

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



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

INFORME PIEZÓMETRO DE MORA DE EBRO: 09.805.01



ÍNDICE

1. PROYECTO

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 DÍARIOS 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. 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 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 lo podemos clasificar en trabajos antes de la perforación, durante y al final de la misma.

- Trabajos anteriores a la perforación
 - Comprobación de replanteos (geográficos e hidrogeológicos)
 - Comprobación de accesos

- 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.

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

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

El sondeo se ubicó al O de Mora de Ebro en el extremo norte de la Fosa de Mora y en la margen izquierda del río Sec. La masa de agua subterránea en la que se encuentra constituye una fosa tectónica de orientación NE-SO, de fallas lístricas muy verticalizadas, y rellena de materiales detríticos terciarios. Los materiales mesozoicos están afectados por pliegues, fallas inversas y cabalgamientos con el nivel de despegue situado en los niveles arcillosos del Muschelkalk medio, que actúan de impermeable de base del acuífero.

El pozo está emboquillado sobre unas arcillas y yesos terciarios y tras atravesar varios niveles conglomeráticos alcanza las calizas del mesozoico que constituyen el acuífero 97.04 Jurásico indiferenciado. Los escasos datos piezométricos apuntan a una dirección convergente hacia el Ebro, al norte de la masa de agua subterránea, y hacia las formaciones terciarias de la Cubeta por

lo que el sondeo se encuentra en la zona de tránsito hacia la descarga en el Ebro.

2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro está situado a 4,5 km al W de Mora de Ebro. A este emplazamiento se accede desde la N-420, dirección Gandesa. En el pk 819+100 hay una pista a la derecha. A unos 700 m se bifurca el camino. Se toma el camino que va hacia el norte. El sondeo se ubica a unos 50 metros, en el margen del camino.

Las coordenadas UTM punto son:

X= 801.164

Y= 4.555.062

Z= 138 m.s.n.m.



Figura 1. Ubicación del piezómetro de Mora de Ebro sobre la GIS – OLEÍCOLA

3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El sondeo esta emboquillado en materiales miocenos identificados en la Hoja MAGNA nº 471 como unidad $T_{cg_{C1}}^B$, y atraviesa probablemente las unidades $T_{cg_{C3}}^A$ y $T_{m_{C3}}^A$ del Oligoceno para cortar después los materiales del Jurásico Inferior (Lías) de la Fm. Cortes de Tajuña (unidad J_1 de la Cartografía) que se encuentran intensamente karstificados y brechificados. El Terciario se presenta subhorizontal y discordante sobre el Jurásico lo que impide conocer la estructura de este ultimo. Sin embargo al Sur en las cercanías de Miravete, afloran una serie del Tríasico superior y el Jurásico inferior, con una disposición monoclinual de dirección NE-S y suaves buzamientos hacia el Noroeste.

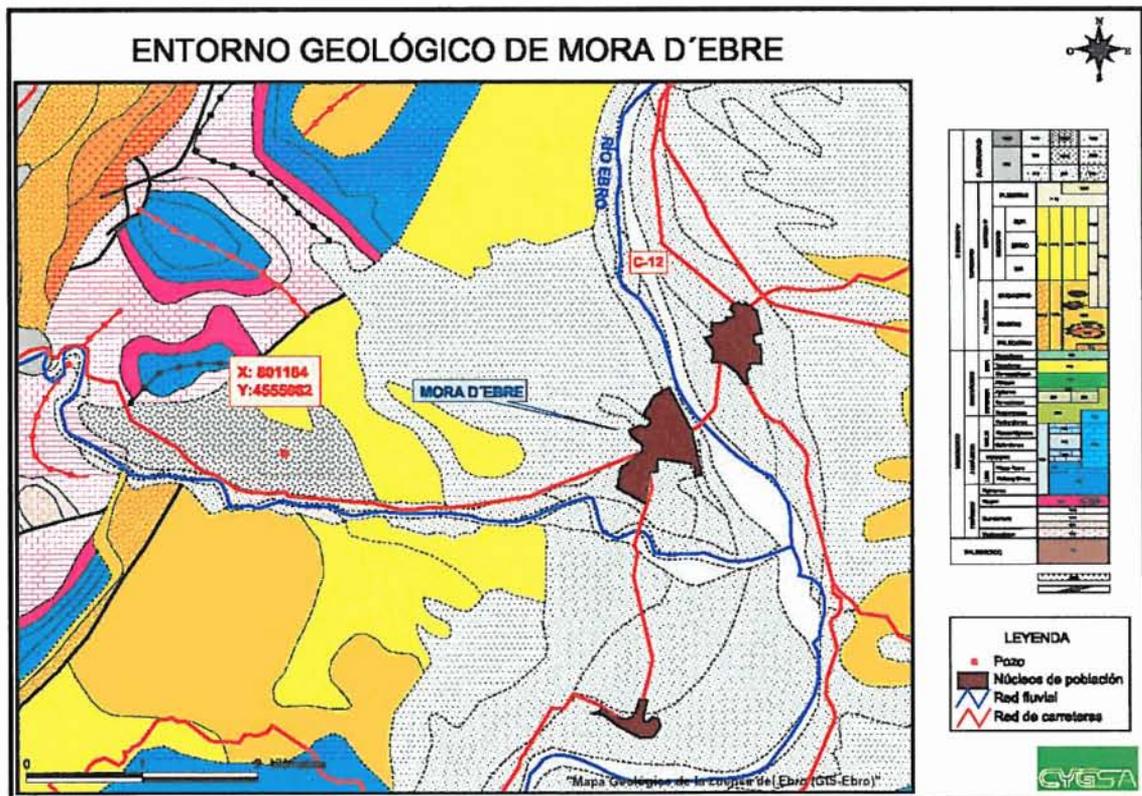


Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de Mora de Ebro.

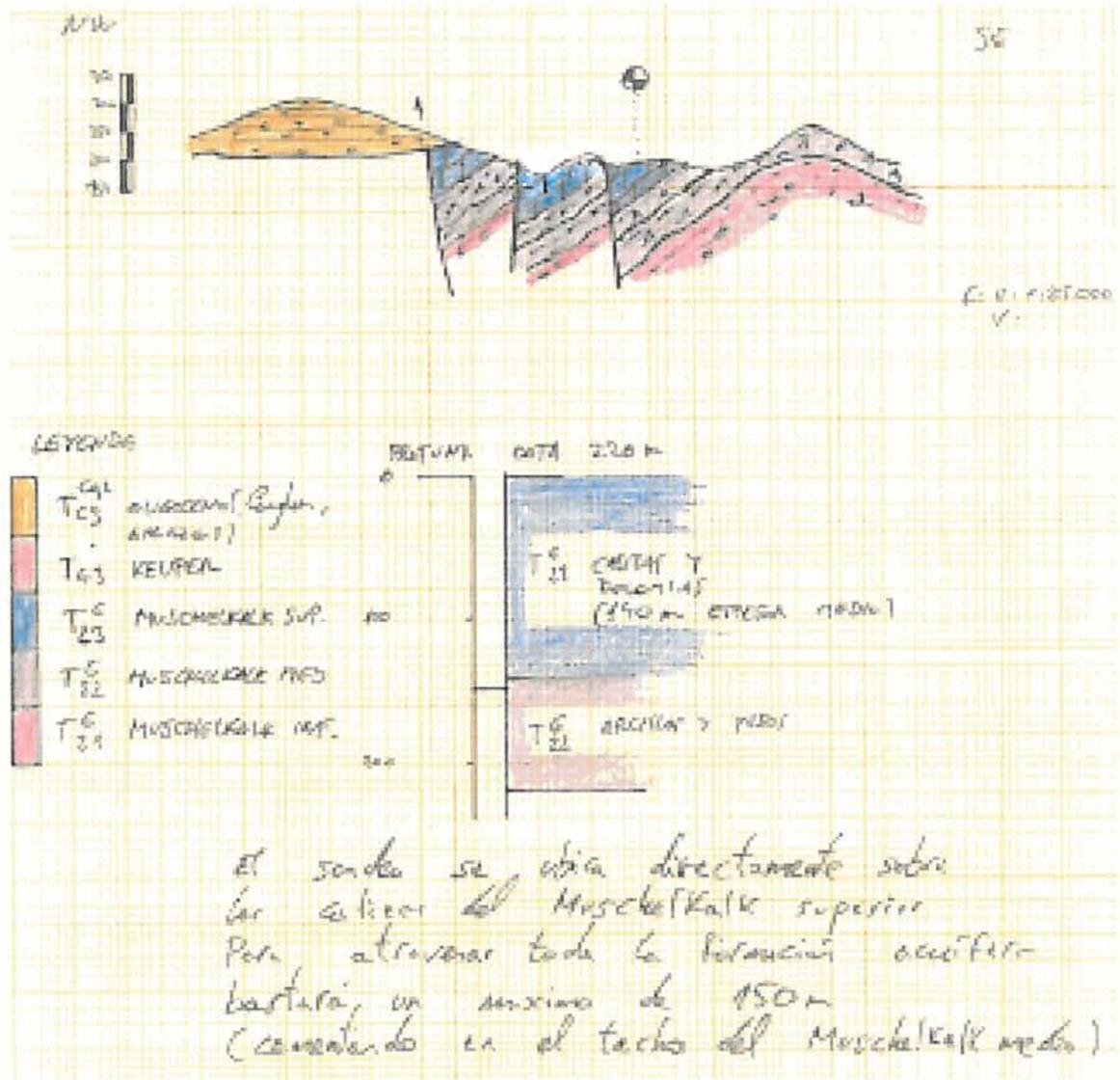


Figura 3. Corte geológico y columna prevista.

4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 8 "Dominio ibérico Maestrazgo-Catalánides". Este dominio está limitado por el relevo de la noribérica que bordea la sierra de Arcos, continuando por el norte según la traza del río Ebro en la zona de grandes embalses (Mequinenza, Ribarroja), al llegar a Flix el límite bordea la cadena catalana hasta la divisoria de cuenca frente a la sierra de Prades. Al suroeste se limita por la prolongación de la estructura Ateca – Castellón, y hacia levante queda abierto mostrando la continuidad del Maestrazgo hasta el Mediterráneo. Incluye también toda la zona de desembocadura del Ebro y su delta. Aquí se dan diversas tipologías de acuíferos. Engloba a los antiguos Sistemas Acuíferos de la cuenca del Ebro números 59 (Mesozoico de los Puertos de Beceite), 60 (Curso Bajo y Delta del Ebro), 61 (Bloque de Cardó – Vandellós), Plana de la Galera y, también parcialmente al Sistema Acuífero 55 (Maestrazgo) asignado a la cuenca del Júcar.

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 del Muschelkalk Superior - Medio.

El acuífero carbonatado de la masa de agua 090.097 es un acuífero libre de 580,1 km² de superficie. Constituye una fosa tectónica de orientación NE-SO, de fallas lítricas muy verticalizadas, y rellena de materiales detríticos terciarios. Los materiales mesozoicos están afectados por pliegues, fallas inversas y cabalgamientos con el nivel de despegue situado en los niveles arcillosos del Muschelkalk medio, que actúan de impermeable de base del acuífero. Los materiales que intervienen en la masa están formados por: dolomías y calizas del Muschelkalk inferior (100 m) y superior (140 m), serie calco-dolomítica del Jurásico inferior (300 m), arenas de Utrillas, carbonatos del Cretácico superior (170 m), terciario detrítico, y cuaternario formado por

aluviales del Ebro (30 m) y piedemontes (hasta 100 m de espesor). La recarga del acuífero se produce por infiltración de las precipitaciones y por el propio río Ebro, especialmente a su paso por los materiales liásicos. También adquieren importancia las recargas por retorno de riego. La descarga natural se realiza principalmente por transferencia subterránea a otra masa y a la depresión del Ebro. El acuífero cuaternario tiene un funcionamiento ligado a la dinámica del río, cuyo carácter influente o efluente es cíclico.

El sondeo se emboquilla en Cuaternario y Terciario indiferenciado (Oligoceno – Mioceno), en disposición horizontal. Por debajo, discordante, se sitúa el Jurásico ¿?.

(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 rotoperforación ST30/1400 sobre camión, un grupo compresor Atlas con grúa autocarga, compresor INGERSOLL – RAND.

6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

La perforación se inició el 14 de abril de 2005 a las 8:00 horas y se terminó el mismo día a las 19:30 horas.

Se realizó un emboquille de 9 m de profundidad, perforado con un diámetro de 380 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor.

Desde los 9 metros hasta los 155 metros totales del sondeo 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.

El nivel se detectó a los 120 m de profundidad, coincidiendo con el cambio litológico de los conglomerados terciarios a las calizas.

La velocidad media de avance de la perforación fue de 20-25 m/h. A 130 metros se perdió el barrido y la velocidad se redujo considerablemente. Las paredes del sondeo comenzaron a caerse. Se aportó gran cantidad de espumante para intentar sujetar las paredes pero no funcionó. A los 155 metros de profundidad se terminó la perforación debido a la intensa fracturación, al material caído sobre la maniobra.

(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 botes.

Tabla 1. Descripción de campo de la columna litológica atravesada:

0-3 m	Suelo, gravas con arcillas y limos de tonalidad marrón.
3-30 m	Arcillas grises con niveles de yesos.
30-70 m	Arcillas rojas con intercalaciones de conglomerados rojizos y matriz arcillosa.
70-100 m	Conglomerados calcáreos con pequeños niveles de arcillas rojizas.
100-115 m	Conglomerados calcáreos muy fracturados. Aumenta el tamaño del ripio.
115-120 m	Conglomerados rojizos de matriz arcillosa.
120-155 m	Calizas micríticas grises con pirolusita y calizas recristalizadas gris marrón. Tramo muy karstificado.

El Instituto Geológico Minero, mediante convenio de colaboración con la Confederación Hidrográfica del Ebro, efectúa una detallada descripción litoestratigráfica de las muestras extraídas, revisando las muestras de ripio mediante lupa. El informe correspondiente se recoge en el Anejo 2.

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

De 0 m a 3 m.- Cuaternario

De 3 m a 50 m.- "Unidad Conglomerática Miocena" (Mioceno – Aquitaniense?)

De 50 m a 121 m.- "Fm. Montsant" (Oligoceno, Chattiense?)

De 121 m a 155 m.- Formación Cortes de Tajuña (Lías, Hettangiense - Sinemuriense).

(Columna litológica y descripción ampliada en Anejo 2, Informe geológico.)

8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

La testificación geofísica se realiza el día 15 de abril de 2005. En ella se registraron los parámetros de gamma natural, potencial espontáneo y resistividad, así como la verticalidad y desviación de la perforación.

El registro de gamma natural mostró tres zonas de alta radiación, coincidiendo con las descritas en la perforación como arcillas y/o conglomerados con matriz arcillosa: entre 0-28m, 40-70 m, y 90-100 m. Las zonas de conglomerados calcáreos están situadas entre 30-40 m y 70-90 m. Por debajo de los 110 metros, se observó una zona de menor emisión de radiación, que según Pepe Luengo, correspondería a las calizas.

La máxima inclinación del sondeo fue de 2,6° a los 150 metros de profundidad.

El nivel estático se situó en 111,80 metros. La conductividad del agua es alta, de 1900 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y la temperatura de 19° C, sin observar variación.

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

9. ENTUBACIÓN REALIZADA

Tras la perforación se introdujo la sonda hidronivel para comprobar si se habían derrumbado las paredes del sondeo. Se quedó atascada a 53 metros. Por tanto se decidió entubar hasta los 120 metros con ayuda del martillo de fondo, para llegar hasta las calizas y testificar este último tramo. Durante la entubación se vio que sería imposible realizar la testificación a causa del detritus acumulado en el fondo y se decidió terminar la entubación siguiendo el siguiente esquema.

Tabla 2, entubación realizada:

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-9	300	5	Acero al carbono	Ciega
0-112	180	4	Acero al carbono	Ciega
112-118	180	4	Acero al carbono	Puente
118-124	180	4	Acero al carbono	Ciega
124-136	180	4	Acero al carbono	Puente
136-142	180	4	Acero al carbono	Ciega
142-148	180	4	Acero al carbono	Puente
148-154	180	4	Acero al carbono	Ciega

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.

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.

Después de la entubación, se ejecutaron tareas de limpieza con el martillo de 145 mm de diámetro. A continuación, al revés que en otros piezómetros, se realizó la testificación geofísica.

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.

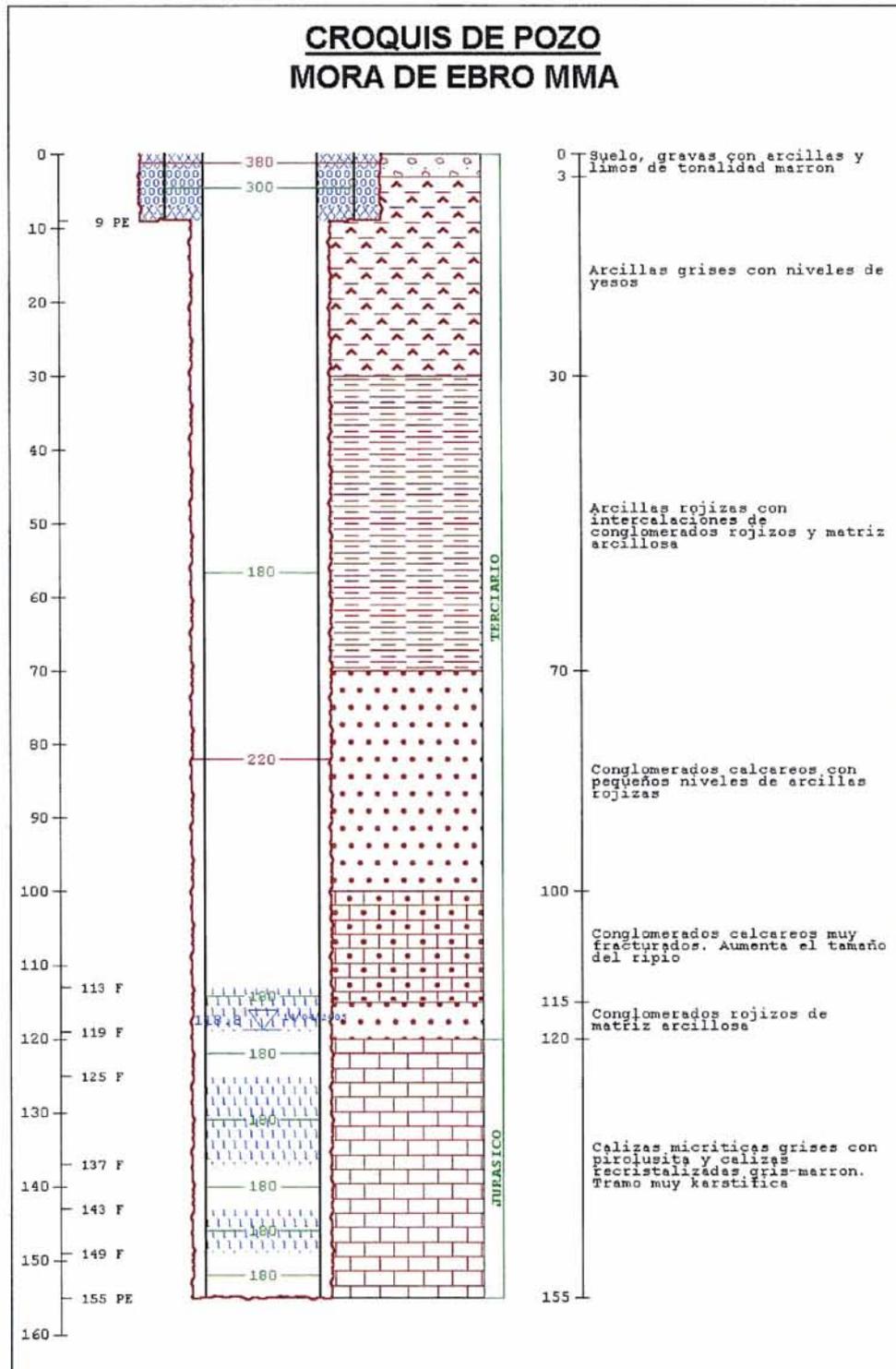


Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero atravesado son las calizas del Mesozóico indiferenciado.

Al atravesar el Mioceno no se encontró ningún aporte de agua.

El nivel se detectó a los 120 m de profundidad, coincidiendo con el cambio litológico entre los conglomerados calcáreos del Mioceno y las calizas del Mesozóico indiferenciado. El aporte de agua de este nivel era de 5-10 l/s. Este caudal aumenta a los 125 metros, a 10-15 l/s.

A los 130 metros de profundidad se produjo una pérdida de barrido de la perforación y del agua.

Tabla 3, Datos mensuales de nivel medidos hasta el ensayo de bombeo:

Fecha	Nivel (metros)
15/04/2005	111,80
04/05/2005	112,97
06/06/2005	113,51
29/06/2005	113,96

ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL ACUÍFERO

Durante los días 29 y 30 de junio de 2005 se realizó un ensayo de bombeo de caudal continuo de 24 horas con su correspondiente recuperación. El nivel estático inicial estaba en 113,96 metros y aspiración se colocó a 124,20 metros. El caudal medio extraído fue de 14,25 l/s. El descenso total del nivel fue de 0,22 m. El nivel estabilizó a los 40 minutos de bombeo.

El agua salió totalmente clara a partir de los 30 minutos de bombeo. La conductividad media del agua, medida in situ, durante el ensayo fue de 1970 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el pH de 7,25 y la temperatura de 17,5° C. Se tomó una muestra de agua para analizar, a las 12 horas de bombeo (ver resultados análisis de muestras de agua en anejo 5, Análisis químicos realizados).

Tras el bombeo se midió una recuperación de 60 minutos. En el primer minuto recuperó 8 cm y, al final de la hora el descenso residual fue de 12 cm.

Tabla 4. Resumen de la tabla de datos del ensayo de bombeo:

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
0	113,96	0,00	0,00
1	113,06	-0,90	14,25
2	114,15	0,19	14,25
5	114,18	0,22	14,25
10	114,20	0,24	14,25
30	114,18	0,22	14,25
80	114,18	0,22	14,25
100	114,18	0,22	14,25
180	114,18	0,22	14,25
270	114,18	0,22	14,25
420	114,18	0,22	14,25
660	114,18	0,22	14,25
840	114,18	0,22	14,25
1080	114,18	0,22	14,25
1380	114,18	0,22	14,25
1440	114,18	0,22	14,25
1441	114,10	0,14	0,00
1445	114,09	0,13	0,00
1450	114,09	0,13	0,00
1460	114,09	0,13	0,00
1480	114,08	0,12	0,00
1500	114,08	0,12	0,00

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

La interpretación del ensayo de bombeo se ha realizado mediante tres métodos diferentes: Análisis de la recuperación mediante el Método de Theis y simulación por el programa MABE (Método directo) del bombeo y la recuperación mediante Hantush.

Tabla 5. Resultados obtenidos en la interpretación del ensayo de bombeo:

Método de interpretación	Transmisividad	$r^2.S$	r/B	R.Equiv.
Método de Recuperación de Theis	19.72 m ² /día	--	--	--
Simulación mediante Método de Theis	39.00 m ² /día	2,36E-02 m ²	--	16 m
Simulación mediante Método de Hantush	23.000 m ² /día	8,18E-04 m ²	1,2E-02	16 m

Los valores considerados más representativos son los correspondientes a la simulación mediante el método de Hantush.

(Los partes, gráficos e interpretación ampliada 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 tomó 1 muestra de agua, para su posterior análisis, procedente del ensayo de bombeo:

- Muestra tomada a las 12 horas del inicio de ensayo de bombeo. (Conductividad: 1723 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH: 7,57.)

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 ALTA (según la clasificación en función del total de sólidos disueltos), por su dureza (cantidad de iones Ca^{+2} y Mg^{+2} en solución) se considera un agua EXTREMADAMENTE DURA, y por su composición se clasifica como AGUA SULFATADA – 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 los nitratos sean ligeramente superiores a los valores habituales de las aguas subterráneas dulces.

Respecto a los iones mayoritarios en aguas subterráneas, se sobrepasa el contenido en sulfatos (en más de 3 veces los 250 mg/l establecidos en la Directiva 98/83/CE y R.D. 140/2003) y la concentración de magnesio también

es algo superior a los 100 mg/l marcados como valor habitual en aguas subterráneas (datos según Custodio y Llamas, ed. 1996).

Tabla 6. Resultados de los análisis de agua:

Determinación	Muestra 2 Ensayo de bombeo
Cloruros	113,98 mg/l
Sulfatos	842,20 mg/l
Bicarbonatos	285,86 mg/l
Carbonatos	0,00 mg/l
Nitratos	10,74 mg/l
Sodio	64,04 mg/l
Magnesio	118,22 mg/l
Calcio	239,99 mg/l
Potasio	5,77 mg/l
Nitritos	0,00 mg/l
Amonio	<0,04 mg/l
Boro	0,18 mg/l
Fosfato	1,20 mg/l
Anhídrido Silícico	10,48 mg/l
Hierro	0,02 mg/l
Manganeso	0,00 mg/l

12. CONCLUSIONES

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

El sondeo se ha realizado por el método de rotoperCUSión. El diámetro de la perforación es de 220 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 155 m. El acuífero a controlar son unas calizas micríticas gris con pirolusita y caliza recristalizada color crema de edad Mesozóico indiferenciado. El nivel estático está situado sobre los 112-113 metros de profundidad.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, es superior a 14,25 l/s. Los valores obtenidos mediante el ensayo de bombeo son 23.000 m²/día para la transmisividad, 8,18E-04 m² para r².S, 1,2E-02 para el factor r/B y 16 m de R. equivalente.

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

ANEJO 0

REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN

PIEZOMETRO: 09 305 01
LOCALIDAD: MORA DE EBRO.
PROVINCIA: TARRAGONA

El día 30 de marzo de 2005, el concejal de obras del Ayuntamiento de Mora d'Ebro, (Juan Antonio), me comunica que la junta gestora del circuito de kart, donde se tenía previsto realizar el piezómetro, no ve con buenos ojos su instalación. Ante esta nueva situación, le respondo que nos propongan otro sitio desde el ayuntamiento de manera urgente; me comenta que el alcalde y el técnico van a llamar a Carlos Loaso y que volverá a llamarme. A las 14:30 me reúno en Mora con el concejal para ver otra posible ubicación:

Se trata de un sobreebanco en un camino de titularidad municipal. El punto está a algo más de 50 metros de la finca prevista para la anterior perforación. Se accede desde la N-420 dirección a Gandesa; en el pk 819,100, se toma un camino a la derecha, se discurre por él unos 700 metros, se deja a la derecha la caseta con los neumáticos usados del circuito y a 50 metros se toma el camino que se dirige hacia el norte y el punto se situaría en la primera curva a la izquierda (297178, 4551635, Z: 133 m.).

El acceso es fácil para los camiones, sin embargo dado que la zona no es muy ancha, le indico al concejal que tiene que hablar con los dueños de las dos fincas laterales para comentarles que vamos a colocar allí los camiones e, incluso es posible, que en el campo de la derecha se tenga que cortar alguna rama de almendro.

El concejal de obras me confirmará todos estos términos el 31/3/05. Por último, le indico que nos debe adelantar el permiso del ayuntamiento por fax.

La perforación se emboquillará en el terciario teniendo como objetivo el acuífero Jurásico; los niveles aflorantes en superficie son margas claras.

La profundidad prevista estará alrededor de los 200 – 250 metros.



Ubicación prevista (donde está el concejal).



Camino de acceso desde la N-420.

PIEZOMETRO: 09 805 01

MUNICIPIO: 09 05 01

PROVINCIA: TARRAGONA.

El día 23 de Marzo de 2005, se realiza la tercera propuesta de replanteo en la localidad de Mora de Ebro. El objetivo hidrogeológico es el Lias después de atravesar un potente Terciario (más de 150 metros) y en el que existe una formación acuífera que, según Carlos Loaso de la Agencia Catalana del Agua, está comunicada claramente con el del Lias.

La propuesta de esta nueva ubicación surge por parte del ACA y del ayuntamiento de Mora con objeto de incrementar el conocimiento hidrogeológico de esta zona y así obtener datos para un futuro abastecimiento para el municipio.

Para localizar el emplazamiento, me reúno con el Técnico Municipal y visitamos varios puntos para escoger el, teóricamente, óptimo.

ACCESOS.

Se accede a la zona desde la carretera N-420 pk 818 desde Mora hacia Gandesa. En ese punto, se encuentra un camino a la derecha (Camino a la ermita de Santa Magdalena).

Mateu, propone un emplazamiento en un sobreebanco de la carretera dentro de un barranco. El punto es inviable por proximidad a la carretera y sobre todo, por la estrechez del cauce y frondosidad de la vegetación existente.

Se busca entonces un punto en el Polígono 22, parcela 7; se trata de una finca perteneciente a una sociedad que va a construir un circuito de karts; se observan varios puntos dentro de esta zona, se podría realizar en cualquier punto que estuviera fuera de las instalaciones principales a construir. Se accede por el camino anteriormente citado a unos 400 metros de la carretera. Las coordenadas del entorno son: 297245, 4551519 Z: 124 m.

En el ayuntamiento, me pongo en contacto con el concejal de obras del ayuntamiento, miembro de la sociedad que gestiona el circuito de kart; se le comentan los condicionantes que conllevan la perforación y su "explotación" posterior (se le entrega un modelo de permiso y se le comenta la limitación de que no haya ningún pozo a menos de 100 metros); también se le indica que se necesitaría un permiso urgente para poder perforar, como máximo, el jueves 31 de marzo.

Quedo con ellos que el martes 29, me pondré en contacto con ellos después de haber estudiado el emplazamiento con la Dirección de Obra y para que, en caso afirmativo, nos confirmen el permiso para el jueves 31. En caso de no quedar claras algunas de las premisas anteriores, la perforación se realizaría en el segundo emplazamiento propuesto y consensuado con el ACA y visto también por el ayuntamiento y situado en el cauce del barranco del Esperanset.

Una vez terminada la reunión, visito un pozo situado a unos 500 metros hacia el sur del emplazamiento previsto, se trata del 321820036, tiene 211 metros de profundidad y, según datos del inventario de la CHE, está perforado exclusivamente en Terciario.



Pozo perforado en Terciario con la cantera al lado de la N-420, al fondo.



Finca donde se ubicará el kartódromo y donde se podría ubicar el piezómetro



Certificación núm. 19161

Fernando J. Ambros Maseras, Secretario intervisor del Ayuntamiento de Móra d'Ebre, provincia de Tarragona,

CERTIFICICO. Que el Pleno del Ayuntamiento en sesión ordinaria celebrada el jueves día 21 de abril de 2005, aprobó por UNANIMIDAD el siguiente acuerdo, con la salvedad y a reserva del texto definitivo de la acta aprobada, según el art. 206 del RD 2568/1986, de noviembre, por el cual se aprueba el Reglamento de organización, funcionamiento y régimen jurídico de las entidades locales

Visto el escrito presentado por la Confederación Hidrográfica del Ebro, R.E. núm. 1442/2005, por el que solicitan la disponibilidad de una superficie de 1 m2 de terreno para la construcción de un "piezometro", con el objeto de realizar un estudio de valoración del estado cuantitativo de las aguas subterráneas de la cuenca del río Ebro

Considerando que el terreno solicitado se encuentra en un camino municipal situado en el polígono 22 parcela 22 del término municipal de nuestra población,

Considerando que por parte de la CHE ya se han iniciado los trabajos de construcción de los sondeos previstos en la provincia de Tarragona y les es urgente obtener las autorizaciones, por lo que en sesión de la Junta de Gobierno Local de fecha 6 de abril de 2005 se aprobaron los acuerdos necesarios pendientes de ratificación por el Pleno Corporativo.

Considerando los informes que constan en el expediente, además del verbal del secretario-interventor.

El pleno de la Corporación adopta la siguiente

RESOLUCIÓN:

Primero: Ratificar en todos sus aspectos el acuerdo de la Junta de Gobierno Local de fecha 6 de abril de 2005.

Segundo: Solicitar a los organismos competentes las autorizaciones necesarias

Tercero: Comunicar este acuerdo a las partes interesadas.

Y para que así se pueda acreditar, expido esta certificación por orden del Sr. Alcalde y con su Vº Bº

Móra d'Ebre, Lunes 25 de abril de 2005

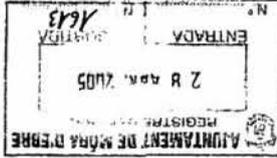
Vº Bº

El Alcalde

Jose Sole Biosca



Confederación Hidrográfica del Ebro
A/a. Sra. Teresa Carceller Layel
Pasado de Sagasta, 24-28
50071 ZARAGOZA



Móra d'Ebre, 27 de abril de 2005



Señora,

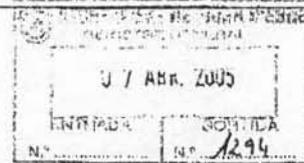
Le remito, adjunta, la resolución del Pleno del Ayuntamiento de fecha 21 de abril de 2005, ratificando el acuerdo de la Junta de Gobierno Local de fecha 6 de abril, en referencia a la construcción de una superficie de 1 m2 de terreno publico para la construcción de un "piezometro" de estudio de las aguas subterráneas de la cuenca del río Ebro.

Sin otro particular le saludo muy atentamente.

El secretario accidental.



Fernando Ambros Maseras

**AJUNTAMENT DE MÓRA D'EBRE**

De conformidad referente a la **SOLICITUD DE DISPONIBILIDAD DE TERRENOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OBSERVACIÓN DE UN PIEZÓMETRO**, se hace constar que por acuerdo de la Junta de Govern Local de fecha 6 de Abril de 2005, se autoriza a la Confederación Hidrográfica del Ebro a:

1. La ocupación, de modo transitorio mientras dure la ejecución de la obra, de una extensión aproximada de 100 m²; necesarios para construir el sondeo 09.805.01 en terreno público de este municipio, correspondiente a un camino público situado al linde de la parcela 4 del polígono 22 y con coordenadas U.T.M. X 297178 Y 4551635.
2. La ocupación durante un periodo de treinta años, prorrogable al término del mismo, de un espacio de un (1) m², en que estará situado el sondeo y la arqueta de protección del mismo, quedando, la presente ocupación, pendiente de ratificación por el pleno del Ayuntamiento.
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 Móra d'Ebre, a 7 de Abril de 2005

EL SEÑOR ALCALDE:



Fdo: D. José Solé Biosca.

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

ANEJO 1

INFORMES DIARIOS DE 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.			
FECHA: 14/04/05	Nº pag.:		
Nº SONDEO: P-09.805.01	POBLACIÓN: Mora de Ebro	PROF.: 155 m	
<u>PERFORACIÓN</u>			
INICIO: 14/04/05	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN		
DIAMETRO: 380 y 220 mm			
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 25 m/hora			

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Se inicia la perforación a primera hora de la mañana. El día anterior, se realizó el acondicionamiento del emplazamiento mediante el arrancamiento de dos almendros de la finca (con el permiso del propietario).

Se perfora el emboquille sobre arcillas terciarias; se perforan 9 metros con diámetro 380 mm.

Hasta los 120 metros se perfora sobre arcillas y conglomerados calcáreos, con gran rapidez y sin detectar acuíferos colgados. En esta profundidad, se corta claramente el nivel,

extrayendo un caudal de unos 5-10 l/sg; este caudal aumenta de forma ostensible a los 125 metros. Se detecta en esta zona una disminución de la velocidad de avance debido a la existencia o de karstificación o de una zona fracturada. Según el sondista, la perforación detecta una roca más competente y homogénea (calizas).

A los 130 metros, se pierde el barrido y el agua de perforación, el avance es muy lento y se empieza a observar como se empieza a caer parte de las paredes del sondeo (seguramente en el entorno de la zona fracturada). Se aporta una gran cantidad de espumante para intentar sujetar las paredes de la perforación pero no funciona.

A la profundidad de 155 metros, la perforación ya no puede avanzar mas debido a la fracturación y, sobre todo, por la cantidad de material caído de la zona superior y por la dificultad de extraer el barrido.

Tras consultar con la Dirección de Obra, se decide parar el sondeo en este punto debido al peligro manifestado por la constructora de no poder extraer el martillo de fondo y la maniobra y a que ya se ha alcanzado claramente el nivel en esta zona y que, parece que se han atravesado las calizas (¿mesozoicas?) desde los 120 metros.

La zona de fractura localizada a los 115-120 metros, puede ser una zona karstificada o el contacto erosivo y discordante del Mioceno con el Jurásico.



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



La serie perforada ha sido la siguiente:

- 0-3 m. Suelo: Grava areno-arcillosa marrón.
 - 3-30 metros. Arcilla rojiza con niveles de yeso sacaroideo gris claro.
 - 30-70 metros. Arcilla rojiza con intercalaciones de conglomerados calcáreos con matriz arcillosa.
 - 70-100 metros. Conglomerados calcáreos con niveles arcillosos rojizos.
 - 100-115 metros. Conglomerado calcáreo con cemento calcáreo.
 - 115-120 m. Conglomerado con matriz arcillosa.
 - 120 – 155 m. Caliza micrítica gris con trazas de pirolusita, caliza recristaliza crema.
- Aparecen muchos restos de las litologías lutíticas procedentes de la zona superior.

Después de sacar la maniobra, se introduce la sonda hidronivel y se comprueba que no puede bajar más a partir de los 53 metros. Se atasca de tal manera, que se recupera con la ayuda de la máquina perforada. Ante esta situación, se decide la columna de entubación para entubar, con ayuda del martillo pequeño, hasta el entorno de los 120 metros e intentar la testificación geofísica del último tramo calcáreo.

Entubación: 0-120 m. Tubería ciega.

- 120 – 125 m. Puente.
- 126-132 m. Ciega.
- 132 – 144 m. Puente.
- 144 – 150 m. Ciega.



Perforación con 220 mm. Véase la gran cantidad de espumante utilizado.

Fdo: Antonio Sánchez Lallana.



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.

FECHA: 15/04/05	Nº pag.:	
Nº SONDEO: P-09.805.01	POBLACIÓN: Mora de Ebro	PROF.: 155 m
PERFORACIÓN		
INICIO: 15/04/05	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN	
DIAMETRO: 380 y 220 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Desde las 15:15 h se realiza la limpieza del sondeo mediante la introducción de la maniobra con el martillo de 145 mm. Se pretende evacuar toda la fracción acumulada en el fondo y seguir perforando unos metros bajo la zona entubada.

Una vez introducida toda la maniobra, se realizan varios intentos de inyección de aire para evacuar el material del fondo sin resultado; se intenta mediante la perforación y con la adición de gran cantidad de espumante para facilitar la evacuación del detritus. Tras todos estos intentos, sólo se consigue expulsar un “hilillo” sin presión que, rápidamente se agota. La explicación de esta pérdida total se debe buscar en la existencia de una gran cavidad entre 115 y 120 metros que absorbe todo el barrido a pesar de estar entubado todo el sondeo hasta arriba (es posible que pase el ripio y el barrido entre la tubería y la perforación realizada). Ante esta situación, se decide no seguir con la perforación debido a la imposibilidad de extracción del detritus.

Las labores de limpieza se terminan a las 17:15 horas (2 horas).

La geofísica se inicia a las 18:30 horas.

El registro de gamma natural, a pesar de la entubación, ha registrado tres zonas con alta radiación coincidiendo con las zonas descritas en la perforación como arcillas y/o conglomerados con matriz arcillosa (entre 0 y 28 m, 40 – 70 y 90-100 metros).

Las zonas de conglomerados calcareos se ven claramente entre 30 – 40 y 70 – 90 metros.

Por debajo de 110 metros, se observa una litología con menor radiación emitida incluso que en los conglomerados calcáreos. En opinión de Pepe Luengo, probablemente esta zona corresponde con calizas.

La desviación del pozo entubado es de algo menos de 3 grados. El nivel se ha detectado a 111,80 metros. La conductividad es alta, 1600 microsiemens y la temperatura del agua de 19 grados sin observar variación en profundidad.

La geofísica termina a las 20:00 horas (duración total 1 hora y media).

Nada más finalizar la geofísica, se empieza a fabricar el dado de hormigón.

Está previsto terminar de desmontar los equipos el sábado por la mañana y dar por finalizado el sondeo.



Introducción de la sonda de gamma y desviación.

Fdo: Antonio Sánchez Lallana.



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.

FECHA: 15/04/05	Nº pag.:	
Nº SONDEO: P-09.801.01	POBLACIÓN: Pobes (Alava)	PROF.: 155 m
PERFORACIÓN		
INICIO: 14/04/05	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN	
DIAMETRO: 380 y 220 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Se inician por la mañana las labores de entubación; los primeros tramos (hasta 30 metros), entran sin problema pero en los siguientes, a pesar de que se introducen sin necesidad del apoyo del martillo de fondo, se observa como ofrecen cierta resistencia y que arrastran material hasta el fondo. Ante la certeza de que no sería posible la testificación geofísica por el acúmulo de detritus en el final de la perforación, se decide entubar hasta el final perforado (155 metros). Después de conseguido este objetivo, se realizará la limpieza del taladro y si se consigue extraer el barrido, se seguirá perforando con el martillo de 145 mm por dentro de la tubería de 180 mm.

A las 12:00, se ha conseguido introducir la columna de entubación prevista hasta los 154 metros. Se corta el sobrante de tubería de 180 mm y se realiza el solape de la tubería de 180 con la de 300 mm para poder continuar con la perforación.

Antes de iniciar la limpieza, se cambia el cabezal de perforación, estropeado durante la perforación de ayer.

Después de comer (15:15), se introduce el varillaje con el martillo de 145 mm para proceder a la limpieza y la perforación bajo la zona entubada.



Inicio de la entubación del sondeo



Preparación del solape tubería 180-300 mm.

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

FECHA: 25/04/05	Nº pag.:
Nº SONDEO: P-09.805.01	POBLACIÓN: Mora de Ebro
PERFORACIÓN	PROF.:
INICIO:	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN
DIAMETRO:	
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:	

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

No se ha realizado todavía el acondicionamiento previsto, acordado (y creo que abonado) que el jefe de obra apalabró con el operario que llevó la cuba y que se comprometió después a acondicionar el entorno del sondeo.



Fdo: Antonio Sánchez Lallana

ANEJO 2

INFORME GEOLÓGICO



CÓDIGO IPA: 3218-2-0116
CÓDIGO MMA: 09-805-05

MUNICIPIO: MORA DE EBRO
PROVINCIA: TARRAGONA

HOJA N° 3218

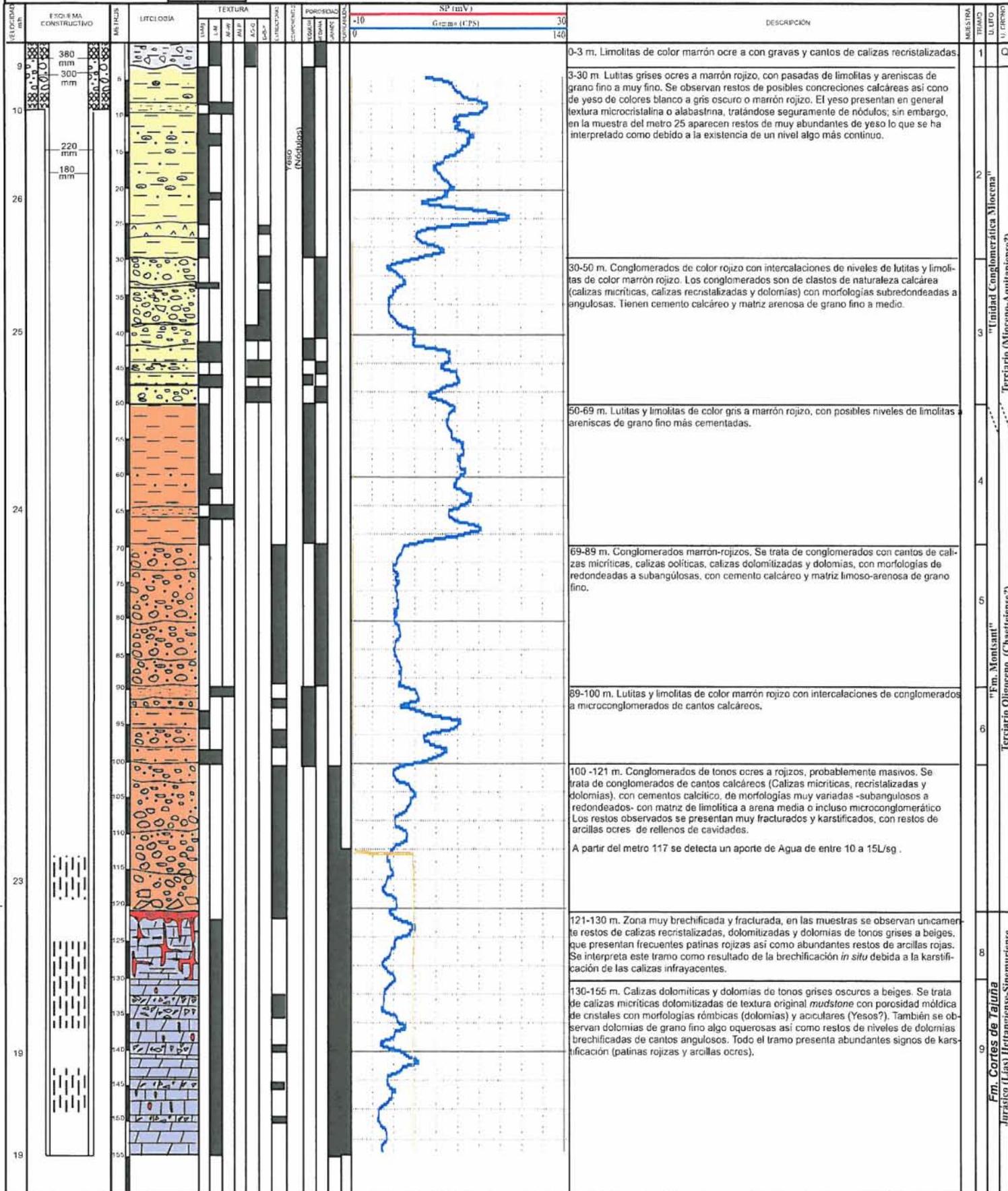
PARAJE: MAS DEL NAPERO

FECHA INICIO: 14/4/05
FECHA FINAL: 15/4/05

COORDENADAS UTM
HUSO 31
297.188
4.551.874
133

PRECISIÓN (X,Y):
PRECISIÓN Z: GPS
GPS

AUTOR FICHA: Javier Ramajo



Terciario (Mioceno-Aquitanense?)

Terciario Oligoceno (Chaetetes?)

Fm. Cortés de Tajuña
Jurásico (Lias) Iretangense-Sinemurliense



MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Mínero de España

INFORME GEOLÓGICO

**PIEZÓMETRO N° 3218-2-0116
(09.805.005)**

MORA DE EBRO (TARRAGONA)

CORREO

zaragoza@igme.es

Fernando El Católico, 59 – 4° 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 Mora de Ebro en 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, de 155 metros de profundidad, se ha realizado mediante la técnica de Rotopercusión con recuperación de “ripios” de la perforación y toma de muestras cada 5 metros. El diámetro del sondeo es de 380 mm en los primeros 9 metros, y de 220 mm el resto de la perforación. La entubación se ha efectuado con tubería de 300 mm de diámetro en los primeros 9 metros, y de 180 mm a partir de este punto hasta el final del sondeo. La entubación presenta la siguiente disposición: De 0-113 m: Tubería ciega. De 113-119 m: Filtro Puente. De 119-125 m: Tubería ciega. De 125-137 m: Filtro Puente. De 137-143 m: Tubería Ciega. De 143-149 m: Filtro Puente. De 149-155 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 la hora de identificar las facies y características de la litología más competentes. Su estudio se ha realizado mediante la observación con lupa de mano y binocular, habiendo 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 cuáles son los tramos y Unidades Litoestratigráficas atravesadas y realizar una posible atribución de edades de las mismas.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo cuyos códigos de identificación IPA y MMA son 3218-2-0116 y 09.805.05, respectivamente, se localiza en el término municipal de Mora de Ebro, a unos 5 Km. al Este de la misma, en las proximidades de la Carretera Nacional N-420 en dirección a Gandesa. Se accede al mismo desde la N-420; en el pk 819,100, se toma un camino a la derecha, se discurre por él unos 700 metros, se deja a la derecha el circuito de karting y a 50 metros se toma el camino que se dirige hacia el norte, situándose el sondeo en la primera curva a la izquierda (Fig.1). El punto de ubicación tiene las siguientes coordenadas:

X: 297.186

Y: 4.551.674

Z: 133 msnm.,

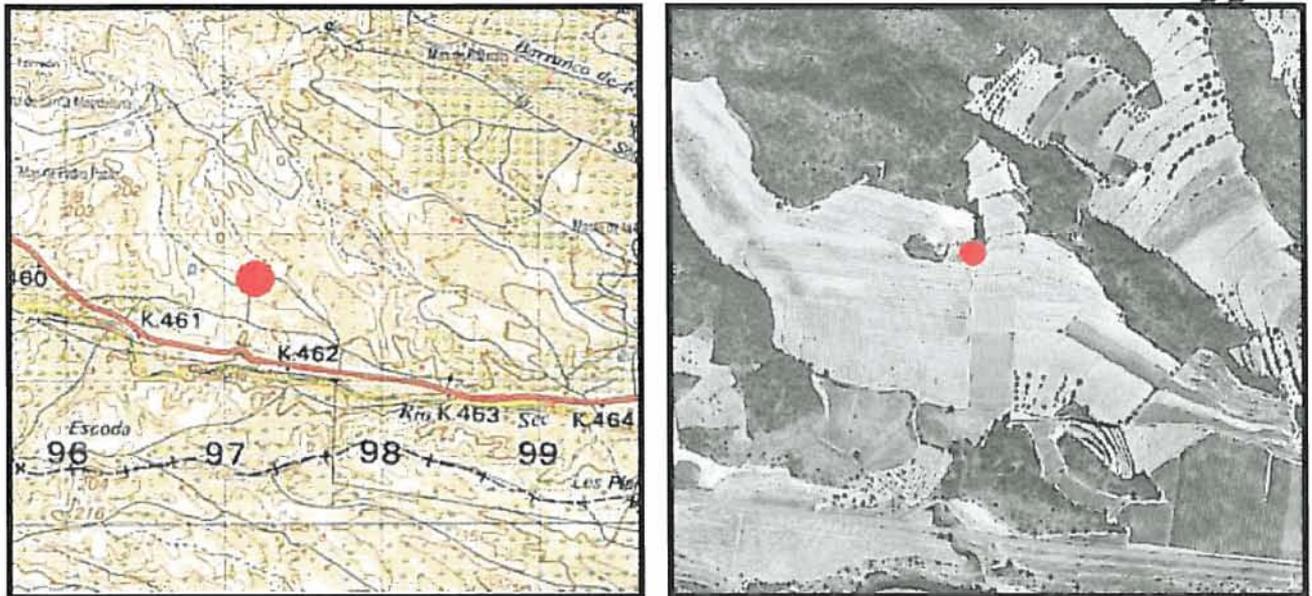


Fig. 1. Situación del sondeo en mapa 1:50.000 y ortofoto (tomadas de la Ficha IPA de la CHE).

SITUACIÓN GEOLÓGICA

EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

El sondeo está emboquillado en materiales miocenos identificados en la Hoja MAGNA nº 471 como unidad $T_{cg_1}^B$, y atraviesa probablemente las unidades $T_{cg_3}^A$ y $T_{m_2}^A$ del Oligoceno para cortar después los materiales del Jurásico Inferior (Lías) de la Fm. Cortes de Tajuña (unidad J_1 de la Cartografía) que se encuentran intensamente karstificados y brechificados. El Terciario se presenta subhorizontal y discordante sobre el Jurásico lo que impide conocer la estructura de este último. Sin embargo al Sur en las cercanías de Miravete, afloran una serie del Tríasico superior y el Jurásico inferior, con una disposición monoclinale de dirección NE-S y buzamientos suaves hacia el Noroeste.

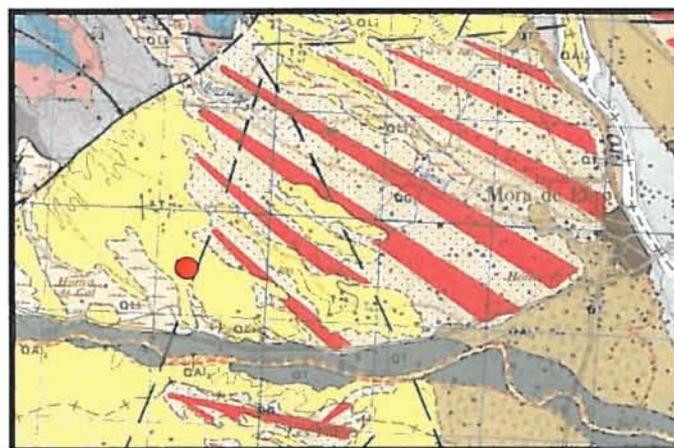




Fig.2. Situación del sondeo en la Hoja MAGNA nº471 (Mora de Ebro).

FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS

El sondeo se encuentra emboquillado sobre los materiales del Cuaternario, que se corresponden con 3 metros de limolitas con cantos.

Desde el metro 3 hasta el 30 se atraviesa una serie de materiales detríticos, lutitas y limolitas con areniscas de grano muy fino a fino con niveles de yeso alabastrino.

Entre el metro 30 al 50 se corta una serie de materiales conglomeráticos de clastos calizos y de color rojizo con intercalaciones de lutitas y limolitas de color marrón rojizo. Este primer tramo de materiales de facies aluviales se ha atribuido a los materiales cartografiados en la Hoja MAGNA (417) como unidad $T_{cg-c_1}^B$, 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 50 hasta al 69 la serie es de lutitas y limolitas de color gris a marrón rojizo, que pueden corresponder con los materiales de naturaleza margosa a lutítica de color salmón que se han diferenciado como unidad $T_{m2-c_3}^A$ en la cartografía geológica.

A continuación, hasta el metro 121 se atraviesa una serie de conglomerados, generalmente masivos, de tonos marrón-rojizos. Se trata de conglomerados con cantos de calizas micríticas, calizas oolíticas, calizas dolomitizadas y dolomías, con morfologías de redondeadas a subangulosas, con cemento calcáreo y matriz limoso-arenosa de grano fino que pueden presentar a veces intercalaciones de limolitas y areniscas, como las observadas entre los metros 89 y 100. Esta unidad se ha asimilado a la identificada en la Hoja MAGNA como $T_{cg2-c_3}^A$, 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. y Jones *et al.*, 2004).

Entre los metros 121 y 130 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.



Desde el metro 130 hasta el final del sondeo se ha cortado una serie de calizas dolomíticas y dolomías en ocasiones con porosidad móldica, a veces oquerosas y en ocasiones brechificadas, que se han interpretado como perteneciente a la formación Cortes de Tajuña (Gómez y Goy, 1979), que presenta en las catalanides una edad de Hettagiense-Sinemuriense, disponiéndose siempre por encima de la Fm. Imón, sin que se hallan observado la existencia de niveles de anhidritas (Gómez *et al.*, 2004).

COLUMNA LITOLÓGICA.

TRAMO 1

0-3 m. Limolitas de color marrón ocre con gravas y cantos de calizas recristalizadas.

TRAMO 2

3-30 m. Lutitas grises ocre a marrón rojizo, con pasadas de limolitas y areniscas de grano fino a muy fino. Se observan restos de posibles concreciones calcáreas así como yeso de colores blanco a gris oscuro o marrón rojizo. El yeso presenta, en general, textura microcristalina o alabastrina, tratándose seguramente de nódulos; sin embargo, en la muestra del metro 25 aparecen restos de muy abundantes de yeso lo que se ha interpretado como debido a la existencia de un nivel algo más continuo.

TRAMO 3

30-50 m. Conglomerados de color rojizo con intercalaciones de niveles de lutitas y limolitas de color marrón rojizo. Los clastos son de naturaleza calcárea (calizas micríticas, calizas recristalizadas y dolomías) con morfologías subredondeadas a angulosas. Tienen cemento calcáreo y matriz arenosa de grano fino a medio.

TRAMO 4

50-69 m. Lutitas y limolitas de color gris a marrón rojizo con posibles niveles de limolitas a areniscas de grano fino más cementado.

TRAMO 5

69-89 m. Conglomerados marrón-rojizos. Se trata de conglomerados con cantos de calizas micríticas, calizas oolíticas, calizas dolomitizadas y dolomías, con morfologías de redondeadas a subangulosas, con cemento calcáreo y matriz limoso-arenosa de grano fino.

TRAMO 6

89-100 m. Lutitas y limolitas de color marrón rojizo con intercalaciones de conglomerados a microconglomerados de cantos calcáreos.

TRAMO 7

100-121 m. Conglomerados de tonos ocre a rojizos, probablemente masivos. Se trata de conglomerados de cantos calcáreos (Calizas micríticas recristalizadas y dolomías) con



cementos calcítico, de morfologías muy variadas -subangulosos a redondeado- con matriz de tamaño limo a arena media o, incluso, microconglomerático. Los restos observados se presentan muy fracturados y karstificados con restos de arcillas ocre de rellenos de cavidades.

A partir del metro 117 se detecta un aporte de agua de entre 10 a 15 L/sg.

TRAMO 8

121-130 m. Zona muy brechificada y fracturada, en las muestras se observan únicamente restos de calizas recristalizadas, dolomitizadas y dolomías de tonos grises a beige, que presentan frecuentes patinas rojizas así como abundantes restos de arcillas rojas. Se interpreta este tramo como resultado de la brechificación in situ debida a la karstificación de las calizas infrayacentes.

TRAMO 9

130-155 m. Calizas dolomíticas y dolomías de tonos grises oscuros a beige. Se trata de calizas micríticas dolomitizadas de textura original mudstone con porosidad móldica de cristales con morfologías rómbicas (dolomías) y aciculares (Yesos?). También se observan dolomías de grano fino algo oquerosas así como restos de niveles de dolomías brechificadas de cantos angulosos. Todo el tramo presenta abundantes signos de karstificación (patinas rojizas y arcillas ocre).

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 Catalanes (Provincia De Tarragona, España). *Cuadernos Geología Ibérica* Vol. 10. 55-115 pp.

GÓMEZ, J. J. Y GOY, A. (1979) - Las Unidades Litoestratigráficas del Jurásico medio y superior, en facies carbonatadas del sector levantino de la Cordillera Ibérica. *Estudios Geológicos*, 35, pp. 596-598.

GÓMEZ, J. J., FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S., GOY, A., (2004) - Primera Fase de post-rifting: Jurásico Inferior y Medio. *Geología de España* (J, A. Vera Ed.). 495-503p.

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.

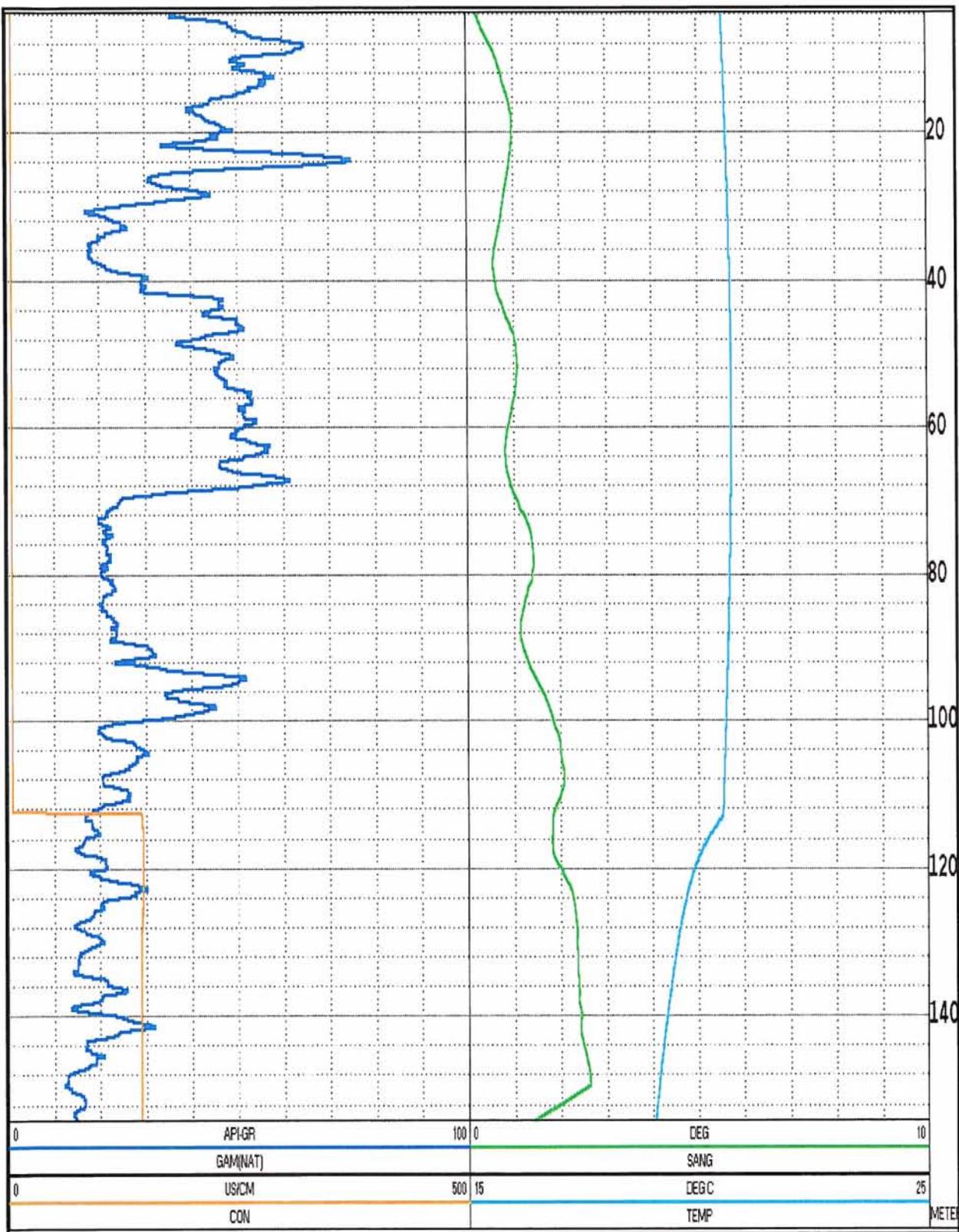
LAWTON T.F. ROCA, E. & GUIMERÀ, J. (1999).- Kinematic-stratigraphic evolution of a growth syncline and its implications for tectonic development of the proximal foreland basin, southeastern Ebro basin, Catalunya, Spain. *GSA Bulletin*; March 1999; v. 111; no. 3; p. 412-431; 16 figures; 1 table..

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) Hoja 1:50.000 N° 471-Mora de Ebro (1984).

PARDO, G., ARENAS, C., GONZÁLEZ, A., LUZÓN, 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.

ANEJO 3 GEOFÍSICA

09-805-01 MORA DE EBRO



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
SECRETARIA GENERAL PARA EL TERRITRIO Y LA BIODIVERSIDAD
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



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

**TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO
"09-805-01 MORA DE EBRO" EN MORA DE
EBRO (TARRAGONA)**

Abril de 2005





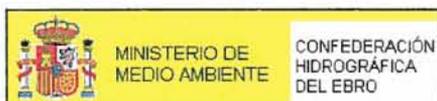
CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ª. 50009 ZARAGOZA
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com



**TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO
"09-805-01 MORA DE EBRO" EN MORA DE EBRO
(TARRAGONA)**



TARRAGONA, ABRIL DE 2005



CENTRAL:
 Nuñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 Tel.: 91 5455589
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA
 Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

ÍNDICE

	Páginas.
1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
2. METODOLOGÍA	3
2.1. VENTAJAS DE LA TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA	3
2.2. TIPOS DE PARÁMETROS	4
2.3. PRESENTACIÓN GENERAL DE LAS TESTIFICACIONES	5
2.4. EQUIPO DE TOMA DE DATOS	6
3. TRABAJO REALIZADO	9
3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS MEDIDOS	10
3.2. PROCESADO DE DATOS	17
3.3. REGISTROS GEOFÍSICOS	18
4. RESULTADOS OBTENIDOS	20



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA

Pág. - 1

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El día 15 de abril de 2005 se procedió, por parte de la Compañía General de Sondeos, a la testificación geofísica del sondeo "09-805-01 MORA DE EBRO", ubicado en el término municipal Mora de Ebro, en la provincia de Tarragona, tal y como se muestra en el mapa de situación geográfica de la figura.-1.

El objetivo fundamental de la testificación geofísica es diferenciar los tramos porosos y permeables, para determinar los materiales susceptibles de aportar agua a la perforación, con el fin de, posteriormente, proceder a la colocación de filtros en los tramos más adecuados.

También constituye un importante objetivo la determinación de las características constructivas, como son la verticalidad y desviación del sondeo, para proceder de la forma más correcta a la entubación del mismo.

Dado que hubo problemas de desprendimientos en la construcción de este sondeo, hubo que entubarle antes de efectuar la testificación por lo que, al no medir los parámetros eléctricos, el objetivo fue el de definir un posible contacto entre unos conglomerados y unas calizas con el gamma natural.

Mediante la testificación geofísica hemos realizado la medición de ciertos parámetros físicos, que nos han permitido evaluar las zonas más porosas y permeables capaces aportar agua a la perforación y el cálculo de la inclinación y desviación a lo largo de todo el sondeo.



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ª. 50009 ZARAGOZA

Pág. -2

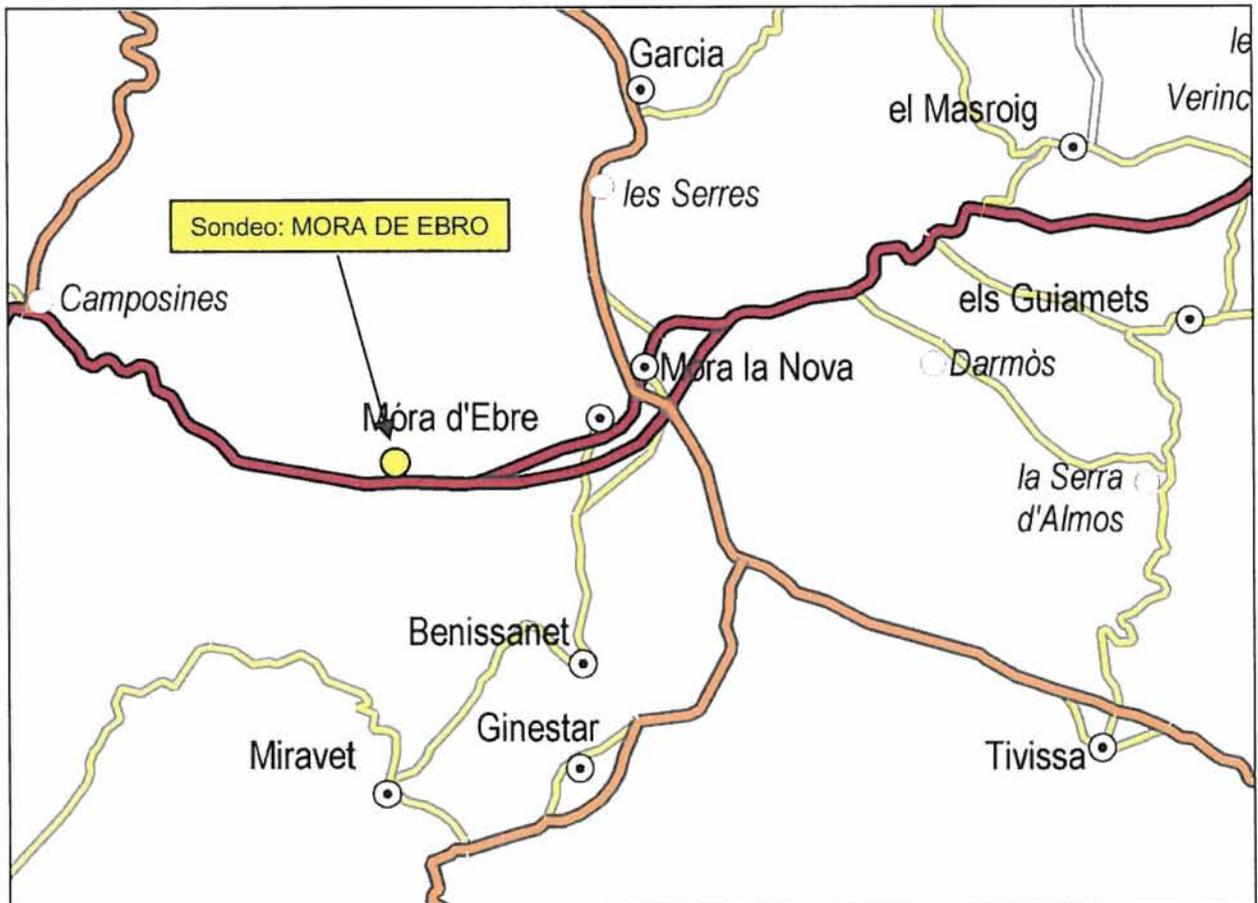


Figura.-1 Situación geográfica de la zona de estudio



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ª. 50009 ZARAGOZA

Pág. -3

2. METODOLOGÍA

La obtención y estudio de los fragmentos del terreno extraídos de un sondeo durante la perforación se llama testificación mecánica.

La testificación geofísica estudia el material que se encuentra en torno al sondeo a través de técnicas geofísicas. Es decir, mide y registra ciertas propiedades físicas del terreno perforado, con equipos cuya filosofía es similar a los empleados en geofísica de superficie.

2.1. VENTAJAS DE LA TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

La geofísica de sondeos o testificación geofísica, presenta varias ventajas respecto a la geofísica de superficie.

- Su operación es más sencilla. Todos los componentes del sistema de medida y registro se localizan en la superficie, próximos al sondeo, y en el interior del mismo, por lo que el espacio necesario para trabajar es fijo y reducido.
- El equipo empleado para la toma de datos en el interior del sondeo va sujeto a un cable que se maniobra fácilmente desde la superficie mediante un motor.
- La señal registrada proviene de una zona localizada frente al equipo en el interior del sondeo.
- El registro obtenido es continuo a lo largo de la zona barrida por el equipo dentro del sondeo.

Respecto a la testificación mecánica, la testificación geofísica tiene las siguientes ventajas:



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA

Pág. -4

- Se requiere menos tiempo en alcanzar la información puesto que se puede perforar sin necesidad de obtener testigo, y, por otra parte, el análisis de los datos es más rápido.
- Se obtiene información a todo lo largo del sondeo. En determinados terrenos, por ejemplo, en los terrenos blandos, es muy difícil obtener testigo mecánico, mientras que las medidas geofísicas siempre pueden obtenerse al hacerse en las paredes del sondeo, que son más fáciles de conservar.
- La testificación geofísica proporciona datos del terreno in situ, tal como se encuentra durante la toma de medidas. El testigo puede alterar sus características durante el periodo de tiempo que transcurre desde que se obtiene hasta que se analiza.
- La realización de la testificación geofísica es más económica que la testificación mecánica. Además, el almacenaje, el acceso y el manejo de datos son más sencillos y económicos.
- La testificación geofísica es un documento objetivo, que revaloriza en cualquier momento la costosa obra de perforación.

2.2. TIPOS DE PARÁMETROS

Las propiedades físicas de las rocas que pueden medirse en un sondeo son las mismas que las utilizadas en la geofísica de superficie: potencial espontáneo, resistividad eléctrica, radiactividad natural, velocidad de las ondas sísmicas mecánicas, densidad susceptibilidad magnética, etc.

La forma de hacer las medidas se brinda, sin embargo, a una mayor gama de posibilidades, al estar los sensores mucho más próximos a las formaciones geológicas y al desplazarse de forma continua a lo largo del sondeo.



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA

Pág. -5

Una misma propiedad física de las rocas, puede medirse con distintos tipos de dispositivo, dando lugar a lo que se denominan parámetros de testificación. Cada parámetro informa de un aspecto distinto de las propiedades de las rocas atravesadas.

Una característica esencial de la testificación geofísica, es que sistemáticamente se miden varios parámetros en un mismo sondeo, lo que posibilita aún más la obtención de información fiable.

Los tipos de parámetros que se obtienen se clasifican en los siguientes grupos:

- *Eléctricos.* Potencial Espontáneo, Resistencia, Resistividad Normal, Resistividad Lateral, Resistividad Focalizada, Inducción, Resistividad del Fluido y Buzometría.
- *Radiactivos.* Gamma Natural, Gamma gamma, Neutrón y Espectrometría.
- *Sísmicos.* Sónicos y Tren de ondas.
- *Mecánicos.* Flujometría y Calibre.
- *Especiales.* Inclinación y Desviación del sondeo, Temperatura, gravedad, Magnetismo, Radar, Microescaner, Televiewer y Vídeo.

2.3. PRESENTACIÓN GENERAL DE LAS TESTIFICACIONES

El equipo en el interior del sondeo se desplaza a una velocidad determinada, midiendo habitualmente de forma continua, si bien algunos parámetros se miden de forma discreta. Esta medida se transmite para ser registrada en la superficie y se representa en un gráfico denominado DIAGRAFÍA o LOG. Con el mismo equipo y a la misma vez se obtienen varias diagrafías.

En el eje horizontal se presenta en escala lineal o logarítmica el valor de la medida realizada, y en el eje vertical y en sentido descendente se expresa la profundidad. En la presentación de las diagrafías es habitual dibujar unas líneas de referencia a intervalos regulares para facilitar las lecturas.



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ª. 50009 ZARAGOZA

Pág.-6

Los datos se representan gráficamente a medida que se van obteniendo y, además, se procede a su digitalización y almacenamiento en soporte magnético para su posterior procesado.

De cada sondeo testificado se conserva una serie de datos donde se incluye información general del sondeo, de la perforación y la testificación.

2.4. EQUIPO DE TOMA DE DATOS

Un equipo de testificación geofísica se compone de los siguientes elementos:

- *Sonda*: Es la parte que se introduce en el sondeo y convierte el parámetro registrado en señal eléctrica. Según el tipo de sonda se obtiene un tipo de diagráfia.

En general, se puede decir que en el interior de cada sonda existe:

- Un sistema generador de un campo físico, (eléctrico, radiactivo, electromagnético, onda mecánica, etc...).
- Un sistema detector de la respuesta que el terreno produce a la acción del campo original, y de la que se deducirá el tipo de terreno del que se trata.
- Un convertidor de la señal, (nuestro equipo digitaliza la señal directamente de la sonda).
- La fuente de alimentación necesaria para el funcionamiento de los componentes electrónicos de la sonda.
- *Cable*: Tiene varias funciones: Soportar la sonda, llevar energía a la misma y enviar la señal de la sonda a la superficie.



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-7

- *Sistema de control de la profundidad:* Mide la longitud del cable introducido en el sondeo, para conocer la profundidad a la que se encuentra la sonda y se realiza la medida.
- *Cabrestante y motor:* En el cabrestante se encuentra arrollado el cable y se mueve a una velocidad controlada por el operador. Desde el final del cable, en el cabrestante, se toman las señales transmitidas desde la sonda.
- *Equipo de superficie:* Incluye, entre otros, todos los elementos de comunicación con la sonda, controlando su desplazamiento y operación, registro y grabación de la señal.

El conjunto de todo el equipo forma parte de una unidad que, en nuestro caso, va incorporada en un vehículo de la marca Ford, modelo Custom-250.

El equipo de testificación geofísica utilizado, en el presente trabajo, ha sido el equipo CENTURY COMPU-LOG-III, del cual adjuntamos, en la figura.-2, una ficha técnica del mismo.



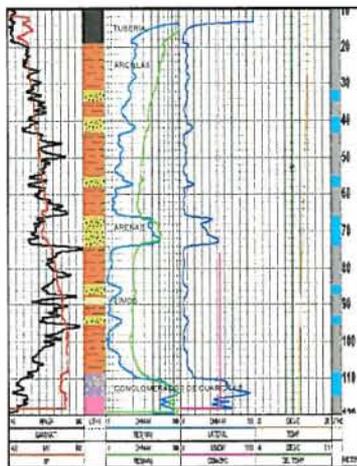
CENTRAL:
 Nuñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 Tel.: 91 5455589
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-8

EQUIPO CENTURY COMPU-LOG-III



DIAGRAFÍA PROCESADA

UTILIDADES

El equipo **CENTURY COMPU-LOG-III** es un equipo digital de última generación de **testificación geofísica** que dispone de las sondas necesarias para registrar los siguientes parámetros :

- Potencial espontáneo
- Resistencia monoelectrónica
- Resistividad normal (16" y 64")
- Resistividad lateral
- Conductividad
- Gamma natural
- Densidad
- Porosidad
- Sónico
- Flujometría
- Calibre
- Inclinación
- Desviación
- Temperatura

ALGUNAS APLICACIONES

- Definición de litologías
- Identificación de acuíferos
- Fracturación
- Calidad del agua
- Porosidad de las rocas
- Grado de compactación
- Desviación e inclinación

COMPONENTES

- Ordenador Pentium II
- Impresora
- cabrestante de 1500 m.
- Hidráulico
- Alternador
- sondas
- Fuente de alimentación
- Programa de adquisición de datos PCL
- Programa de procesado de datos ACL

Todo montado sobre un vehículo todo terreno marca Ford Custom



Figura.-2 Equipo de Testificación Geofísica CENTURY COMPU-LOG



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-9

3. TRABAJO REALIZADO

El sondeo "MORA DE EBRO" se testificó desde la superficie hasta los 154 metros de profundidad, tomando como cota cero el ras de suelo.

DATOS DEL SONDEO

PROFUNDIDAD DEL SONDEO:	154 mts.	
PROFUNDIDAD TESTIFICADA:	154 mts.	
ENTUBADO:	De 0 a 154 mts.	
DIÁMETRO DE ENTUBACIÓN:	180 mm.	
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN:	220 mm.	
NIVEL FREÁTICO (durante la testificación):	112.5 m.	
CONDUCTIVIDAD MEDIA NORMALIZADA A 25° C:	1650 μ s/cm	
TESTIFICADO CON LA SONDA:	9040 y 9055	
COORDENADAS DEL SONDEO:	X	0297173
	Y	4551633
	Z	162

Se han utilizado las sondas 9040 (hidrogeológica) y 9055 (desviación) que registran los siguientes parámetros:

Sonda 9040 (hidrogeológica)

Al estar el sondeo entubado con tubería metálica alguno de los parámetros no han sido registrados.

- GAMMA NATURAL
- POTENCIAL ESPONTÁNEO (no registrado)
- RESISTIVIDAD NORMAL CORTA (no registrado)
- RESISTIVIDAD NORMAL LARGA (no registrado)
- RESISTIVIDAD LATERAL (no registrado)
- RESISTIVIDAD DEL FLUIDO



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-10

- TEMPERATURA
- DELTA DE TEMPERATURA

Sonda 9055 (desviación)

- PROFUNDIDAD
- DISTANCIA (no registrado)
- DESVIACIÓN NORTE (no registrado)
- DESVIACIÓN ESTE (no registrado)
- INCLINACIÓN
- ACIMUT (no registrado)

3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS MEDIDOS

Gamma Natural: Mide la radiactividad natural de las formaciones geológicas.

Los Rayos Gamma son ondas de energía electromagnética, emitida espontáneamente por los elementos radiactivos, como parte del proceso de conversión de masa en energía, o desintegración nuclear.

Cada isótopo radiactivo tiene unos niveles de emisión característicos. La energía emitida por una formación geológica es proporcional a la concentración en peso de material radiactivo que contiene. Es absorbida por la propia formación, en mayor grado cuanto mayor sea su densidad, por lo que la emisión recibida en la sonda es la que proviene de una distancia media no superior a los 0.3 metros.

En las rocas sedimentarias, los isótopos radiactivos se localizan fundamentalmente en las arcillas, mientras que las arenas limpias no tendrán emisiones de Rayos Gamma.



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-11

Los niveles de calizas y dolomías tampoco son radiactivos, mientras que las rocas ígneas, sobre todo el granito y las riolitas, tienen importantes concentraciones de isótopos de ^{40}K .

La sonda contiene un detector de centelleo que detecta las radiaciones que llegan a la sonda en la unidad de tiempo.

Las unidades empleadas son cuentas o eventos radiactivos detectados en la unidad de tiempo (c.p.s.). Puesto que no todos los detectores son iguales, se ha definido la unidad normalizada llamada "API", como una fracción de la lectura, expresada en unidades c.p.s., realizada por la sonda en una formación tipo, dispuesta en un sondeo patrón artificial en USA.

Potencial Espontáneo: Mide la diferencia de potencial entre un electrodo fijo en la superficie (A) y otro que se mueve a lo largo del sondeo (B).

Las diferencias de potencial medidas se deben a disequilibrios iónicos que tienen lugar normalmente entre las superficies de separación de líquido-sólido o sólido de diferente permeabilidad, dando lugar a corrientes eléctricas de origen natural. Los disequilibrios iónicos pueden tener varios orígenes: de difusión, absorción, potenciales redox, y electrofiltración principalmente.

Para efectuar la medición la sonda consta de un electrodo que se introduce en el sondeo en contacto con las paredes. Otro de referencia permanece en la superficie en un medio húmedo. Los dos electrodos son idénticos y químicamente inertes y estables. Un microvoltímetro de alta impedancia mide y registra la diferencia de potencial entre ambos.

El valor medio de Potencial Espontáneo es directamente proporcional a la intensidad de la corriente que circula por el lodo. A lo largo de la misma capa, la intensidad permanece constante, por lo que los valores de Potencial Espontáneo son iguales y el registro es una línea recta. En la zona de contacto entre formaciones permeables e impermeables, la variación de la intensidad de la corriente es máxima y esto da lugar a una curvatura en el registro o una desviación de la señal.

La unidad de medida de la sonda es el milivoltio.



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-12

Resistividad: Mide la resistividad eléctrica de las formaciones.

La resistividad de una formación expresa el grado de oposición al paso de la corriente eléctrica por un volumen definido de formación. Se simboliza por R y se expresa en $\text{ohm} \times \text{m}$.

La sonda mide la resistividad eléctrica a través de la determinación de diferencias de potencial entre electrodos situados en la sonda. El volumen que afecta a la medida se puede controlar al variar el número y la disposición de electrodos en la sonda. En consecuencia, aunque el parámetro medido sea la resistividad, esta puede ser la del lodo, la de la formación en una zona no afectada por la perforación, o la de la formación en las proximidades del sondeo donde hay invasiones del lodo de perforación en el terreno.

Nosotros hemos medido con tres dispositivos diferentes:

- Un microdispositivo para medir la resistividad del fluido.
- Un dispositivo de 64" para medir la resistividad de la formación que no ha sido invadida por el lodo.
- Un dispositivo de 16" para medir la resistividad de la formación que ha sido invadida por el lodo.

Resistividad del fluido: Mide la resistividad del fluido que rellena el sondeo.

La medida se realiza con una sonda que dispone de un resistímetro/conductímetro adaptado para medir en el lodo. La unidad de medida es $\text{ohm} \times \text{m}$. En general este tipo de registro se obtiene durante el recorrido de descenso de la sonda, para no perturbar las condiciones estabilizadas del lodo.

Permite determinar el contenido de sales disueltas en el fluido que rellena el sondeo por lo que tiene aplicación (si las circunstancias en las que se efectúa la medida son adecuadas), para conocer la calidad del agua de los acuíferos atravesados por el sondeo en un momento dado, así como su evolución en el tiempo.



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-13

En combinación con otros registros permite detectar zonas de fracturas.

Temperatura: Mide la temperatura del fluido que rellena el sondeo.

Se sabe que la temperatura de las formaciones aumenta con la profundidad, llamándose *gradiente térmico* al aumento de temperatura por unidad de profundidad.

El gradiente geotérmico es variable según la situación geográfica y según la conductividad térmica de las formaciones: los gradientes son débiles en las formaciones que tienen una alta conductividad térmica, y elevados en caso contrario.

La variación de temperatura puede ser también debida al aporte de acuíferos.

El registro se debe hacer durante el descenso, a fin de no romper el equilibrio térmico por una mezcla del lodo ocasionada por el paso de la sonda y del cable.

Profundidad: Mide la profundidad real en vertical del sondeo.

Distancia: Mide la distancia en horizontal de cada profundidad del sondeo con respecto de la vertical.

Desviación norte: Mide la distancia en horizontal de cada profundidad del sondeo con respecto a la vertical hacia el norte.

Desviación este: Mide la distancia en horizontal de cada profundidad del sondeo con respecto a la vertical hacia el este.

Inclinación y Acimut: La sonda de verticalidad proporciona un registro continuo de la verticalidad y desviación del sondeo y del acimut de la desviación. Tras un posterior procesado de estos datos se obtiene la profundidad real y posición de cada punto del sondeo con respecto a un punto de referencia, normalmente la boca del sondeo o el pie de la tubería.

La medida de desviación del sondeo se obtiene mediante la utilización de cinco transductores, alineados según los tres ejes de la sonda de



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA

Pág. -14

testificación: a) Dos inclinómetros definen los dos ejes menores de la sonda, "x" e "y", midiendo la desviación del sondeo con respecto a la vertical y la dirección de la desviación con respecto al punto de referencia. b) Tres magnetómetros tipo fluxgate, instalados según los tres ejes de la sonda "x", "y" y "z", permiten conocer la orientación rotacional de la sonda, y junto con las medidas de desviación proporcionan el valor del acimut del punto de referencia con respecto al Norte Magnético.

Las salidas de los cinco transductores son enviadas a la unidad de registro, donde son convertidas en lecturas de desviación y acimut en función de la profundidad. Posteriormente, las salidas son tratadas de forma que se obtiene la profundidad real y posición real del sondeo referido a un punto de referencia.

A continuación, en las figuras 3 y 4, presentamos dos fichas técnica con las características (peso, dimensiones, rango de lectura, dispositivo, presión, temperatura, velocidad del registro etc..) de las sondas 9040 (hidrogeológica) y 9055 (desviación)

Sonda 9040 (hidrogeológica)

Información general

La sonda 9040 es una sonda multiparmétrica que es capaz de medir 8 parámetros a la vez. Estos parámetros son: Gamma Natural, Potencial Espontáneo, Resistividad Normal Corta (16"), Resistividad Normal Larga (64"), Resistividad Lateral, Resistividad del Fluido, Temperatura y Delta de Temperatura.

Ubicación de los sensores

1. Gamma Natural.
2. Resistividad (64").
3. Resistividad (16").
4. Resistividad fluido.
5. Resistividad Lateral.
6. Potencial Espont.
8. Temperatura y Delta de Temperatura.

Rango de respuesta de los sensores

- Gamma Natural: de 0 a 10.000 unidades API.
- Resistividades (64", 16" y Lateral.): de 0 a 3000 ohmios por metro.
- Potencial Espontáneo: de -100 a +400 mv.
- Temperatura: de 0° C a 56° C.
- Resistividad del fluido: de 0 a 100 ohmios por metro.

Especificaciones

- Longitud: 2.13 mts.
- Diámetro: 64mm.
- Presión: 232 Kg/cm²
- Temperatura: 50° C.
- Peso: 15 Kg.
- Voltaje requerido: 50 V (DC).
- Velocidad de registro: 9 m/minuto.

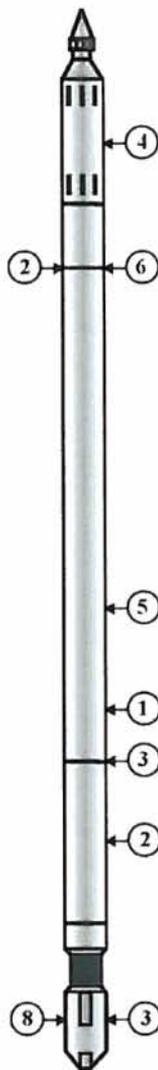


Figura.-3 Sonda 9040 (hidrogeológica)



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ª. 50009 ZARAGOZA

Pág.-16

Sonda 9055 (desviación)

Información general

La sonda 9055 es una sonda multiparamétrica que mide 6 parámetros a la vez. Estos parámetros son: Gamma Natural, Potencial Espontáneo, Resistencia Monoeléctrica, Neutrón, Inclinación y Desviación.

Para la medida de Neutrón (con la que se calcula la porosidad), es necesario incorporar a la sonda una fuente radiactiva de $Am^{241}Be$, que tiene una intensidad de 1Cu.

Ubicación de los sensores

- | | |
|-------------------------|---------------------|
| 1. Inclinación | 2. Gamma Natural |
| 3. Neutrón | 4. Desviación |
| 5. Potencial Espontáneo | 6. Resistencia Mon. |
| 7. Fuente Radiactiva | |

Rango de respuesta de los sensores

- Inclinación: de 0 a 45 grados.
- Gamma Natural: de 0 a 10.000 unidades API.
- Neutrón: de 0 a 10.000 unidades API.
- Desviación: de 0 a 360 grados.
- Potencial Espontáneo: de -400 a 400 mv.
- Resistencia Monoeléctrica: de 0 a 3000 ohms
- Porosidad: de -10 a 100%.

Especificaciones

- Longitud: 2.90 mts.
- Diámetro: 46 mm.
- Presión: 232 Kg/cm²
- Temperatura: 85° C.
- Peso: 32 Kg.
- Velocidad de registro: 9 m/minuto.

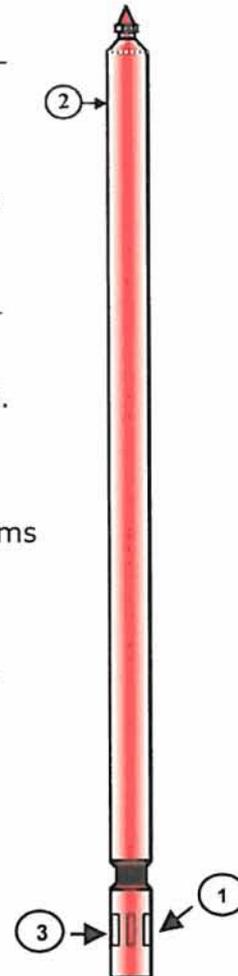


Figura.-4 Sonda 9055 (desviación)



CENTRAL:
 Nuñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 Tel.: 91 5455589
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA

3.2. PROCESADO DE DATOS

Los datos obtenidos en la testificación geofísica con las sondas 9040 y 9055 han sido procesados mediante el programa DISPLAY de la casa CENTURY GEOPHYSICAL CORPORATION.

Este programa permite efectuar cualquier cálculo con las diagrfías registradas, así como la presentación y distribución de litologías, según se muestra en la ventana del programa DISPLAY de la figura.-5.

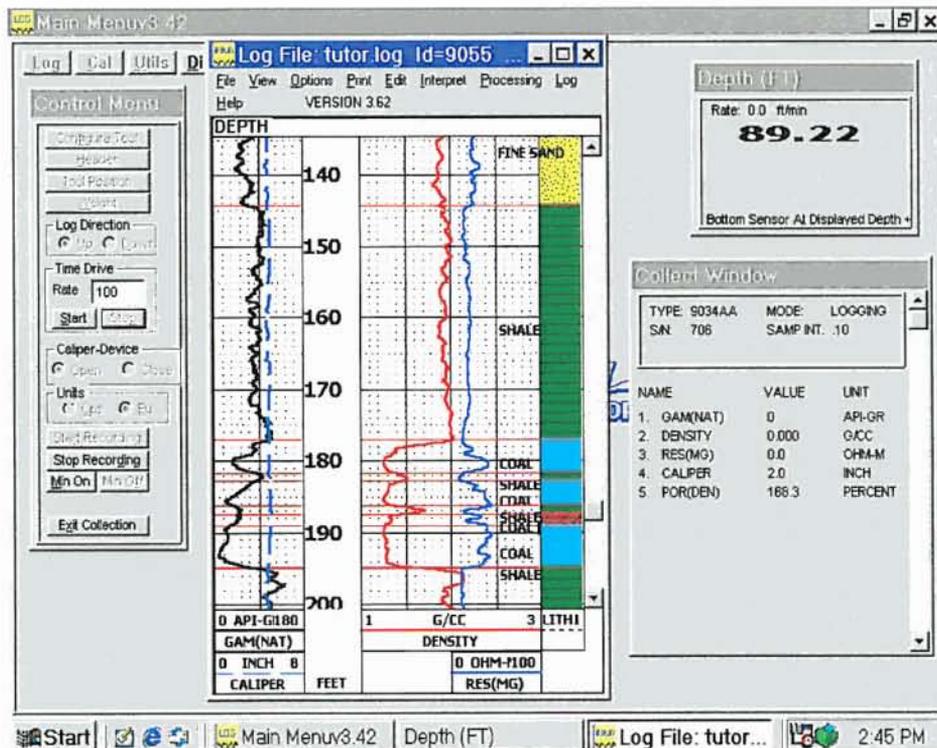


Figura.-5 Ventana de trabajo del programa DISPLAY de CENTURY



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA

Pág. -18

De la Resistividad del fluido hemos calculado la conductividad del agua del sondeo, pero a la temperatura que tiene el sondeo en el momento de efectuar el registro. Para normalizarla a 25° C utilizamos la expresión:

$$LG(\text{CON}-25^{\circ} \text{C}) = LG(\text{CON}) \times (46.5 / (LG(\text{TEM}) + 21.5))$$

Donde:

$LG(\text{CON}-25^{\circ} \text{C})$ = Registro de Conductividad Normalizada a 25° C.

$LG(\text{CON})$ = Registro de Conductividad efectuado en el sondeo.

$LG(\text{TEM})$ = Registro de Temperatura efectuado en el sondeo.

3.3. REGISTROS GEOFÍSICOS

En la figura.-6, se ha representado el Log con la totalidad de los parámetros registrados de las dos sondas, con el fin de tener una visión global del mismo.

En la pista número uno se encuentran los registros de Gamma Natural y Conductividad normalizada a 25° C, con escalas comprendidas entre 0 y 150 unidades API para el Gamma Natural y, de 0 a 3000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ para la Conductividad. En la pista número dos figura la profundidad. En la pista número tres, están representados, en naranja, la parte del sondeo que no contiene agua y, en negro, la parte con agua. Por último, en la pista número cuatro, están los parámetros de Temperatura (escala de 18° a 23° C), Delta de Temperatura (escala de -0.1° a 0.1° C) y la Inclinación, cuya escala va de 0° a 10°.



CENTRAL:
 Nuñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 Tel.: 91 5455589
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ª. 50009 ZARAGOZA

Pág.-19

SONDEO: 09-805-01 MORA DE EBRO

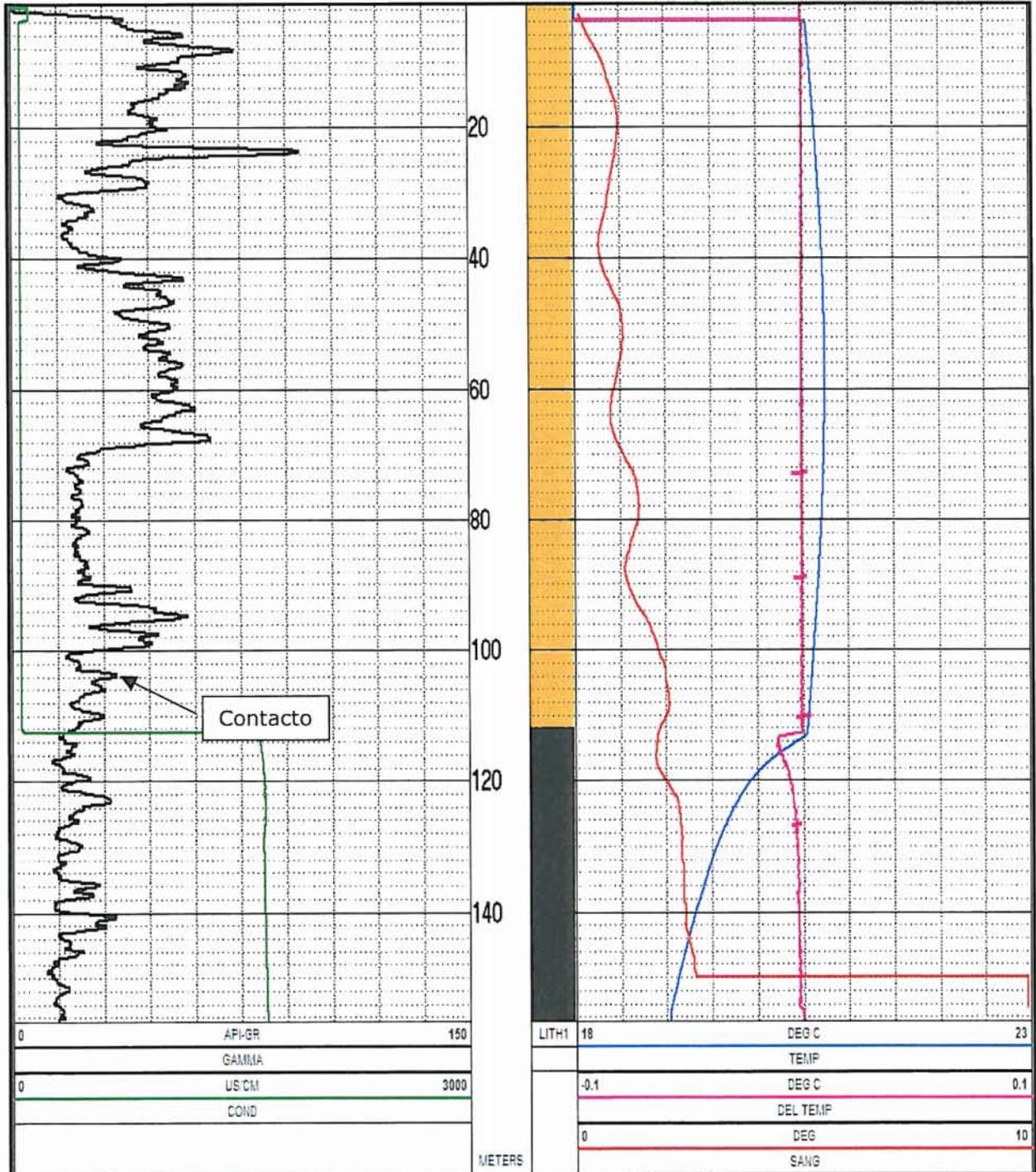


Figura.-6 Diagrafía hidrogeológica

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



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-20

4. RESULTADOS OBTENIDOS

De la respuesta obtenida con la sonda 9040 (hidrogeológica) que, en este caso ha registrado los parámetros de Gamma Natural, Conductividad, Temperatura y Delta de Temperatura. Al realizarse la testificación con el sondeo entubado no se ha podido obtener datos de Resistividad Normal corta y larga, Resistividad Lateral, Potencial Espontáneo, aún así podemos sacar las siguientes conclusiones:

1. El contacto que se pretendía definir entre conglomerados y calizas se encuentra a los 100 metros.
2. El nivel freático, en el momento de efectuar la testificación se encontraba a los 112,5 metros.
3. La conductividad del agua del sondeo es de 1.650 $\mu\text{s}/\text{cm}$.
4. La temperatura no muestra nada anormal.

De la respuesta obtenida con la sonda 9055 (desviación), en este caso únicamente se ha medido la inclinación del sondeo, se ha obtenido el siguiente resultado:

- La máxima inclinación del sondeo es de 2,6° a los 150 metros de profundidad.



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-21

Fdo: José Luengo
Geofísico
Dto. Geofísica CGS

Rvsdo: Sergio Yeste
Jefe de Obra
Hidrogeología

VºBº: Javier Almoguera
Jefe departamento
Hidrogeología

Tarragona, abril de 2005

ANEJO 4

ENSAYO DE BOMBEO

ENSAYO DE BOMBEO

Localidad **MORA DE EBRO**
 N° Registro IPA 321820116
 Profundidad Sondeo 155 m
 Coordenadas UTM Pozo Piezómetro
 X 297186
 Y 4551674
 Z 220 m

Fecha Ensayo 29 y 30 de junio de 2005
 Nivel estático inicial 113,96
 Profund. Aspiración 124,20 m
 Bomba CAPRARI 6" E6S 54/20 50 C
 Grupo DEUSCH 100KVA 150 CV
 Alternador MERCATE

Piezómetro (n° IPA)

Profundidad m
 Distancia 4561366 m
 Dirección (norte) 184 °E

Régimen de bombeo

Escalón	Caudal (l/s)	Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Total	Parcial
1	14,25	1440	1440	0,22	0,22

Síntesis litológica

0-3 m Suelo. Grava areno-arcillosa marrón. Cuaternario indiferenciado.
 3-30 m Arcilla rojiza con niveles e yeso sacaroideo gris claro. Terciario indiferenciado.
 30-70 m Arcilla rojiza con intercalaciones de conglomerados calcáreos con matriz arcillosa.
 70-100 m Conglomerados calcáreos con niveles arcillosos rojizos. Terciario indiferenciado.
 100-115 m Conglomerado calcáreo con cemento calcáreo. Terciario indiferenciado.
 115-120 m Conglomerado con matriz arcillosa. Terciario indiferenciado.
 120-155 m Caliza micrítica gris con trazas de pirolusita, caliza recristalizada crema. Mesozoico indiferenciado

Perforación Entubación Rejilla

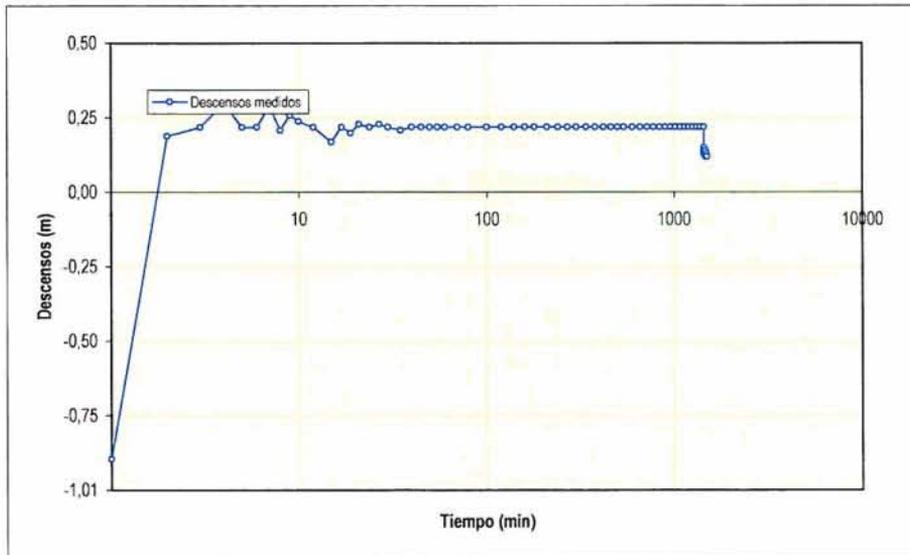
Perforación	Entubación	Rejilla
0-9 m f 380 mm	0-9 m f 300 mm	113-119 m 4 mm
9-155 m f 220 mm	0-155 m f 180 mm	125-137 m 4 mm
		143-149 m 4 mm

Hora	Tiempo (min)	Pozo bombeo		Piezómetro		Q (l/s)	Observaciones
		Profund. (m)	Descenso (m)	Profund. (m)	Descenso (m)		

#####	0	113,96					
7:36	1	113,06	-0,90			14,25	Agua muy sucia (marrón).
7:37	2	114,15	0,19			14,25	
7:38	3	114,18	0,22			14,25	Agua turbia (tonalidad marrón)
7:39	4	114,26	0,30			14,25	
7:40	5	114,18	0,22			14,25	
7:41	6	114,18	0,22			14,25	
7:42	7	114,25	0,29			14,25	
7:43	8	114,17	0,21			14,25	
7:44	9	114,22	0,26			14,25	
7:45	10	114,20	0,24			14,25	
7:47	12	114,18	0,22			14,25	
7:50	15	114,13	0,17			14,25	Agua casi clara.
7:52	17	114,18	0,22			14,25	
7:54	19	114,16	0,20			14,25	
7:56	21	114,19	0,23			14,25	
7:59	24	114,18	0,22			14,25	
8:02	27	114,19	0,23			14,25	
8:05	30	114,18	0,22			14,25	Agua clara.
8:10	35	114,17	0,21			14,25	
8:15	40	114,18	0,22			14,25	
8:20	45	114,18	0,22			14,25	
8:25	50	114,18	0,22			14,25	
8:30	55	114,18	0,22			14,25	
8:35	60	114,18	0,22			14,25	
8:45	70	114,18	0,22			14,25	
8:55	80	114,18	0,22			14,25	
9:15	100	114,18	0,22			14,25	
9:35	120	114,18	0,22			14,25	
9:55	140	114,18	0,22			14,25	
10:15	160	114,18	0,22			14,25	
10:35	180	114,18	0,22			14,25	Cond: 1967µS pH: 7.26 T° 17,6° C
11:05	210	114,18	0,22			14,25	
11:35	240	114,18	0,22			14,25	
12:05	270	114,18	0,22			14,25	
12:35	300	114,18	0,22			14,25	
13:15	340	114,18	0,22			14,25	
13:55	380	114,18	0,22			14,25	13:35 MUESTRA 1. Cond: 1977µS pH: 7.22 T° 17,5°
14:35	420	114,18	0,22			14,25	
15:15	460	114,18	0,22			14,25	
15:55	500	114,18	0,22			14,25	
16:35	540	114,18	0,22			14,25	Cond: 1954µS pH: 7.24 T° 18,1° C
17:35	600	114,18	0,22			14,25	
18:35	660	114,18	0,22			14,25	
19:35	720	114,18	0,22			14,25	MUESTRA 2. Cond: 1903µS pH: 7.24 T° 18° C
20:35	780	114,18	0,22			14,25	
21:35	840	114,18	0,22			14,25	
22:35	900	114,18	0,22			14,25	
23:35	960	114,18	0,22			14,25	Cond: 1971µS pH: 7.22 T° 17,2° C
0:35	1020	114,18	0,22			14,25	
1:35	1080	114,18	0,22			14,25	
2:35	1140	114,18	0,22			14,25	

3:35	1200	114,18	0,22	14,25	
4:35	1260	114,18	0,22	14,25	
5:35	1320	114,18	0,22	14,25	
6:35	1380	114,18	0,22	14,25	
7:35	1440	114,18	0,22	14,25	MUESTRA 3. Cond: 2003µS pH: 7.27 T° 19,6° C
7:36	1441	114,10	0,14	0	
7:37	1442	114,10	0,14	0	
7:38	1443	114,09	0,13	0	
7:39	1444	114,09	0,13	0	
7:40	1445	114,09	0,13	0	
7:41	1446	114,09	0,13	0	
7:42	1447	114,11	0,15	0	
7:43	1448	114,10	0,14	0	
7:44	1449	114,09	0,13	0	
7:45	1450	114,09	0,13	0	
7:50	1455	114,09	0,13	0	
7:55	1460	114,09	0,13	0	
8:00	1465	114,09	0,13	0	
8:05	1470	114,08	0,12	0	
8:10	1475	114,10	0,14	0	
8:15	1480	114,08	0,12	0	
8:20	1485	114,08	0,12	0	
8:25	1490	114,09	0,13	0	
8:30	1495	114,08	0,12	0	
8:35	1500	114,08	0,12	0	

Antes de montar el equipo de bombeo el nivel, medido con sonda habitual, estaba en 113,29 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



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

FECHA: 30 de junio de 2005

Nº pag.:

Nº SONDEO: P-09.805.01

POBLACIÓN: MORA DE EBRO

PROF.: 155 m

Ensayo de bombeo del sondeo de Mora de Ebro MMA (321820116)

El ensayo de bombeo comienza el 29 de junio de 2005 a las 7:35. se realiza con el equipo habitual (pitot). El agua se evacua a los almendros de enfrente, estando de acuerdo el dueño de la finca. El nivel estático inicial está en 113.96 m y la aspiración se sitúa en 124,20 m de profundidad.

El aforo comienza con la bomba a la mitad de la potencia y al ver que en el primer minuto el nivel ha subido se decide aumentar el caudal al máximo para esa profundidad. Se realiza, por tanto, un ensayo de bombeo de caudal máximo continuo. El caudal que se extrae es de 14,25 l/s. A los 40 minutos de aforo el nivel ya está totalmente estable. El descenso total del nivel es de 22 cm.

El agua en seguida sale clara, a los 30 minutos de bombeo y se mantiene hasta el final. La conductividad media es de 1970 $\mu\text{S}/\text{cm}$, aunque a las 24 ya sobrepasa los 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El pH medio es de 7.25 y la temperatura media de 17.5 °C.

Una vez terminado el bombeo se mide una hora de recuperación. Durante toda la hora el nivel está prácticamente a la misma profundidad, ha recuperado un total de 10 cm. Faltan 12 cm por recuperar.

FDO. ELENA GÓMEZ



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



Ensayo de bombeo de Mora de Ebro.



MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

INFORME ENSAYO DE BOMBEO

**PIEZÓMETRO N° 3218-20116
(09.805.005)**

**Mora de Ebro
(Tarragona)**

CORREO

zaragoza@igme.es

Manuel Lasala, 44 – 9ºB
50006-ZARAGOZA
TEL.: 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 Mora de Ebro (Tarragona), construido en el marco del proyecto de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) denominado “Construcción de Sondeos e Instalación de la Red Oficial de Control de Aguas Subterráneas en la Cuenca del Ebro”, mediante el cual este organismo 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, $(t_b+t_r)/t_r$, lo cual no implica que se trate del método de Recuperación de Theis.

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL SONDEO

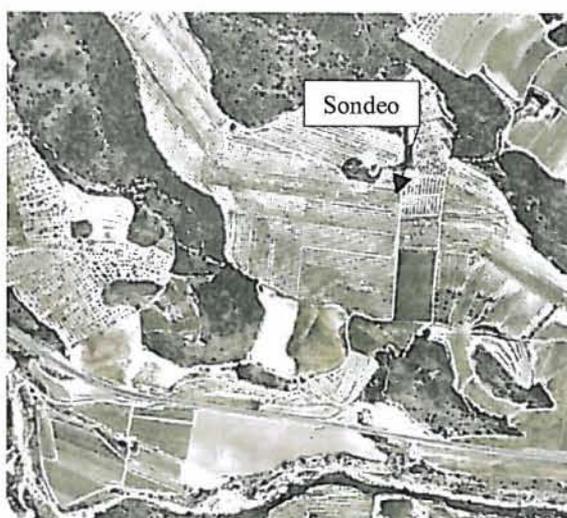
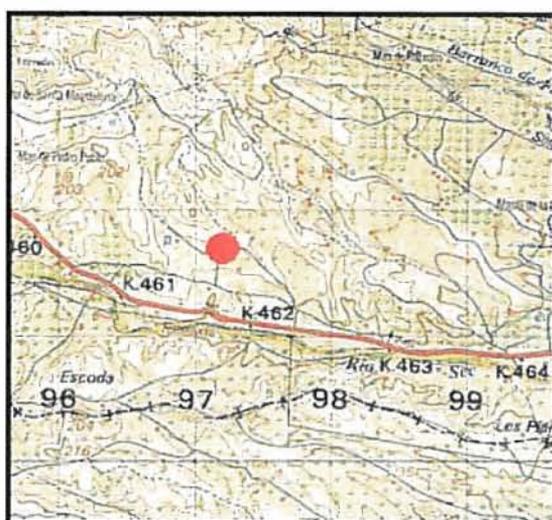
- Hoja del MTN a escala 1: 50.000 nº 3218 (471) de Mora de Ebro
- Término municipal de Mora de Ebro (Tarragona). El sondeo se sitúa a 4,7 Km. al este de la población. Se accede al mismo tomando Carretera Nacional N-420 en dirección a Gandesa. Se accede al mismo desde un camino hacia el noreste que señaliza un circuito de karting. Tras recorrer por él unos 700 metros, se deja a la derecha el circuito de karting y a 50 metros se toma el camino que se dirige hacia el norte, situándose el sondeo en la primera curva a la izquierda (Fig.1 y 2). El punto de ubicación tiene las siguientes coordenadas
- Coordenadas UTM:

HUSO: 31T

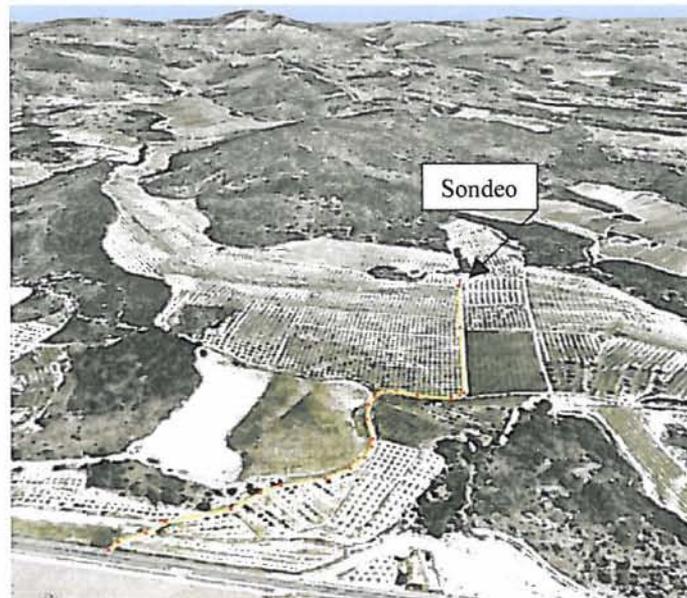
X: 297175

Y: 4551642

Z:127 msnm.



Figuras 1 y 2. Situación en mapa 1:50.000 y ortofoto.



Figuras 3 . Vista panorámica y camino de acceso (fuente: Google Earth)

ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se ubica en la Unidad Hidrogeológica nº 805 (Fosa de Mora), que corresponde con la masa de agua subterránea 09.097 del mismo nombre, asentada sobre una fosa tectónica de dirección NE-SW en el sector comprendido ente los ríos Ebro y Canaletas y las sierras de Pandols y Cavalls. La relación entre las formaciones mesozoicas con la fosa se define mediante fallas listricas muy verticalizadas.

Las formaciones acuíferas son las constituidas por las calizas y dolomías del Muschelkalk Superior y, sobre todo, Jurásico superior. Entre los materiales cenozoicos, los conglomerados y areniscas del Oligoceno Superior (300 m) y las formaciones detríticas de las terrazas del Ebro y piedemontes conectados (30 m). Dentro del relleno terciario se interpone un nivel lutítico de entre 1 y 10 m de espesor que individualiza un horizonte acuífero superior de otro inferior.

La recarga de los acuíferos mesozoicos se producen por infiltración directa de las precipitación en las áreas de afloramiento y en los extremos N y S de la unidad, en contacto con el río Ebro. La descarga se produce por transferencia lateral hacia las formaciones terciarias, las cuales también reciben la aportación directa de la lluvia. La descarga natural se produce hacia el acuífero cuaternario, ligado a la dinámica del río y, por tanto, con un funcionamiento con carácter cíclico, efluente o influente.

En la unidad hay un elevado numero de captaciones (con una profundidad media de 45 metros) destinadas a complementar el regadío. La totalidad de las poblaciones se abastecen con captaciones de aguas subterráneas.



El piezómetro monitoriza el acuífero asentado en la Fm. Cortes de Tajuña (Lías), emplazado en un sector en el que está en continuidad hidráulica con los conglomerados terciarios discordantes suprayacentes.

INCIDENCIAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA PERFORACIÓN

El sondeo está emboquillado en materiales miocenos identificados en la Hoja MAGNA nº 471 como unidad $T^{B}_{cg_{1}}$, y atraviesa probablemente las unidades $T^{A}_{cg_{2}}$ y $T^{A}_{m_{2}}$ del Oligoceno para cortar después los materiales del Jurásico Inferior (Lías) de la Fm. Cortes de Tajuña, que se encuentran intensamente karstificados y brechificados (fig. 4).

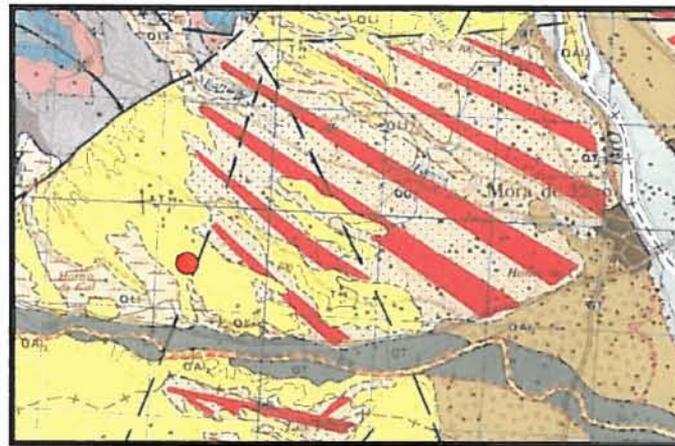


Figura 4. Plano de Situación Geológica en el Mapa Geológico 1:50.000 nº 471 (Mora de Ebro)

La serie miocena se perforó hasta el metro 121, y en ella se distingue un tramo superior de materiales detríticos, lutitas y limolitas con areniscas de grano muy fino a fino con niveles de yeso alabastrino (metro 30), seguida hasta el metro 50 de materiales conglomeráticos de clastos calizos y de color rojizo con intercalaciones de lutitas y limolitas de color marrón rojizo, de edad Aquitaniense, que se han atravesado en seco.

Entre el metro 50 hasta al 69 la serie es de lutitas y limolitas de color gris a marrón rojizo, que pueden corresponder con los materiales diferenciado como unidad $T^{A}_{m_{2}}$ en la cartografía geológica, de carácter eminentemente impermeable, y a continuación, hasta el metro 121, se atraviesa una serie de conglomerados, generalmente masivos, de tonos marrón-rojizos, que presentan intercalaciones de limolitas y areniscas, que se cree relacionada con el complejo de abanicos aluviales oligocenos de la Fm. Monsant. Los ripios recuperados presentan signos de intensa karstificación, y a partir del metro 117 se detecta un aporte de agua de 10 a 15 L/sg.

Entre los metros 121 y 155 se atraviesa una serie de calizas dolomíticas y dolomías perteneciente a la formación Cortes de Tajuña, en ocasiones con porosidad móldica, a veces oquerosas, y muy brechificada y fracturada hacia el techo. En el metro 130 se produjo la pérdida del barrido.

El caudal aumentó considerablemente a partir del metro 125.



El nivel piezométrico al finalizar la perforación quedó a 111,90 m de profundidad.

La zona filtrante del sondeo quedó constituida por tramos de filtro puente alternando cada seis metros con tubería ciega entre los metros 113 y 149.

ENTUBACIÓN				
TRAMO (m)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Filtro
0-9	300	5	Hierro	Ciega
0-113	180	4	Hierro	Ciega
113-119	180	4	Hierro	Filtro puente
119-125	180	4	Hierro	Ciega
125-137	180	4	Hierro	Filtro puente
137-143	180	4	Hierro	Ciega
143-149	180	4	Hierro	Filtro puente
149-155	180	4	Hierro	Ciega

INCIDENCIAS DEL ENSAYO DE BOMBEO

El ensayo de bombeo comenzó el 19 de junio de 2005, a las 7:35 horas y tuvo una duración de 24 horas. El control de niveles se efectuó en el propio pozo de bombeo.

La aspiración se situó a 124,20 metros de profundidad. El equipo de bombeo consistió en una motobomba CAPRARI 6" E6S 54/20 de 50 CV de potencia, movida por un grupo DEUSCH 10KVA de 150 CV. El control del caudal se efectuó mediante tubo Pitot y diafragma.

El nivel estático inicial se situó a 113,96 m.

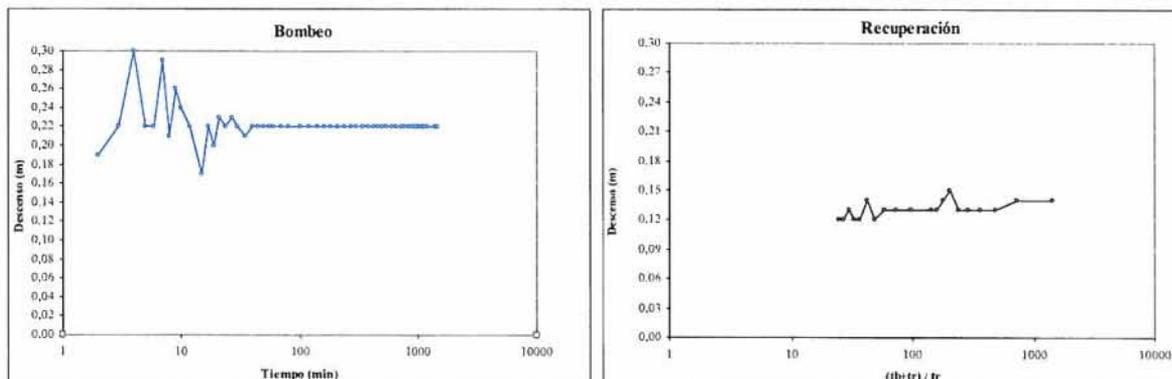
Inmediatamente iniciado el bombeo se detectó un ascenso del nivel del agua de 90 cm por lo que se aumentó el caudal a 14,25 L/seg, que se mantuvo constante todo el ensayo. El nivel dinámico quedó estabilizado tras 40 minutos de bombeo a 114,18 m de profundidad.

El bombeo finalizó a los 1.440 minutos con un descenso de tan sólo 22 cm. La recuperación se controló durante 1 hora, quedando al final del mismo un déficit de 12 cm.

El agua extraída, muy turbia al principio, tras 30 minutos de bombeo. Durante el ensayo se recogió muestras de agua para su posterior análisis y se midió "in situ" la temperatura y conductividad con los siguientes resultados.

Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Conductividad (µS/cm)	pH
180	17,6	1967	7,26
360	17,5	1977	7,22
540	18,1	1954	7,24
720	18,0	1903	7,17
960	17,2	1971	7,22
1440	19,6	2003	7,27

En el anexo nº 1 se recoge la ficha de campo del ensayo de bombeo.



Figuras 5 y 6. Gráfico de descensos en bombeo y recuperación

En la figura 5 y 6 se ha representado las gráficas del bombeo, en la que se observa la escasa perturbación producida por el bombeo en el acuífero, lo que refleja de manera cualitativa su alta transmisividad.

INTERPRETACIÓN

La interpretación ha sido posible mediante tres métodos: Análisis de la recuperación mediante el Método de Theis y simulación mediante el programa MABE (Método directo) del bombeo y la recuperación.

Recuperación Método de Theis

El resultado obtenido es de $19.720 \text{ m}^2/\text{día}$ (figura 5). En la figura 5 se representa los descensos teóricos que corresponderían a esa transmisividad; su forma justifica razonablemente la transmisividad obtenida, pero su desplazamiento sugiere un movimiento de fondo del nivel piezométrico de 0,10 m, posiblemente debido a afecciones de otros bombeos.

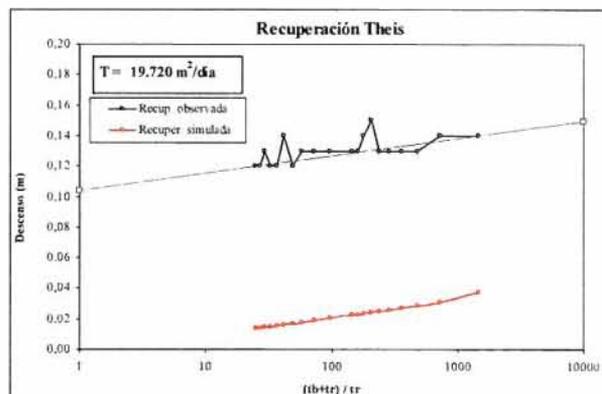


Figura 5



Método directo (MABE)

Se ha intentado la calibración indistintamente con la solución de Theis y la solución de Hantush. Para ello, previamente se ha considerado que todas las medidas están afectadas por un movimiento de fondo ascendente del nivel piezométrico de 10 cm, por lo que se ha restado a todas las medidas esa cifra.

Mediante la solución de Theis, se ha conseguido reproducir satisfactoriamente la recuperación (Figura 8) y, en menor medida, el descenso en bombeo (Figura 7) ya que no se consigue simular la estabilización detectada durante el ensayo. Para ello ha habido que admitir una transmisividad extraordinariamente alta e importante almacenamiento kárstico, con un radio equivalente de 16 metros.

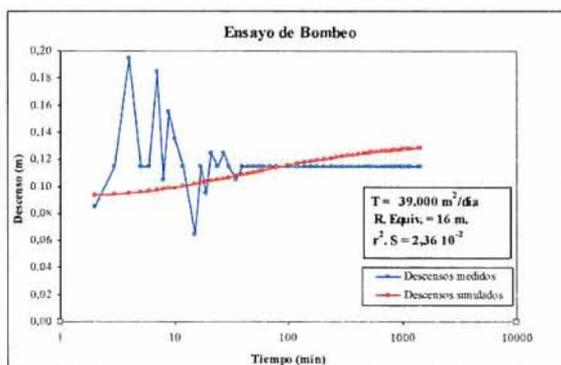


Figura 7

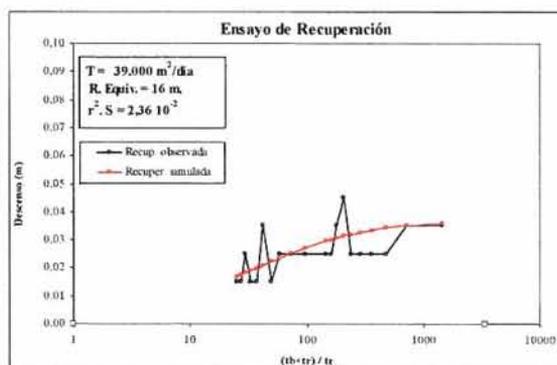


Figura 8

Los parámetros que permiten esta calibración son idénticos para el bombeo y la recuperación:

Transm. m ² /día	R. Equiv. m	r ² .S m ²
39.000	16	2,36E-02

La estabilización detectada durante el bombeo sugiere la posibilidad de un fenómeno asimilable al semiconfinamiento, por lo que se ha probado la calibración con el método de Hantush.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Transm. m ² /día	R. Equiv. m	r ² .S m ²	r/B
23.000	16	8,18E-04	1,20E-02



Estos parámetros permiten una calibración ligeramente mejor que la anterior (Figura 9 y 10), para unos parámetros mas realistas. No obstante, hay que admitir una pérdida de carga para el caudal de bombeo de 8 cm.

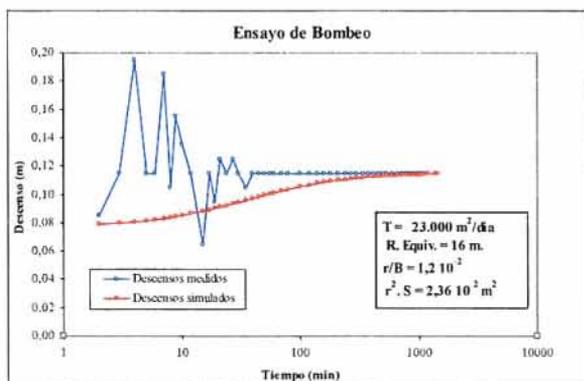


Figura 9

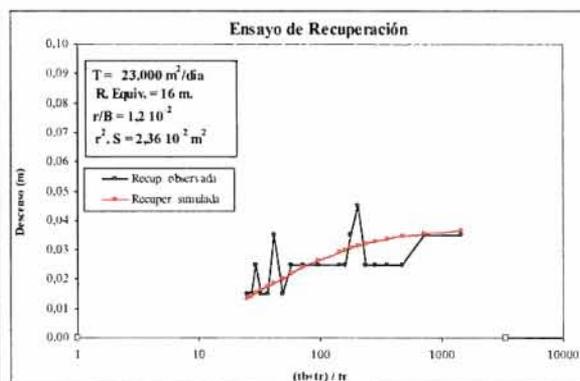


Figura 10

No obstante la calibración conseguida, hay que reseñar existe un amplio abanico de valores de los parámetros hidráulicos mediante los que se consiguen aceptables ajustes. En todo los casos, el valor de la transmisividad siempre se sitúa en un rango muy alto.

DISCUSIÓN

El ensayo pone de manifiesto un acuífero muy transmisible en un medio intensamente karstificado que afecta por igual a la principal formación acuífera, la Fm. Cuevas Labradas, como a los conglomerados discordantes suprayacentes. El almacenamiento en cavidades kársticas conectadas con el sondeo es muy importante, y sin su consideración, la calibración es imposible. fero de doble porosidad.

Los resultados obtenidos se sintetizan en el siguiente cuadro:

Metodo de interpretación	Transmisividad m²/día	r².S m²	r/B	R. Equiv. m
Método Recuperación Theis	19.720	---	---	---
Simulación mediante Método de Theis	39.000	2,36E-02	---	16
Simulación mediante Método de Hantush	23.000	8,18E-04	1,2E-02	16

Los valores considerados más representativos son los correspondientes a la simulación mediante el método de Hantush.

En cualquier caso, hay que hacer notar que la sensibilidad a algunos parámetros, tales como $r^2 \cdot S$ y el factor r/B es escasa, por lo que su fiabilidad también lo es.



ANEXO Nº 1 ESTADILLO ENSAYO DE BOMBEO

Localidad: **Mora de Ebro (TARRAGONA)**
Hoja MTN **32-18 (471) Mora de Ebro**

Nº de Inventario Pozo de bombeo: **3218-2-0116**
Nº de Inventario Piezómetro: **---**
Profundidad del sondeo: **155 m**
Nivel estático: **113,96 m**
Profundidad techo Fm. acuífera (m) **100 m**
Profundidad muro Fm acuífera (m) **155 m**
Longitud del filtro (Screen length) **24 m**
 ϕ perforación (annulus diameter) **220 mm**
 ϕ pantalla (casing diameter) **180 mm**

Coordenadas sondeo: **297175 4551642 127**
Coordenadas Piezómetro: **---** **---** **---**

Distancia del piezómetro:
Toponimia./Ref.Catastral.

Polígono 22, parcela 2

Fecha ensayo: **29 de junio de 2005**
Bomba: **CAPRARI 6" E6S 54/20 50 CV**
Grupo : **DEUSCH 10KVA 150 CV**
Profundidad bomba: **124,20 m**

Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
7:35	0,0	0	113,96	0,00			Agua muy sucia (marrón).
7:37	14,25	2	114,15	0,19			
7:38	14,25	3	114,18	0,22			Agua turbia (tonalidad marrón)
7:39	14,25	4	114,26	0,30			
7:40	14,25	5	114,18	0,22			
7:41	14,25	6	114,18	0,22			
7:42	14,25	7	114,25	0,29			
7:43	14,25	8	114,17	0,21			
7:44	14,25	9	114,22	0,26			
7:45	14,25	10	114,20	0,24			
7:47	14,25	12	114,18	0,22			
7:50	14,25	15	114,13	0,17			Agua casi clara.
7:52	14,25	17	114,18	0,22			
7:54	14,25	19	114,16	0,20			
7:56	14,25	21	114,19	0,23			
7:59	14,25	24	114,18	0,22			
8:02	14,25	27	114,19	0,23			
8:05	14,25	30	114,18	0,22			Agua clara.
8:10	14,25	35	114,17	0,21			
8:15	14,25	40	114,18	0,22			
8:20	14,25	45	114,18	0,22			
8:25	14,25	50	114,18	0,22			
8:30	14,25	55	114,18	0,22			
8:35	14,25	60	114,18	0,22			
8:45	14,25	70	114,18	0,22			
8:55	14,25	80	114,18	0,22			
9:15	14,25	100	114,18	0,22			
9:35	14,25	120	114,18	0,22			
9:55	14,25	140	114,18	0,22			
10:15	14,25	160	114,18	0,22			
10:35	14,25	180	114,18	0,22			Cond: 1967 μ S pH: 7.26 Tª 17,6° C



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
11:05	14,25	210	114,18	0,22			
11:35	14,25	240	114,18	0,22			
12:05	14,25	270	114,18	0,22			
12:35	14,25	300	114,18	0,22			
13:15	14,25	340	114,18	0,22			
13:55	14,25	380	114,18	0,22			13:35 MUESTRA 1. Cond: 1977µS pH: 7.22 Tª 17,5° C
14:35	14,25	420	114,18	0,22			
15:15	14,25	460	114,18	0,22			
15:55	14,25	500	114,18	0,22			
16:35	14,25	540	114,18	0,22			Cond: 1954µS pH: 7.24 Tª 18,1° C
17:35	14,25	600	114,18	0,22			
18:35	14,25	660	114,18	0,22			
19:35	14,25	720	114,18	0,22			MUESTRA 2. Cond: 1903µS pH: 7.24 Tª 18° C
20:35	14,25	780	114,18	0,22			
21:35	14,25	840	114,18	0,22			
22:35	14,25	900	114,18	0,22			
23:35	14,25	960	114,18	0,22			Cond: 1971µS pH: 7.22 Tª 17,2° C
0:35	14,25	1020	114,18	0,22			
1:35	14,25	1080	114,18	0,22			
2:35	14,25	1140	114,18	0,22			
3:35	14,25	1200	114,18	0,22			
4:35	14,25	1260	114,18	0,22			
5:35	14,25	1320	114,18	0,22			
6:35	14,25	1380	114,18	0,22			
7:35	14,25	1440	114,18	0,22			MUESTRA 3. Cond: 2003µS pH: 7.27 Tª 19,6° C
7:36	0,00	1441	114,10	0,14			
7:37	0,00	1442	114,10	0,14			
7:38	0,00	1443	114,09	0,13			
7:39	0,00	1444	114,09	0,13			
7:40	0,00	1445	114,09	0,13			
7:41	0,00	1446	114,09	0,13			
7:42	0,00	1447	114,11	0,15			
7:43	0,00	1448	114,10	0,14			
7:44	0,00	1449	114,09	0,13			
7:45	0,00	1450	114,09	0,13			
7:50	0,00	1455	114,09	0,13			
7:55	0,00	1460	114,09	0,13			
8:00	0,00	1465	114,09	0,13			
8:05	0,00	1470	114,08	0,12			
8:10	0,00	1475	114,10	0,14			
8:15	0,00	1480	114,08	0,12			
8:20	0,00	1485	114,08	0,12			
8:25	0,00	1490	114,09	0,13			
8:30	0,00	1495	114,08	0,12			
8:35	0,00	1500	114,08	0,12			

ANEJO 5

ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

CENTRAL: C: Santa Teresa, 17 30005 MURCIA
Tel: 968 213 926 Fax: 968 210 948

LABORATORIO: Avda. Europa s/n Polig. Ind. Base 2000
30564 LOROUÍ (MURCIA)
Tel: 968 693 711 Fax: 968 690 691

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



INFORME DE
RESULTADO
DE ENSAYO
solicitado por:

MICROTEC AMBIENTE, S.A.

PLATERÍA, 6, 3º.
30004 MURCIA

Denominación
de la muestra:

ENSAYO BOMBEO MORA D'EBRE. MUESTRA 1º.
6 HORAS.-

UTM-X:

UTM-Y:

Matriz: AGUA CONTINENTAL

Tomada por: EL CLIENTE

Envases: 1 PET 130 ml.

Fecha muestreo 29/06/2005 Hora

Fecha recepción 11/07/2005

Inicio análisis 11/07/2005

Fin análisis 19/07/2005

DETERMINACIÓN	RESULTADO		METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C	1.728	µ S/cm	Electrometría. (P.I.E. COND)
pH.....	7,56	ud. de pH	Electrometría (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	113,26	mg/l	Método argentométrico de Mohr (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	848,20	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	287,11	mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	0,00	mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	13,84	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	64,14	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	125,47	mg/l	Complexometría (P.I.E. DURE)
CALCIO.....	239,59	mg/l	Complexometría (P.I.E. CALC)
POTASIO.....	5,32	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	0,00	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. NITI)
AMONIO.....	< 0,04	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. AMON)
BORO.....	0,16	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. BORO)
FOSFATO.....	0,49	mg/l P2O5	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO.....	10,26	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	0,01	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. HIER)
MANGANESO.....	0,00	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. MANG)

Observaciones:

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).....

jueves, 28 de julio de 2005

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A. está inscrito en el
REGISTRO ESPECIAL DE EMPRESAS COLABORADORAS DEL
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (antes MOPT, O.M. 16-7-87),
Nº Reg. 0017, y habilitado para colaborar con los Organismos de
Cuenca Hidrográfica en el ejercicio de las funciones de control de
vertidos de aguas y productos residuales (GRUPO 3).

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

CENTRO DE ANÁLISIS 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.

CENTRAL: C/ Santa Teresa, 17, 1º 30005 MURCIA
Tel.: 968 213 926 Fax.: 968 210 948

LABORATORIO: Avda. Europa, s/n. Polig. Ind. Base 2000
30564 LORQUÍ (MURCIA)
Tel.: 968 693 711 Fax.: 968 690 691

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO solicitado por: **CONTROL Y GEOLOGIA S.A. (CYGSA)**

BALTASAR GRACIÁN Nº 11 1º CENTRO 50005 ZARAGOZA

Denominación de la muestra: **MORA DE EBRO. ENSAYO DE BOMBEO. MUESTRA 2.-**

UTM-X:
UTM-Y:

Matriz **AGUA CONTINENTAL** Tomada por: **EL CLIENTE**

Envases: **1 PET 130 ml.**

Fecha muestreo **29/06/2005** Hora **19:35** Fecha recepción **11/07/2005** Inicio análisis **11/07/2005** Fin análisis **19/07/2005**

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C	1,723 µ S/cm	Electrometría. (P I E COND)
pH.....	7,57 ud. de pH	Electrometría. (P I E PH)
CLORUROS.....	113,98 mg/l	Método argentométrico de Mohr (P I E CLOR)
SULFATOS.....	842,20 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E SULF)
BICARBONATOS.....	285,86 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (P I E ALCA)
CARBONATOS.....	0,00 mg/l	Acidimetría, con fenolfaleína. (P I E ALCA)
NITRATOS.....	10,74 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E NITA)
SODIO.....	64,04 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P I E NaKA)
MAGNESIO.....	118,22 mg/l	Complexometría (P I E DURE)
CALCIO.....	239,99 mg/l	Complexometría (P I E CALC)
POTASIO.....	5,77 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P I E NaKA)
NITRITOS.....	0,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P I E NITI)
AMONIO.....	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P I E AMON)
BORO.....	0,18 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E BORO)
FOSFATO	1,20 mg/l P2O5	Espectrofotometría de absorción. (P I E FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO	10,48 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E SILI)
HIERRO.....	0,02 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E HIER)
MANGANESO.....	0,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E MANG)

Observaciones:

*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).....*

jueves, 28 de julio de 2005

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A. está inscrito en el REGISTRO ESPECIAL DE EMPRESAS COLABORADORAS DEL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (antes MOPT, O.M. 16-7-87). Nº Reg. 0017, y habilitado para colaborar con los Organismos de Cuenca Hidrográfica en el ejercicio de las funciones de control de vertidas de aguas y productos residuales (GRUPO 3).

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

CENTRO DE ANÁLISIS 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

Nº Registro: CAA/GE-1.775-05

Página 1 de 1

CENTRAL: C/ Santa Teresa, 17 30005 MURCIA
Tel: 968 213 926 Fax: 968 210 948

LABORATORIO: Avda. Europa, s/n. Polig. Ind. Base 2000
30564 LORDULI (MURCIA)
Tel: 968 693 711 Fax: 968 690 691

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO solicitado por: **MICROTEC AMBIENTE, S.A.**
PLATERÍA, 6, 3º.
30004 MURCIA

Denominación de la muestra: **ENSAYO BOMBEO MORA D'EBRE. MUESTRA 3º.**
24 HORAS.-

UTM-X:
UTM-Y:

Matriz: **AGUA CONTINENTAL** Tomada por: **EL CLIENTE** Envases: **1 PET 130 ml.**

Fecha muestreo **30/06/2005** Hora Fecha recepción **11/07/2005** Inicio análisis **11/07/2005** Fin análisis **19/07/2005**

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C	1.704	μ S/cm Electrometría. (P.I.E. COND)
pH.....	7,49	ud. de pH Electrometría. (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	114,70	mg/l Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	834,20	mg/l Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	279,59	mg/l Acidimetría, con anaranjado de metilo. (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	0,00	mg/l Acidimetría, con fenolftaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	14,68	mg/l Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. NITA)
SODIO.....	64,69	mg/l Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	123,78	mg/l Complexometría (P.I.E. DURE)
CALCIO.....	235,21	mg/l Complexometría (P.I.E. CALC)
POTASIO.....	5,95	mg/l Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	0,00	mg/l Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. NITI)
AMONIO.....	< 0,04	mg/l Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. AMON)
BORO.....	0,17	mg/l Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. BORO)
FOSFATO.....	0,33	mg/l P2O5 Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO.....	10,89	mg/l Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	0,02	mg/l Espectrofotometría de absorción (P.I.E. HIER)
MANGANESO.....	0,00	mg/l Espectrofotometría de absorción (P.I.E. MANG)

Observaciones:

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 (10-013).....

jueves, 28 de julio de 2005

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A. está inscrito en el REGISTRO ESPECIAL DE EMPRESAS COLABORADORAS DEL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (antes MOPT, O.M. 16-7-87), Nº Reg. 0017, y habilitado para colaborar con los Organismos de Cuenca Hidrográfica en el ejercicio de las funciones de control de vertidos de aguas y productos residuales (GRUPO 3).

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

CENTRO DE ANÁLISIS 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.

Nº Registro: CAA/GE- **1.769** -05

Página 1 de 1

ANEJO 6

FICHA IPA Y FICHA MMA



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

Tipo: SÓNDEO Fuente de información: CHE (CALIDAD)
Mapa 1:50.000: (5218) MORA DE EBRO UTM: 297186 UTMV: 4551674 COTA: 135
Provincia: TARRAGONA Municipio: MORA DE EBRO
Localidad: Paraje: MORA DE EBRO S/M/A P.K. 459
Dominio Hidrológico: Maestrato - Catiñolas Unidad: Fosa de Mora
Acuífero: Jurásico indiferenciado
Masa Subterránea A: FOSA DE MORA Masa Subterránea B:
Acuífero: Jurásico indiferenciado Redes: PG PL PH CG CL CH CE L T LH I OI
Río: SP1 Curva: EBR0

Observaciones: PIEZOMETRO DE LA RED BÁSICA DEL MIMAM. El nivel se corta a los 120 m extrayendo un caudal de unos 5-10 l/s; este caudal aumenta de forma ostensible a los 125. Se detecta en esta zona una disminución de la velocidad de avance debido a la existencia o de karstificaciones o de una zona fracturada. A los 130 metros, se pierde el barrido y el agua de perforación y el avance es muy lento. A la profundidad de 155 metros, la perforación ya no puede avanzar más y se da por finalizado el sondeo.



Sondeo acabado Mora de Ebro (17/04/2007)

Nº	Realización/fecha	Fuente de información	FECHA	FECHA INFO	OBSERVACIONES
1	Z-AMALTEA	CHE (OPH)	09/04/2003		
47	Z-AMALTEA	CHE (OPH)	19/03/2008		Ruben Ojeas Red MMA

PERFORACIÓN

Contratista: SACYR MICROTEC Año: 2005
Tipo perforación: ROTOPERFORACIÓN CON CIRCULACIÓN DIRECTA Profundidad total: 155
Observaciones: Inicio 14-4-05 y fin el 15-4-05

Desde	Hasta	Díámetro (mm)
0	9	300
9	155	220

REVESTIMIENTO

Desde	Hasta	Díámetro(mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	9	300	3	Metálica ciega	CEMENTACION
0	113	180	4	Metálica ciega	
113	119	180	4	Metálica puercocillo	
119	125	180	4	Metálica ciega	
125	137	180	4	Metálica puercocillo	
137	143	180	4	Metálica ciega	
143	149	180	4	Metálica puercocillo	
149	155	180	4	Metálica ciega	

TRATAMIENTOS ESPECIALES

Fecha	Tipo
15-04-2005	Gama natural
15-04-2005	Inclinación

LITOLOGÍA

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	3	ARCILLAS ARENAS Y GRAVAS	(TATERNARRO INDIFERENCIADO)	
Observaciones: Suelo Grava arena-arcillosa marrón				
3	30	ARCILLAS	TERCIARIO INDIFERENCIADO	
Observaciones: Arcilla roja con niveles de yeso sacudido gris claro				
30	70	ARCILLAS Y GRAVAS	TERCIARIO INDIFERENCIADO	
Observaciones: Arcilla roja con intercalaciones de conglomerados calcáreos con matriz arcillosa				
70	100	CONGLOMERADOS	TERCIARIO INDIFERENCIADO	
Observaciones: Conglomerados calcáreos con niveles arcillosos rojos				
100	115	CONGLOMERADOS	TERCIARIO INDIFERENCIADO	
Observaciones: Conglomerado calcáreo con cemento calcáreo				
115	120	CONGLOMERADOS	TERCIARIO INDIFERENCIADO	
Observaciones: Conglomerado con matriz arcillosa				
120	155	CALIZAS	MESOZOICO INDIFERENCIADO	
Observaciones: Caliza muscosa gris con trazas de proliasta, caliza recromalza crema				

ENSAYOS DE BOMBEO

Fecha	Caudal (l/s)	Nivel Inicial (m)	Depresión (m)	Duración (h)	Transmisibilidad (m ² /d)	S	Fuente Información
29/06/2005	14.25	113.96	-0.22	1			CHE (OPH)

Observaciones: Proyección de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 124,20 m.; Bomba CAPRARI 6" E65 54/20 50 CV

PIEZOHIDROMETRÍA

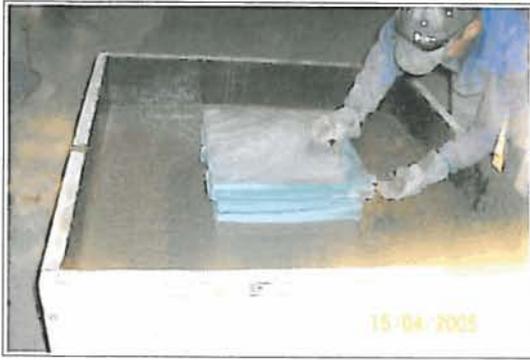
NIVEL: NIVEL.1

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
41	114.05	111.29	2.76	113.0298	0.6520

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
08/08/2008	112.92		25.08	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
11/07/2008	112.38		25.62	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
06/06/2008	111.29		26.71	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
09/05/2008	113.27		24.73	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
05/04/2008	113.72		24.28	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
07/03/2008	113.61		24.39	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
07/02/2008	113.52		24.48	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
12/01/2008	113.5		24.5	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
07/12/2007	113.52		24.48	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
09/11/2007	113.24		24.76	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
05/10/2007	113.22		24.78	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
06/09/2007	113.34		24.66	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
10/08/2007	113.28		24.72	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
06/07/2007	112.97		25.03	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
07/06/2007	112.31		25.49	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									

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
10/03/2007	111.79		26.21	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
09/04/2007	111.57		26.43	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
06/03/2007	112.82		25.18	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
05/02/2007	113.16		24.84	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
08/01/2007	113.01		24.99	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
05/12/2006	112.98		25.02	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
09/11/2006	113.09		24.91	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
25/10/2006	112.95		25.05	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
16/08/2006	113.68		24.32	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
05/07/2006	113.59		24.41	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
05/06/2006	113.1		24.905	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
08/05/2006	113.07		24.93	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
08/04/2006	112.38		25.62	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
06/03/2006	112.78		25.22	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
08/02/2006	112.49		25.51	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
09/01/2006	112.75		25.25	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
07/12/2005	113.24		24.76	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
08/11/2005	113.81		24.195	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
05/10/2005	113.98		24.02	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
13/09/2005	114.05		23.95	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
02/08/2005	113.92		24.08	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									
05/07/2005	113.55		24.45	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0	
Observaciones:									

OTRAS FOTOS



Colocación arqueta Mesa de Ebru (17/04/2005)

FICHA DE PIEZÓMETRO

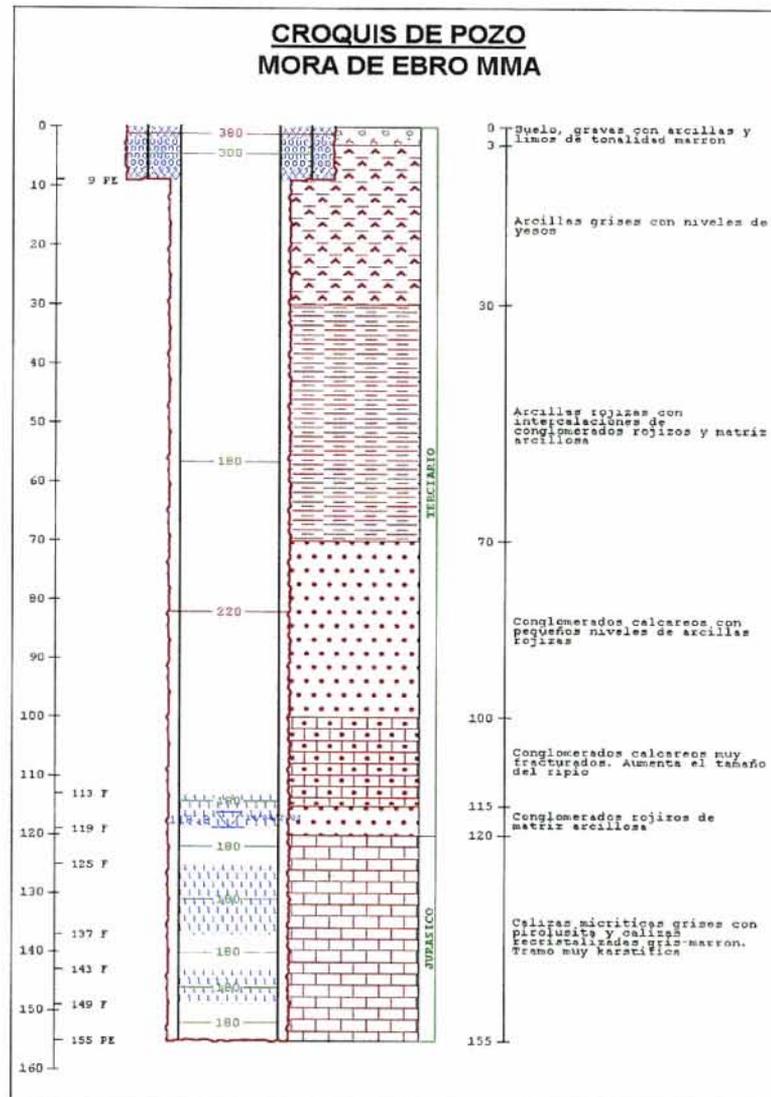
TOPONIMIA		MORA DE EBRO MMA p. K. 459		CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.805.05	
CÓDIGO IPA		321820116 N° MTN 1:50.000 3218 MUNICIPIO MORA D'EBRE		PROVINCIA		TARRAGONA	
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO					
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		097 FOSA DE MORA					
U. HIDROGEOLÓGICA		805 Fosa de Mora (Dominio 8 Maestrazgo - Catalánides)					
ACUÍFERO(S)		097-04: Jurásico indiferenciado					
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	801164	DATOS OBTENIDOS DE:	GIS-Oleicola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL	
	Y	4555062					
COTA DEL SUELO msnm	Z	138	DATOS OBTENIDOS DE:	1:50000	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0	
POLÍGONO		4		PARCELA		22	
TITULARIDAD DEL TERRENO		Ayuntamiento de Mora de Ebro					
PERSONA DE CONTACTO							
ACCESO							

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO													
USO		PROFUNDIDAD DEL SONDEO					155		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	380	0	9	300	Metálica	113	119	Puentecillo	0	2		
9	155	220	0	113	180	Metálica	125	137	Puentecillo	7	9		
			119	125	180	Metálica	143	149	Puentecillo				
			137	143	180	Metálica							
			149	155	180	Metálica							

HISTORIA			
PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	15/04/2005
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

