

## **INFORME PIEZÓMETRO DE RASQUERA: 09.805.006**



## ÍNDICE

1.	PROYECTO .....	1
1.1.	ANTECEDENTES Y OBJETIVOS.....	1
1.2.	METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA .....	2
1.3.	OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO .....	3
2.	LOCALIZACIÓN .....	4
3.	SITUACIÓN GEOLÓGICA .....	5
4.	MARCO HIDROGEOLÓGICO.....	6
5.	EQUIPO DE PERFORACIÓN.....	7
6.	DATOS DE LA PERFORACIÓN .....	7
7.	COLUMNA LITOLÓGICA.....	8
8.	TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA.....	10
9.	ENTUBACIÓN REALIZADA .....	11
10.	CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS.....	14
11.	HIDROQUÍMICA.....	19
12.	CONCLUSIONES .....	21

### ANEJOS:

ANEJO Nº 0.: REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN

ANEJO Nº 1.: INFORME DIARIO DE PERFORACIÓN

ANEJO Nº 2.: INFORME GEOLÓGICO

ANEJO Nº 3.: GEOFÍSICA

ANEJO Nº 4.: INFORME DE ENTUBACIÓN

ANEJO Nº 5.: ENSAYO DE BOMBEO

ANEJO Nº 6.: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

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

## 1. PROYECTO

### 1.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

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

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

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

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

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

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

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

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

El seguimiento de las obras incluye las siguientes tareas:

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

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

- Redacción de informe final de cada piezómetro

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

### **1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO**

Se proyecta construir un piezómetro en el término municipal de Rasquera para sustituir un sondeo con número de inventario 321920015, se venía controlando. Con el objeto de valorar las características del acuífero formado por las calizas y dolomías del Suprakeuper-Lías, en la zona de recarga de la Fosa de Mora, dentro de la masa de agua subterránea 090.097 Fosa de Mora.

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

## 2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro está situado a unos 3 km al Sureste de la localidad de Rasquera (figura 1).

Para acceder a este emplazamiento, se toma la carretera local TV-3022. Avanzando desde Rasquera en sentido El Perelló. En el pk 17 cogemos el camino que sale a nuestra izquierda y avanzamos unos 50 m hasta llegar a un pequeño claro en el pinar donde se sitúa el piezómetro. Las coordenadas exactas del punto son:

X= 300320

Y= 4540519

Z= 155 msnm

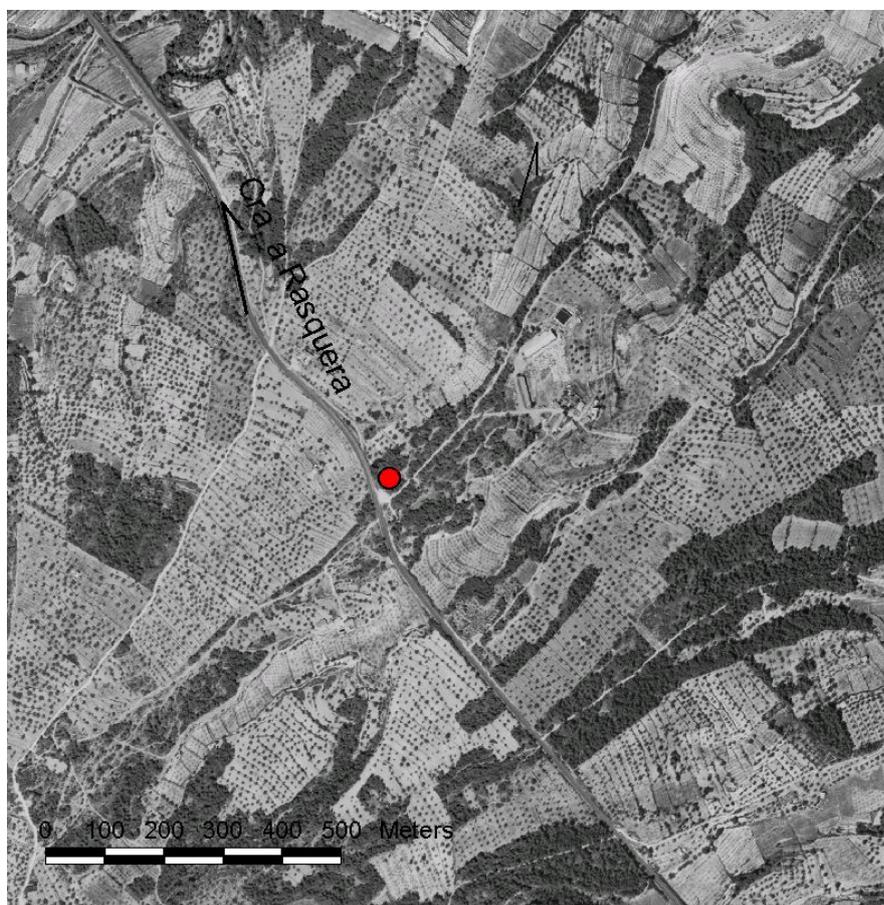
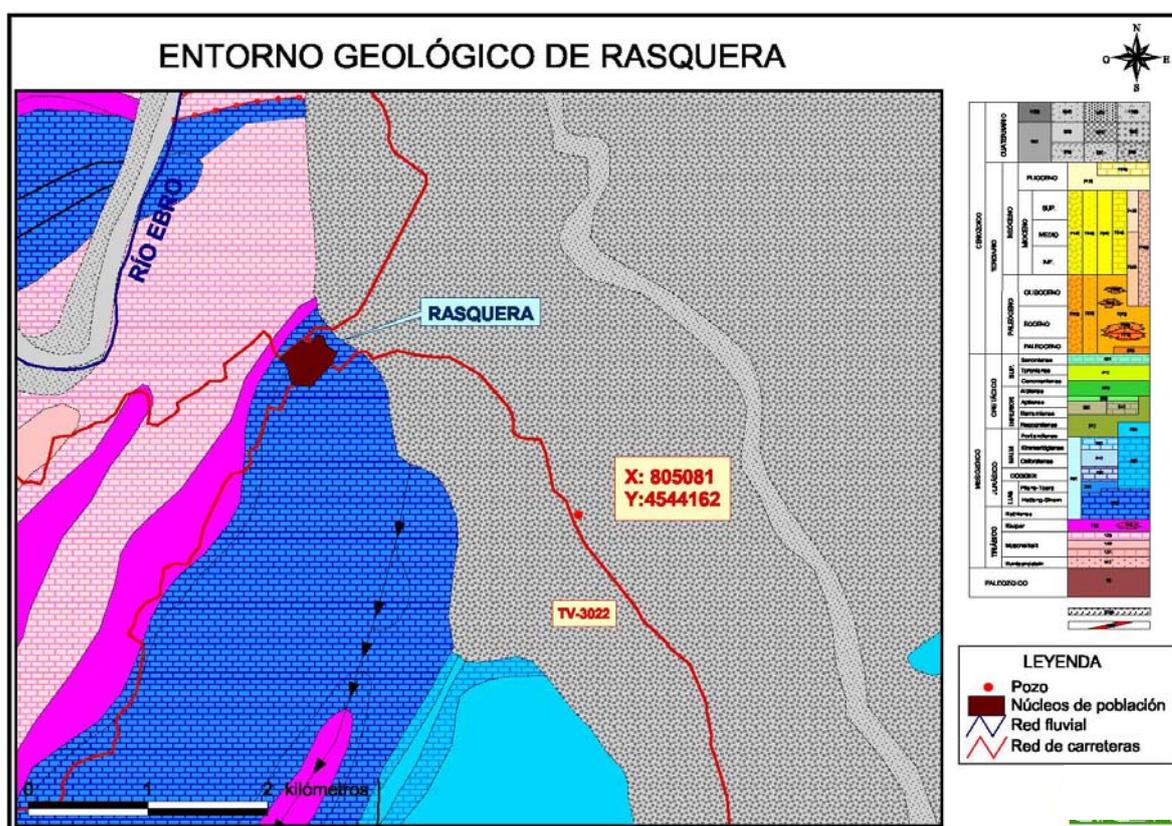


Figura 1. Ortofoto ubicación del piezómetro de Rasquera

### 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El sondeo se ha emboquillado sobre materiales Cuaternarios. El resto de la perforación, se ha desarrollado en su totalidad sobre materiales Jurásicos, en concreto pertenecientes al Lías. Estos se disponen buzantes hacia el SO.

El sondeo se sitúa sobre conos de derrubios de ladera de edad cuaternaria, los cuales tapizan las litologías calcáreas Jurasicas y Triásicas infradyacentes.



#### **4. MARCO HIDROGEOLÓGICO**

El piezómetro se localiza en el Dominio 8 “Ibérico Maestrazgo-Catalánides”. Éste dominio se extiende en la zona suroriental de la cuenca, englobando los macizos mesozoicos de la terminación oriental de la Cordillera Ibérica y su enlace con la Cordillera Costero Catalana. Orográficamente comprende los macizos montañosos del Maestrazgo, Sierra de Sant Just, Puertos de Beceite y Sierra de Boix.

A su vez, se sitúa dentro de la Unidad Hidrogeológica 805 “Fosa de Mora”, correspondiente a la masa de agua subterránea con Código 090.097 denominada “Fosa de Mora”, y el acuífero a controlar son las calizas y dolomías del Suprakeuper-Lías.

El acuífero carbonatado Suprakeuper-Lías de la masa de agua subterránea 090.097 es un acuífero libre de 582,59 km<sup>2</sup> de superficie.

La unidad se ubica en el marco de la Cordillera Prelitoral Catalana. A grandes rasgos, se identifica con la cubeta de Mora, fosa tectónica de orientación NE-SO, en el sector comprendido entre los ríos Canaleta y Ebro y las sierras Mesozoicas de Pandols y Caballs.

La conjunción de los efectos tectónicos con la presencia de niveles impermeables (Muschlealk medio y Keuper) hacen que el acuífero Mesozoico constituya pequeños niveles colgados del regional. En el contacto de este acuífero con el río Ebro en los extremos N y S de la unidad es donde adquiere mayor importancia como zona de recarga. La descarga de este acuífero se realiza hacia los Terciarios adosados a ambos márgenes de la sierra.

El acuífero terciario se recarga por infiltración directa sobre su superficie y, sobre todo, mediante transferencia lateral del Mesozoico. La presencia de un nivel poco permeable intercalado determina la existencia local de dos piezometrías diferenciadas, especialmente hacia los bordes de la cubeta. Su nivel piezométrico regional se emplaza bajo los aluviales, de forma que es plausible una percolación vertical desde los aluviales del Ebro.

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

## **5. EQUIPO DE PERFORACIÓN**

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

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

## **6. DATOS DE LA PERFORACIÓN**

La perforación se inició el 17 de octubre de 2006 a las 18:30 horas y terminó el 18 de octubre de 2006 a las 20:30 horas.

Se realizó un emboquille de 9 m de profundidad perforado con un diámetro de 324 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor.

El resto de la perforación, se realizó con un diámetro de 220 mm y se entubo con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm.

El primer aporte observado durante la perforación se produjo a los 93 m de profundidad (no muy abundante). Todo el sondeo se presentó muy fracturado con numerosas zonas de aporte, aunque la más caudalosa fue la detectada entre 160-165 m, coincidiendo con la entrada en la litología dolomítica.

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

## 7. COLUMNA LITOLÓGICA

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

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

0-17 m.	Arenas de color marrón claro con gravas calcáreas.
17-21 m	Cantos centimétricos de caliza marrón con algo de arcillas.
21-30 m	Arenas de color marrón claro con gravas calcáreas.
30-45 m	Calizas marrón-verdoso y arcillas marrones.
45-65 m	Calizas marrón claro, calizas rojizas y arcillas marrón pálido.
65-104 m	Calizas marrón claro y arcillas marrón pálido.
104-128 m	Arcillas de color naranja-rojizo.
128-150 m	Arcillas marrón claro con fragmentos aislados de caliza.
150-158 m	Arcillas de color naranja-rojizo con fragmentos aislados de caliza.
158-219 m	Brechas dolomíticas, calizas y arcillas de color marrón claro.
219-230 m	Arcillas de color naranja-rojizo y brechas dolomíticas.

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

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

De 0 a 27 m, glaciis de edad Cuaternario.

De 27 a 104 m, serie conglomerática Miocena probablemente Aquitaniense.

De 104 a 140 m, lutitas y limolitas de edad Chattiense.

De 140 a 155 m, serie conglomerática de edad Chattiense.

De 155 a 165 m, calizas karstificas de edad Jurásico Inferior.

De 165 a 230 m, Fm. Cortes de Tajuña, edad Rhaetiense-Hettangiense.

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

## 8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

El día 19 de octubre de 2007 se realiza la testificación geofísica del sondeo únicamente hasta 130 m de profundidad debido al atranque de las sondas geofísicas en la zona arcillosa de la perforación. Durante la testificación, se registraron los parámetros de gamma natural potencial espontáneo y resistividad así como la verticalidad y desviación de la perforación. Se detectan las siguientes zonas aportantes:

A los 88 m, 94-96 m, 98-99 m, todas dentro de las Calizas marrón claro con arcillas marrón pálido.

El resto de zonas aportantes registradas durante la testificación (medidas únicamente hasta 130 m de profundidad): 101, 105, 112-114 m se situaron en las arcillas, por lo que no se instalaron filtros.

La sonda de desviación arroja un resultado de una desviación del sondeo en la vertical de 0,5 m en la base hacia el NO.

El nivel freático se encuentra a 79,2 m de profundidad.

El caudal aportado por el sondeo está en torno a los 10 l/s.

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

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

## 9. ENTUBACIÓN REALIZADA

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

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

Tabla 2. Entubación realizada:

REVESTIMIENTO				
TRAMO (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-9	300	4	Acero al carbono	Ciega
0,5-92,5	180	4	Acero al carbono	Ciega
92,5-98,5	180	4	Acero al carbono	Filtro puente
98,5-161,5	180	4	Acero al carbono	Ciega
161,5-173,5	180	4	Acero al carbono	Filtro puente
173,5-179,5	180	4	Acero al carbono	Ciega
179,5-185,5	180	4	Acero al carbono	Filtro puente
185,5-191,5	180	4	Acero al carbono	Ciega
191,5-197,5	180	4	Acero al carbono	Filtro puente
197,5-203,5	180	4	Acero al carbono	Ciega
203,5-209,5	180	4	Acero al carbono	Filtro puente
209,5-215,5	180	4	Acero al carbono	Ciega

REVESTIMIENTO				
215,5-221,5	180	4	Acero al carbono	Filtro puente
221,5-227,5	180	4	Acero al carbono	Ciega

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

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

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

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

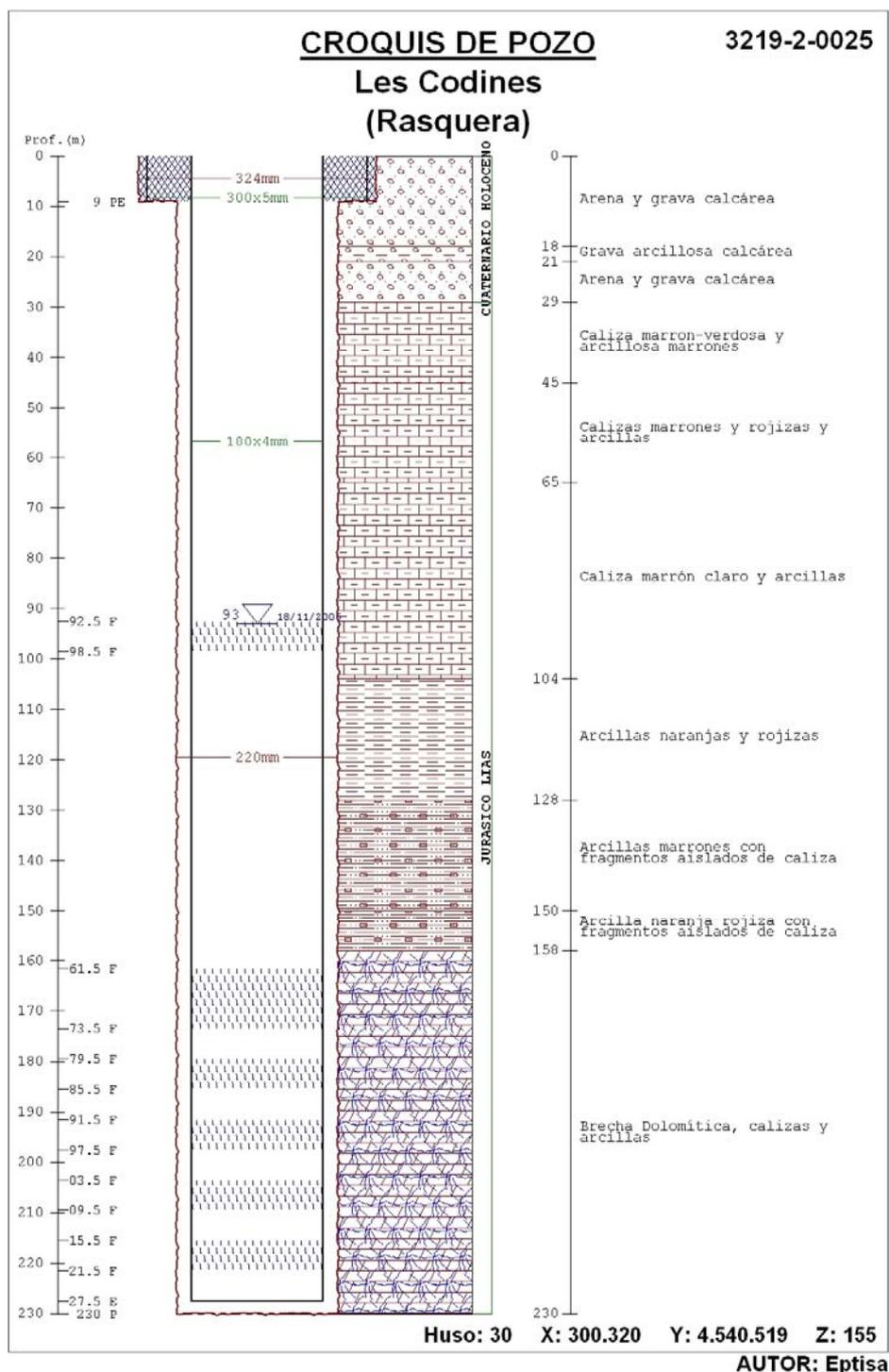


Figura 3. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

## 10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

Los acuíferos principales perforados son de edad Jurásico Inferior, Suprakeuper-Lías, formados por calizas y dolomías.

A los 93 m, se observa un primer aporte aunque no muy abundante.

Entre 160-170 m, coincidiendo con la entrada en la litología dolomítica (desde 155 m predominan las brechas de dolomía) tenemos los caudales más abundantes (unos 8 l/s).

En los metros siguientes hasta el fin de la perforación, continúa el aporte aunque en menor cantidad que en el tramo 160-170 m.

El 21 de octubre de 2006, al finalizar la limpieza del sondeo, se toma muestra de agua para analizar cuya conductividad es de: 450  $\mu$ S/cm y se mide nivel con sonda manual: 130 m.

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

Durante los días 29 y 30 de marzo de 2007 se realizó un ensayo de bombeo escalonado de 24 horas con su correspondiente recuperación.

Para dicho ensayo, se utilizó una bomba de 6 " Grundfos, modelo SP 45-31 de 50 CV, situada a 213,5 m de profundidad.

El primer escalón duró 60 minutos, el caudal medio extraído fue de 2 l/s y el descenso del nivel fue de 1,51 m.

El segundo de los escalones, duró 90 minutos, el caudal medio extraído fue de 4 l/s y el descenso acumulado del nivel fue de 3,57 m en total.

El tercero de los escalones duró 240 minutos, el caudal extraído fue de 8 l/s y el descenso acumulado del nivel fue de 9,92 m en total.

El cuarto y último escalón, duró las 17,5 horas restantes, el caudal medio extraído fue de 12 l/s y el descenso acumulado del nivel fue de 19,66 m.

El nivel no llegó a estabilizar sino que fue descendiendo progresivamente, hasta hacerlo a un ritmo de unos 5 cm/h en las últimas medidas.

El agua salió clara durante prácticamente todo el ensayo (se enturbiaba durante los 10 primeros minutos en cada cambio de caudal).

La conductividad media del agua medida in situ durante el ensayo fue de 500  $\mu$ S/cm, la temperatura de 17°C y el Ph de 6,7. Se tomaron dos muestras de agua para analizar, una durante el tercer

escalón y la otra a las 24 horas (ver resultados análisis de muestras de agua en anejo 5 análisis químicos realizados).

Al finalizar el bombeo se midió una recuperación de 4 horas y 15 minutos. En ese tiempo el nivel pasó del metro 148,79 al 131,5 (0,5 m por encima del nivel medido antes de comenzar el bombeo).

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

Tiempo acumulado (min)	Profundidad (m)	Descenso (m)	Q (l/s)
0	129,13		
1	130,74	0	2
5	131,78	0	2
10	130,56	0	2
15	130,63	0	2
30	130,64	0	2
60	130,64	0	2
61	132,34	0	4
65	132,55	0	4
70	132,65	0	4
75	132,68	0	4
80	132,7	0	4
90	132,7	0	4
105	132,7	0	4
150	132,7	0	4
151	136,69	0	8
155	137,75	0	8
160	138,14	0	8
165	138,36	0	8
180	138,71	0	8
210	138,97	0	8
240	139	0	8
300	139,02	0	8
360	139,05	0	8
390	139,05	0	8
391	145	0	12
395	146,54	0	12
400	147,4	0	12
405	147,74	0	12
420	147,89	0	12

450	147,95	0	12
480	147,98	0	12
510	148,02	0	12
570	148,09	0	12
630	148,15	0	12
750	148,26	0	12
870	148,35	0	12
990	148,39	0	12
1110	148,5	0	12
1230	148,61	0	12
1350	148,72	0	12
1440	148,79	0	12
1441	127,9	0	0
1442	128,73	0	0
1443	129,81	0	0
1445	130,09	0	0
1447	129,94	0	0
1450	129,8	0	0
1460	129,63	0	0
1470	129,54	0	0
1500	129,38	0	0
1635	131,5	-0,4	0
1665	131,5	-0,4	0
1695	131,5	-0,4	0

\*En verde, descensos referenciados al nivel medido con sonda manual al inicio: 131,90 m.

Durante todo el ensayo de bombeo se controló un sondeo particular situado a 380 m de distancia hacia el Norte. Se comprobó que, durante el bombeo, el nivel sufrió un descenso de 0,30 m; Así como que, durante las 4 horas y 15 minutos de recuperación, el nivel quedó a 2 cm de su nivel inicial.

Tabla 4, Resumen de la tabla de datos del piezómetro particular cercano:

Tiempo	Profundidad del	Descenso (m)	Q (l/s)
0	125,02	0	0
60	125,04	0,2	2
120	125,06	0,4	4
165	125,09	0,7	8
225	125,13	0,11	8
1035	125,32	0,30	12

Tiempo	Profundidad del	Descenso (m)	Q (l/s)
1080	125,30	0,28	12
1140	125,30	0,28	12
1200	125,30	0,28	12
1335	125,29	0,27	12
1440	125,28	0,26	12
1443	125,28	0,26	0
1446	125,26	0,24	0
1449	125,25	0,23	0
1455	125,23	0,21	0
1470	125,20	0,21	0
1485	125,17	0,15	0
1500	125,16	0,14	0
1590	125,09	0,07	0
1650	125,06	0,04	0
1680	125,04	0,02	0
1695	125,04	0,02	0

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

La interpretación se ha realizado mediante la simulación del bombeo (2º, 3º y 4º escalón) y la recuperación mediante prueba-error con el programa MABE (Método directo) y el método PIBE, utilizando la solución de Hantush y la de Neumann.

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

Método	Transm. (m <sup>2</sup> /día)	S	r <sup>2</sup> .S (m <sup>2</sup> )	r/B	Factor de capacidad	Log (Sy/S)	β	R. Equiv.
Simulación de bombeo 2º escalón. Solución de Hantush (MABE)	41		3,7.10 <sup>-1</sup>	1,1.10 <sup>-0</sup>				0,11
Simulación bombeo 2º escalón. Solución de Neumann (PIBE)	76,5		2,6.10		37,29	7,65	5,25	0

Simulación bombeo 3er escalón. Solución de Hantush (MABE)	36	7,01	$8,5 \cdot 10^{-2}$	$2,7 \cdot 10^{-1}$				0,11
Simulación de bombeo 3er escalón. Solución de Neumann (PIBE)	51,8		7,8.10		37,29	7,44	3,5	0
Simulación bombeo 4º escalón. Solución de Hantush (MABE)	40	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$2,6 \cdot 10^{-5}$	$6,6 \cdot 10^{-3}$				0,09
Simulación bombeo 4º escalón. Solución de Neumann (PIBE)	47,2		$1,8 \cdot 10^{-9}$		37,29	7,81	2,01	0
Simulación recuperación. Solución de Hantush (MABE)	41	44,87	$5,4 \cdot 10^{-1}$	$1,3 \cdot 10^{+0}$				1,62

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

## 11. HIDROQUÍMICA

Tanto durante la perforación como en el ensayo de bombeo se tomaron datos “in situ” de conductividad eléctrica, pH y Temperatura; también se tomaron 3 muestras de agua, para su posterior análisis, procedente de las siguientes fases de la obra:

- Final de la limpieza, con aire comprimido, de la perforación.  
(Conductividad: 450  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ,  $T^{\text{a}}$ : 18°C.)
- Muestra tomada durante el tercer escalón en el ensayo de bombeo (a los 270 minutos de bombeo).  
(Conductividad: 499  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ,  $T^{\text{a}}$ : 16,5°C, pH: 6,68.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo (a los 1440 minutos de bombeo).  
(Conductividad: 507  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ,  $T^{\text{a}}$ : 17,4°C, pH: 6,62.)

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

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

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

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

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

Determinación	Agua de limpieza	Muestra 2. Ensayo de bombeo (270 minutos)	Muestra 3. Ensayo de bombeo (1440 minutos)
Conductividad	550	455	454
pH	7,68	7,77	7,72
Cloruros	29,89	18,73	20,17
Sulfatos	56,74	4,04	7,86
Bicarbonatos	271,19	284,05	285,28
Carbonatos	<5	<5	<5
Nitratos	30,42	17,27	17,69
Sodio	13,07	12,07	10,83
Magnesio	26,36	22,74	21,86
Calcio	71,68	51,80	57,53
Potasio	2,40	0,69	0,60
Nitritos	<0,04	<0,04	<0,04
Amonio	0,07	<0,04	<0,04
Boro	0,14	<0,01	0,03
Fosfatos	0,61	0,0074	0,10
Anhídrido Silícico	9,94	8,95	8,73
Hierro	0,12	<0,05	<0,05
Manganeso	<0,02	<0,02	<0,02

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

## 12. CONCLUSIONES

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Rasquera para sustituir un sondeo con número de inventario 321920015, se venía controlando. Con el objeto de valorar las características del acuífero formado por las calizas y dolomías del Suprakeuper-Lías, en la zona de recarga de la Fosa de Mora, dentro de la masa de agua subterránea 090.097 Fosa de Mora.

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

El sondeo se ha realizado por el método de rotoperusión. El diámetro de la perforación es de 220 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 230 m. Los acuíferos atravesados están constituidos por calizas y dolomías de edad Jurásico Inferior (Lías). El nivel se encuentra a 129,13 m de profundidad.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en 12,5 l/s. Los parámetros hidrogeológicos que mejor se ajustan a las curvas experimentales del ensayo, obtenidos mediante simulación de la recuperación, con programa MABE utilizando la solución de Hantush son:  $T = 41 \text{ m}^2/\text{día}$ ,  $r^2 \cdot S = 5,4 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2$ ,  $r/B = 1,3 \cdot 10^0$ ,  $R \cdot \text{Equiv} = 1,62$ .

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



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

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

---

# ANEJOS



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

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

---

# ANEJO 0

## PERMISOS Y REPLANTEO

PIEZÓMETRO: 19  
PROVINCIA: TARRAGONA  
MUNICIPIO: RASQUERA

Se realiza la visita al campo el 21 de octubre de 2005. El alguacil, Martín, ha buscado todas las parcelas municipales en el entorno que nos interesa y me acompaña al campo. A la mayoría de ellas únicamente se puede acceder con tractor. Se visita la parcela que queda y se comprueba que la carretera nueva pasa por encima de ella.

Se habla con el propietario del pozo Darp-6 (Masía de Les Codines) y comenta que él tiene una parcela bastante grande donde podríamos construir el piezómetro y nos cederá el terreno sin ningún problema.

#### ACCESO

En el km 16+200 (más o menos) de la TV-3022, dirección El Perelló, hay que coger un camino a la izquierda. En la entrada de ese camino hay montones de grava. Se avanzan unos 60 m y a mano izquierda hay una entrada a una explanada rodeada por árboles. Habría que ubicar el piezómetro lo más lejos posible de la carretera. En la entrada a la parcela hay algunas piedras que habría que quitar.

Sus coordenadas son:

X: 300343

Y: 4540538

Z: 146 m

Polígono 6, parcela 35.



## PERFORACIÓN

El emplazamiento se ubica sobre el Cuaternario que está por encima de las calizas del Lías - Dogger. El acuífero a controlar es el Jurásico. La profundidad de la perforación será de unos 230 m. El nivel se situará a unos 120 m de profundidad.

## PERMISOS

El propietario de la parcela es D. Francisco Bladé Farnós  
Dirección: Carrer Nou, 18  
43513 – Rasquera (Tarragona)

Alguacil: D. Martín / Teléfono: 609 58 17 50

**Informe visita campo 03/11/06**

Contratista (Elena Malo, CGS) y asistencia técnica (Luis Almansa, Eptisa) visitan el emplazamiento en Rasquera (Tarragona) acompañados por el propietario de la parcela.

Éste, comenta que no hay ningún tipo de problema para la realización de la obra y les avisamos de que en unos 10-15 días comenzaremos la perforación.

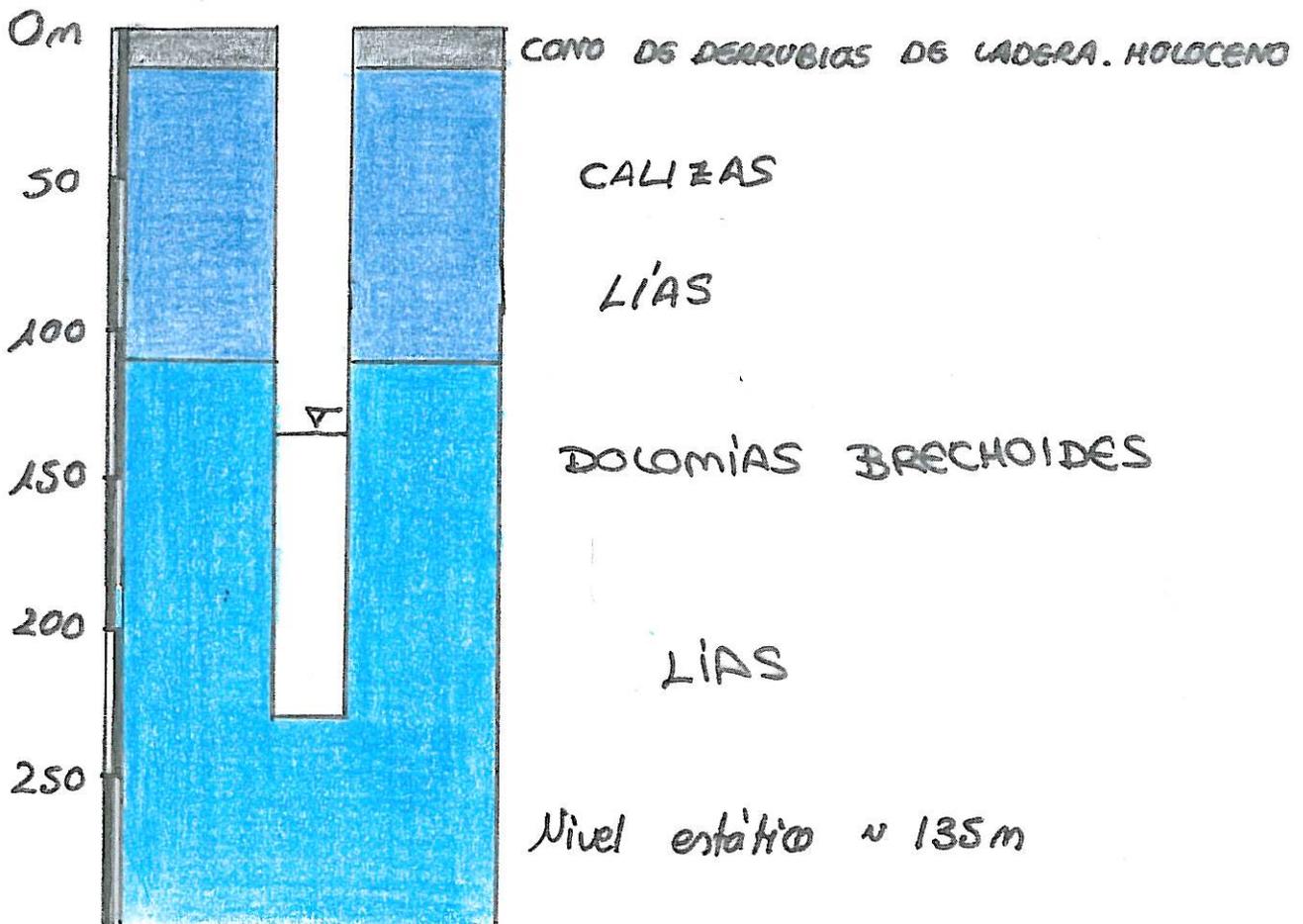
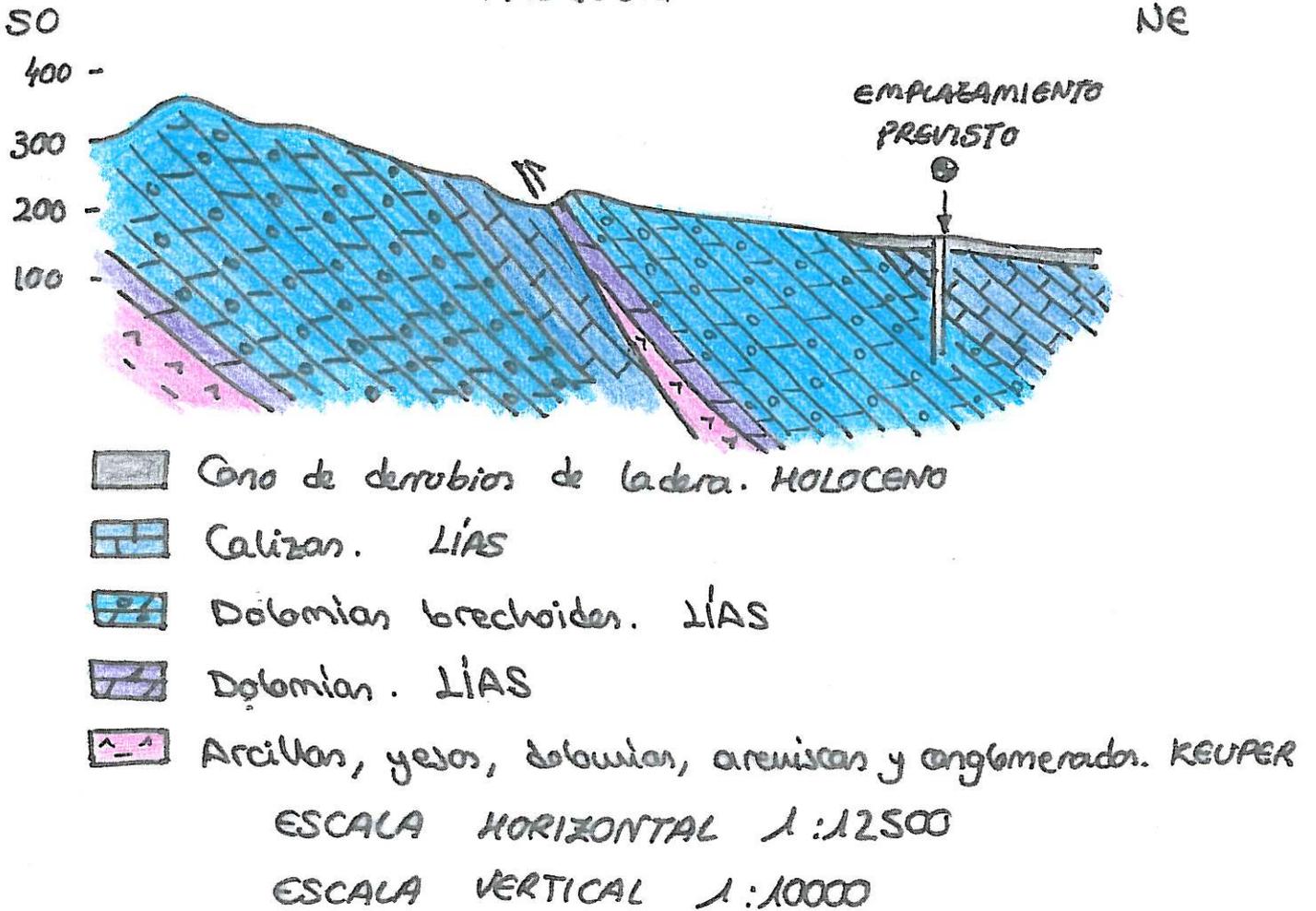


**Emplazamiento Rasquera**

Fdo: Luis Almansa Calzado

Fdo.: Luis Almansa Calzado

# RASQUERA



**D. Francisco Bladé Farnós**  
**Rasquera**  
**(Tarragona)**



De conformidad con su escrito referente a la **SOLICITUD DE DISPONIBILIDAD DE TERRENOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OBSERVACIÓN DE UN PIEZÓMETRO**, se autoriza a la Confederación Hidrográfica del Ebro a:

1. La ocupación, de modo transitorio mientras dure la ejecución de la obra, de una extensión aproximada de 100 m<sup>2</sup>; necesarios para construir el sondeo 19 en la parcela de mi propiedad con referencia catastral *Polígono 6 Parcela 35*, situando el sondeo en un margen de la finca, en el paraje "Les Codines", de forma que no dificulte otros usos y restaurando la parcela a su estado anterior a las obras.
2. La ocupación durante un periodo de treinta años, prorrogable al término del mismo, de un espacio de 1 m<sup>2</sup>, en que estará situado el sondeo y la arqueta de protección del mismo.
3. El acceso, por funcionario público o persona delegada, hasta el recinto anterior, con objeto de realizar las medidas o muestreos inherentes a la operación de control, así como a realizar los trabajos de reparación o mantenimiento que sean necesarios.

En Rasquera, a 16 de ...12..... de 2005.

Fdo: ~~D.~~ Francisco Bladé Farnós

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

# ANEJO 1

## INFORME DIARIO DE PERFORACIÓN

<b>INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO, (2ª FASE)</b>		
<b>FECHA:</b> 17/11/2006		<b>Nº pág:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> Rasquera	<b>POBLACIÓN:</b> Rasquera	<b>PROFUNDIDAD:</b> 9 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 17/11/2006	<b>SISTEMA:</b> RotoperCUSión	
<b>DIÁMETRO:</b> 324 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 15 m/h		

## INFORME DIARIO DE CONTROL DE SONDEO

### Características de la maquina de perforación

Sonda de la empresa Perforaciones Jiennenses MARCHAL S.L.

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

### Estado de la perforación

La maquinaria se sitúa en el emplazamiento a las 18:00 del 17/11/06 comenzando los trabajos a las 18:30, se realiza el emboquille con diámetro de 324 mm los 9 primeros metros, colocando tubería de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor.

### Columna litológica

La descripción de los materiales atravesados durante el día de perforación, es la siguiente:

- De 0 a 9 m. Arenas de color marrón claro con gravas calcáreas.

<b>INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO, (2ª FASE)</b>		
<b>FECHA:</b> 18/11/2006		<b>Nº pág:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> Rasquera	<b>POBLACIÓN:</b> Rasquera	<b>PROFUNDIDAD:</b> 230 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 17/11/2006	<b>SISTEMA:</b> RotoperCUSión	
<b>DIÁMETRO:</b> 324 y 220 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 20 m/h		

## INFORME DIARIO DE CONTROL DE SONDEO

### Características de la maquina de perforación

Sonda de la empresa Perforaciones Jiennenses MARCHAL S.L.

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

### Estado de la perforación

A las 8:30 se comienza a perforar en 220 mm por el interior del emboquille.

A partir de los 18 m se comienza a inyectar agua y espumante al sondeo.

Se toma muestra del agua inyectada con una conductividad de 260  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Se concluye la perforación con 230 m a las 20:30. A continuación se extrae el varillaje, concluyendo el día de trabajo a las 22:00.

### Características hidrogeológicas

A los 93 m, se observa un aporte de agua aunque no muy abundante.

A los 160 m, coincidiendo con la entrada en la litología dolomítica (desde 155 m predominan las brechas de dolomía) de nuevo hay aporte de agua.

Entre 160 y 170 m el aporte es abundante.

En los metros siguientes continúa el aporte aunque en menor cantidad que en el tramo anterior.

A los 181 m, se toma muestra del agua aportada por el sondeo con una conductividad de 422  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



Perforando en 220 mm. Aporte de agua a los 168 m.

### **Columna litológica**

La descripción de los materiales atravesados durante el día de perforación, es la siguiente:

- De 0 a 17 m. Arenas de color marrón claro con gravas calcáreas.
- De 17 a 21 m. Cantos centimétricos de caliza marrón con algo de arcillas.
- De 21 a 30 m. Arenas de color marrón claro con gravas calcáreas.
- De 30 a 45 m. Calizas marrón-verdoso y arcillas marrones.
- De 45 a 65 m. Calizas marrón claro, calizas rojizas y arcillas marrón pálido.
- De 65 a 104 m. Calizas marrón claro y arcillas marrón pálido.
- De 104 a 128 m. Arcillas de color naranja-rojizo.
- De 128 a 150 m. Arcillas marrón claro con fragmentos aislados de caliza.
- De 150 a 158 m. Arcillas de color naranja-rojizo con fragmentos aislados de caliza.
- De 158 a 219 m. Brechas dolomíticas, calizas y arcillas de color marrón claro.

- De 219 a 230 m. Arcillas de color naranja-rojizo y brechas dolomíticas.

<b>INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO, (2ª FASE)</b>		
FECHA: 19/11/2006		Nº pág:
Nº SONDEO: Rasquera	POBLACIÓN: Rasquera	PROFUNDIDAD: 230 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
INICIO: 17/11/2006	SISTEMA: Rotopercusión	
DIÁMETRO: 324 y 220 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:		

### INFORME DIARIO DE CONTROL DE SONDEO

#### Estado de la perforación

El equipo de testificación llega al emplazamiento a las 14:30.

La testificación se realiza con el equipo CENTURY COMPU-LOG-III de CGS.

Se introduce en primer lugar la sonda hidrogeológica llegando hasta los 130 m donde se detiene su avance debido a un atranque en el sondeo. Se intenta hacer descender la sonda, pero no se puede.



Testificación geofísica

El atranque coincide con la zona más arcillosa de la perforación.

Se introduce posteriormente la sonda de desviación, la cual llega únicamente también a los 130 m. Esta sonda arroja una desviación en la vertical de 0,5 m en la base hacia el NO.

A las 16:30 el equipo de testificación geofísica concluye su trabajo.

En contacto dirección de obra (CGS) y asistencia técnica (Eptisa), se decide entubar el sondeo en 180 mm con los datos aportados por la geofísica hasta el atranque, la información dada por las muestras tomadas durante la perforación y los puntos de aporte observados. Posteriormente, una vez entubado el sondeo se realizará una geofísica que dará los datos de la sonda de desviación y algunos datos hidrogeológicos (gamma natural).

De esta manera, Elena Malo (CGS) y Luis Almansa (Eptisa), diseñan la columna de entubación:

De 227,5 a 221,5 m, tubería ciega.

De 221,5 a 215,5 m, tubería de filtro.

De 215,5 a 209,5 m, tubería ciega.

De 209,5 a 203,5 m, tubería de filtro.

De 203,5 a 197,5 m, tubería ciega.

De 197,5 a 191,5 m, tubería de filtro.

De 191,5 a 185,5 m, tubería ciega.

De 185,5 a 179,5 m, tubería de filtro.

De 179,5 a 173,5 m, tubería ciega.

De 173,5 a 161,5 m, tubería de filtro.

De 161,5 a 98,5 m, tubería ciega.

De 98,5 a 92,5 m, tubería de filtro.

De 92,5 a +0,5 m, tubería ciega (la tubería quedara 0,5 m sobresaliendo en la superficie).

A las 16:30 se comienza a entubar.



Maniobras de entubación en 180 mm

A las 20:30 con 156 m entubados concluye la jornada de trabajo.

INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO, (2ª FASE)		
FECHA:20/11/2006		Nº pág:
Nº SONDEO: Rasquera	POBLACIÓN: Rasquera	PROFUNDIDAD: 230 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
INICIO: 17/11/2006	SISTEMA: Rotopercusión	
DIÁMETRO: 324 y 220 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:		

### INFORME DIARIO DE CONTROL DE SONDEO

#### Estado de la perforación

A las 8:30 se intenta continuar entubando desde los 156 m del día anterior pero no se puede pues hay un atranque, el cual puede ser debido a un tapón producido por las arcillas o a un derrumbe del sondeo.

Se comienza por tanto a introducir el varillaje con el martillo de 165 mm para limpiar el atranque.

A las 12:30 se intenta entubar de nuevo y se va consiguiendo lentamente, teniendo que inyectar aire, agua y espumante a distintas profundidades.



Limpieza durante la entubación

A las 20:30 concluye la entubación con los 227,5 m de tubería colocados quedando colgada esta 3 m del fondo del sondeo.

INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO, (2ª FASE)		
FECHA:21/11/2006		Nº pág:
Nº SONDEO: Rasquera	POBLACIÓN: Rasquera	PROFUNDIDAD: 230 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
INICIO: 17/11/2006	SISTEMA: RotoperCUSión	
DIÁMETRO: 324 y 220 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:		

### INFORME DIARIO DE CONTROL DE SONDEO

#### Estado de la perforación

A las 8:15, comienzan las labores de limpieza.

A las 10:15 el agua que sale del sondeo lo hace con un grado de turbidez medio, pues aún contiene sedimento arcilloso.

A las 10:30 se toma muestra de agua con una temperatura de 18°C .

A las 14:00 se concluye la limpieza pues el agua ya sale con una turbidez baja. Se toma muestra de agua para laboratorio y se mide conductividad: 450  $\mu\text{S}/\text{cm}$

Una vez concluida la limpieza y antes de cementar y engravillar, se mide nivel del sondeo, estando éste a 130 m.



**Limpieza del sondeo (10:15h)**

Finalmente a las 14:30, y de manera provisional se suelda una chapa de metálica a la boca del sondeo a la espera de la instalación del dado y la arqueta.



**Chapa metálica cerrando el sondeo**

Fdo: Luis Almansa Calzado



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

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

---

# ANEJO 2

## INFORME GEOLÓGICO



MINISTERIO  
DE EDUCACION  
Y CIENCIA



Instituto Geológico  
y Minero de España

## **INFORME GEOLÓGICO**

**PIEZÓMETRO N° 3219-2-0025  
(P-09.805.006)**

**RASQUERA (TARRAGONA)**

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 Rasquera (Tarragona) dentro del marco de la campaña de sondeos realizada por ese organismo para la ampliación de la Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro. Este informe se realiza en el marco del Proyecto de “Caracterización Litoestratigráfica de las Columnas Litológicas de los Sondeos de la Futura Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro” del IGME.

El sondeo se ha realizado mediante la técnica de Rotopercusión con recuperación de “ripios” de la perforación y toma de muestras cada 5 metros de media. Se realizó un emboquille de 9 m de profundidad, perforado con un diámetro de 324 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor. Los 221 m restantes se perforaron con el martillo de 220 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm. Los tres últimos metros no fueron entubados.

Presenta la siguiente disposición: De 0 a 92.5 m tubería ciega. De 92.5 m a 98.5 m filtro de puentecillo. De 98.5 m a 161.5 m tubería ciega. De 161.5 m a 173.5 m filtro de puentecillo. De 173.5 m a 179.5 m tubería ciega. De 179.5 m a 185.5 m filtro de puentecillo. De 185.5 m a 191.5 m tubería ciega. De 191.5 m a 197.5 m filtro de puentecillo. De 197.5 m a 203.5 m tubería ciega. De 203.5 m a 209.5 m filtro de puentecillo. De 209.5 m a 215.5 m tubería ciega. De 215.5 m a 221.5 m filtro de puentecillo. De 221.5 m a 227.5 m tubería ciega.

Para proceder a la elaboración de la columna de sondeo se han estudiado las muestras de estos “ripios” recogidas a intervalos de unos 5 metros. Estas muestras resultan únicamente significativas a lo hora de identificar las facies y características de las litologías más competentes. Su estudio se ha realizado mediante la observación con lupa de mano y binocular, habiendo sido previamente lavadas las muestras seleccionadas para su observación, con el fin de eliminar los restos de los lodos de sondeo. 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 y Unidades Litoestratigráficas atravesadas y realizar una posible atribución de edades de las mismas.

## SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo cuyo código de identificación es 3219-2-0025 (P-09.805.006) se localiza en el término municipal de Rasquera (Tarragona). El acceso al piezómetro se realiza desde aproximadamente el km 16,200 de carretera la TV-3022, dirección El Perelló, donde se toma un camino que sale a la izquierda. En la entrada de ese camino hay montones de grava. Se avanzan unos 60 m y a mano izquierda hay una entrada a una explanada donde se sitúa el piezómetro.

Las coordenadas exactas del punto son: X= 805060, Y= 4544142, Z= 158 m.s.n.m. (Fig.1).

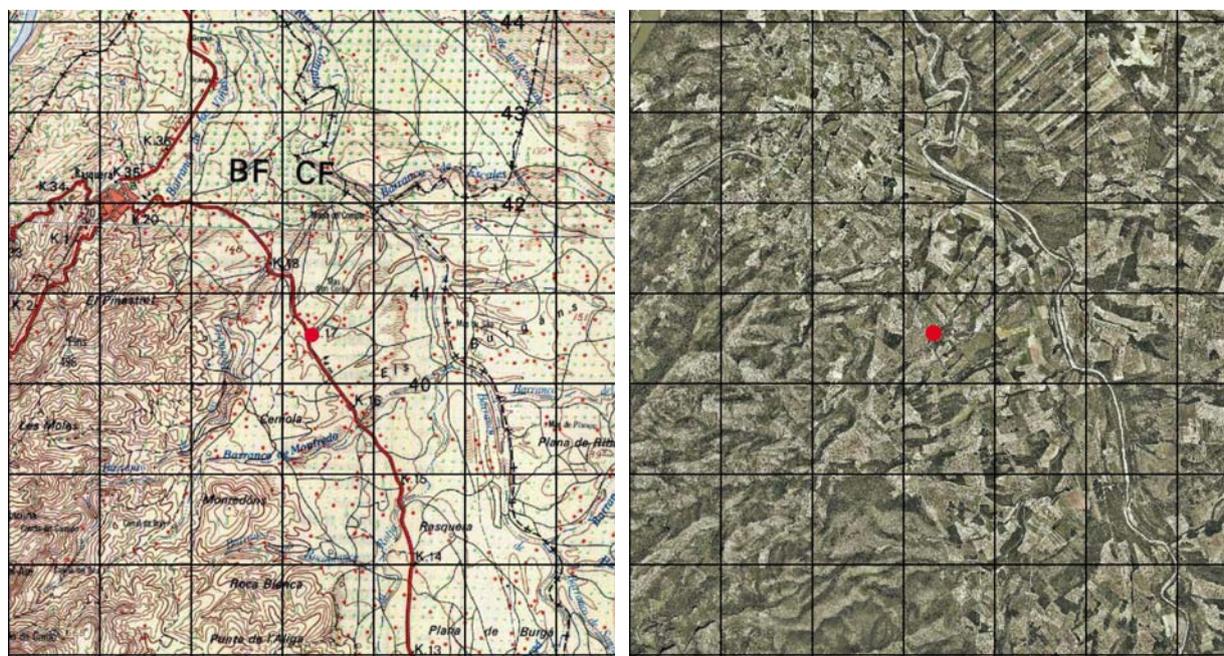


Fig. 1. Situación geográfica del sondeo y ortofoto (tomadas del Visor SIGPAC). Equidistancia de la cuadrícula, 1000 metros.

## SITUACIÓN GEOLÓGICA

### *EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA*

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra emboquillado en los materiales del Cuaternario que se diferencian como unidad  $Q_{1wG}$  (Glacis) dentro del Mapa Geológico MAGNA 497 (Perelló).

El glacis del Cuaternario se presenta subhorizontal y discordante sobre los materiales mesozoicos o terciarios que puedan recubrir en las zonas donde no haya este recubrimiento

cuaternario. Sin embargo al SE aflora una serie del Jurásico inferior, bastante replegada con direcciones casi N-S y buzamientos hacia el NW..

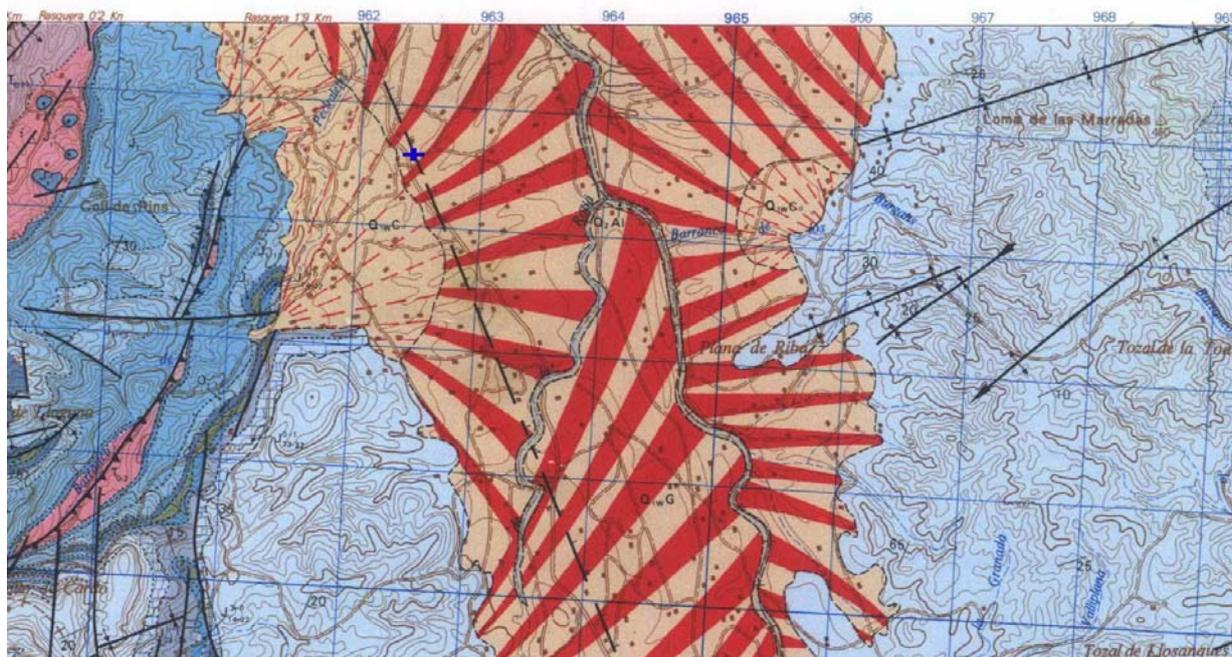


Fig.2. Situación geológica del sondeo. Tomado de cartografía MAGNA.

### FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS

El sondeo se encuentra situado directamente sobre los materiales del Cuaternario que se diferencian en la cartografía Magna como Q<sub>1wG</sub>. Esta unidad se describe en dicho mapa como Glacis. Estos materiales se corresponden con los 27 metros iniciales de gravas, algunas cementadas, con abundante matriz limo-arcillosa.

Entre el metro 27 al 104 se corta una serie de materiales conglomeráticos de cantos calizos y de color rojizo con intercalaciones de lutitas color rojizo. Este tramo se ha atribuido a los materiales cartografiados en la Hoja MAGNA (417) como unidad T<sup>B</sup><sub>cgC1</sub>, de edad Mioceno, que en el trabajo de Jones *et al.* (2004), sobre los materiales de la zona Horta-Gandesa, que marginalmente aborda la estratigrafía del área, se han denominado informalmente como de “Unidad de conglomerados del Neógeno” o unidad F. En este caso se trataría de unos conglomerados del Mioceno, probablemente Aquitaniense, por lo que en la columna se ha denominado “Unidad Conglomerática Miocena”.

Entre el metro 104 hasta al 140 la serie es de lutitas y limolitas de tonos rojizos, con pocas pasadas de conglomerados, que pueden corresponder con los materiales de naturaleza



margosa a lutítica de color salmón que se han diferenciado como unidad T<sup>A</sup>m2<sub>C3</sub> en la cartografía geológica.

A continuación, hasta el metro 155 se atraviesa una serie de conglomerados, con abundantes intercalaciones lutíticas, similar al tramo anterior, pero mucho más competente. Se trata de conglomerados con cantos de calizas y dolomías, bastante inmaduros y casi monomícticos, con cemento calcáreo y matriz limoso-arenosa de grano fino. Esta unidad se ha asimilado a la identificada en la Hoja MAGNA de Mora de Ebro como T<sup>A</sup>cg2<sub>C3</sub>, y se cree relacionada con el complejo de abanicos aluviales del Oligoceno de Monsant (Jones *et al.*, 2004) que se origina en la zona de enlace entre la Cuenca del Ebro y la Cordillera Costero Catalana y tiene una vergencia general hacia la Cuenca del Ebro, presentándose afectados por los movimientos iniciales de la Tectónica Alpina y el levantamiento de la Cordillera Costero Catalana. También pueden rellenar alguna de las cubetas intracuenas, como la de Mora de Ebro, que se rellenaría después con materiales neógenos con vergencia y disposición hacia el mediterráneo (Lawton, *et al.*, 1999). De este modo, estos materiales serían similares a los conglomerados descritos por Colombo (1986) como “Fm. Monsant”, estando relacionados con los materiales de la UTS T-4 de la Cuenca del Ebro (Pardo *et al.*, 2004). La edad más moderna en la que se deposita los materiales de este complejo aluvial puede ser un Oligoceno Superior (Chattiense), (Barbera *et al.*, 2001; Jones *et al.*, 2004).

Entre los metros 155 y 165 se atraviesa una zona muy brechificada y fracturada, que puede interpretarse como resultado de la brechificación *in situ* producida por la karstificación de las calizas del Jurásico Inferior infrayacentes.

Por debajo del metro 165, y hasta el final del sondeo se corta una sucesión que si bien es carbonatada, presenta una cierta heterogeneidad, con abundantes brechas y dolomías oquerosas (carniolas), así como abundantes facies dolomíticas de grano grueso y tonos rosados, si bien también hay calizas presentes. Este tramo se puede atribuir, con total seguridad, a la Fm. Cortes de Tajuña, de edad Rhaetiense-Hettangiense (Gómez y Goy, 1979).

## COLUMNA LITOLÓGICA.

### TRAMO 1

0-27 m. Limos y arcillas de colores gris anaranjados, con una fracción importante arenosa y abundantes cantos carbonatados, areniscosos y dolomíticos, formando un conjunto polimíctico. En conjunto es en numerosas ocasiones canto-soportado. Es un depósito bastante inmaduro en términos de redondeamiento de cantos.



## **TRAMO 2**

27-55 m. Conglomerados con escasa matriz y ocasionales intercalaciones de lutitas rojas.

Los conglomerados son poligénicos, carbonatados en general pero de facies muy dispares. En menor medida hay también de areniscas y dolomíticos. Se encuentran bastante bien redondeados y algunos son de varios centímetros de dimensión mayor.

## **TRAMO 3**

55-75 m. Conglomerados con abundantes intercalaciones arcillosas. En general se mantiene la tónica del tramo anterior, con la salvedad de una mayor proporción de finos en el conjunto.

## **TRAMO 4**

75-104 m. Conglomerados de cantos carbonatados con matriz limo-arcillosa fina bastante abundante. El conjunto presenta un tono rojizo.

Los conglomerados presentan dos tipos de cantos: carbonatados (dolomíticos) y siliciclásticos, siendo los primeros dominantes. El redondeamiento de los cantos es bastante bueno. Hacia la parte basal del tramo se produce una disminución considerable del tamaño de grano, llegando a hacerse microconglomerático.

Se registra un aporte de agua en torno al metro 93.

## **TRAMO 5**

104-140 m. Arcillas rojas con pasadas ocasionales de niveles de conglomerados.

Las arcillas son en general bastante plásticas y de manera ocasional presentan pasadas de conglomerados con cantos, que en general pertenecen a la Fm. Cortes de Tajuña del Jurásico, y por tanto monogénicos.

Es frecuente la presencia de pasadas limosas entre las arcillas, algo más competentes y con una plasticidad mucho menor.



## TRAMO 6

140-155 m. Arcillas con pasadas de conglomerados y areniscas-limolitas.

Los conglomerados presentan dualidad en cuanto al origen de los cantos. Por un lado, carbonatados y por otro areniscosos. Están bastante bien redondeados y son más groseros que los del tramo anterior.

## TRAMO 7

155-165 m. Brecha karstificada con abundantes arcillas rojas ocupando los huecos, fisuras y grietas. Se interpreta como el tramo de contacto entre los materiales del Terciario y los karstificados del Jurásico.

## TRAMO 8

165-230 m. Dolomías grises con abundantes brechas calcáreas y calizas de tonos grises. En menor medida aparecen dolomías oquerosas rosadas (carniolas).

Las dolomías son de grano fino a grueso, muy variables, si bien es más frecuente la presencia de dolomías de grano medio. Las de grano grueso dan el característico aspecto de sacaroideo. Parte de las dolomías forma una facies oquerosa de carniolas.

En las facies brechoides se observan abundantes vetas de calcita que rellenan fracturas y a la vez cementan fragmentos de calizas de texturas variables, típico de las brechas.

Las calizas presentes van desde fangosas, en términos *mudstone* a *wackestone*, muchas veces con una laminación bien marcada a otros granudos, con ocasionales facies de *packstone* a *grainstone* peloidal u oolítico con foraminíferos y a veces fragmentos de otros bioclastos.

Es bastante probable que la cantidad de calizas presentes no sea sino el efecto de obtener el ripio de brechas con cantos bastante más grandes que el tamaño medio de ripio.

En general se trata de un tramo muy fracturado y brechificado. Asociado a este hecho, aparece abundante arcilla roja, que se acumula en cavidades y grietas y mancha todo el ripio, dando un aspecto general rojizo.

En el intervalo 165-170 aumenta considerablemente el caudal, aunque en general a lo largo de todo el tramo aumenta progresivamente.



## REFERENCIAS

BARBERA, X., CABRERA, L., MARZO, M., PARES, J. M., & AGUSTI, J. (2001) - A COMPLETE TERRESTRIAL OLIGOCENE MAGNETOBIOSTRATIGRAPHY FROM THE EBRO BASIN, SPAIN. *EARTH AND PLANETARY SCIENCE LETTERS*, V. 187, No. 1-2. 1-16p.

COLOMBO, F. (1986).- *ESTRATIGRAFÍA Y SEDIMENTOLOGÍA DEL PALEÓGENO CONTINENTAL DEL BORDE MERIDIONAL OCCIDENTAL DE LOS CATALANIDES (PROVINCIA DE TARRAGONA, ESPAÑA)*. CUADERNOS GEOLOGÍA IBÉRICA VOL, 10. 55-115 pp.

GÓMEZ, J. J. Y GOY, A. (1979) - LAS UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS DEL JURÁSICO MEDIO Y SUPERIOR, EN FACIES CARBONATADAS DEL SECTOR LEVANTINO DE LA CORDILLERA IBÉRICA. *ESTUDIOS GEOLÓGICOS*, 35, pp. 596-598.

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

JONES, M. A., HELLER, P. L., ROCA, E., GARCÉS, M., & CABRERA, L., (2004) - TIME LAG OF SYNTECTONIC SEDIMENTATION ACROSS AN ALLUVIAL BASIN: THEORY AND EXAMPLE FROM THE EBRO BASIN, SPAIN: *BASIN RESEARCH*, v. 16, NO. 4, P. 467-488.

LAWTON T.F. ROCA, E. & GUIMERÀ, J. (1999).- KINEMATIC-STRATIGRAPHIC EVOLUTION OF A GROWTH SYNCLINE AND ITS IMPLICATIONS FOR TECTONIC DEVELOPMENT OF THE PROXIMAL FORELAND BASIN, SOUTHEASTERN EBRO BASIN, CATALUNYA, SPAIN. *GSA BULLETIN*; MARCH 1999; v. 111; NO. 3; P. 412-431; 16 FIGURES; 1 TABLE..

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) HOJA 1:50.000 N° 497. Perelló (1978).

PARDO, G., ARENAS, C., GONZÁLEZ, A., LUZÓN, A., A, MUÑOZ., PÉREZ, A., PÉREZ-RIVARÉS, F.J., VÁZQUEZ-URBEZ, M. Y VILLENA, J. (2004). - LA CUENCA DEL EBRO. *GEOLOGÍA DE ESPAÑA* (J. A. VERA ED.). 533-543p.





GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

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

---

# ANEJO 3

# GEOFÍSICA

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

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



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

---

## TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DE SONDEOS

---

Sondeo: **RASQUERA**

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

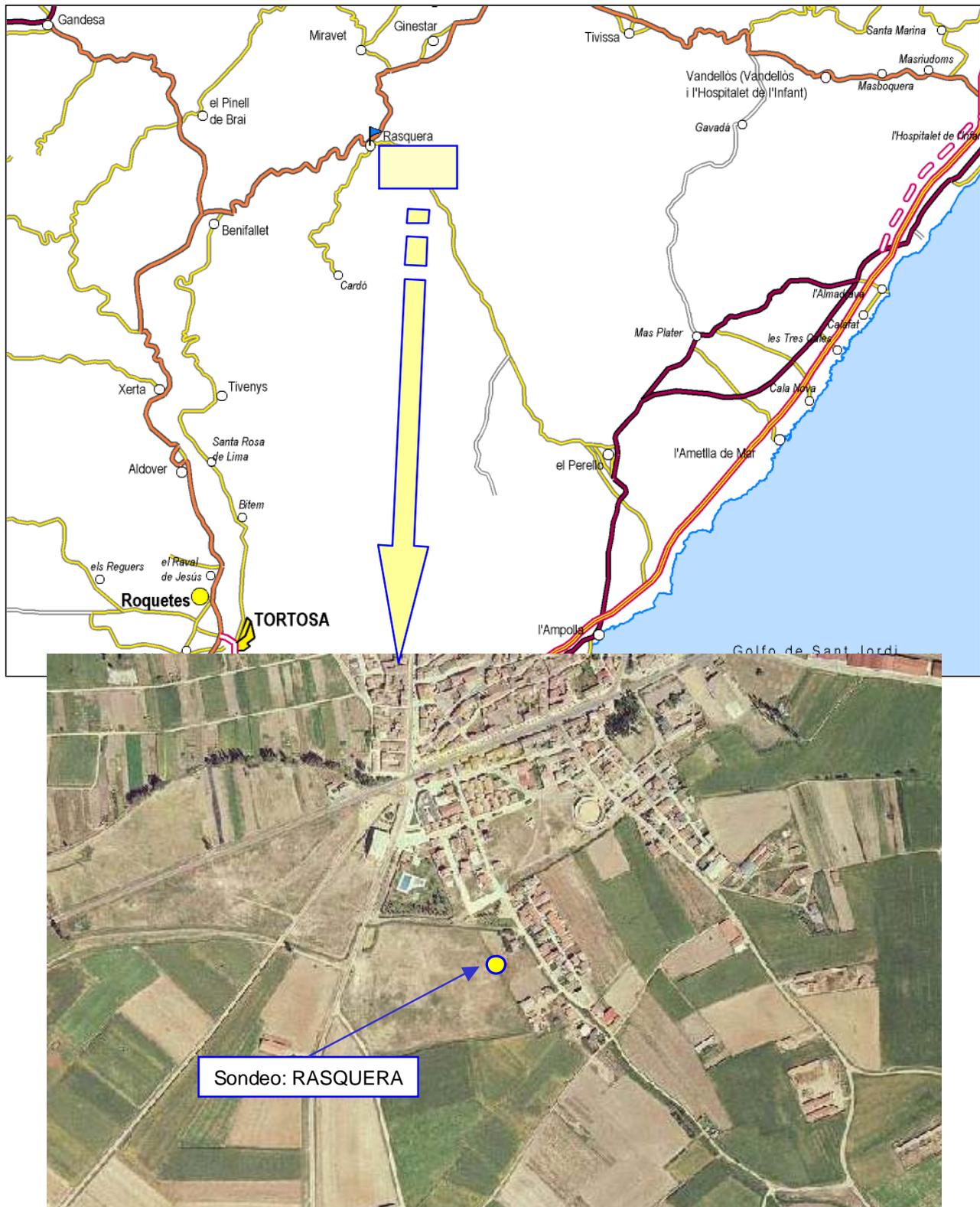
Avda. de Bruselas, 7  
Parque Empresarial Arroyo de la Vega  
28108 Alcobendas, Madrid  
Tf: 914902410 Fax: 916624296  
E-mail: [cgs@cgsondeos.com](mailto:cgs@cgsondeos.com)

NOVIEMBRE DE 2006



TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO “**RASQUERA**” EN EL TÉRMINO  
MUNICIPAL DE RASQUERA (TARRAGONA)

NOVIEMBRE DE 2006

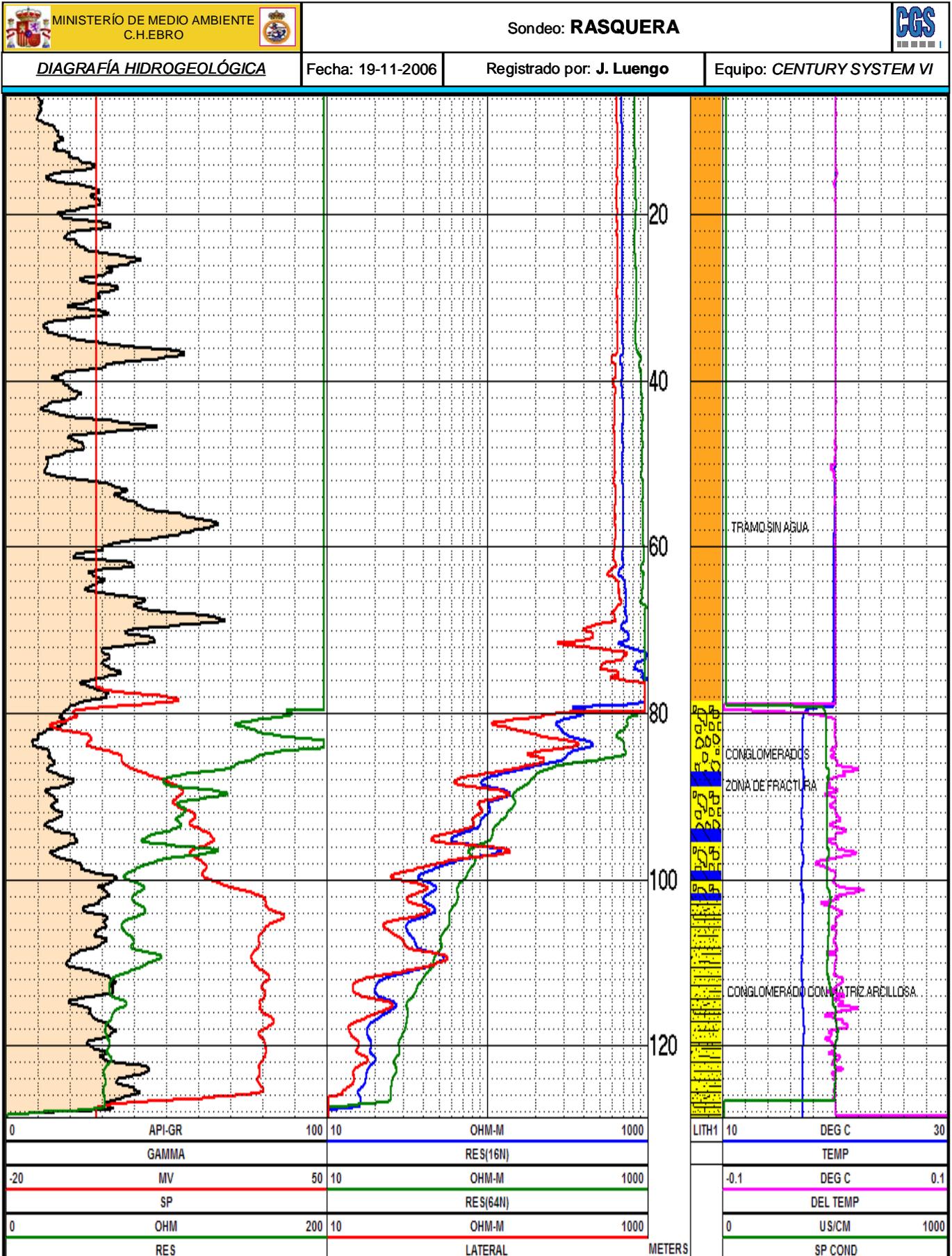


*Situación geográfica del sondeo: **RASQUERA***



DATOS DEL SONDEO:    **RASQUERA**

COORDENADAS DEL SONDEO:	X	0300344
	Y	4540519
	Z	140
PROVINCIA:	TARRAGONA	
MUNICIPIO:	RASQUERA	
PROFUNDIDAD DEL SONDEO:	230 mts.	
PROFUNDIDAD TESTIFICADA:	130 mts.	
ENTUBADO:	De 0 a 9 mts.	
TIPO DE TUBERÍA:	Metálica	
DIÁMETRO DE ENTUBACIÓN:	300 mm.	
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN:	220 mm.	
NIVEL FREÁTICO (durante la testificación):	79 m.	
MODALIDAD DE PERFORACIÓN:	Rotopercusión	
TESTIFICADO CON LAS SONDAS:	8044 y 9055	
FACTOR DE CORRECCIÓN DEL CABRESTANTE:	0.65343	
Nº DE SERIE DE LA CALIBRACIÓN DE LA SONDA 8044:	1008	
Nº DE SERIE DE LA CALIBRACIÓN DE LA SONDA 9055:	83	
FECHA DE LA TESTIFICACIÓN:	19-11-2006	

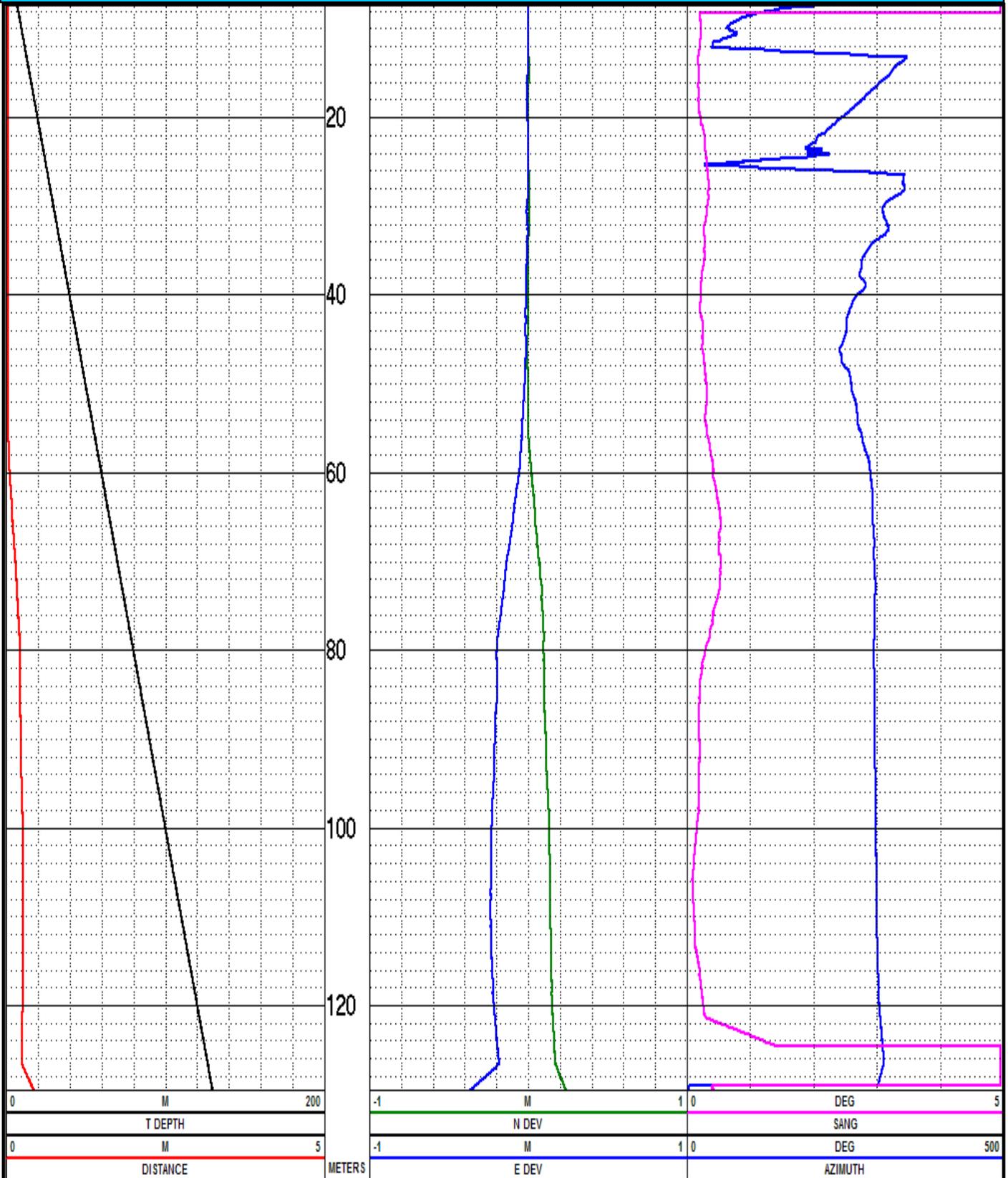


**DIAGRAFÍA DE DESVIACIÓN**

Fecha: 19-11-2006

Registrado por: **J. Luengo**

Equipo: **CENTURY SYSTEM VI**





MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE  
C.H.EBRO

Sondeo: **RASQUERA**



GRÁFICA DE DESVIACIÓN

Fecha: 19-11-2006

Registrado por: **J. Luengo**

Equipo: *CENTURY SYSTEM VI*

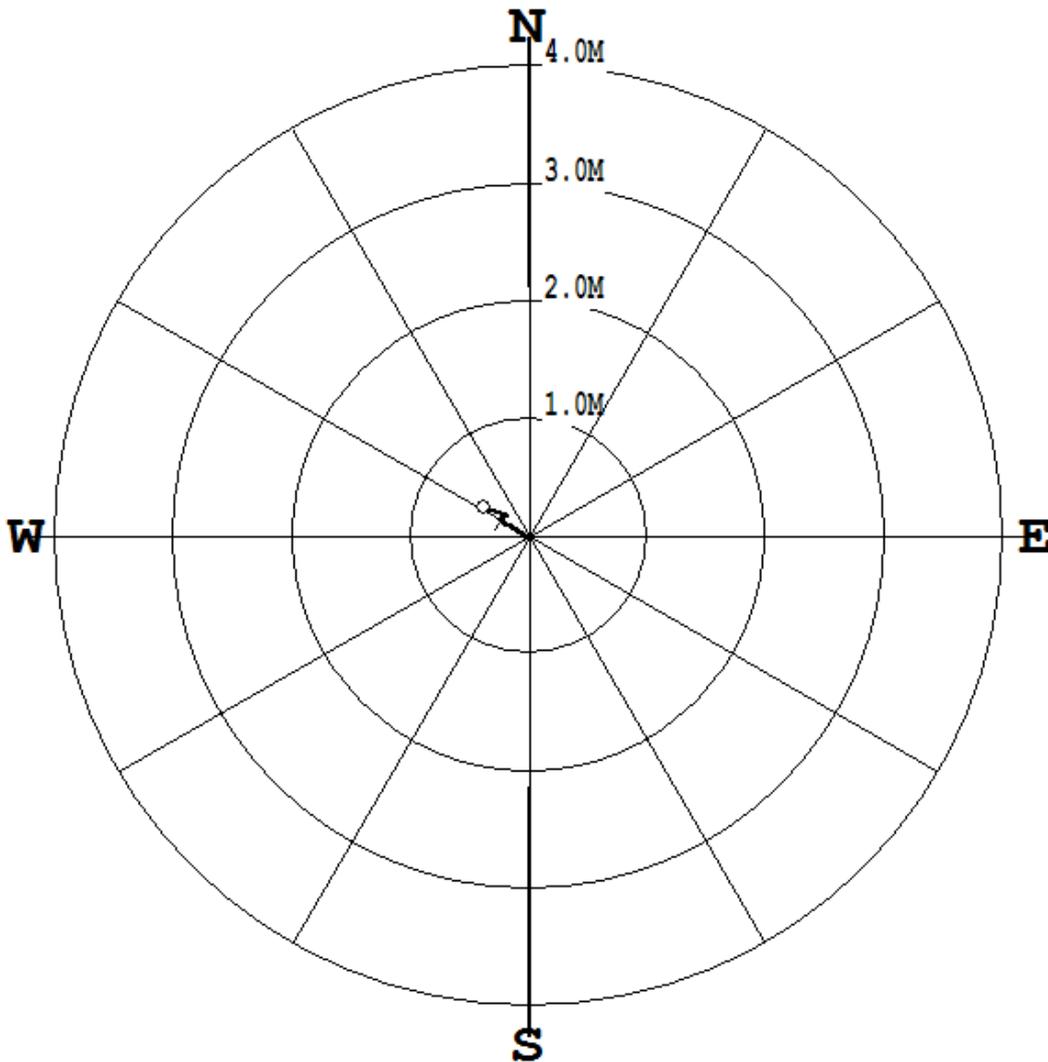
Print

## PLAN VIEW COMPU-LOG DEVIATION

CLIENT: CGS  
LOCATION:  
HOLE ID: RASQUERA  
DATE OF LOG: 11/19/06  
PROBE: 9055A 249

MAG DECL: 0.0

SCALE: 1 M/CM  
TRUE DEPTH: 129.69 M  
AZIMUTH: 302.7  
DISTANCE: 0.5 M  
+ = 100 M INCR  
○ = BOTTOM OF HOLE



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

PROFUNDIDAD	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
2	0.00	0.00	0.00	0.00	300
4	0.00	0.01	0.00	0.00	12
6	0.00	0.33	0.00	0.00	300
8	0.00	0.27	0.00	0.00	131
10	0.00	0.21	0.00	0.00	76
12	0.00	0.26	0.00	0.00	78
14	0.01	0.17	0.01	0.00	334
16	0.01	0.20	0.01	-0.01	306
18	0.01	0.18	0.00	-0.01	276
20	0.01	0.21	0.0	-0.01	245
22	0.00	0.24	0.00	0.00	212
24	0.00	0.38	0.00	0.00	64
26	0.01	0.51	0.01	0.00	1
28	0.01	0.27	0.01	0.00	341
30	0.02	0.35	0.01	-0.01	313
32	0.01	0.31	0.01	-0.01	318
34	0.01	0.24	0.00	-0.01	297
36	0.01	0.30	0.00	-0.01	279
38	0.02	0.29	0.00	-0.02	278
40	0.02	0.31	0.00	-0.02	271
42	0.02	0.13	-0.01	-0.02	257
44	0.02	0.17	-0.01	-0.02	253
46	0.02	0.27	-0.01	-0.02	245
48	0.02	0.49	-0.01	-0.02	252
50	0.03	0.28	0.00	-0.03	261
52	0.03	0.33	0.00	-0.03	268
54	0.04	0.31	0.00	-0.04	271
56	0.05	0.27	0.01	-0.05	278
58	0.05	0.36	0.01	-0.05	286
60	0.07	0.51	0.02	-0.06	291
62	0.09	0.58	0.04	-0.08	294
64	0.10	0.45	0.04	-0.09	295
66	0.12	0.57	0.05	-0.10	296
68	0.14	0.54	0.06	-0.12	297
70	0.16	0.61	0.07	-0.14	297
72	0.17	0.46	0.08	-0.15	299
74	0.19	0.59	0.09	-0.16	298
76	0.20	0.50	0.10	-0.18	298
78	0.22	0.38	0.10	-0.19	297
80	0.22	0.29	0.10	-0.20	297
82	0.22	0.19	0.10	-0.20	297
84	0.22	0.20	0.10	-0.20	297
86	0.23	0.25	0.11	-0.20	298
88	0.24	0.24	0.11	-0.21	297
90	0.24	0.20	0.11	-0.21	298
92	0.25	0.15	0.11	-0.22	298

PROFUNDIDAD	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
94	0.25	0.25	0.12	-0.22	299
96	0.26	0.25	0.13	-0.22	299
98	0.27	0.21	0.13	-0.23	300
100	0.27	0.18	0.13	-0.23	300
102	0.27	0.13	0.14	-0.23	300
104	0.28	0.13	0.14	-0.24	300
106	0.28	0.12	0.14	-0.24	301
108	0.28	0.08	0.14	-0.24	301
110	0.28	0.09	0.14	-0.24	302
112	0.28	0.20	0.15	-0.24	302
114	0.28	0.19	0.15	-0.23	303
116	0.27	0.19	0.15	-0.23	304
118	0.27	0.23	0.15	-0.22	305
120	0.27	0.31	0.15	-0.22	308
122	0.27	0.31	0.16	-0.21	310
124	0.26	0.37	0.17	-0.20	312
126	0.26	0.88	0.17	-0.19	307
128	0.26	1.00	0.21	-0.28	307
130	0.26	1.20	0.25	-0.11	310

## **RESULTADOS OBTENIDOS**

### LITOLOGÍA

El sondeo se ha perforado en una formación de conglomerados que a partir de los 100 metros aproximadamente presenta un matriz más arcillosa.

### NIVEL FREÁTICO

El nivel freático del sondeo en el momento de efectuar la testificación se encontraba a los 79 metros.

### APORTES DE AGUA

De la respuesta obtenida con la sonda 8044 (hidrogeológica), que registra los parámetros de Gamma Natural, Resistividad Normal corta y larga, Resistividad Lateral, Potencial Espontáneo, Temperatura y Conductividad, se han evaluado los tramos con mayor aporte de agua al sondeo, correspondiendo con las zonas más porosas y permeables y confeccionado la siguiente tabla.

TRAMOS CON APORTE DE AGUA	ESPESOR	OBSERVACIONES
Tramo de 87 m. a 89 m.	2 m.	Zona de fractura
Tramo de 94 m. a 95,5 m.	1,5 m.	Zona de fractura
Tramo de 99 m. a 100 m.	1 m.	Zona de fractura
Tramo de 102 m. a 103 m.	1 m.	Zona de fractura

### DESVIACIÓN

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

- La distancia de máxima desviación con respecto a la vertical se encuentra entre los 104 y 114 metros de profundidad, con un valor de 0.28 metros.
- El Acimut mantiene una media aproximada de 300°.
- El sondeo no presenta desviación alguna.



Fdo: José Luengo  
Geofísico

COMPAÑÍA GENERAL DE SONDEOS, S.A.  
Alcobendas, 19 de noviembre de 2006

# ANEJO 4

## INFORME DE ENTUBACIÓN

### **Informe de entubación**

Realizado el diseño de la entubación a partir de la información aportada por las muestras, la columna levantada durante el sondeo y los niveles de aporte observados durante la perforación, se realiza la operación de entubado a partir de las 15:30 del 19/11/06 hasta las 20:30 del 20/11/06.



**Maniobras de entubación**

El diseño de la entubación será el recogido en las tablas que a continuación se exponen:

### **Entubación sondeo Rasquera**

<b>REVESTIMIENTO</b>				
<b>TRAMO (m)</b>	<b>Diámetro tubería (mm)</b>	<b>Espesor pared (mm)</b>	<b>Tipo</b>	<b>Filtro</b>
0-9	300	4	Acero al carbono	Ciega
+0,5-92,5	180	4	Acero al carbono	Ciega
92,5-98,5	180	4	Acero al carbono	Filtro puente

REVESTIMIENTO				
TRAMO (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
98,5-161,5	180	4	Acero al carbono	Ciega
161,5-173,5	180	4	Acero al carbono	Filtro puente
173,5-179,5	180	4	Acero al carbono	Ciega
179,5-185,5	180	4	Acero al carbono	Filtro puente
185,5-191,5	180	4	Acero al carbono	Ciega
191,5-197,5	180	4	Acero al carbono	Filtro puente
197,5-203,5	180	4	Acero al carbono	Ciega
203,5-209,5	180	4	Acero al carbono	Filtro puente
209,5-215,5	180	4	Acero al carbono	Ciega
215,5-221,5	180	4	Acero al carbono	Filtro
221,5-227,5	180	4	Acero al carbono	Ciega

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

Soldadura practicada por sistema MIG automatizado con hilo y Argón.

RESUMEN UNIDADES (m)	
Diámetro 300 mm tubería ciega	9
Diámetro 180 mm tubería ciega	186
Diámetro 180 mm tubería filtro puentecillo	46

## INCIDENCIAS

A las 8:30 del 20/11/06 cuando se llevaban 156 m entubados, se detecta un atranque introduciéndose la maniobra con el martillo de 165 mm para desobstruir el sondeo.

Se limpia hasta las 12:30 y se continúa entubando aunque con mucha dificultad por lo que se inyecta aire, agua y espumante a diversas profundidades.

A las 20:30 del 20/11/06 concluye la entubación con 227,5 m de tubería colocados, quedando colgada ésta 3 m del fondo del sondeo.



**Limpiando la obstrucción a los 156 m de profundidad**

# ANEJO 5

## ENSAYO DE BOMBEO

<b>INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO, (2ª FASE)</b>		
<b>ENSAYO DE BOMBEO</b>		
<b>FECHA:</b> 29-30/03/07		<b>Nº pág:</b>
<b>Nº SONDEO:</b>	<b>POBLACIÓN:</b> Rasquera	<b>PROFUNDIDAD:</b> 230 m
<b>HORAS DE BOMBEO:</b> 24 h	<b>HORAS DE RECUPERACIÓN:</b> 4 horas y 15 min (1 hora con el equipo de impulsión introducido y 3h y 15 min con sonda manual)	

### Ensayo de bombeo del sondeo de "les Codines" en Rasquera (321920025)

El 29 de marzo de 2007, antes de montar el equipo de bombeo se mide nivel con sonda manual, situándose éste en 131,90 m.

El ensayo de bombeo comienza el 29 de marzo de 2007 a las 16:15 h. Lo realiza la empresa Boins, S.L. de Hellín (Albacete), con un equipo formado por grupo Fiat Alfo 250 KVA y 400 CV de potencia, alternador Mecc Alte, 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 129,13 m y la profundidad de la bomba de aspiración 213,5 m.

Se realizaron cuatro escalones según la tabla adjunta:

	<b>Duración (minutos)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>	<b>Descenso acumulado (m)</b>
<b>Escalón 1</b>	60	2	1,51
<b>Escalón 2</b>	90	4	3,57
<b>Escalón 3</b>	240	8	9,92
<b>Escalón 4</b>	1050	12	19,66

Dado el caudal estimado durante la perforación, se inicia el primer escalón con 2 l/s, estabilizándose el nivel final a los 20 minutos en 57,83 m, decidiéndose aumentar el caudal a 4 l/s a partir de los primeros 60 minutos dado que el nivel estaba estabilizado.

El segundo de los escalones, se mantuvo durante 90 minutos con un descenso acumulado de 3,57 m, estabilizándose el nivel final a los 20 minutos en 132,70 m, decidiéndose aumentar el caudal.

El tercer escalón de 8 l/s, se mantiene durante 240 minutos con un descenso total de 29,46 m, estabilizándose el nivel final a los 210 minutos en 132,70 m, decidiéndose aumentar el caudal.

Con el cuarto y último escalón, se quiere ir al límite de la bomba, obteniéndose un máximo de 12 l/s, no siendo posible alcanzar más caudal dada la limitación de la entubación a 180 mm de diámetro y la profundidad del agua.

Este escalón, se mantiene durante 15 horas y 30 minutos, con un descenso total de 2,52 m, sin llegar a estabilizarse el nivel (los últimos descensos, fueron del orden de unos 5 cm a la hora).

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

Caudal (l/s)	Tiempo acumulado (min)	pH	Conductividad (µS/cm)	T <sup>a</sup> (°C)
2	3	6,65	502	17,5
4	63	6,68	500	17,3
8	153	6,70	497	17,2
8	240	6,68	499	16,5
12	1050	6,76	502	15,7
12	1410	6,62	507	17,4

Después del bombeo, se mide recuperación durante una hora con el equipo de impulsión introducido, obteniéndose un ascenso de 19,41 m (el nivel queda por tanto a 129.38 m de profundidad).

Una vez extraído el equipo de impulsión, se comienza a medir recuperación, con sonda manual.

Desde las 19:15 horas hasta las 20:30, se mide recuperación con la sonda manual, obteniéndose estos valores:

Hora	Tiempo recuperación (min)	Profundidad del agua (m) *
19:30	195	131,50
20:00	225	131,50
20:30	255	131,50

\*La profundidad del agua medida antes del ensayo era de 131,90 m.

A las 20:30 h, transcurridas 4 horas y 15 minutos de recuperación, con el nivel a 131,50 m (40 cm menos profundo que antes del bombeo), se dan por concluidas las medidas en vista de la estabilización del nivel.

Durante el ensayo, se controla un sondeo particular situado a 380 m de distancia, en el cual el nivel freático inicial se encuentra a 125,02 m.

Las variaciones en el nivel de este sondeo son las reflejadas en la siguiente tabla:

Fecha	Hora	Estado del ensayo	Profundidad del agua
29/03/07	16:10	No ha comenzado el bombeo	125,02
29/03/07	17:15	2 l/s	125,04
29/03/07	18:15	4 l/s	125,06
29/03/07	19:00	8 l/s	125,09
29/03/07	19:30	8 l/s	125,11
29/03/07	20:00	8 l/s	125,13
30/03/07	9:30	12 l/s	125,32
30/03/07	10:15	12 l/s	125,30
30/03/07	11:15	12 l/s	125,30

30/03/07	12:15	12 l/s	125,30
30/03/07	14:30	12 l/s	125,29
30/03/07	16:15	12 l/s	125,28
30/03/07	16:18	Recuperación	125,28
30/03/07	16:21	Recuperación	125,26
30/03/07	16:24	Recuperación	125,25
30/03/07	16:27	Recuperación	125,24
30/03/07	16:30	Recuperación	125,23
30/03/07	16:35	Recuperación	125,22
30/03/07	16:40	Recuperación	125,21
30/03/07	16:45	Recuperación	125,20
30/03/07	16:50	Recuperación	125,19
30/03/07	17:00	Recuperación	125,17
30/03/07	17:10	Recuperación	125,17
30/03/07	17:15	Recuperación	125,16
30/03/07	18:08	Recuperación	125,12
30/03/07	18:45	Recuperación	125,09
30/03/07	19:15	Recuperación	125,07
30/03/07	19:45	Recuperación	125,06
30/03/07	20:15	Recuperación	125,04
30/03/07	20:30	Recuperación	125,04

Este sondeo, por tanto, fue afectado por el bombeo con un descenso máximo de 0,30 m.

Tras 4 horas y 15 minutos de recuperación, el nivel se encuentra a 125,04 m.



**Introduciendo la bomba de aspiración**



**Primer escalón, 2 l/s**



Segundo escalón, 4 l/s (agua turbia)



Tercer escalón (8 l/s)



Cuarto escalón, 12 l/s



Midiendo el pozo particular cercano

Fdo: Luis Almansa Calzado.

**ENSAYO DE BOMBEO**

Localidad Rasquera  
 N° Registro IPA 321920025  
 Profundidad Sondeo 230 m  
 Coordenadas UTM Pozo Piezómetro  
 X 300320 300159  
 Y 4540519 4540866  
 Z 155 134

Fecha Ensayo 29 y 30 de marzo de 2007  
 Nivel estático inicial 129,13  
 Profund. Aspiración 213,5  
 Bomba GRUNDFOS SP 45-31 50 C  
 Grupo FIAT ALFO 250KVA 400CV  
 Alternador MECC ALTE

**Piezómetro (n° IPA)**

Profundidad m  
 Distancia 383 m  
 Dirección (norte) -25 °E

**Régimen de bombeo**

Escalón	Caudal (l/s)	Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Parcial	Total
1	2	60	60	1,51	1,51
2	4	150	90	2,06	3,57
3	8	390	240	6,35	9,92
4	12	1440	1050	9,64	19,66

**Síntesis litológica**

0-17 m Arenas de color marrón claro con gravas calcáreas. Cuaternario.  
 18-21 m Cantos centimétricos de caliza marrón con algo de arcillas. Cuaternario.  
 22-29 m Arenas de color marrón claro con gravas calcáreas. Cuaternario.  
 30-45 m Calizas marrón-verdoso y arcillas marrones. Lías.  
 46-65 m Calizas marrón claro, calizas rojizas y arcillas marrón pálido. Lías.  
 66-104 m Calizas marrón claro y arcillas marrón pálido. Lías.  
 105-128 m Arcillas de color naranja-rojizo. Lías.  
 129-150 m Arcillas marrón claro con fragmentos aislados de caliza. Lías.  
 151-158 m Arcillas de color naranja-rojizo con fragmentos aislados de caliza. Lías.  
 159-219 m Brechas dolomíticas, calizas y arcillas de color marrón claro. Lías.  
 220-230 m Brechas dolomíticas, calizas y arcillas de color marrón claro. Lías.

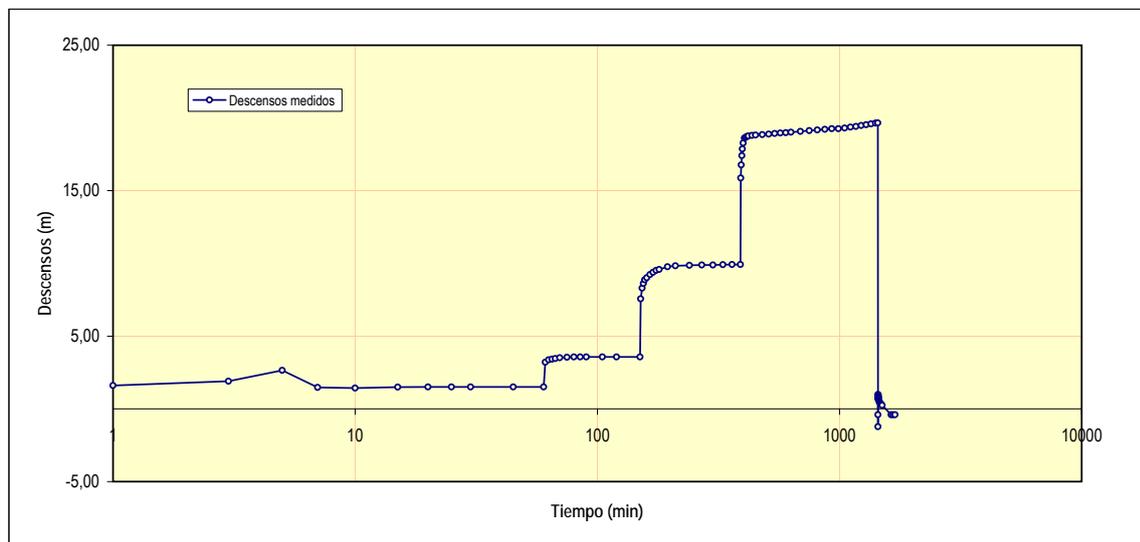
**Perforación Entubación Rejilla**

Perforación	Entubación	Rejilla
0-9 m f 324 mm	0-9 m f 300 mm	92,5-98,5 m 4 mm
9-230 m f 220 mm	0-227,5 m f 180 mm	161,5-173,5 m 4 mm
		179,5-185,5 m 4 mm
		191,5-197,5 m 4 mm
		203,5-209,5 m 4 mm
		215,5-221,5 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)		
29-mar-07	16:15	0	0	129,13					
29-mar-07	16:16	1	1	130,74	1,61			2	Agua turbia (marrón)
29-mar-07	16:18	3	3	131,03	1,90			2	Cond: 502 µS/cm pH: 6,65 Tª 17,5° C
29-mar-07	16:20	5	5	131,78	2,65			2	
29-mar-07	16:22	7	7	130,60	1,47			2	
29-mar-07	16:25	10	10	130,56	1,43			2	
29-mar-07	16:30	15	15	130,63	1,50			2	
29-mar-07	16:35	20	20	130,64	1,51			2	
29-mar-07	16:40	25	25	130,64	1,51			2	
29-mar-07	16:45	30	30	130,64	1,51			2	
29-mar-07	17:00	45	45	130,64	1,51			2	Agua algo turbia
29-mar-07	17:15	60	60	130,64	1,51			2	
29-mar-07	17:16	1	61	132,34	3,21			4	
29-mar-07	17:18	3	63	132,50	3,37			4	Cond: 500 µS/cm pH: 6,68 Tª 17,3° C
29-mar-07	17:20	5	65	132,55	3,42			4	Agua clara
29-mar-07	17:22	7	67	132,59	3,46			4	
29-mar-07	17:25	10	70	132,65	3,52			4	
29-mar-07	17:30	15	75	132,68	3,55			4	
29-mar-07	17:35	20	80	132,70	3,57			4	
29-mar-07	17:40	25	85	132,70	3,57			4	
29-mar-07	17:45	30	90	132,70	3,57			4	
29-mar-07	18:00	45	105	132,70	3,57			4	
29-mar-07	18:15	60	120	132,70	3,57			4	
29-mar-07	18:45	90	150	132,70	3,57			4	
29-mar-07	18:46	1	151	136,69	7,56			8	
29-mar-07	18:48	3	153	137,43	8,30			8	Cond: 497 µS/cm pH: 6,70 Tª 17,2° C
29-mar-07	18:50	5	155	137,75	8,62			8	
29-mar-07	18:52	7	157	138,00	8,87			8	
29-mar-07	18:55	10	160	138,14	9,01			8	
29-mar-07	19:00	15	165	138,36	9,23			8	
29-mar-07	19:05	20	170	138,52	9,39			8	
29-mar-07	19:10	25	175	138,65	9,52			8	
29-mar-07	19:15	30	180	138,71	9,58			8	
29-mar-07	19:30	45	195	138,90	9,77			8	
29-mar-07	19:45	60	210	138,97	9,84			8	Agua algo turbia
29-mar-07	20:15	90	240	139,00	9,87			8	Cond: 499 µS/cm pH: 6,68 Tª 16,5° C
29-mar-07	20:45	120	270	139,02	9,89			8	Agua clara
29-mar-07	21:15	150	300	139,02	9,89			8	
29-mar-07	21:45	180	330	139,04	9,91			8	
29-mar-07	22:15	210	360	139,05	9,92			8	
29-mar-07	22:45	240	390	139,05	9,92			8	
29-mar-07	22:46	1	391	145,00	15,87			12	Agua turbia (marrón)
29-mar-07	22:48	3	393	145,90	16,77			12	
29-mar-07	22:50	5	395	146,54	17,41			12	
29-mar-07	22:52	7	397	147,00	17,87			12	
29-mar-07	22:55	10	400	147,40	18,27			12	
29-mar-07	23:00	15	405	147,74	18,61			12	

29-mar-07	23:05	20	410	147,80	18,67	12	
29-mar-07	23:10	25	415	147,85	18,72	12	
29-mar-07	23:15	30	420	147,89	18,76	12	
29-mar-07	23:30	45	435	147,93	18,80	12	
29-mar-07	23:45	60	450	147,95	18,82	12	
30-mar-07	0:15	90	480	147,98	18,85	12	
30-mar-07	0:45	120	510	148,02	18,89	12	
30-mar-07	1:15	150	540	148,06	18,93	12	
30-mar-07	1:45	180	570	148,09	18,96	12	
30-mar-07	2:15	210	600	148,12	18,99	12	
30-mar-07	2:45	240	630	148,15	19,02	12	
30-mar-07	3:45	300	690	148,20	19,07	12	
30-mar-07	4:45	360	750	148,26	19,13	12	
30-mar-07	5:45	420	810	148,30	19,17	12	
30-mar-07	6:45	480	870	148,35	19,22	12	
30-mar-07	7:45	540	930	148,39	19,26	12	Agua clara
30-mar-07	8:45	600	990	148,39	19,26	12	
30-mar-07	9:45	660	1050	148,44	19,31	12	Cond: 502 µS/cm pH: 6,76 Tª 15,7º C
30-mar-07	10:45	720	1110	148,50	19,37	12	
30-mar-07	11:45	780	1170	148,55	19,42	12	
30-mar-07	12:45	840	1230	148,61	19,48	12	
30-mar-07	13:45	900	1290	148,66	19,53	12	
30-mar-07	14:45	960	1350	148,72	19,59	12	
30-mar-07	15:45	1020	1410	148,77	19,64	12	Cond: 507 µS/cm pH: 6,62 Tª 17,4º C
30-mar-07	16:15	1050	1440	148,79	19,66	12	
30-mar-07	16:16	1	1441	127,90	-1,23	0	RECUPERACIÓN
30-mar-07	16:17	2	1442	128,73	-0,40	0	
30-mar-07	16:18	3	1443	129,81	0,68	0	
30-mar-07	16:19	4	1444	130,12	0,99	0	
30-mar-07	16:20	5	1445	130,09	0,96	0	
30-mar-07	16:21	6	1446	130,00	0,87	0	
30-mar-07	16:22	7	1447	129,94	0,81	0	
30-mar-07	16:23	8	1448	129,88	0,75	0	
30-mar-07	16:24	9	1449	129,82	0,69	0	
30-mar-07	16:25	10	1450	129,80	0,67	0	
30-mar-07	16:30	15	1455	129,72	0,59	0	
30-mar-07	16:35	20	1460	129,63	0,50	0	
30-mar-07	16:40	25	1465	129,58	0,45	0	
30-mar-07	16:45	30	1470	129,54	0,41	0	
30-mar-07	16:55	40	1480	129,47	0,34	0	
30-mar-07	17:05	50	1490	129,42	0,29	0	
30-mar-07	17:15	60	1500	129,38	0,25	0	
30-mar-07	19:30	195	1635	131,50	-0,40	0	Medidas con sonda manual, una vez extraído el equipo de implusión.
30-mar-07	20:00	225	1665	131,50	-0,40	0	Referenciadas al nivel previo: 131,90 m
30-mar-07	20:30	255	1695	131,50	-0,40	0	

Antes de montar el equipo de bombeo se mide el nivel con sonda habitual. El nivel está en 131,90 m.





MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

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

---

# ANEJO 6

## ANÁLISIS QUÍMICOS



**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 00002177**

Solicitado por:

COMPañIA GENERAL DE SONDEOS, S.A.  
C/ CORAZON DE MARIA, 15 28002 MADRID

Denominación de la muestra:

RAQUERA (PERFORACIÓN 1)

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **00002108**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Fecha recepción: **25/01/2007**

Inicio análisis: **25/01/2007**

Fin análisis: **26/01/2007**

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	0,07 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	9,94 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	271,19 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,14 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	71,68 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-CaAA)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	29,89 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	550 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,61 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0 mg/l	Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	0,12 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	26,36 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MgAA)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	30,42 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,68 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	2,40 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	13,07 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	56,74 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.*

**26 de enero de 2007**

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

## ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

### MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	29,89	0,84	12,11
SULFATOS	56,74	1,18	16,97
BICARBONATOS	271,19	4,44	63,86
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	30,42	0,49	7,05
SODIO	13,07	0,57	8,92
MAGNESIO	26,36	2,17	34,02
CALCIO	71,68	3,58	56,10
POTASIO	2,40	0,06	0,96

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos	512,66 mg/l
CO2 libre	9,02 mg/l
Dureza total	28,75 °Francés
Dureza total	287,54 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	65,24 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	222,42 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	222,42 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,46
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,11
$rNa/rK$	9,26
$rNa/rCa$	0,16
$rCa/rMg$	1,65
$rCl/rHCO_3$	0,19
$rSO_4/rCl$	1,40
$rMg/rCa$	0,61
i.c.b.	0,25
i.d.d.	0,03

Nº Registro: 2108



**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000003924**

Solicitado por:

COMPañIA GENERAL DE SONDEOS, S.A.  
C/ CORAZON DE MARIA, 15 28002 MADRID

Denominación de la muestra:

RASQUERA 3º ESCALÓN 8 l/s

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **000003662**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Fecha recepción: **04/04/2007**

Inicio análisis: **04/04/2007**

Fin análisis: **18/04/2007**

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	8,95 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	284,05 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	< 0,01 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	51,8 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-CaAA)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	18,73 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	455 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,074 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0 mg/l	Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	22,74 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MgAA)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	17,27 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,77 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	0,69 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	12,07 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	4,04 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.*

**19 de abril de 2007**

D

## ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

### MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	18,73	0,53	9,53
SULFATOS	4,04	0,08	1,52
BICARBONATOS	284,05	4,66	83,94
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	17,27	0,28	5,02
SODIO	12,07	0,53	10,50
MAGNESIO	22,74	1,87	37,43
CALCIO	51,80	2,58	51,71
POTASIO	0,69	0,02	0,35

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos	420,42 mg/l
CO2 libre	7,68 mg/l
Dureza total	22,30 °Francés
Dureza total	222,99 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	232,97 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad total	232,97 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,13
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,12
$rNa/rK$	29,75
$rNa/rCa$	0,20
$rCa/rMg$	1,38
$rCl/rHCO_3$	0,11
$rSO_4/rCl$	0,16
$rMg/rCa$	0,72
i.c.b.	-0,03
i.d.d.	0,00

Nº Registro: 3662



**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000004170**

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

**RASQUERA ("LOS CODINES") - PROYECTO SONDEO CHEBRO 2ª F REFERENCIA EP063119**

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **000003820**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Fecha muestreo: **30/03/2007**

Fecha recepción: **16/04/2007**

Inicio análisis: **16/04/2007**

Fin análisis: **26/04/2007**

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	8,73 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILL)
*BICARBONATOS	285,28 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,03 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	57,53 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-CaAA)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	20,17 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	454 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,10 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0 mg/l	Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	21,86 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MgAA)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	17,69 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,72 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	0,60 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	10,83 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	7,86 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.*

**2 de mayo de 2007**

**Fdo.: Susana Avilés Espiñeiro**

Lcda. en Ciencias Químicas

Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

# ANEJO 7

## FICHA MARM Y FICHA I.P.A

# FICHA DE PIEZÓMETRO

TOPONIMIA		"Les Codines"			CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.805.006	
CÓDIGO IPA		3219-2-0025	Nº MTN 1:50.000	497	MUNICIPIO	Rasquera	PROVINCIA	Tarragona
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO						
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		097   FOSA DE MORA						
U. HIDROGEOLÓGICA		8.05 Fosa de Mora						
ACUÍFERO(S)		80503   Suprakeuper-Lías - Calizas y dolomías						
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	300320	DATOS OBTENIDOS DE:		GIS-Oleícola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS		Brocal
	Y	4540519						
COTA DEL SUELO msnm	Z	155	DATOS OBTENIDOS DE:		1:25.000	ALTURA SOBRE EL SUELO m		0
POLÍGONO		6			PARCELA		35	
TITULARIDAD DEL TERRENO		D. Francisco Bladé Farnós						
PERSONA DE CONTACTO		D. Francisco Bladé Farnós, Tf: 977 40 90 67						
ACCESO		Carretera de Rasquera a El Perelló, camino a la izquierda a unos 5 km de Rasquera.						

## CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO

METODO	Rotopercusión			PROFUNDIDAD DEL SONDEO	230			EMPAQUE	no		
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION	
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA
0	9	324	0	9	300	Metálica	92,5	98,5	Puentecillo	0	2
9	230	220	0	227	180	Metálica	161,5	173,5	Puentecillo	7	9
							179,5	185,5	Puentecillo		
							191,5	197,5	Puentecillo		
							203,5	209,5	Puentecillo		
							215,5	221,5	Puentecillo		

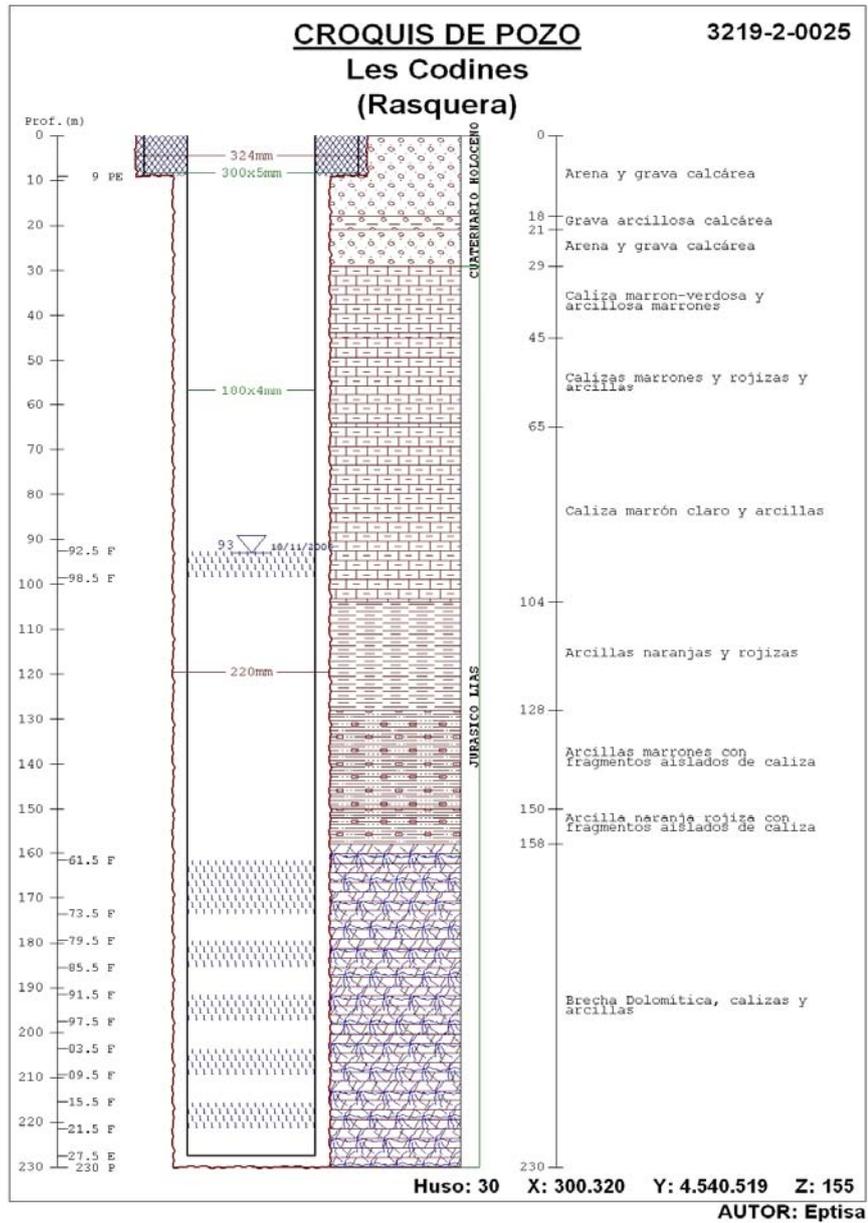
## HISTORIA

PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	
ORGANISMO			

## LOCALIZACIÓN

<p>UBICACIÓN DEL SONDEO</p>	<p>FOTO AÉREA</p>
-----------------------------	-------------------

# CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



## FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE

