hantush)

Los resultados obtenidos están en el mismo rango de magnitud que los anteriores, lo que los confirman. La calibración obtenida es aceptable, pero en el caso del bombeo está lastrada por el deficiente ajuste de las pérdidas de carga, lo que parece estar relacionado en la deficiente precisión de las medidas de caudal.

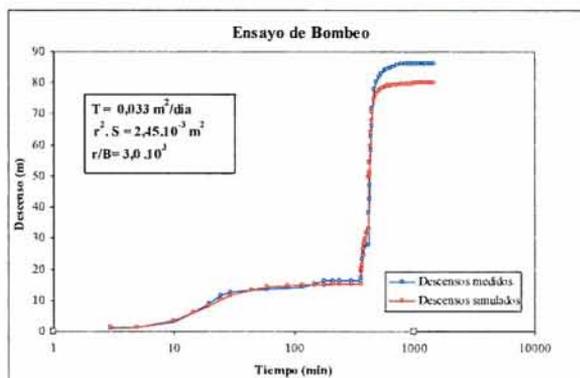


Figura 9

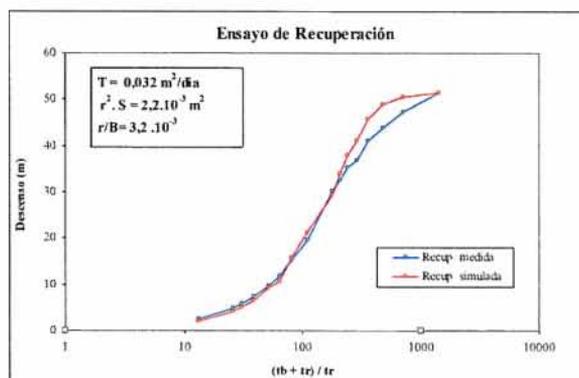


Figura 10

En la calibración de la recuperación se ha requerido admitir que el nivel estático inicial difiere del final en ocho metros; es decir, la curva experimental está desplazada esa cantidad.

La disparidad de las curvas de recuperación simulada es debido a la influencia del retorno al acuífero del agua contenida en la tubería de impulsión al detener el bombeo, la cual se estima ascendió a  $1,27 \text{ m}^3$ , cifra que representa un caudal de  $10,6 \text{ L/seg}$  durante dos minutos, cantidad que ha tenido que ser tenida en cuenta en el proceso de simulación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenido se sintetizan en el siguiente cuadro:

Ensayo	Método de interpretación	Transmisividad $\text{m}^2/\text{día}$	$r^2.S$ $\text{m}^2$	$r/B$
1er escalón	Método semilogarítmico (solución de Hantush)	0,0265	2,2E-03	4,3E+00
	Simulación bombeo (solución de Hantush)	0,0265	2,2E-03	3,2E+00
Todo el ensayo	Simulación bombeo (solución de Hantush)	0,033	1,7E-03	3,0E+00
	Simulación recuperación (solución de Hantush)	0,032	2,2E-03	3,2E+00



La interpretación mas fiable es la correspondiente a la simulación de la recuperación mediante el método directo con la solución de Hantush.

Transmisividad:	0,032 m <sup>2</sup> /día.
r <sup>2</sup> .S:	2,2.10 <sup>-3</sup> m <sup>2</sup> .
r/B:	3,2.10 <sup>0</sup>

Las pérdidas de carga responden a la siguiente expresión:

$$\text{Pérdida de carga:} \quad 4,9.10^{-4} \cdot Q^{-1,874}.$$

A destacar el alto valor de r/B, que indica que parte importante del agua procede del semiconfinamiento.

Del valor de r<sup>2</sup>.S se infiere un valor del coeficiente de almacenamiento excesivamente alto para un acuífero semiconfinado, lo cual no es creíble. Dadas las condiciones del ensayo y la ausencia de piezómetro, el valor del coeficiente de almacenamiento que se pueda inferir del mismo carece de fiabilidad y debe ser tomado únicamente como un parámetro de ajuste.

El extraordinariamente bajo valor de la transmisividad es coherente con la magnitud de los descensos obtenidos si se tiene en cuenta el efecto amortiguador de los mismos motivados por los parámetros que rigen el semiconfinamiento. Con un factor r/B de un orden de magnitud inferior (0,3) los descensos sería del orden de veinte veces superiores.

Existen indicios de que el ensayo puede estar influenciado por el bombeo de un pozo próximo. No obstante, esta presunta afección no afecta decisivamente al valor de los parámetros obtenidos.



## ANEXO N° 1

**ESTADILLO ENSAYO DE BOMBEO**

Localidad: **Cabó (Lleida)**  
 Hoja MTN **34-11 (253) Organyá**

Nº de Inventario Pozo de bombeo:	<b>3411-6-0007</b>	Coordenadas sondeo:	<b>356941</b>	<b>4677633</b>	<b>700</b>
Nº de Inventario Piezómetro:	----	Coordenadas Piezómetro:	<b>356843</b>	<b>4677672</b>	<b>711</b>
Profundidad del sondeo:	<b>292 m</b>	Distancia del piezómetro:	<b>105 metros a</b>	<b>-68</b>	<b>°E</b>
Nivel estático:	<b>120,63 m</b>	Toponimia./Ref.Catastral.	<b>Polígono 1, Parcela 50</b>		
Profundidad techo Fm. acuífera (m)	<b>184 m</b>	Fecha ensayo:	<b>22 de octubre de 2007</b>		
Profundidad muro Fm acuífera (m)	<b>292 m</b>	Bomba:	<b>Grundfos modelo SP-45-31 50CV</b>		
Longitud del filtro (Screen length)	<b>30 m</b>	Grupo :	<b>FIAT ALFO 250KVA 400CV</b>		
φ perforación (annulus diameter)	<b>220 mm</b>	Profundidad bomba:	<b>228 m</b>		
φ pantalla (casing diameter)	<b>180 mm</b>				

Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
11:40	0	0	120,63	0			
11:43	1,0	3	121,75	1,12			Agua de turbidez alta
11:45	1,0	5	122,01	1,38			pH:6,93 Tª:15,8°C, Cond:367 µS/cm
11:50	1,0	10	123,86	3,23			
11:55	1,0	15	126,83	6,20			
12:00	1,0	20	129,41	8,78			
12:05	1,0	25	132,11	11,48			Turbidez baja-media
12:10	1,0	30	133,27	12,64			
12:25	1,0	45	134,01	13,38			
12:40	1,0	60	134,26	13,63			
13:10	1,0	90	134,59	13,96			
13:40	1,0	120	134,88	14,25			
14:10	1,0	150	135,96	15,33			
14:40	1,0	180	136,94	16,31			
15:10	1,0	210	136,99	16,36			
15:40	1,0	240	137,03	16,40			
16:40	1,0	300	137,03	16,40			
17:40	1,0	360	137,03	16,40			pH:6,80 Tª:16,2°C Cond:362 µS/cm
17:41	2,0	361	138,01	17,38			Turbidez alta
17:43	2,0	363	140,03	19,40			
17:45	2,0	365	140,72	20,09			
17:47	2,0	367	142,22	21,59			
17:50	2,0	370	143,87	23,24			
17:55	2,0	375	145,71	25,08			pH:6,62 Tª:15,4°C Cond:361 µS/cm
18:00	2,0	380	146,87	26,24			
18:05	2,0	385	148,00	27,37			
18:10	2,0	390	148,54	27,91			
18:25	2,0	405	148,54	27,91			
18:40	2,0	420	148,54	27,91			
18:41	4,0	421	153,97	33,34			
18:43	4,0	423	159,00	38,37			pH:6,78 Tª:15,2°C Cond:362 µS/cm
18:45	4,0	425	163,54	42,91			
18:47	4,0	427	167,95	47,32			
18:50	4,0	430	175,52	54,89			
18:55	4,0	435	179,26	58,63			
19:00	4,0	440	183,43	62,80			
19:05	4,0	445	187,00	66,37			
19:10	4,0	450	193,04	72,41			



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
19:25	4,00	465	199,87	79,24			
19:40	4,00	480	202,52	81,89			
20:10	4,00	510	204,81	84,18			
20:40	4,00	540	206,22	85,59			
21:10	4,00	570	207,35	86,72			
21:40	4,00	600	207,96	87,33			
22:10	4,00	630	208,34	87,71			
22:40	4,00	660	208,73	88,10			
23:40	4,00	720	209,46	88,83			
0:40	4,00	780	209,88	89,25			
1:40	4,00	840	209,88	89,25			
2:40	4,00	900	209,88	89,25			Se toma muestra para laboratorio
3:40	4,00	960	209,88	89,25			
4:40	4,00	1020	209,88	89,25			Turbidez baja-media
5:40	4,00	1080	209,88	89,25			
6:40	4,00	1140	209,88	89,25			
7:40	4,00	1200	209,88	89,25			
8:40	4,00	1260	209,88	89,25			
9:40	4,00	1320	209,88	89,25			
10:40	4,00	1380	209,88	89,25			pH:6,99 T*:14,9°C Cond:373 µS/cm
11:40	4,00	1440	209,88	89,25			Se toman muestras laboratorio
11:41	0	1441	198,14	77,51			
11:42	0	1442	186,56	65,93			
11:43	0	1443	180,18	59,55			
11:44	0	1444	176,00	55,37			
11:45	0	1445	172,37	51,74			
11:46	0	1446	169,63	49,00			
11:47	0	1447	165,62	44,99			
11:48	0	1448	163,96	43,33			
11:49	0	1449	161,17	40,54			
11:50	0	1450	158,95	38,32			
11:55	0	1455	148,27	27,64			
12:00	0	1460	143,82	23,19			
12:05	0	1465	140,37	19,74			
12:10	0	1470	138,29	17,66			
12:20	0	1480	136,03	15,40			
12:30	0	1490	134,33	13,70			
12:40	0	1500	133,50	12,87			
13:40	0	1560	131,07	10,44			Medida con sonda manual, tras extraer el equipo de impulsión

## **ANEJO 5**

# **ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS**

**DATOS del PETICIONARIO**

nombre: **Control y Geología S.A. (CYGSA)**  
 dirección: **Pº Rosales 26, 1º, of.6, escalera 4**  
 población: **50008 Zaragoza**  
 persona de contacto: **Antonio Sánchez**

**INFORME DE ENSAYO N° 256/07**Fecha de emisión: **28/08/2007**Muestras incluidas en este informe: **1**

DATOS de la MUESTRA		1 de 1	
Tipo de muestra:	<b>agua subterránea</b>	Fecha de muestreo:	<b>03/08/2007</b>
N/REF:	<b>81700</b>	Fecha de recepción:	<b>07/08/2007</b>
S/REF:	<b>Sondeo Cabo</b>	Fecha inicio ensayos:	<b>07/08/2007</b>
Presentación:	<b>1,5 L en plástico</b>	Fecha finalización ensayos:	<b>28/08/2007</b>
Muestreo realizado por:	<b>peticionario</b>		
Lugar de muestreo:	<b>-</b>		

RESULTADOS					
PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADO	NOTAS	PROCEDIMIENTO	TECNICA de ENSAYO
<b>pH</b>	ud pH	<b>7,5</b>		PNT/ME-01	electrometría
<b>conductividad</b>	µ S/cm, 25° C	<b>432</b>		PNT/ME-02	electrometría
	µ S/cm, 20° C	<b>389</b>			
<b>calcio</b>	mg/L Ca	<b>42,9</b>		PNT/ME-14	volumetría
<b>magnesio</b>	mg/L Mg	<b>16,5</b>		PNT/ME-15	volumetría
<b>sodio</b>	mg/L Na	<b>12,0</b>	*	PNT/ME-24	EEA
<b>potasio</b>	mg/L K	<b>6,4</b>	*	PNT/ME-24	EEA
<b>sulfatos</b>	mg/L SO4	<b>56,5</b>	*	PNT/ME-12	gravimetría
<b>cloruros</b>	mg/L Cl	<b>10,6</b>	*	PNT/ME-05	volumetría
<b>carbonatos</b>	mg/L CaCO <sub>3</sub>	<b>0,0</b>		PNT/ME-17	volumetría
<b>bicarbonatos</b>	mg/L CaCO <sub>3</sub>	<b>77,5</b>		PNT/ME-17	volumetría
<b>nitratos</b>	mg/L NO <sub>3</sub>	<b>0,9</b>	*	-	fotometría
<b>hierro</b>	mg/L Fe	<b>&lt; 0,1</b>	*	PNT/ME-22	EAA
<b>aluminio</b>	mg/L Al	<b>&lt; 0,05</b>	*	PNT/ME-22	EAA

**notas:**Los ensayos marcados con \* y la toma de muestra ~~no~~ están incluidos en el alcance de la **Acreditación ENAC**.**OBSERVACIONES:**

Fdo. Javier Gracia Abadías  
 Director Laboratorio

Fdo. Eva Perisé Polo  
 Jefe Area Medio Ambiente

Los resultados sólo afectan a la muestra sometida a ensayo

El contenido de este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito de CONTROL 7

Los comentarios y observaciones no están incluidos dentro del alcance acreditado por ENAC

Las incertidumbres asociadas a los resultados se encuentran a disposición del cliente



## INFORME DE ANÁLISIS

Titular: <b>CAL SUBTER</b>	<b>RED CALIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS</b>	Núm. Impreso: <b>18309</b>
Tipo: <b>GENERAL</b>	<b>MATRIZ AGUA</b>	Núm. análisis: <b>66748</b>
Punto de muestreo: <b>341160005</b>	<b>CABO MMA</b>	Referencia: <b>B</b>
		Entrada laboratorio: <b>24/10/2007 8:00</b>
Muestra de: <b>AGUAS NATURALES SUBTERRANEAS</b>		Inicio Análisis LCHE: <b>25/10/2007</b>
Tomada el: <b>23/10/2007 0:00</b>	Por: <b>PERSONAL DE LA C.H.E. (Procedimiento:Propio del Muestreador*)</b>	Fin de Análisis LCHE: <b>12/11/2007</b>
Peticionario: <b>C.H.E. - Area de Calidad de Aguas, Paseo Sagasta 24-28 (ZARAGOZA)</b>		

Parámetro	Valor	Unidades	Método de Determinación
* Caudal Aforado	4	l/s	Proporcionado por la Empresa Muestreada
* pH	6.99		Propio del muestreador.
* Temperatura del agua	14.9	°C	Propio del muestreador.
* Conductividad a 20 °C	373	µS/cm	Propio del muestreador.
* Calcio	68.1	mg/L Ca	Complexometría
* Magnesio	<7	mg/L Mg	Complexometría
* Cloruros	7.6	mg/L Cl	VOLUMETRÍA (PNT/LCHE/42)
Sulfatos	NR	mg/L SO4	Cromatografía iónica (PNT/LCHE/19)
* Nitratos	<2	mg/L NO3	Espectrofotometría UV-VIS
Alcalinidad	175	mg/L CO3Ca	Volumetría ácido-base (PNT/LCHE/03)
Silice	6.75	mg/L SiO2	Absorción molecular (PNT/LCHE/20)
Fluoruros	0.36	mg/L F	Electroquímica (PNT/LCHE/21)
Aluminio	1.42	mg/L	ICP-OES (PNT/LCHE/64)
Hierro	0.744	mg/L	ICP-OES (PNT/LCHE/64)
Manganeso	0.0065	mg/L	ICP-OES (PNT/LCHE/64)

Los ensayos marcados no están incluidos en el alcance de acreditación.

### OBSERVACIONES:

#### ANÁLISIS

- Los anotados NR, no se pudieron realizar por dificultades técnicas del equipo.

#### TOMA DE MUESTRA

- Muestra tomada a las 24 horas de bombeo.

Zaragoza, 12 de Noviembre de 2007

Jefe de Laboratorio:

VºBº. El Director del Laboratorio:

  
Fdo.: Luis Rodríguez Navarro



Fdo.: Mª Jesus Cabero Martinez



**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000009313**

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

CABO 3º ESC. 4 l/s (6 h)

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000008873

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Fecha recepción: 13/11/2007

Inicio análisis: 13/11/2007

Fin análisis: 20/11/2007

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	5,72 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILL)
*BICARBONATOS	191,00 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,02 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	58,87 mg/l	Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	7,22 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	306 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,21 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	6,80 mg/l	Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	4,22 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITD)
pH	7,60 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	0,30 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	1,45 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	16,88 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.

CAASA dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad CERTIFICADO POR BVQI, conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2000

21 de noviembre de 2007

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

Página 1/1

## ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

### MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	7,22	0,20	5,43
SULFATOS	16,88	0,35	9,36
BICARBONATOS	191,00	3,13	83,40
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	4,22	0,07	1,81
SODIO	1,45	0,06	1,77
MAGNESIO	6,80	0,56	15,68
CALCIO	58,87	2,94	82,33
POTASIO	0,30	0,01	0,22

CLASIFICACIÓN DEL AGUA:

**BICARBONATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos	292,72 mg/l
CO2 libre	7,64 mg/l
Dureza total	17,50 °Francés
Dureza total	175,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	18,44 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	156,65 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	156,65 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,18
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,02
$rNa/rK$	8,22
$rNa/rCa$	0,02
$rCa/rMg$	5,25
$rCl/rHCO_3$	0,07
$rSO_4/rCl$	1,73
$rMg/rCa$	0,19
i.c.b.	0,65
i.d.d.	0,04

Nº Registro: 8873



**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 00009309**

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

VILLAR DE CABÓ PROYECTO SONDEOS CHEBRO 2ª F. REFERENCIA EP063119

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **00008869**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Fecha muestreo: **23/10/2007**

Fecha recepción: **13/11/2007**

Inicio análisis: **13/11/2007**

Fin análisis: **20/11/2007**

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	5,97 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	203,24 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,05 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	60,09 mg/l	Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	7,22 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	318 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,12 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	6,80 mg/l	Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	4,39 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,55 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	0,28 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	1,51 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	19,97 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 noviembre de 2007

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

**DATOS del PETICIONARIO**

nombre: Control y Geología S.A. (CYGSA)  
 dirección: P<sup>o</sup> Rosales 26, 1<sup>o</sup>, of.6, escalera 4  
 población: 50008 Zaragoza  
 persona de contacto: Antonio Sánchez

**INFORME DE ENSAYO N<sup>o</sup> 256/07**

Fecha de emisión: 28/08/2007

Muestras incluidas en este informe: 1

DATOS de la MUESTRA		1 de 1	
Tipo de muestra:	agua subterránea	Fecha de muestreo:	03/08/2007
N/REF:	81700	Fecha de recepción:	07/08/2007
S/REF:	Sondeo Cabo	Fecha inicio ensayos:	07/08/2007
Presentación:	1,5 L en plástico	Fecha finalización ensayos:	28/08/2007
Muestreo realizado por:	peticionario		
Lugar de muestreo:	-		

RESULTADOS			
PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADO	
pH	ud pH	7,5	
conductividad	μS/cm, 25° C	432	
	μS/cm, 20° C	389	
calcio	mg/L Ca	42,9	
magnesio	mg/L Mg	16,5	
sodio	mg/L Na	12,0	*
potasio	mg/L K	6,4	*
sulfatos	mg/L SO <sub>4</sub>	56,5	*
cloruros	mg/L Cl	10,6	*
carbonatos	mg/L CaCO <sub>3</sub>	0,0	*
bicarbonatos	mg/L CaCO <sub>3</sub>	77,5	*
nitratos	mg/L NO <sub>3</sub>	0,9	*
hierro	mg/L Fe	< 0,1	*
aluminio	mg/L Al	< 0,05	*

PROCEDIMIENTO	TECNICA de ENSAYO
PNT/ME-01	electrometría
PNT/ME-02	electrometría
PNT/ME-14	volumetría
PNT/ME-15	volumetría
PNT/ME-24	EAA
PNT/ME-24	EAA
PNT/ME-12	gravimetría
PNT/ME-05	volumetría
PNT/ME-17	volumetría
PNT/ME-17	volumetría
-	fotometría
PNT/ME-22	EAA
PNT/ME-22	EAA

**notas:**

Los ensayos marcados con \* y la toma de muestras están incluidos en el alcance de la Acreditación ENAC.

**OBSERVACIONES:**

Fdo. Javier Gracia Abadías  
 Director Laboratorio

Fdo. Eva Peris Polo  
 Jefe Area Medio Ambiente

Los resultados sólo afectan a la muestra sometida a ensayo  
 El contenido de este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito de CONTROL 7  
 Los comentarios y observaciones no están incluidos dentro del alcance acreditado por ENAC  
 Las incertidumbres asociadas a los resultados se encuentran a disposición del cliente



## INFORME DE ANÁLISIS

Titular: <b>CAL SUBTER</b> Tipo: <b>GENERAL</b> Punto de muestreo: <b>341160005</b>	<b>RED CALIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS</b> <b>MATRIZ AGUA</b> <b>CABO MMA</b>	Núm. Impreso: <b>18309</b> Núm. análisis: <b>66748</b> Referencia: <b>B</b> Entrada laboratorio: <b>24/10/2007 8:00</b> Inicio Análisis LCHE: <b>25/10/2007</b> Fin de Análisis LCHE: <b>12/11/2007</b>
Muestra de: <b>AGUAS NATURALES SUBTERRANEAS</b> Tomada el: <b>23/10/2007 0:00</b>		Por: <b>PERSONAL DE LA C.H.E. (Procedimiento: Propio del Muestreador*)</b>
Peticionario: <b>C.H.E. - Area de Calidad de Aguas, Paseo Sagasta 24-28 (ZARAGOZA)</b>		

Parámetro	Valor	Unidades	Método de Determinación
* Caudal Aforado	4	l/s	Proporcionado por la Empresa Muestreada
* pH	6.99		Propio del muestreador.
* Temperatura del agua	14.9	°C	Propio del muestreador.
* Conductividad a 20 °C	373	µS/cm	Propio del muestreador.
* Calcio	68.1	mg/L Ca	Complexometría
* Magnesio	<7	mg/L Mg	Complexometría
* Cloruros	7.6	mg/L Cl	VOLUMETRÍA (PNT/LCHE/42)
Sulfatos	NR	mg/L SO4	Cromatografía iónica (PNT/LCHE/19)
* Nitratos	<2	mg/L NO3	Espectrofotometría UV-VIS
Alcalinidad	175	mg/L CO3Ca	Volumetría ácido-base (PNT/LCHE/03)
Sílice	6.75	mg/L SiO2	Absorción molecular (PNT/LCHE/20)
Fluoruros	0.36	mg/L F	Electroquímica (PNT/LCHE/21)
Aluminio	1.42	mg/L	ICP-OES (PNT/LCHE/64)
Hierro	0.744	mg/L	ICP-OES (PNT/LCHE/64)
Manganeso	0.0065	mg/L	ICP-OES (PNT/LCHE/64)

Los ensayos marcados no están incluidos en el alcance de acreditación.

**OBSERVACIONES:**

**ANÁLISIS**

- ◆ Los anotados NR, no se pudieron realizar por dificultades técnicas del equipo.

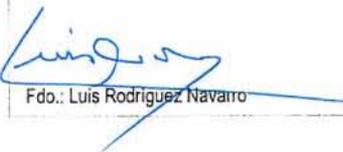
**TOMA DE MUESTRA**

- ◆ Muestra tomada a las 24 horas de bombeo.

Zaragoza, 12 de Noviembre de 2007

Jefe de Laboratorio:

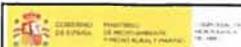
VºBº. El Director del Laboratorio:

  
 Fdo.: Luis Rodríguez Navarro

  
 Fdo.: Mº Jesús Cabero Martínez

## **ANEJO 6**

### **FICHA IPA Y FICHA MMA**



**CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**  
**Oficina de Planificación Hidrológica**  
**INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA**

Tipo: SONDEO Fuente de información: CHE (GPH)  
 Mapa 1:50.000: (411) ORGANYA UTMX: 359941 UTMY: 4627633 COTA: 700

Provincia: LLEIDA Municipio: CABO

Localidad: VILAR DE CABO (EL) Paraje: CABO MMA

Dominio Hidrogeológico: Sinchual de Trep Unitad: Trep - Isora

Acuífero:

Masa Subterránea A: TREP-ISONA

Masa Subterránea B:

Acuífero:

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

Rio: CABO

Cuenca: EBR0

Observaciones: Según observaciones del sondeo, se atravesó un pequeño nivel aptante a los 175 metros, otro importante a los 256 metros y por último, a partir de los 284 metros. El caudal estimado se considera mayor a 5 litrosg



Vista general perforación (01/08/2007)

Nº	Realización	Fuente de información	FECHA	FECHAINFO	OBSERVACIONES
1	VAF	CHE (GPH)	23/05/2007		
18	Z-AMALTEA	CHE (GPH)	30/07/2008		Guayente Corral. Red MMA

**PERFORACIÓN**

Contratista: SAUER MICROTEC Año: 2007  
 Tipo perforación: ROTOPERCUSIÓN CON CIRCULACIÓN DIRECTA Profundidad total: 292  
 Observaciones: Se inició el 31-7-2007 y finalizó el 3-8-2007

Desde	Hasta	Díámetro (mm)
0	8	320
8	292	230

**REVESTIMIENTO**

Desde	Hasta	Díámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	8	300	6	Metálica ciega	CEMENTACIÓN
8	187	180	4	Metálica ciega	
187	193	180	4	Metálica puercocillo	
193	254	180	4	Metálica ciega	
254	265	180	4	Metálica puercocillo	
265	271	180	4	Metálica ciega	
271	277	180	4	Metálica puercocillo	
277	283	180	4	Metálica ciega	
283	289	180	4	Metálica puercocillo	
289	292	180	4	Metálica ciega	

**TRATAMIENTOS ESPECIALES**

Fecha	Tipo
03/02/2007	Conductividad
03/03/2007	Temperatura
03/03/2007	Resistividad
03/08/2007	Pot. Espontáneas
03/08/2007	Gama natural
03/08/2007	Inclinación

**LITOLOGÍA**

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	0.4	ARCILLAS ARENAS Y GRAVAS	CUATERNARIO NO ALUVIAL	
Observaciones: Tierra vegetal				
0.4	108	CALIZAS MARGOSAS	CRETACICO INFERIOR	
Observaciones: Calizas margosas grises				
108	196	MARGAS	CRETACICO INFERIOR	
Observaciones: Margas calcáreas gruesas				
196	209	MARGAS	CRETACICO INFERIOR	
Observaciones: Margas con niveles más calcáreos gruesos				
209	219	CALIZAS	CRETACICO INFERIOR	
Observaciones: Calizas bituminosas de color negro con algún nivelillo disperso cuarcítico				
219	225	CALIZAS	CRETACICO INFERIOR	
Observaciones: Calizas bituminosas masiva de color negro				
225	228	CALIZAS	CRETACICO INFERIOR	
Observaciones: Caliza bituminosa masiva más fríasurada				
228	230	CALIZAS	CRETACICO INFERIOR	
Observaciones: Caliza bituminosa negra, micítica con restos. Escalas dispersas. A partir de 231 m vuelven a aparecer nivelillos cuarcíticos. También al final del tramo aparecen intercalaciones carbonosas				
230	284		CRETACICO INFERIOR	
Observaciones: Niveles carbonosos muy fracturados, no se recupera tipo.				
284	292	CALIZAS	CRETACICO INFERIOR	
Observaciones: Caliza micítica negra, también bituminosas				

**PIEZOHIDROMETRIA**

NIVEL: NIVEL I

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
6	125.36	78.36	46.99	116.3744	14.6688

Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida PiezoHidro.	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
22/07/2008	78.38		621.62		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (GPH)	BR0CAL	0
Observaciones: Se repite la medida tres veces y siempre da igual									
06/06/2008	119.8		580.2		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (GPH)	BR0CAL	0
Observaciones:									
12/05/2008	118.3		581.7		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (GPH)	BR0CAL	0
Observaciones:									
07/04/2008	119.85		580.15		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (GPH)	BR0CAL	0
Observaciones:									
21/03/2008	121.5		578.3		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (GPH)	BR0CAL	0
Observaciones:									
23/02/2008	119.47		580.53		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (GPH)	BR0CAL	0
Observaciones:									

Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezométrico	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
21-01-2008	123.36		574.64		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHB (OPH)	BROKAL	0
<b>Observaciones:</b>									
13-12-2007	123.09		574.91		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHB (OPH)	BROKAL	0
<b>Observaciones:</b>									
16-11-2007	124.12		571.88		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHB (OPH)	BROKAL	0
<b>Observaciones:</b>									
18-10-2007					No Medible			BROKAL	<
<b>Observaciones:</b> No han dejado agujero para poder realizar la medida									
20-08-2007					No Medible			BROKAL	0
<b>Observaciones:</b> No han dejado hueco para medir									

## OTRAS FOTOS



Cabo (1) (18/12/2007)



Cabo (13/12/2007)

## FICHA DE PIEZÓMETRO

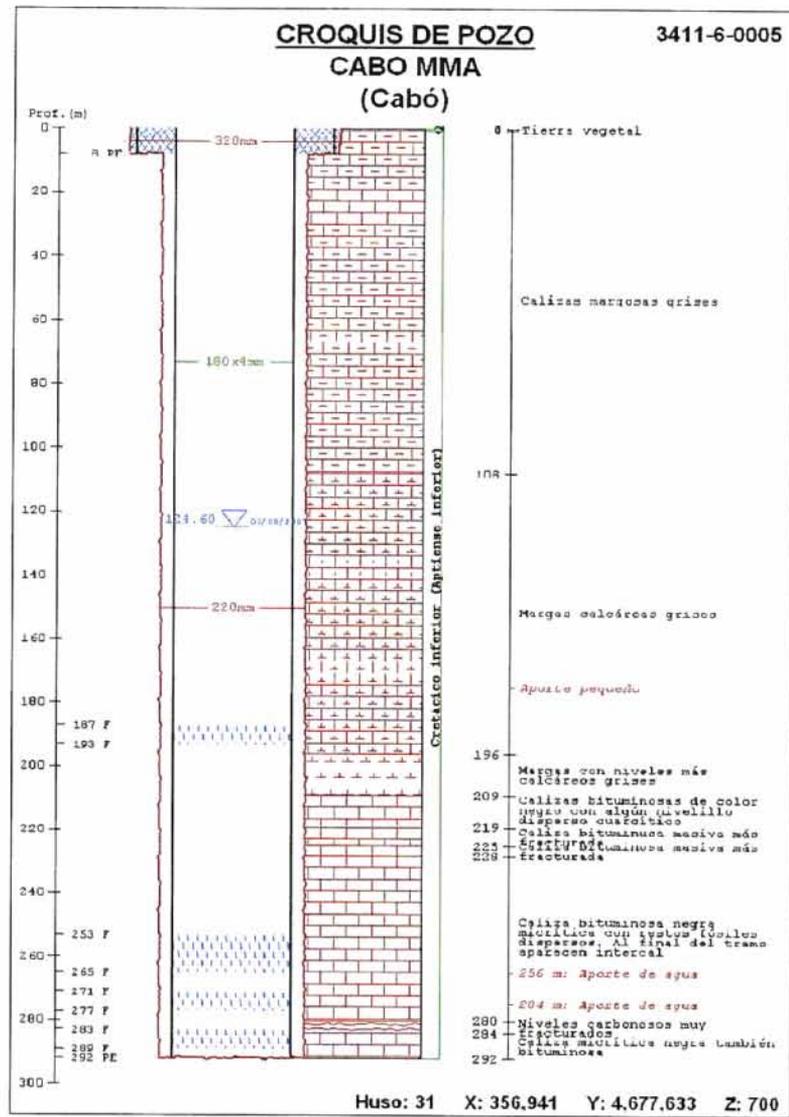
TOPONIMIA		CABÓ MMA		CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.303.013	
CÓDIGO IPA		341160005	Nº MTN 1:50.000 3411	MUNICIPIO Cabó		PROVINCIA Lerida	
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO					
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		038   TREMP-ISONA					
U. HIDROGEOLÓGICA		303   Tremp Isona					
ACUÍFERO(S)		038-01 Jurasico superior - Cretácico inferior					
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	852054	DATOS OBTENIDOS DE:	GIS-Oleicola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL	
	Y	4684996					
COTA DEL SUELO msnm	Z	700	DATOS OBTENIDOS DE:	1:25000	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0	
POLÍGONO		4		PARCELA	208		
TITULARIDAD DEL TERRENO		Dolores Codina					
PERSONA DE CONTACTO							
ACCESO							

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO											
METODO		PROFUNDIDAD DEL SONDEO						EMPAQUE		No	
ROTOPERCUSSION			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION	
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA
0	8	320	0	8	300	Metálica	187	193	Puentecillo	0	2
8	292	220	0	292	180	Metálica	253	265	Puentecillo	6	8
							271	277	Puentecillo		
							283	289	Puentecillo		

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

LOCALIZACIÓN	
<p>MAPA TOPOGRÁFICO 1.50.000</p>	<p>FOTO AÉREA</p>

# CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



## FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE

