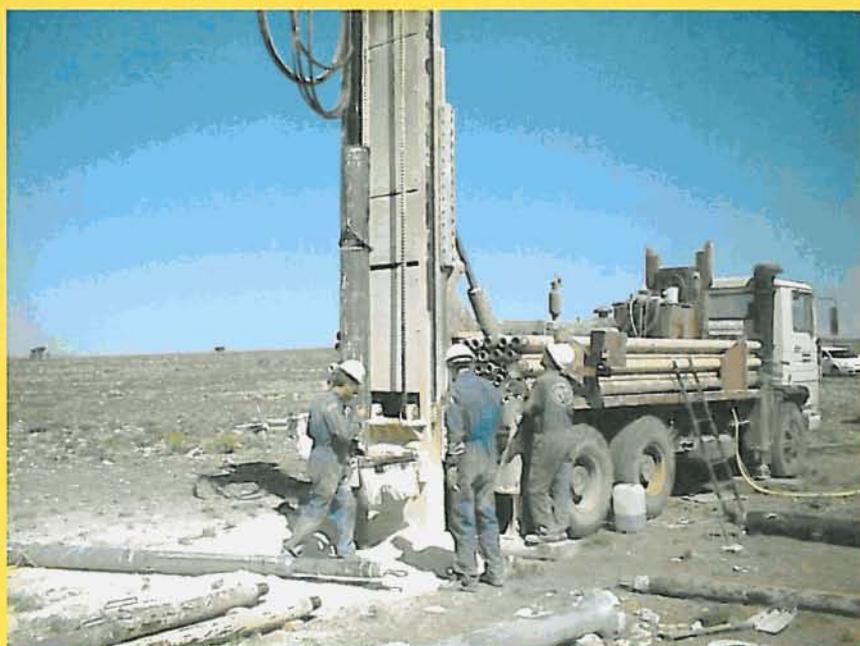




INFORME PIEZÓMETRO DE BELLO: 09.703.A



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 Nº 0: REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN

ANEJO Nº 1: INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN

ANEJO Nº 2: INFORME GEOLÓGICO

ANEJO Nº 3: GEOFÍSICA

ANEJO Nº 4: ENSAYO DE BOMBEO

ANEJO Nº 5: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

ANEJO Nº 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 rotoperforación 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

Se pretendía construir un piezómetro en el término municipal de Bello con el objeto de valorar las características del acuífero, determinar la calidad química del recurso y medir mensualmente la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua dentro del mismo. Además debía servir como investigación hidrogeológica para la perforación de un pozo de explotación con afecciones mínimas a la laguna de Gallocanta.

La masa de agua subterránea se localiza en el sector septentrional de la Fosa del Jiloca, generada por fallas en relevo de dirección NNO-SSE. Estas fallas están cortadas por otras en dirección ibérica que compartimentan la fosa en varios sectores.

El sondeo está emplazado en una estructura anticlinal con núcleo de calizas del Cretácico superior y, tras atravesar las Arenas de Utrillas entre los

139 y 163 m, alcanza las calizas jurásicas que constituyen el acuífero 88.02 Suprakeuper-Lias. Se encuentra en la zona de recarga y tránsito del acuífero hacia la descarga que se dirige hacia el río Jiloca en los Ojos de Caminreal.

2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro está situado a 6,5 km al S de Bello, en línea recta.

Para acceder a este emplazamiento se toma la TE-V-4307, desde Bello, dirección Odón. Una vez pasada la ermita que hay a la salida de Bello, se toma el primer camino a la izquierda. Este camino está situado a unos 700 m de Bello. Se avanza 1,5 km por este camino. A mitad de este tramo hay una balsa en el lado izquierdo. Después se toma un camino a la derecha, que va bordeando una loma. Cuando éste se bifurca se coge el de la izquierda. Se avanzan unos 3,3 km y se gira unos 100° para tomar un camino a la izquierda, que va al monte. Se avanzan 200 m y el piezómetro está a la derecha, en la ladera oeste de la denominada "Loma Lastra". Las coordenadas exactas del punto son:

X= 626.093

Y= 4.525.400

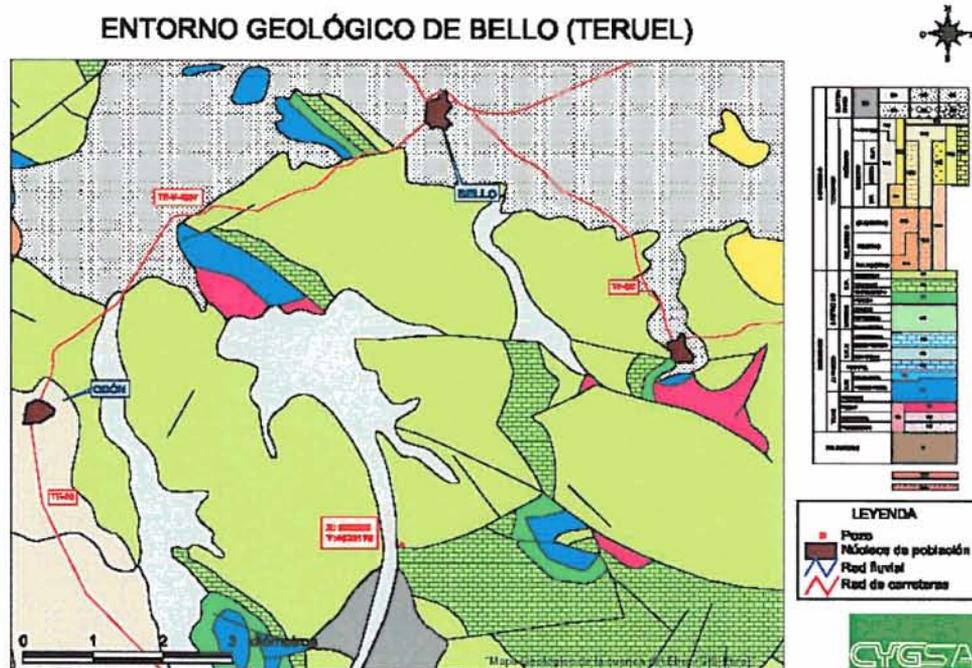
Z= 1.075 msnm



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

3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El sondeo se ha emboquillado sobre materiales del Cretácico Superior, reflejados en la Cartografía Magna como unidades 26 a 23, que presentan suaves buzamientos tanto hacia el Noroeste como hacia el Sudeste con una disposición casi subhorizontal o ligeramente plegada. Estos materiales están afectados por fallas de carácter normal y discordantes sobre una serie de materiales del Jurásico inferior plegados en estructuras de dirección NO-SE.



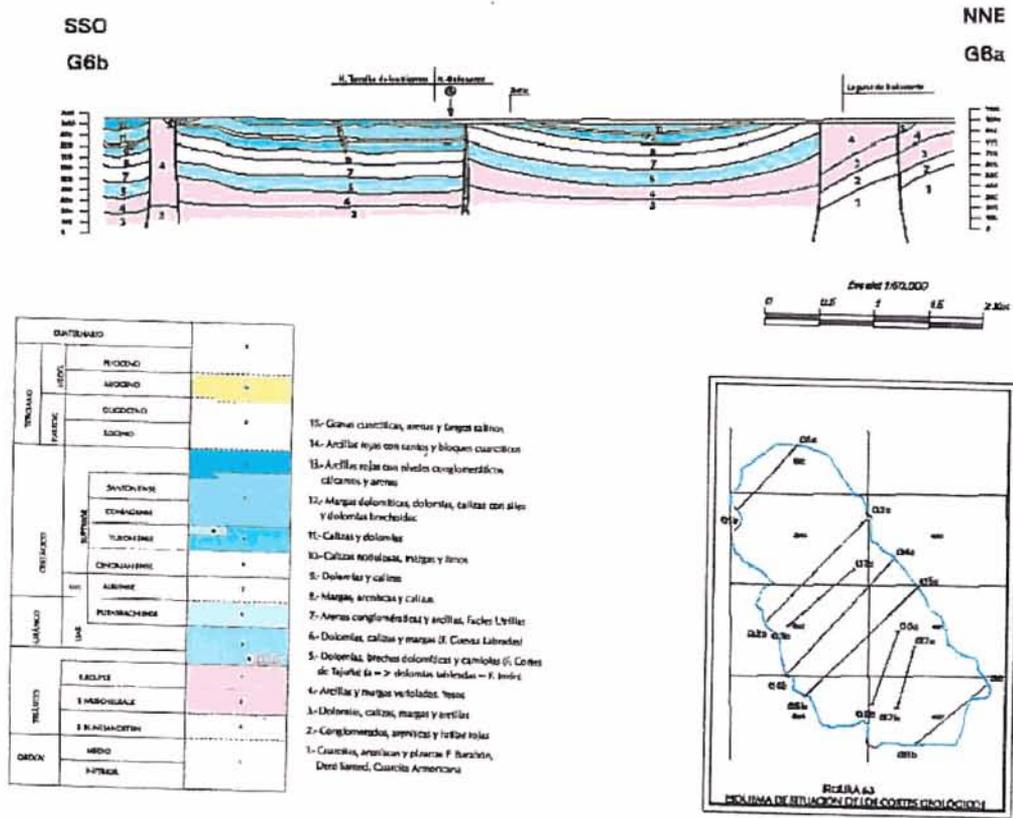


Figura 3. Corte geológico general de Bello.

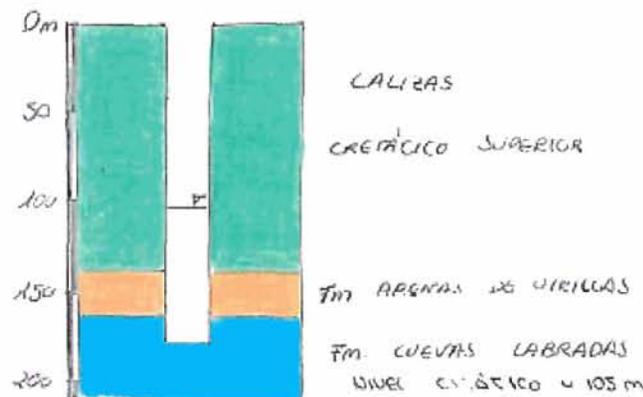
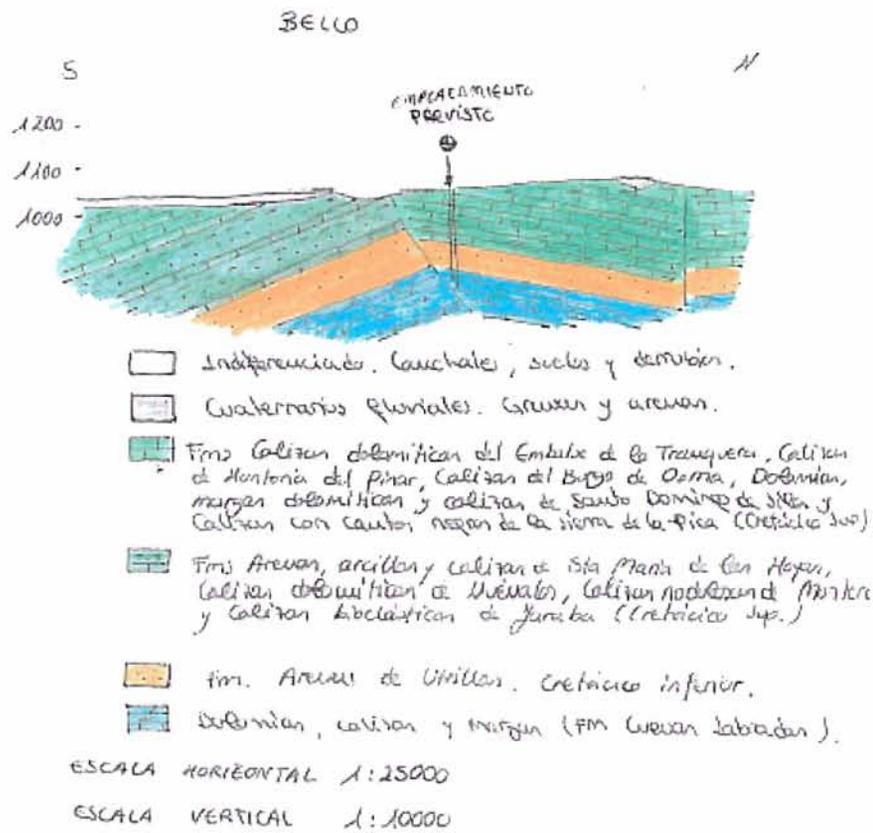


Figura 4. Corte geológico y columna prevista para el piezómetro de Bello.

4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se localiza dentro del dominio hidrogeológico 7 "Alto Jalón – Alto Jiloca". El límite septentrional de este dominio lo señala el umbral paleozoico impermeable de Ateca y la prolongación de la estructura Ateca – Castellón; el límite meridional viene dado por la extensión de los afloramientos permeables hasta encontrar el límite más cercano a la divisoria de cuenca. Los acuíferos principales se encuentran asociados a laxos sinclinales, a parameras carbonatadas jurásicas y cretácicas y al relleno detrítico de fosas intramontanas (Alto Jiloca). Es coincidente con el Sistema Acuífero 57 (Mesozoico de Monreal – Gallocanta).

La unidad hidrogeológica sobre la que se ubica el piezómetro es la 703 "Gallocanta", correspondiente a la masa de agua subterránea con Código 090.088 también denominada "Monreal - Calamocha", y el acuífero a controlar son los materiales carbonatados de edad Cretácico Superior.

El acuífero carbonatado de edad Cretácico Superior de la masa de agua 090.088 es un acuífero mixto de 37,87 km² de superficie. Los materiales que forman esta masa están constituidos por facies Muschelkalk (100-120 m), carbonatos jurásicos (560 m), arenas de Utrillas (50 m), carbonatos del Cretácico superior (300 m), Terciario detrítico y carbonatado, y Cuaternario formado por aluviales, coluviales, tobas y glaciés. Estos materiales se enmarcan en una estructura compleja dominada por directrices ibéricas y cortada por fracturas normales, con direcciones NNO-SSE, de plano vertical que forman la fosa del Jiloca. El acuífero carbonatado se dispone según una sucesión de pliegues afectados por fracturas y pequeños cabalgamientos que compartimentan el acuífero, y limitados a techo y a muro por las formaciones impermeables Keuper, Grupo Ablanquejo, Purbeck-Weald y Utrillas. La fosa del Jiloca constituye una fosa asimétrica de dirección NNE-SSO conformada por fallas de relevo en la zona oriental, y flexiones y pequeñas fallas en el extremo occidental, con saltos incluso de varios cientos de metros. Está cubierta de

materiales detríticos pliocuaternarios y por aluvial del Jiloca. Esta masa incluye únicamente la zona relacionada con el sector septentrional de la fosa. La recarga de la masa de agua se produce mediante infiltración de la precipitación, alimentación subterránea desde los materiales mesozoicos circundantes y retornos de riego. La descarga natural se realiza principalmente hacia los Ojos de Monreal, en el cauce del Jiloca al N de la masa, que corresponden al antiguo nacimiento de este río. Ocasionalmente se produce drenaje hacia el cauce artificial del Jiloca.

El piezómetro se encuentra situado en el complejo tectónico Jalón – Jiloca, sobre un bloque hundido que bascula hacia el sur, emboquillado en las calizas de edad Cretácico superior, que son el acuífero a controlar.

(Entorno geológico, corte geológico general y corte geológico y columna prevista pueden consultarse en figuras 2, 3 y 4 respectivamente.)

5. EQUIPO DE PERFORACIÓN

La construcción del pozo la ha realizado la empresa adjudicataria SACYR – MICROTEC. Se ha contado con una sonda ROTAGUA 1300 sobre camión y un compresor INGERSOLL – RAND 1070.

6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

La perforación se inició el 10 de julio de 2005 a las 8:45 horas y se terminó el 11 de julio de 2005 a las 20:00 horas. El nivel estático, medido el 13 de julio de 2005, se situó en 105,45 m.

Se realizó un emboquille de 9 m de profundidad, perforado con un diámetro de 315 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor.

Desde el metro 9 hasta el metro 178 (fin de sondeo) se perforó con el martillo de 220 mm. El piezómetro 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 es detectado a los 139 m de profundidad, coincidiendo con un cambio litológico. A partir de los 163 m de profundidad se sufre un cambio brusco en la perforación: desaparece el barrido de la perforación por lo que hay momentos en que no se expulsa ripio, se detecta un gran aumento de presión de perforación, debido a la contrapresión de las nuevas zonas aportantes atravesadas, y se nota un cambio litológico en la perforación.

(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. Síntesis de la columna perforada (descripción en campo):

0-18 m	Calizas margosas, dolomíticas. Presentan disolución superficial y alteración; aparece arcilla de descalcificación.
18-79 m	Calizas recristalizadas color claro, calizas dolomíticas crema con restos de bivalvos y algunos niveles más margosos con trazas de pirolusita. Aparecen niveles dolomíticos rojizos. Entre los 44 y 79 m, se encuentran niveles ooesparíticos claros.
79-89 m	Alternancia de calcarenita gris-rojiza con niveles de caliza recristalizada marrón.
89-104 m	Calizas margosas marrón amarillentas y rojizas, dolomías y calizas recristalizadas con óxidos de hierro oscuros.
104-139 m	Caliza margosa gris oscura – negra con algún resto fósil aislado. Presenta niveles de caliza recristalizada marrón.
139-163 m	Arena silíceo de grano medio-fino, subredondeada.
163-178 m	Caliza micrítica gris.

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

La edad de las litologías atravesadas, según el informe geológico del IGME, es la siguiente:

De 0 m a 79 m – Formación Ciudad Encantada (Cenomaniense Superior-Turoniense)

De 79 m a 116 m – Formación Villa de Ves. (Cenomaniense Medio-Supèrior).

De 116 m a 139 m – Capa de Chera – Formación de Alatoz

De 139 m a 163 m – Formación Utrillas. (Albiense – Cenomaniense).

De 163 m a 178 m – Formación Cuevas Labradas. (Jurásico Inferior).

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

8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

La testificación geofísica se realizó el día 12 de julio de 2005. En ella se registraron los parámetros de gamma natural, potencial espontáneo y resistividades, así como la verticalidad, desviación de la perforación, conductividad y temperatura del agua. El nivel se detectó a los 104,5 m. Los niveles aportantes se diferenciaron a partir de los 136 m, coincidiendo con las cercanías de la Formación Utrillas. Apareció un nivel débil a los 114 m.

La sonda de gamma natural nos indicó una secuencia calcárea muy homogénea hasta los 92 metros; después se apreciaron intercalaciones margosas apareciendo paquetes importantes a los 104 m, 116 m, 128 m y 130-134 m. Se aprecia un cambio litológico en la Formación Utrillas.

El sondeo se desvió unos 5 grados. La distancia de máxima desviación con la vertical a los 178 m de profundidad fue de 8 metros.

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

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

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

Tabla 2, entubación realizada:

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-9	300	5	Acero al carbono	Ciega
0-163	180	4	Acero al carbono	Ciega
163-175	180	4	Acero al carbono	Puente
175-178	180	4	Acero al carbono	Ciega

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

Una vez finalizado todo el proceso se evita que la columna de entubación se apoye en el fondo del sondeo mediante el "colgado" y sujeción de la tubería de 180 mm de diámetro a la de 300 mm del emboquille.

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

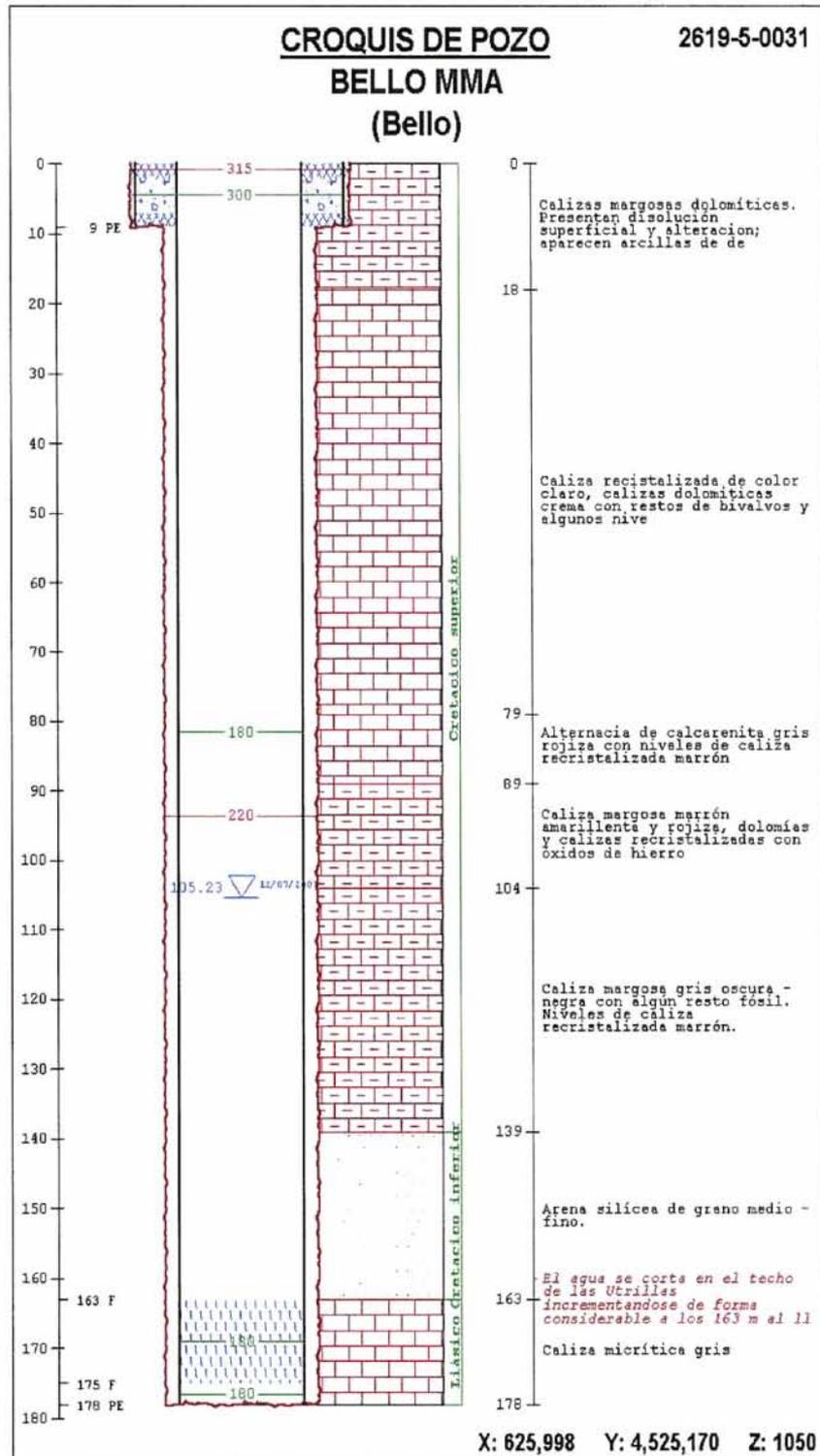


Figura 5. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

Los acuíferos perforados son de edad Cretácico Inferior, Fm. Utrillas, con un escaso aporte de agua, y de edad Jurásico, Fm. Cuevas Labradas, con un aporte de agua algo mayor. El acuífero principal a controlar es la formación carbonatada de Cuevas Labradas.

A los 139 m se detectó el nivel, coincidiendo con un cambio litológico (de depósitos carbonatados del Cretácico Superior a niveles detríticos del Cretácico Inferior, Fm Utrillas). Dentro de esta formación el aporte de caudal fue escaso, de aproximadamente 1 - 1,5 l/s.

A los 163 m, coincidiendo con otro cambio litológico (de la formación detrítica Utrillas a la formación carbonatada Cuevas Labradas), se detectó un aumento brusco del caudal, aumentando a unos 4–5 l/s (estimados).

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

Fecha	Nivel (metros)
12/07/2005	105,3
24/08/2005	113,48
6/11/2005	112,695
3/12/2005	111,865

ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL ACUÍFERO

Durante los días 10 y 11 de enero de 2006 se realizó un ensayo de bombeo de 24 horas con su correspondiente recuperación. El nivel estático inicial se situó en 118,41 m y la aspiración se colocó a una profundidad de 153 m. Se inició el ensayo con un caudal de 10 l/s. Con este caudal se llegó a la rejilla a los 2 minutos de bombeo. Se paró y se midió recuperación durante una

hora. En esta hora el nivel se recuperó hasta el metro 118,69. A continuación se vuelve a bombear, esta vez con un caudal de 0,3 l/s. Con este nuevo caudal llega hasta el final de las 24 horas. El descenso total del nivel ha sido de 23,32 m. En ningún momento llegó a estabilizar el nivel sino que se mantuvo oscilando.

El agua salió muy sucia al principio, color marrón rojizo, después fue aclarando poco a poco. Tras las 24 horas de ensayo el agua aún salía turbia. La conductividad media del agua durante el ensayo fue de 611-640 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el pH de 7,6 y la temperatura de 16-17 $^{\circ}$ C. Se tomaron dos muestras de agua para analizar, una a las 12 horas de bombeo y otra a las 24 horas (ver resultados análisis de muestras de agua en anejo 5, Análisis químicos realizados).

Tras el bombeo se midió una recuperación de 60 minutos. En ese tiempo el nivel pasó del metro 141,73 al metro 117,57, es decir, por encima del nivel estático inicial pero con tendencia a ir bajando hasta ese mismo nivel.

Tabla 4, Resumen de tabla de datos del ensayo de bombeo:

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
0	118,41	0,00	0,00
1	>150,00	>31,59	10
2	>150,00	>31,59	10
3	127,51	9,10	0,00
4	119,52	1,11	0,00
5	119,55	1,14	0,00
10	119,44	1,03	0,00
32	119,00	0,59	0,00
62	118,69	0,28	0,00
63	147,76	29,35	0,3
64	147,86	29,45	0,3
70	147,26	28,85	0,3

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
90	142,74	24,33	0,3
120	138,16	19,75	0,3
180	143,21	24,80	0,3
300	142,73	24,32	0,3
480	144,90	26,49	0,3
660	142,64	24,23	0,3
840	143,21	24,80	0,3
960	143,00	24,59	0,3
1080	142,66	24,25	0,3
1200	142,34	23,93	0,3
1440	141,73	23,32	0,3
1441	127,73	9,32	0
1442	117,69	-0,72	0
1445	114,23	-4,18	0
1450	114,75	-3,36	0
1460	115,88	-2,53	0
1480	117,02	-1,39	0
1500	117,57	-0,84	0

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

La interpretación se ha efectuado mediante el modelo de Theis y mediante el modelo de Hantush.

Tabla 5. Parámetros hidrogeológicos del acuífero obtenidos a partir de la interpretación del ensayo de bombeo:

Método	Transmisividad	r ² .S	r/B
Modelo de Theis (Evaluación a partir del descenso final del bombeo)	> 1,26 m ² /día	--	--
Modelo de Hantush (Evaluación a partir del descenso final del bombeo)	> 0,81 m ² /día	--	0,01
Modelo de Hantush (Evaluación a partir del descenso final del bombeo)	> 0,44 m ² /día	--	0,1
Simulación mediante modelo de Hantush (Recuperación)	2,14 m ² /día	2,42 E-03 %	2,46 E-01

Los valores considerados más representativos son los correspondientes a la simulación de la recuperación 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 tomaron 2 muestras de agua, para su posterior análisis, procedentes de las siguientes fases de la obra:

- Muestra tomada a las 12 horas del inicio de ensayo de bombeo. (Conductividad: 608 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH: 7,6.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo (a las 24 horas). (Conductividad: 602 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH: 7,40.)

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

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

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

Los indicadores de contaminación en ese punto no superan los límites establecidos por la Directiva 98/83/CE y el R. D. 140/2003 para aguas dulces de consumo humano.

Respecto a los valores habituales y de referencia de los iones mayoritarios en aguas subterráneas y los marcados por la Directiva 98/83/CE y R.D. 140/2003, tampoco se sobrepasan los límites.

Tabla 6. Resultados de los análisis de agua:

Determinación	Muestra 2 Ensayo de bombeo	Muestra 3 Ensayo de bombeo
Cloruros	28,4 mg/l	23,31 mg/l
Sulfatos	28,0 mg/l	31,37 mg/l
Bicarbonatos	302,5 mg/l	371,03 mg/l
Carbonatos	0,0 mg/l	0,00 mg/l
Nitratos	11,43 mg/l	5,19 mg/l
Sodio	2,3 mg/l	8,42 mg/l
Magnesio	28,0 mg/l	34,47 mg/l
Calcio	100,2 mg/l	81,80 mg/l
Potasio	2,3 mg/l	1,78 mg/l
Nitritos		0,00 mg/l
Amonio		<0,04 mg/l
Boro		0,00 mg/l
Fosfato		0,38 mg/l
Anhídrido Silícico		7,77 mg/l
Hierro		0,14 mg/l
Manganeso		0,04 mg/l

12. CONCLUSIONES

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

El sondeo se ha realizado por el método de rotopercusión. El diámetro de la perforación es de 220 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 178 m. Los acuíferos atravesados están constituidos por materiales detríticos, Formación Utrillas, de edad Albiense, y por materiales carbonatados, Formación Cuevas Labradas, de edad Jurásico. El nivel se sitúa en 116,595 m de profundidad (medido el día 12/03/2005).

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en 0,3 l/s. El valor correcto de la transmisividad del acuífero se considera de 2,14 m²/día.

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

ANEJO 0

REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN

PROVINCIA: TERUEL
MUNICIPIO: BELLO

El 18 de junio de 2005 se realiza la visita al emplazamiento marcado por Javier San Román.

A este emplazamiento se accede desde la carretera que va a Odón. Saliendo de Bello, una vez pasada la iglesia o ermita hay que coger el primer camino a la izquierda (a unos 700 m de Bello). A unos 800 m por este camino se deja a un lado una pequeña balsa. A unos 1500 m más se toma un camino a la derecha, que va bordeando una loma y cuando éste se bifurca hay que tomar el camino de la izquierda. Continuar todo recto aproximadamente 3,3 km más. Hay que coger un camino un camino a la izquierda, a casi 180° del camino por el que vamos, que va hacia el monte y pasa entre dos parcelas de cereal (un poco más delante pueden dar la vuelta los camiones). Nada más pasar los sembrados, a mano derecha del camino, está la parcela. Para llegar al emplazamiento exacto hay que avanzar por esa parcela hasta llegar a un pequeño barranco y lo más cerca posible de la parcela de cereal.

Las coordenadas de este punto son:

X: 626000

Y: 4525150

Polígono 25, parcela 7.



Emplazamiento previsto

Emplazamiento previsto



Vista del emplazamiento desde el camino

PERFORACIÓN

El emplazamiento previsto se ubica sobre las calizas del Senoniense (Cretácico superior), que serían a su vez el acuífero a controlar. La profundidad de la perforación se estima en torno a 200 m. El nivel estático estará en torno 110-130 m.

PERMISOS

El permiso del ayuntamiento ya está concedido.

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: 10/07/05	Nº pag.:	
Nº SONDEO: P-09.703. A	POBLACIÓN: Bello (Teruel)	PROF.: 200 m.
PERFORACIÓN INICIO: 10/07/05	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN	
DIAMETRO: 324 y 220 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 30 m/hora (con 220 mm)		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

El sábado por la noche, llega a Bello el nuevo equipo de perforación (ROTAGUA 1300); se ha retrasado debido a una avería en el camión que transporta la sonda y que no pudo ser reparada hasta el sábado.

El domingo por la mañana se realiza el emplazamiento en la finca prevista. Se posiciona en el borde sur de la misma en el entorno previsto. Sergio Yeste y Miguel Angel Gálvez me confirman que han hablado con el alcalde para avisarle que vamos a empezar y confirmar el emplazamiento.

El sondeo va a perforar formaciones del Cretácico superior que afloran ya en superficie; se observa un desarrollado lapiaz que provoca una alteración de los primeros metros perforados.

A las 8:45 se empieza a levantar la torre y a las 9:30 se inicia la perforación del emboquille. Se perfora 9 metros debido a la fracturación encontrada hasta los 5-6 primeros metros y que ha provocado incluso la pérdida parcial del barrido.

Se termina el emboquille al mediodía.

Al final de la jornada se han alcanzado los 63 metros de profundidad.

Las litologías encontradas han sido calizas micríticas con algún resto fósil (bivalvos) y calizas recristalizadas (seguramente dolomíticas) con óxidos de hierro dispersos, pirolusita y estilolitos.

En los primeros metros, se encuentran zonas de caliza tobácea procedentes de la disolución-precipitación superficial.



Detalle del emplazamiento desde el mismo punto de vista que en el replanteo. Véase como afloran los niveles carbonatados desde la superficie.



Maquinaria de perforación utilizada



Colocación de la tubería de 300 milímetros para el emboquille.

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: 11/07/05	Nº pag.:	
Nº SONDEO: P-09.703. A	POBLACIÓN: Bello (Teruel)	PROF.: 200 m.
PERFORACIÓN INICIO: 10/07/05	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN	
DIAMETRO: 324 y 220 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 30 - 35 m/hora (con 220 mm)		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Se reanuda la perforación con 63 metros perforados en una formación, claramente carbonatada, del Cretácico superior.

Se aprecia hasta los 79 metros, una formación calcarea recristalizada y dolomítica, a partir de esta profundidad predominan las litologías margosas (calizas margosas y margocalizas oscuras.

A los 139 metros aparecen unas arenas silíceas de grano medio-fino, subredondeadas; se corta nivel justo en este cambio litológico (a los 138 metros). El caudal estimado es pequeño, 1-1,5 l/sg.

En este momento, consulto con Javier Sanromán y me confirma que las arenas pertenecen a la formación Utrillas y que por debajo de ellas, aparecerá el Jurásico, (Lias, Cuevas Labradas), objeto final de este sondeo. La potencia de las Utrillas, según el mapa geológico 1:200.000 "Daroca", oscila entre 25 y 50 metros según la isopaca que se traza cerca de Bello.

A partir de los 163 metros, la perforación sufre un cambio brusco: desaparece el barrido de la perforación por lo que no se expulsa ripio de forma momentánea, se detecta un gran aumento de la presión de perforación debido a la contrapresión de las nuevas zonas aportantes atravesadas y se nota un cambio litológico en la perforación (seguramente las calizas). Todo este proceso, va acompañado de una disminución de la velocidad de perforación. (menos de 5 metros por hora).

Se comenta con el jefe de obra la necesidad de seguir perforando para garantizar que estamos dentro del Jurásico y detectarlo con el barrido que se pueda obtener o con la testificación geofísica.

Se informa de esta circunstancia a la Dirección de Obra estando de acuerdo en que debemos intentar atravesar la formación jurásica por lo menos 15 o 20 metros.

En las dos últimas barras, se consigue recuperar parte del barrido y se extrae fragmentos de caliza margosa y caliza micrítica gris característica de las Cuevas Labradas.

Al alcanzar al final de la jornada, la profundidad de 178 metros, ya con 16 metros perforados dentro de las calizas jurasicas, además del barrido, se extraen grandes fragmentos procedentes de las paredes de la perforación por lo que se decide parar ya la perforación para evitar el desprendimiento de todo el pozo.



En resumen, la columna perforada ha sido la siguiente:

0-18 m. Calizas margosas, dolomíticas. Presentan disolución superficial y alteración; aparece arcilla de descalcificación.

18-79 m. Calizas recristalizadas color claro, calizas dolomíticas crema con restos de bivalvos y algunos niveles más margosos con trazas de pirolusita. Aparecen niveles dolomíticos rojizos. Entre los 44 y 79 metros, se encuentran niveles ooesparíticos claros.

79-89 m. Alternancia de calcarenita gris-rojiza con niveles de caliza recristalizada marrón.

89-104 m. Calizas margosas marrón amarillentas y rojizas, dolomías y calizas recristalizadas con óxidos de hierro oscuros.

104-139 m. Caliza margosa gris oscura-negra con algún resto fósil aislado. Presenta niveles de caliza recristalizada marrón.

138-163 m. Arena silíceo de grano medio-fino, subredondeada.

163-178 m. Caliza micrítica gris.

Comparando las litologías descritas con la descrita en los últimos trabajos geológicos sobre la laguna de Gallocanta, se pueden asignar las siguientes edades a la columna:



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



0-79 m. Formación Dolomías de Alatos. Cenomaniense-Turonense.

79-139 m. Margas de Chera. Cenomaniense.

139-163 m. Arenas de la Formación Utrillas. Albiense.

163-178 m. Calizas de la Formación Cuevas Labradas. Jurásico.

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: 12/07/05		Nº pag.:	
Nº SONDEO: P-09.703 A	POBLACIÓN: Bello (Teruel)	PROF.: 178 m	
PERFORACIÓN			
INICIO: 10/07/05		SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN	
DIAMETRO: 315 y 220 mm			
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:			

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

TESTIFICACION GEOFISICA:

Se realiza entre las 9:45 y las 11:45 horas.

El sondeo se ha desviado 5º hacia el NE (8 metros en la base). La sonda sólo consigue bajar hasta los 141 metros debido al derrumbe parcial de las paredes del sondeo en la zona de las arenas de las Utrillas. El nivel se ha detectado a los 104,5 m. Los niveles aportantes se diferencian a partir de los 136 metros coincidiendo con las cercanías de las Utrillas; aparece un nivel débil a los 114 m.

La sonda de gamma natural nos indica una secuencia calcarea muy homogénea hasta los 92 metros; después se aprecian intercalaciones margosas apareciendo paquetes importantes a los 104, 116, 128 y 130-134 metros. Se aprecia el cambio litológico a las Utrillas.

ENTUBACION:

En contacto con la Dirección de Obra, se decide colocar solamente tramos filtrantes en la zona final coincidiendo con el Jurásico, no se pone puentecillo en la zona de las arenas para evitar sifonamientos.

La columna de entubación es la siguiente:

- 0-163 m. Tubería ciega.
- 163-175 m. Tubería puentecillo.
- 175-178 m. Tubería ciega.

A las 12:00 se inician las labores de entubación que se prolongan hasta las 19:30 con 163 metros colocados. En este punto, la tubería ya no entra debido al derrumbe parcial del sondeo. Ante esto, se decide introducir la maniobra con el martillo de 175 para limpiar los depósitos del fondo del sondeo. La tubería ya colocada, se sujeta a la tubería de 300 mm mediante los solapes habituales con soldadura de los emboquilles.

Se consigue llegar al fondo y limpiar los depósitos del fondo; se tomó una muestra de agua por parte de la empresa constructora. Para garantizar la colocación de los 15 metros restantes de tubería, se deja la maniobra en el fondo para poder limpiar otra vez, una terminada la colocación de la tubería o para prevenir nuevos derrumbes.

La colocación de toda la tubería se termina satisfactoriamente pasadas las 12 de la noche.



Testificación geofísica y colocación de los primeros tramos de tubería.





Soldadura de la tubería de 180 a la de 300 mm



Limpieza del sondeo

Fdo: Antonio Sánchez Lallana

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

FECHA: 13/07/05	Nº pag.:
Nº SONDEO: P-09.703 A POBLACIÓN: Bello (Teruel)	PROF.: 178 m.
PERFORACIÓN	
INICIO: 10/07/05	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN
DIAMETRO: 324 y 220 mm	
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:	

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Se realizan las tareas de remates del piezómetro terminado ayer 12/07//05 de madrugada:
Relleno con árido seleccionado del anular.
Hormigonado del dado que rodea la arqueta antivandálica.



La foto se ha tomado a las 19:30, varias horas después del hormigonado. Se aprecian algunas grietas incipientes fruto de la intensa desecación por el calor. Aunque lo he regado por encima, creo que se notarán cuando se endurezca totalmente. Por este motivo, se deben tomar a partir del siguiente sondeo, las precauciones que tomábamos el verano pasado (riego a las pocas horas del hormigonado, cubrición con un plástico que evite la evaporación intensa de las primeras horas.

Fdo: Antonio Sánchez.

ANEJO 2

INFORME GEOLÓGICO



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACION
HIDROGRAFICA
DELEBRO

OFICINA DE PLANIFICACION HIDROLOGICA
REGISTRO ESTRATIGRAFICO DE SONDEOS



MINISTERIO DE EDUCACION
Y CIENCIA



CODIGO IPA: 281950031
CODIGO MMA: 09-703-A

MUNICIPIO: BELLO
PROVINCIA: TERUEL

HOJA Nº 2819

COORDENADAS UTM
HUSO 30
E: 625.012
N: 4.525.163
Z: 1.033

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

FECHA INICIO: 10/07/2005

FECHA FINAL: 11/07/2005

AUTOR FICHA: Javier Ramajo

VELOCIDAD (m/s)	ESQUEMA CONSTRUCTIVO	METROS	LITOLOGIA	TEXTURA					ESTRUCTURA	CONTENIDO	PORCENTAJES			Temperatura °C	Fondos (m/s) 25°C	DESCRIPCION	MUESTRA	TRAMO	U. LITO	U. GEOL.
				LAP	LAB	ARC	ARC	ARC			ARC	ARC	ARC							
32	315 mm 300 mm	0-10														0-19 m. Calizas, calizas dolomíticas y dolomías de color beige claro. Las calizas tienen texturas de <i>mudstone</i> a <i>wackestone</i> con posibles fósiles. Las dolomías tienen un tamaño de los cristales de fino a muy fino. Se observan signos de karstificación, venas de calcita y arcillas rojas.		1		
31	220 mm 180 mm	10-30														19- 44 m. Dolomías y calizas dolomíticas. Predominan las dolomías de tonos beige a gris oscuros con un tamaño de los cristales de dolomía de fino a medio con niveles de dolomías de grano grueso (textura Sacaroides). Los niveles de calizas dolomíticas presenta texturas <i>mudstone</i> a <i>wackestone</i> con restos que recuerdan a fósiles (Bivalvos?). Se observan frecuentes signos de karstificación		2		
34		30-44														44-79 m. Dolomías de tonos beige a ocre, se trata de dolomías con un tamaño de los cristales de medio a grueso, con texturas "Sacaroides" en ocasiones, llegándose a observar en algunas muestras la morfología rómica de los cristales, que conforma un mosaico casi equigranular de cristales subidiomórfos. Presencia ocasional de vetas de calcita y de patinas de oxidación (posibles signos de Karstificación).		3		Fm. Ciudad Encarnada
30		44-79														79 - 89 m. Calizas dolomíticas marrones a ocre y dolomías gris oscuras. Las dolomías presentan un tamaño de los cristales más fino que el tramo anterior, se observan calizas dolomíticas algo limosas con texturas <i>wackestone</i> con posibles fósiles		4		
35		89-116														89 - 116 m. Calizas margosas marrones a gris oscuras, dolomías y calizas dolomíticas. Las calizas margosas son algo limosas con textura <i>mudstone</i> , presentándose a veces teñidas de rojo, se observan también restos de dolomías y/o calizas dolomíticas similares a las del tramo anterior		5		Fm. Villa de Ves
		116-139														116-139 m. Calizas margosas y margas de colores grises a ocre a veces verdosos. Se trata de calizas margosas con texturas <i>mudstone</i> con niveles de <i>wackestone</i> con posibles restos fósiles (Bivalvos o quizás macroforaminíferos?), con ocasionales cristales de tonos verdosos (Glaucionita?). Las diagénesis indican que hay dos niveles de margas entre los metros 116 a 120 y 130-135.		6		Fm. Alator
		139-163														139-163. Arenas y conglomerados de color gris a pardo. Las arenas se presenta sueltas a poco compactadas con tamaño de grano fino a medio al principio del tramo que pasan a medio y grueso hacia el final del tramo. Tienen fundamentalmente granos de cuarzo y en medida feldespatos, micas (biotita) y fragmentos de rocas carbonatadas. En la parte media y en la base se aprecia la presencia de clastos de tamaño microconglomerado a conglomerado por lo que podría haber niveles de conglomerados. Estos clastos son subredondeados a subangulosos identificándose, sobre todo en la base fragmentos de rocas calizas (Jurásicas?) y en menor medida de cuarzo, así como algún clasto limolítico. Con aportes de agua del orden de 1-1.5 l/s.		7		Fm. Urbias
		163-178														163-178 m. Calizas margosas y bioclasticas. Se trata de calizas gris oscuras a negras con texturas de <i>mudstone</i> a <i>wackestone</i> con fósiles de entre los que se identifican posibles bivalvos y placas de crinoides. A partir de los 163 m. el caudal estimado es de unos 4-5 l/s		8		Fm. Cuevas Labradas

Cenomanense superior-Turonense
Fm. Ciudad Encarnada
Cenomanense medio-superior
Fm. Villa de Ves
Fm. Alator
Fm. Urbias
Fm. Cuevas Labradas



MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

INFORME GEOLÓGICO

PIEZÓMETRO N° 2619-50031

BELLO (TERUEL)

CORREO

zaragoza@igme.es

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



ANTECEDENTES Y METODOLOGÍA

El presente informe trata de la situación geológica y de la Columna estratigráfica detallada del Sondeo realizado por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) en el término municipal de Bello dentro del marco de la campañas de sondeos realizadas para la ampliación de la Red de control Piezométrico durante el año 2005. Este informe se realiza a petición de Instituto Geológico y Minero de España y de la Confederación Hidrográfica del Ebro en el marco de una Asistencia Técnica del IGME para la “Caracterización litoestratigráfica de las columnas litológicas de los Sondeos de la futura Red de control piezométrico de la Cuenca del Ebro”.

Este sondeo se ha realizado mediante la técnica de Rotopercusión con recuperación de “ripios” de sondeos y toma de muestras cada 5 metros. El diámetro del sondeo es de 315 mm en lo primeros 9 metros y 220 mm desde este punto hasta el final. La entubación en sus primeros 9 metros es ciega de 300mm, a partir de este punto se ha entubado con tubería de 180 mm con la siguiente disposición: De 0 – 163 m: Ciega. De 163 a 175 m: Filtro puente. De 175 a 178 m: Ciega.

Para proceder a la elaboración de la columna de sondeo se han estudiado las muestras de estos “ripios” recogidas a intervalos de 5 metros. Estas muestras resultan únicamente significativas a lo hora de identificar las facies y características de las litología más competentes. Su estudio se ha realizado mediante la observación con lupa de mano y binocular, habiéndose sido lavadas previamente las muestras seleccionadas para su observación con el fin de eliminar los restos de los lodos de sondeo. Con estos datos y con los obtenidos del análisis de de las diagrfias resultantes del estudio geofísico, fundamentalmente de las obtenidas de Gamma natural y de las diversas resistividades, se ha realizado una representación grafica de la posible columna litológica de los materiales cortados en el sondeo. Estos datos se han contrastado con la literatura regional existente y la posición de sondeo dentro de las cartografías geológicas existentes, para intentar interpretar cuales 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 son 2619-5-0013 y 09.703.A, se localiza en las cercanías de la Localidad de Odón y dentro del termino municipal de Bello, a 4,5 Km. de la localidad de Odón. Se accede tomando un camino rural que parte hacia el este desde la localidad de Odón y la carretera TE-V-4307 hasta la denominada Paridera del Cabezo, en las proximidades del paraje de Cerro Lázaro, donde se toma un camino con dirección sur hasta la “Rambla de Haba Navarro”. El sondeo se sitúa en la ladera Oeste de la denominada “Loma Lastra”, en el punto de coordenadas X: 626.012, Y: 4.525.163 y Z: 1.033 msnm.

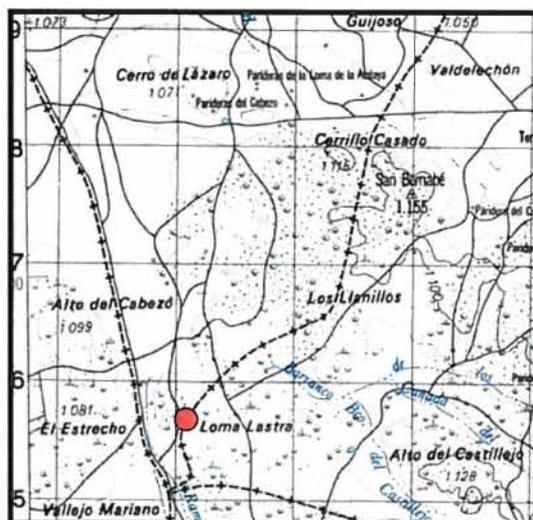
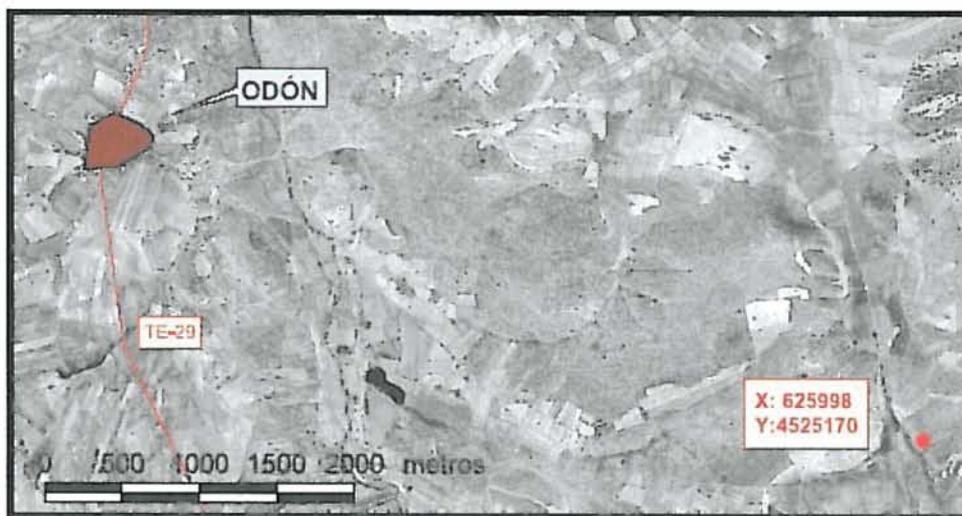


Fig. 1. Situación del sondeo en ortofoto y en mapa 1:50.000

SITUACIÓN GEOLÓGICA

EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

El sondeo se ha emboquillado sobre materiales del Cretácico Superior, reflejados en la Cartografía Magna como unidades 26 a 23, que presentan suaves buzamientos tanto hacia el Noroeste como hacia el Sudeste con una disposición casi subhorizontal o ligeramente plegada. Estos materiales están afectados por fallas de carácter normal y discordantes sobre una serie de materiales del Jurásico inferior plegados en estructuras de dirección NO-SE.

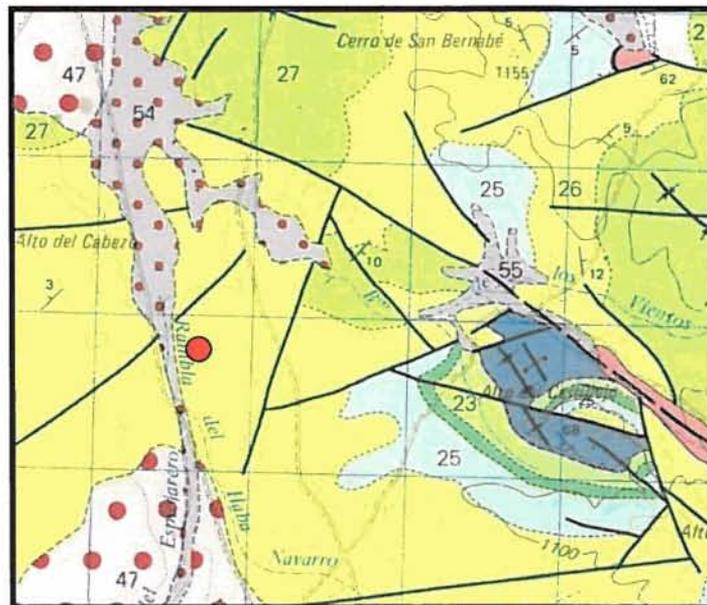


Fig.2. Situación del sondeo en el Mapa Geológico (MAGNA) nº 491

FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS

El sondeo está emboquillado en calizas dolomíticas y dolomías, con fósiles que se han interpretado como la parte inferior de la unidad 26 de la Cartografía MAGNA, formada por dolomías masivas en bancos pertenecientes al Coniaciense-Santonense. Por las facies y litologías observadas podrían corresponder a la unidad dolomítica de la Ciudad Encantada o incluso a la Fm. Embalse de la Tranquera, de edad Cenomaniense Superior a Coniaciense (Gil *et al.*, 2004; y García *et al.*, 2004).

Debajo de la misma, entre los metros 79 a 116, se observa un conjunto alternante de dolomías y calizas dolomíticas que se ha interpretado como perteneciente a la Fm. Dolomías de Villa de Ves (unidad 25 de la cartografía Magna). Desde el metro 116 hasta el 139, se ha cortado materiales de carácter margoso a dolomítico y calcáreo con algún contenido en detríticos que presenta dos tramos margosos entre los metros 116 a 120 y 130-135, similares al descrito en la cartografía Magna como unidad 24 y que es equivalente a las unidades Fm. Alatoz y Capa de Chera (Gil *et al.*, 2004; y García *et al.*, 2004) que representan un cambio lateral de una respecto a la otra.

Desde el metro 139 hasta el 163 se cortan los sedimentos detríticos (arenosos y microconglomerados) de la Fm. Utrillas del Albiense-Cenomaniense, (unidad 23 del MAGNA). Desde ahí hasta el final del sondeo (178 metros) se corta una serie de calizas micríticas con acumulaciones de bioclastos que podrían corresponder a las Facies de Techo de la unidad de Calizas y Dolomías tableadas de Cuevas Labradas, de edad Sinemuriense-Pliesbachiense.



COLUMNA LITOLÓGICA.

TRAMO 1

0-19 m de Calizas, calizas dolomíticas y dolomías de color beige claro. Las calizas tienen texturas de *mudstone* a *wackestone* con posibles fósiles. Las dolomías tienen un tamaño de los cristales de dolomías de fino a muy fino. Se observan signos de karstificación, venas de calcita y arcillas rojas..

TRAMO 2

19- 44 m de Dolomías y calizas dolomíticas. Predominan las dolomías de tonos beige a gris oscuros con un tamaño de los cristales de dolomía de fino a medio con niveles de dolomías de grano grueso (textura Sacaroidea). Los niveles de calizas dolomíticas presenta posibles texturas *mudstone* a *wackestone* con restos que recuerdan a fósiles (Bivalvos?). Se observan frecuentes signos de karstificación..

TRAMO 3

44-79 m de Dolomías de tonos beiges a ocre, se trata de dolomías con un tamaño de los cristales de medio a grueso, con texturas "Sacaroideas" en ocasiones, llegando a observarse en algunas muestras la morfología rómbica de los cristales, que conforma un mosaico casi equigranular de cristales subidiomorfos. Presencia ocasional de vetas de calcita y patinas de oxidación (posibles signos de karstificación)

TRAMO 4

79 - 89 m de Calizas dolomíticas marrones a ocre y dolomías gris oscuros. Las dolomías presentan un tamaño de los cristales más fino que el tramo anterior. Se observan calizas dolomíticas algo limosas con texturas *wackestone*, con posibles fósiles

TRAMO 5

89 - 116 m. de Calizas margosas marrones a gris oscuras, dolomías y calizas dolomíticas. Las calizas margosas son algo limosas con textura *mudstone*, presentándose a veces teñidas de rojo, se observan también restos de dolomías y/o calizas dolomíticas similares a las del tramo anterior.

TRAMO 6

116-139 m. Calizas margosas y margas de colores gris-negros a ocre a veces verdosos. Se trata de calizas margosas con texturas *mudstone* con ocasionales niveles de *wackestone* con posibles restos fósiles (Bivalvos o quizás macroforaminíferos?) con ocasionales cristales de tonos verdosos (Glaucónita?). Las diagráfias indican la presencia de dos niveles de margas entre los metros 116 a 120 y 130-135.



TRAMO 7

139-163 m de Arenas y conglomerados de color gris a pardo. Las arenas se presentan sueltas a poco compactadas con tamaño de grano fino a medio al principio del tramo que pasan a medio a grueso hacia el final del tramo. Tienen fundamentalmente granos de cuarzo y en medida feldespatos, micas (biotita) y fragmentos de Rocas carbonatadas. En la parte media y en la base del tramo se aprecia la presencia de clastos de tamaño microconglomerado a conglomerado por lo que podría haber niveles de conglomerados. Estos clastos son subredondeados a subangulosos, identificándose, sobre todo en la base, fragmentos de rocas calizas (Jurásicas?) y en menor medida de cuarzo, así como algún clasto limolítico. Aportes de agua del orden de 1-1,5 l/sg.

TRAMO 8

163-178 m. Calizas margosas y bioclásticas. Se trata de calizas gris oscuras a negras y texturas de *mudstone* a *wackestone* con fósiles, entre los que se identifican posibles bivalvos y placas de crinoides. A partir de los 163 m. el caudal estimado es de unos 4-5 l/s.

REFERENCIAS

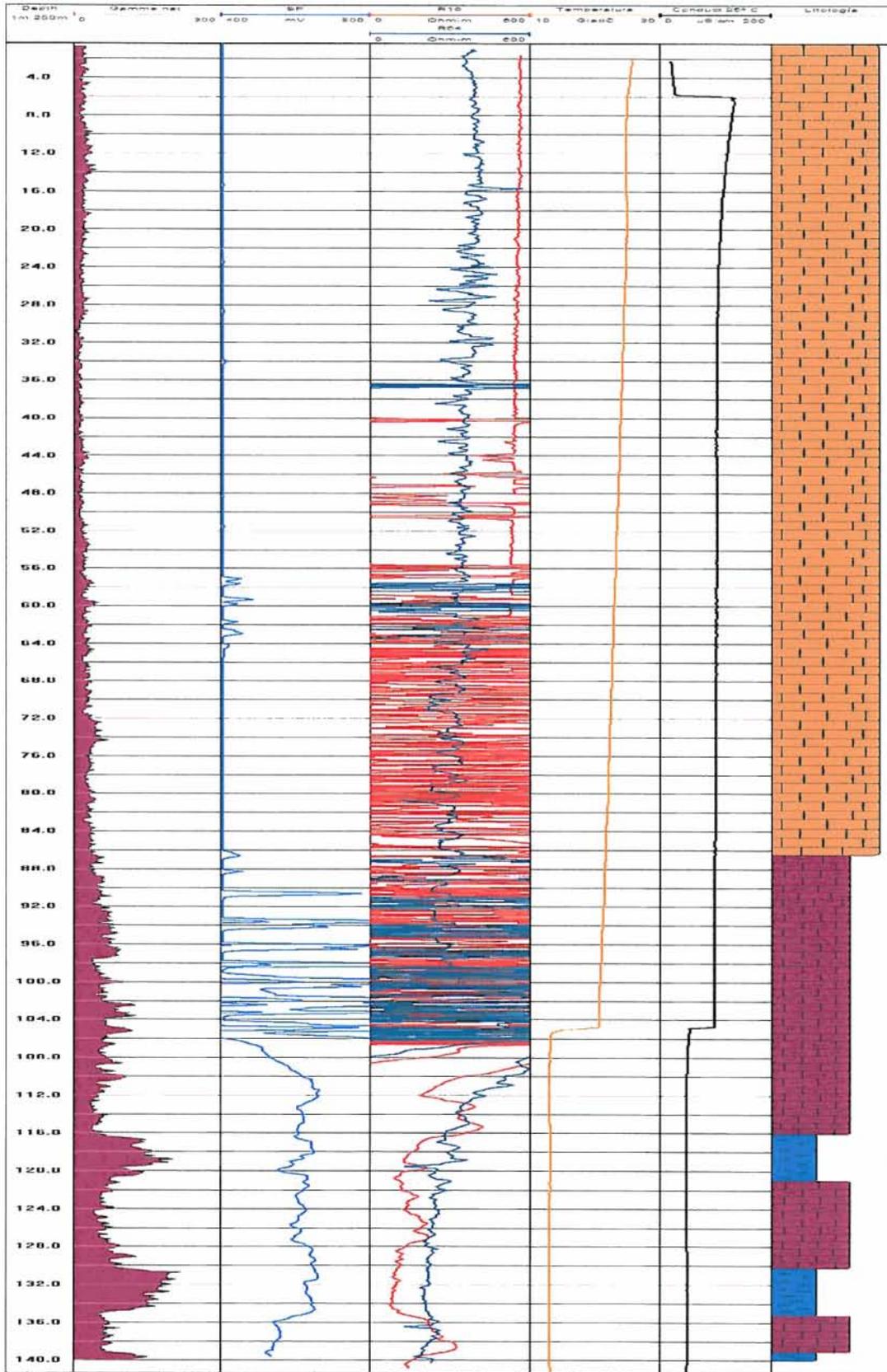
GARCÍA, A., MAS, R, SEGURA, B. CARENAS, J.F., GARCÍA-HIDALGO, J., GIL, J., ALONSO, A., AURELL, M., BÁDENAS, B., BENITO, M.B., MELÉNDEZ, A Y SALAS, R., (2004). Segunda Fase de Post-Rift: Cretácico Superior. Geología de España (J. A. Vera Ed.). 513-522p.

GIL, J. B. CARENAS, M. SEGURA F.J. GARCÍA-HIDALGO, J.Y A. GARCÍA (2004).- Revisión y Correlación de las unidades litoestratigráficas del Cretácico Superior en la Region Central y Oriental de España. *Revista de la Sociedad Geológica de España*. 17 (3-4): 249-266.

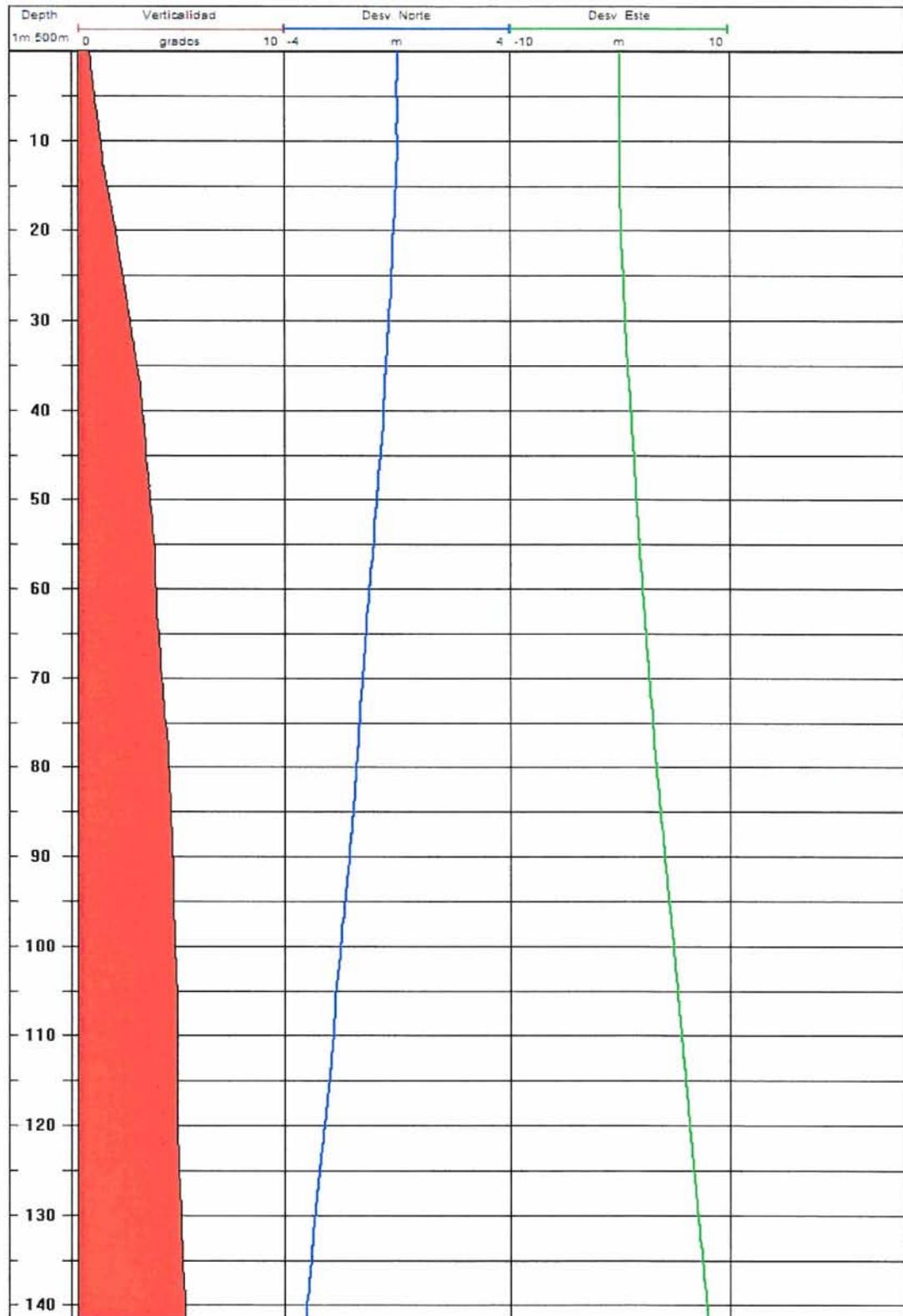
MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) Hoja 1:50.000 nº (Calamocha).-491 (1983)

ANEJO 3 GEOFÍSICA

SONDEO 09-703-A BELLO (BELLO - TERUEL). 12 JULIO 2005



SONDEO BELLO (BELLO – TERUEL). 12 JULIO 2005



ANEJO 4

ENSAYO DE BOMBEO

ENSAYO DE BOMBEO

Localidad BELLO
 N° Registro IPA 261950031
 Profundidad Sondeo 178 m
 Coordenadas UTM Pozo Piezómetro
 X
 Y
 Z

Fecha Ensayo 10 y 11 de enero de 2006
 Nivel estático inicial 118,41
 Profund. Aspiración 153 m
 Bomba CAPRARI 6" E6S 54/20 50 C
 Grupo DEUSCH 100KVA 150 CV
 Alternador MERCATE

Piezómetro (n° IPA)

Profundidad m
 Distancia 0 m
 Dirección (norte) #iDIV0! °E

Régimen de bombeo

Escalón	Caudal (l/s)	Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Total	Parcial
1	10	2	2	>150	>150
2	0,3	1440	1378	23,32	23,32

Síntesis litológica

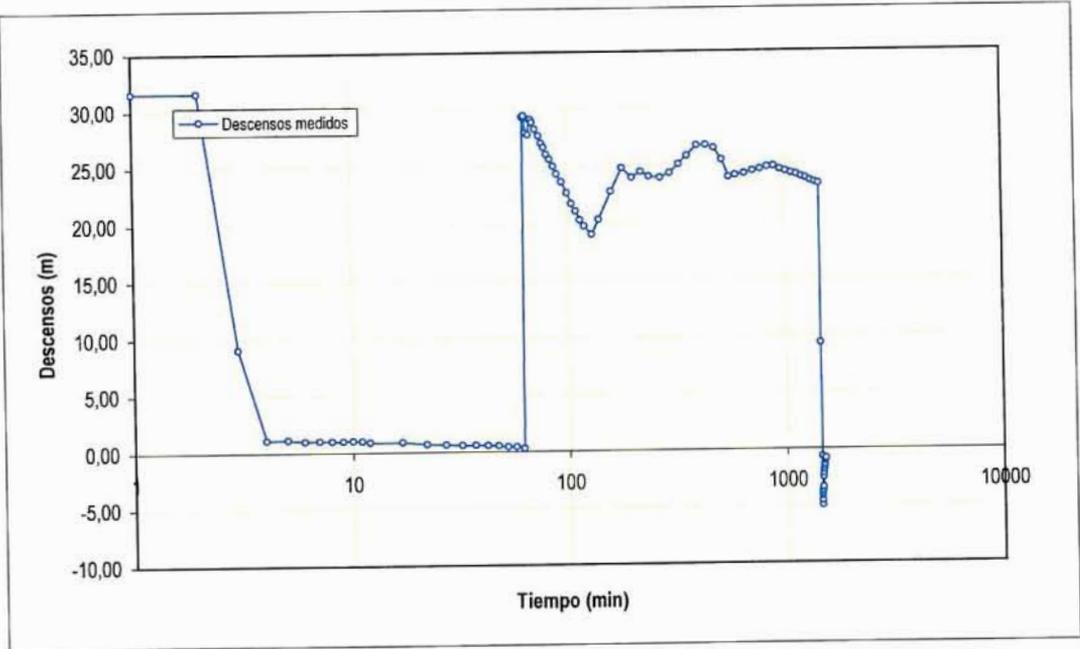
0-18 m Calizas margosas, dolomíticas. Disolución superficial y alteración; aparece arcilla de descalcificación.
 18-79 m Calizas recristalizadas color claro, calizas dolomíticas crema con restos de bivalvos y algunos niveles más margosos y pirolusita. Aparecen niveles dolomíticos rojizos. Entre los 44 y 79 metros los niveles son más espartíticos.
 79-89 m Alternancia de calcarenita gris-rojiza y caliza recristalizada marrón.
 89-104 m Calizas margosas marrón amarillentas y rojizas, dolomias y calizas recristalizadas con óxidos de hierro.
 104-139 m Caliza margosa gris oscura - negra con algún resto fósil.
 139-163 m Arena silicea de grano medio - fino subredondeada.
 163-178 m Calizas margosas grises.

Perforación Entubación Rejilla

Perforación	Entubación	Rejilla
0-9 m ϕ 315 mm	0-9 m ϕ 300 mm	163-175 m 4 mm
9-178 m ϕ 220 mm	0-178 m ϕ 180 mm	

Hora	Tiempo (min)	Pozo bombeo		Piezómetro		Q (l/s)	Observaciones
		Profund. (m)	Descenso (m)	Profund. (m)	Descenso (m)		
10/1/06 8:45	0	118,41					
10/1/06 8:46	1	150,00	31,59			10,00	Toda el agua se ha quedado en la columna, no ha llegado a salir por la manguera.
10/1/06 8:47	2	150,00	31,59			10,00	
10/1/06 8:48	3	127,51	9,10			0,00	
10/1/06 8:49	4	119,52	1,11			0,00	
10/1/06 8:50	5	119,55	1,14			0,00	
10/1/06 8:51	6	119,43	1,02			0,00	
10/1/06 8:52	7	119,45	1,04			0,00	
10/1/06 8:53	8	119,43	1,02			0,00	
10/1/06 8:54	9	119,41	1,00			0,00	
10/1/06 8:55	10	119,44	1,03			0,00	
10/1/06 8:56	11	119,41	1,00			0,00	
10/1/06 8:57	12	119,31	0,90			0,00	
10/1/06 9:02	17	119,30	0,89			0,00	
10/1/06 9:07	22	119,10	0,69			0,00	
10/1/06 9:12	27	119,05	0,64			0,00	
10/1/06 9:17	32	119,00	0,59			0,00	
10/1/06 9:22	37	119,00	0,59			0,00	
10/1/06 9:27	42	118,97	0,56			0,00	
10/1/06 9:32	47	118,94	0,53			0,00	
10/1/06 9:37	52	118,84	0,43			0,00	
10/1/06 9:42	57	118,82	0,41			0,00	
10/1/06 9:47	62	118,69	0,28			0,00	
10/1/06 9:48	63	147,76	29,35			0,30	La llave está casi totalmente cerrada.
10/1/06 9:49	64	147,86	29,45			0,30	
10/1/06 9:50	65	146,37	27,96			0,30	
10/1/06 9:52	67	146,21	27,80			0,30	
10/1/06 9:53	68	147,54	29,13			0,30	
10/1/06 9:54	69	147,53	29,12			0,30	
10/1/06 9:55	70	147,26	28,85			0,30	
10/1/06 9:57	72	146,69	28,28			0,30	
10/1/06 10:00	75	146,10	27,69			0,30	
10/1/06 10:02	77	145,44	27,03			0,30	
10/1/06 10:04	79	145,07	26,66			0,30	Empieza a salir agua de la manguera. Agua muy sucia (marrón - rojiza).
10/1/06 10:06	81	144,46	26,05			0,30	
10/1/06 10:09	84	144,02	25,61			0,30	
10/1/06 10:12	87	143,41	25,00			0,30	
10/1/06 10:15	90	142,74	24,33			0,30	

10/1/06 10:20	95	142,04	23,63	0,30	
10/1/06 10:25	100	141,07	22,66	0,30	
10/1/06 10:30	105	140,12	21,71	0,30	
10/1/06 10:35	110	139,46	21,05	0,30	
10/1/06 10:40	115	138,68	20,27	0,30	
10/1/06 10:45	120	138,16	19,75	0,30	
10/1/06 10:55	130	137,42	19,01	0,30	
10/1/06 11:05	140	138,72	20,31	0,30	
10/1/06 11:25	160	141,15	22,74	0,30	Agua muy sucia (ocre).
10/1/06 11:45	180	143,21	24,80	0,30	
10/1/06 12:05	200	142,38	23,97	0,30	Cond: 611µS/cm pH: 7,7 Tª: 16° C
10/1/06 12:25	220	142,89	24,48	0,30	
10/1/06 12:45	240	142,45	24,04	0,30	
10/1/06 13:15	270	142,34	23,93	0,30	Cond: 631µS/cm pH: 7,5 Tª: 15° C
10/1/06 13:45	300	142,73	24,32	0,30	Agua sucia (ocre).
10/1/06 14:15	330	143,51	25,10	0,30	
10/1/06 14:45	360	144,23	25,82	0,30	MUESTRA 1. Cond: 640µS/cm pH: 7,6 Tª: 17° C
10/1/06 15:25	400	145,13	26,72	0,30	Agua turbia (amarilla).
10/1/06 16:05	440	145,16	26,75	0,30	
10/1/06 16:45	480	144,90	26,49	0,30	
10/1/06 17:25	520	143,86	25,45	0,30	Cond: 642µS/cm pH: 7,0 Tª: 15° C. Agua turbia (sin
10/1/06 18:05	560	142,33	23,92	0,30	
10/1/06 18:45	600	142,51	24,10	0,30	
10/1/06 19:45	660	142,64	24,23	0,30	
10/1/06 20:45	720	142,88	24,47	0,30	MUESTRA 2. Cond: 640µS/cm pH: 7,6 Tª: 16° C
10/1/06 21:45	780	143,02	24,61	0,30	
10/1/06 22:45	840	143,21	24,80	0,30	
10/1/06 23:45	900	143,26	24,85	0,30	
11/1/06 0:45	960	143,00	24,59	0,30	
11/1/06 1:45	1020	142,81	24,40	0,30	
11/1/06 2:45	1080	142,66	24,25	0,30	
11/1/06 3:45	1140	142,55	24,14	0,30	
11/1/06 4:45	1200	142,34	23,93	0,30	
11/1/06 5:45	1260	142,21	23,80	0,30	Agua turbia (sin color)
11/1/06 6:45	1320	141,99	23,58	0,30	
11/1/06 7:45	1380	141,85	23,44	0,30	
11/1/06 8:45	1440	141,73	23,32	0,30	MUESTRA 3. Cond: 640µS/cm pH: 7,6 Tª: 15° C
11/1/06 8:46	1441	127,73	9,32	0,00	
11/1/06 8:47	1442	117,69	-0,72	0,00	
11/1/06 8:48	1443	113,42	-4,99	0,00	
11/1/06 8:49	1444	113,82	-4,59	0,00	
11/1/06 8:50	1445	114,23	-4,18	0,00	
11/1/06 8:51	1446	114,45	-3,96	0,00	
11/1/06 8:52	1447	114,64	-3,77	0,00	
11/1/06 8:53	1448	114,70	-3,71	0,00	
11/1/06 8:54	1449	114,63	-3,78	0,00	
11/1/06 8:55	1450	114,75	-3,66	0,00	
11/1/06 9:00	1455	115,00	-3,41	0,00	
11/1/06 9:05	1460	115,88	-2,53	0,00	
11/1/06 9:10	1465	116,24	-2,17	0,00	
11/1/06 9:15	1470	116,56	-1,85	0,00	
11/1/06 9:20	1475	116,80	-1,61	0,00	
11/1/06 9:25	1480	117,02	-1,39	0,00	
11/1/06 9:30	1485	117,33	-1,08	0,00	
11/1/06 9:35	1490	117,50	-0,91	0,00	
11/1/06 9:40	1495	117,55	-0,86	0,00	
11/1/06 9:45	1500	117,57	-0,84	0,00	





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: 11 de enero de 2006

Nº pag.:

Nº SONDEO: P-09.703.A

POBLACIÓN: BELLO

PROF.: 178 m

Ensayo de bombeo del sondeo de Bello MMA (261950031)

El ensayo de bombeo del sondeo de Bello comienza el 10 de enero de 2006, a las 8:45 horas. Se realiza con contador y manguera de 50 m. La bomba está situada a una profundidad de 153 m. El nivel estático inicial está en 118,41 m.

Se arranca la bomba con un caudal alto, de aproximadamente 10 l/s, pero en el primer minuto el nivel bajó por debajo de 150 m. No se puede medir más exactamente porque solo hay tubería piezométrica hasta el metro 150. Rápidamente se cierra la llave del todo, pero el nivel no recupera. Se decide parar y medir recuperación durante una hora. En ningún momento llegó a salir agua por la manguera, toda se quedó en la columna. Durante los 2 primeros minutos de recuperación, tiempo que le cuesta caer a la columna de agua, el nivel queda a 1,11 m del nivel estático inicial. Luego va recuperando, hasta que, al final de la hora, únicamente quedan 28 cm por recuperar.

A continuación se vuelve a bombear. Esta vez se arranca con el caudal mínimo posible y la llave casi totalmente cerrada. Se extrae un caudal de 0,3 l/s, caudal que se mantiene hasta el final. El nivel no llega a estabilizar en ningún momento, está oscilando todo el tiempo. El descenso total del nivel ha sido de 23,32 m.

El agua sale muy sucia al principio, de color marrón-rojizo, debido al óxido de la tubería. A los 100 minutos sale sucia, de color ocre, y poco a poco va aclarando, volviéndose turbia y pasando a tener un color amarillo primero, y luego sin color, pero sin llegar a aclarar. La conductividad varía entre 611 y 640 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El pH medio es de 7,6 y la temperatura de 16-17° C.

A las 8:45 horas se para la bomba y se mide una hora de recuperación. En 3 minutos la columna de agua ha descargado totalmente y el nivel está 4,99 m por encima del nivel estático inicial. A partir de aquí y hasta el final de la hora, el nivel va bajando hasta quedar 84 cm por encima del nivel estático inicial. En las últimas medidas el nivel no ha variado mucho.

Después de desmontar el equipo de aforo se mide el nivel con la sonda hidronivel habitual. A las 10:45 horas el nivel estaba en 116,31 m.

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



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

FECHA: 11 de enero de 2006

Nº pag.:

Nº SONDEO: P-09.703.A

POBLACIÓN: BELLO

PROF.: 178 m

Ensayo de bombeo del sondeo de Bello MMA (261950031)

El ensayo de bombeo del sondeo de Bello comienza el 10 de enero de 2006, a las 8:45 horas. Se realiza con contador y manguera de 50 m. La bomba está situada a una profundidad de 153 m. El nivel estático inicial está en 118,41 m.

Se arranca la bomba con un caudal alto, de aproximadamente 10 l/s, pero en el primer minuto el nivel bajó por debajo de 150 m. No se puede medir más exactamente porque solo hay tubería piezométrica hasta el metro 150. Rápidamente se cierra la llave del todo, pero el nivel no recupera. Se decide parar y medir recuperación durante una hora. En ningún momento llegó a salir agua por la manguera, toda se quedó en la columna. Durante los 2 primeros minutos de recuperación, tiempo que le cuesta caer a la columna de agua, el nivel queda a 1,11 m del nivel estático inicial. Luego va recuperando, hasta que, al final de la hora, únicamente quedan 28 cm por recuperar.

A continuación se vuelve a bombear. Esta vez se arranca con el caudal mínimo posible y la llave casi totalmente cerrada. Se extrae un caudal de 0,3 l/s, caudal que se mantiene hasta el final. El nivel no llega a estabilizar en ningún momento, está oscilando todo el tiempo. El descenso total del nivel ha sido de 23,32 m.

El agua sale muy sucia al principio, de color marrón-rojizo, debido al óxido de la tubería. A los 100 minutos sale sucia, de color ocre, y poco a poco va aclarando, volviéndose turbia y pasando a tener un color amarillo primero, y luego sin color, pero sin llegar a aclarar. La conductividad varía entre 611 y 640 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El pH medio es de 7,6 y la temperatura de 16-17° C.

A las 8:45 horas se para la bomba y se mide una hora de recuperación. En 3 minutos la columna de agua ha descargado totalmente y el nivel está 4,99 m por encima del nivel estático inicial. A partir de aquí y hasta el final de la hora, el nivel va bajando hasta quedar 84 cm por encima del nivel estático inicial. En las últimas medidas el nivel no ha variado mucho.

Después de desmontar el equipo de aforo se mide el nivel con la sonda hidronivel habitual. A las 10:45 horas el nivel estaba en 116,31 m.

Fdo.: Elena Gómez



Ensayo de bombeo Bello





MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

INFORME ENSAYO DE BOMBEO

**PIEZÓMETRO N° 2619-50031
(09-704-011)**

BELLO (TERUEL)

CORREO

zaragoza@igme.es

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



OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El objetivo del presente informe es obtener una estimación de los parámetros hidráulicos que rigen la formación acuífera captada por el sondeo de Bello (Teruel), 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



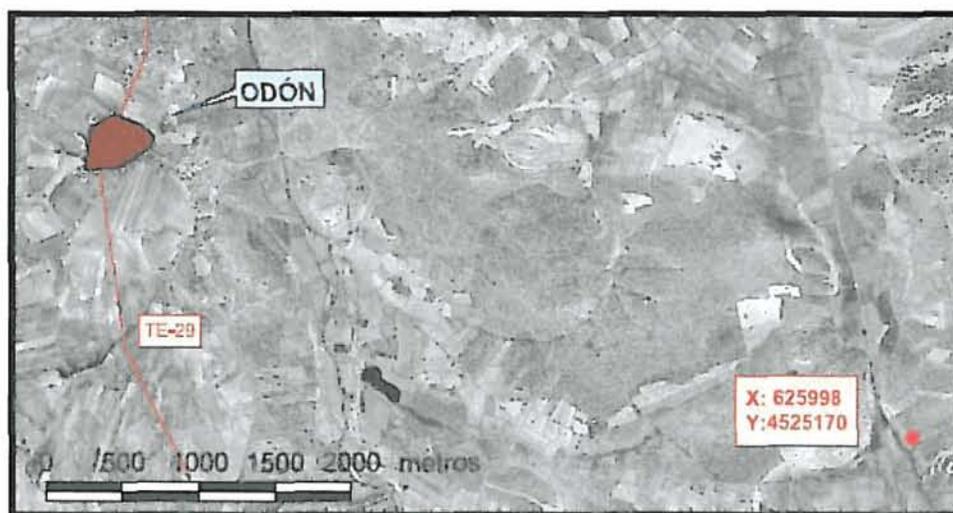
de Hantush para acuíferos semiconfinados, tanto para curvas descenso-tiempo que muestran el punto de inflexión, como para las ensayos en la que todos los pares de puntos descensos-tiempo se sitúan en la zona próxima a la estabilización.

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, $(tb+tr)/tr$, lo cual no implica que se trate del método de Recuperación de Theis.

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL SONDEO

- Hoja del MTN a escala 1: 50.000 nº 2619 (491) de Calamocha..
- Término municipal de Bello (Teruel). El sondeo se sitúa a 5,5 Km al este de la localidad de Odón. Se accede tomando un camino a la izquierda que parte de la carretera de Bello a Odón a la salida de la primera localidad, una vez pasada una ermita. El sondeo se sitúan la ladera Oeste de la denominada “Loma Lastra”.
- Referencia catastral. Polígono 25, parcela 7.
- Coordenadas UTM:

HUSO: 30T **X:** 625.998 **Y:** 45.25.170 **Z:** 1.048 msnm..



Figuras 1. Situación en ortofoto .

ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se ubica en la Unidad Hidrogeológica nº 704 (Alto Jiloca) asentada sobre las formaciones mesozoicas de la margen occidental de la fosa tectónica del Jiloca. En este caso concreto, el piezómetro pretende ser indicativo del acuífero asentado en formaciones carbonatadas del Cretácico Superior.

La alimentación se produce en este sector por infiltración del agua de lluvia sobre los afloramientos calcáreos de la margen izquierda del Jiloca. El drenaje natural se produce al río Jiloca, fundamentalmente a través de los manantiales de Los Ojos de Monreal y Los Ojos de Caminreal, que drenan un caudal de 24 y 7 hm³/año, respectivamente.

La explotación mediante bombeos es importantes a lo largo de todo el río Jiloca, especialmente en el sector de Singra, donde se bombean del orden de 20 a 25 hm³/año con tendencia a disminuir por el progresivo abandono de cultivos. En este sector concreto la explotación es de escasa entidad.

INCIDENCIAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA PERFORACIÓN

El sondeo tiene 178 metros de profundidad, y se haya emboquillado en calizas dolomíticas y dolomías (fig 2) que se creen corresponden a la unidad dolomíticas de la Ciudad Encantada o incluso a la Fm. Embalse de la Tranquera, de edad Cenomaniense Superior a Coniaciense (Gil *et al.*, 2004; y García *et al.*, 2004), las cuales atraviesan en los primeros 79 m.

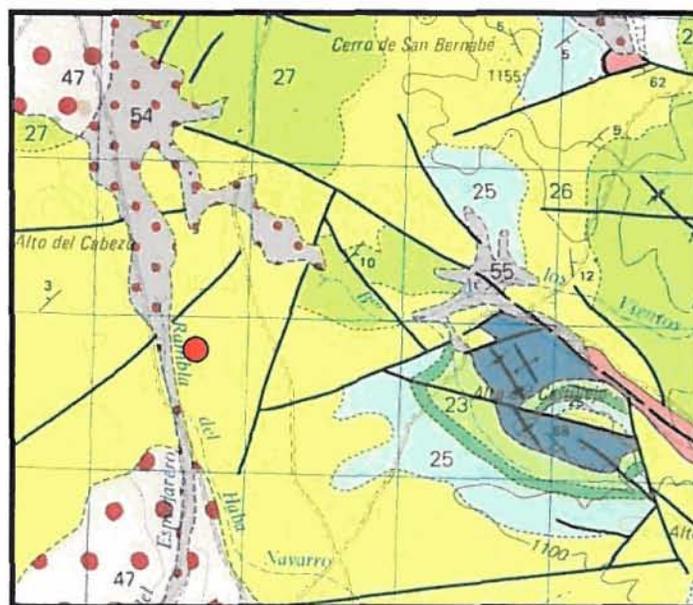


Figura 2. Plano de Situación Geológica en el Mapa Geológico 1:50.000 nº 516 (Monreal del campo)

Entre el metro 79 y 116, se corta un conjunto de dolomías y calizas dolomíticas



atribuidas a la Fm. Dolomías de Villa de Ves (unidad 25 de la cartografía MAGNA). Hasta el metro 139 se corta calizas margosas y margas que yacen sobre sedimentos detríticos (arenosos y microconglomerados) de la Fm. Utrillas, del Albiense-Cenomaniense. A partir del metro 163 hasta el final del sondeo se cortan calizas micríticas con acumulaciones de bioclastos que se creen pertenecen al techo de la unidad de Calizas y Dolomías tableadas de Cuevas Labradas, de edad Sinemuriense-Pliesbachiense.

Los aportes de agua fueron poco significativos durante la perforación y se detectaron en los materiales de la Fm Utrillas y Cuevas Labradas. Por tal motivo, se considera que el piezómetro no es representativo del acuífero ubicado en las formaciones carbonatadas del Cretácico Superior. Las previsiones de productividad realizadas durante la perforación, hasta 4-5 L/s, no fueron confirmadas por el posterior ensayo de bombeo.

El nivel piezométrico a la finalización de la perforación quedó a 105,45 m de profundidad, e implica que la mayor parte de las formaciones carbonatadas cretácicas están drenadas en este sector.

De acuerdo con lo sugerido por la testificación geofísica realizada, la zona rejilla del sondeo se situó entre los metros 163 y 175, constituida por filtro de puentecillo de 180 mm de diámetro y 4 mm de espesor.

INCIDENCIAS DEL ENSAYO DE BOMBEO

El ensayo de bombeo comenzó el 10 de enero de 2006, a las 8:45 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 153 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 calibrado para diferentes diámetros de diafragma. El nivel estático inicial se situó a 118,41 m.

El caudal de bombeo inicial fue de 10 L/s, pero el nivel descendió hasta la aspiración, sin que el agua llegara a salir a la superficie, por lo que tras una parada 60 minutos, en las que quedó un déficit de recuperación de 28 cm, se procedió al bombeo definitivo con el caudal mínimo posible (0,3 L/s), del que resultó niveles dinámicos sumamente inestables posiblemente debidos a la conjunción de pequeñas oscilaciones de caudal y elevadas pérdidas de carga.

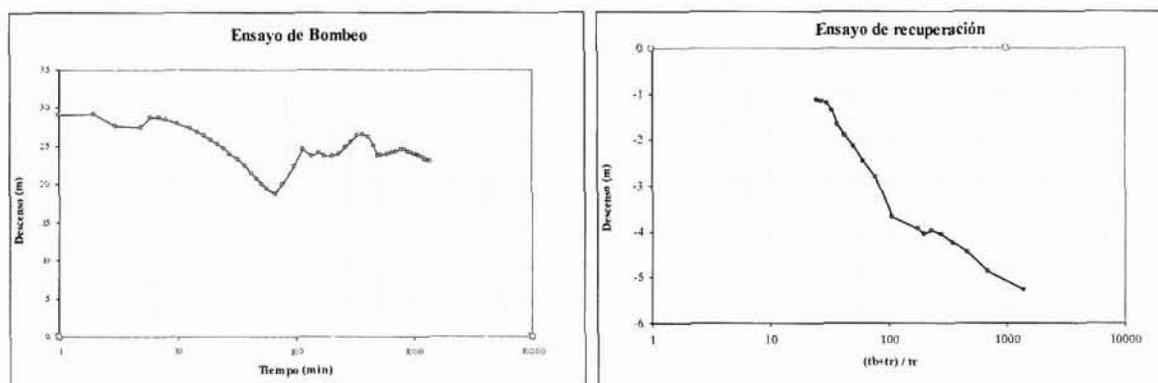
Al finalizar el bombeo, la reversión del agua contenida en la tubería de impulsión hizo que el nivel de agua quedara 4,99 m por encima del nivel estático inicial, y a partir de ahí abatirse progresivamente, hasta quedar con un superavit de 84 cm.

El agua extraída, muy sucia al principio, no llegó a aclarar durante la prueba.

Durante el ensayo se recogió muestras de agua para su posterior análisis y se midió "in situ" la temperatura y conductividad. Los resultados obtenidos fueron:

Tiempo (min)	Temperatura (°C)	pH	Conductividad $\mu\text{S/cm}$
200	16	7,7	611
270	15	7,5	631
360	17	7,6	640
520	15	7	642
720	16	7,6	640
1440	15	7,6	640

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



Figuras 3 y 4. Gráfico de descensos en bombeo y recuperación

INTERPRETACIÓN

A la vista de lo problemático del ensayo, tal como queda patente en las figuras 3 y 4, la interpretación no es posible mediante métodos convencionales. La anómala evolución de niveles durante el bombeo, posiblemente debido al desarrollo del sondeo al progresar el mismo, y el desconocimiento de las pérdidas de carga imposibilita cualquier determinación rigurosa de la transmisividad, si bien permite acotar su valor mínimo posible, que será aquel que en ausencia de pérdidas de carga, produce un descenso igual al registrado al final del bombeo.

El valor obtenido de acuerdo con el modelo de Theis es de $1,26 \text{ m}^2/\text{día}$ (figura 5), y de $0,81 \text{ m}^2/\text{día}$. En caso de que el acuífero se comportara según el modelo de Hantush, la transmisividad mínima sería de $0,81 \text{ m}^2/\text{día}$ (figura 6) para un factor r/B de 0,01, y de $0,44 \text{ m}^2/\text{día}$ para un factor r/B de 0,1.

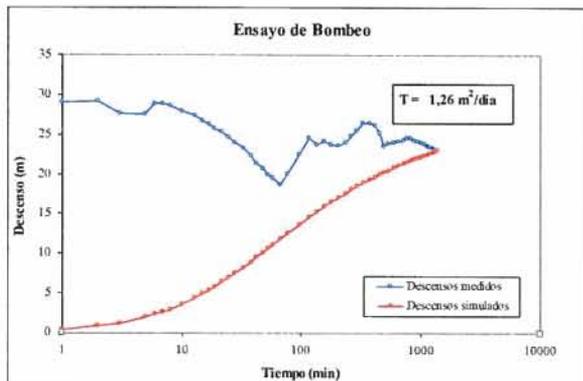


Figura 5

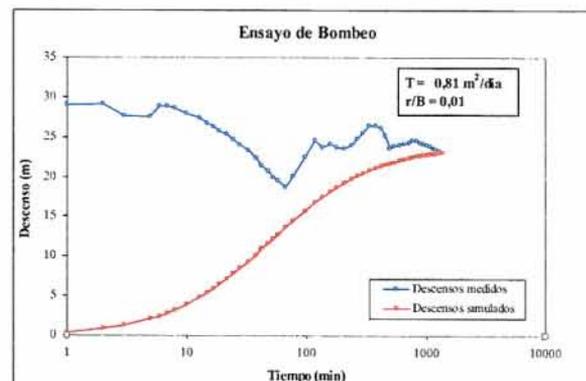


Figura 6

Los datos del ensayo de recuperación están muy influenciados por la descarga y retorno al sondeo del agua contenida en la tubería de impulsión en el momento del cese de bombeo.

El volumen de agua que retorna puede ser evaluado a partir del diámetro interior de la tubería de impulsión (94,4 mm) y de la profundidad del nivel dinámico al inicio de la recuperación (141,73 m) y ser considerado como una inyección casi-instantánea (2 minutos de duración) al cese del bombeo, que puede ser simulada con MABE como un breve escalón negativo, que en este caso concreto en 8,27 L/s.

Mediante este artificio se ha conseguido una calibración aceptable de la recuperación (figura 7) mediante el método de Hantush:

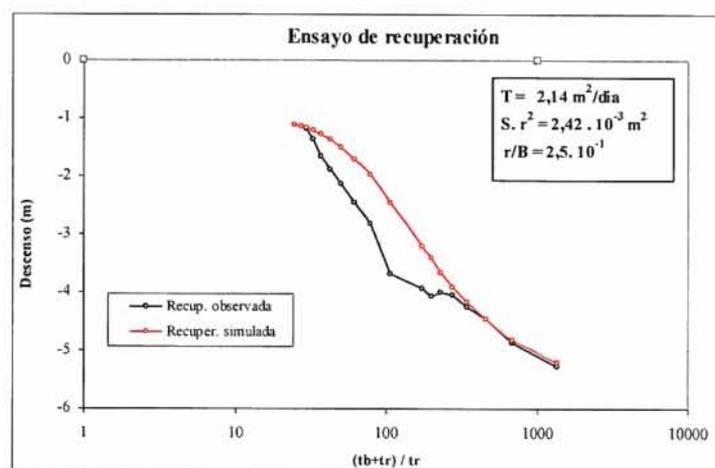


Figura 7

Los parámetros que permiten esta calibración son:

Transmisividad m ² /día	r ² · S m ²	r / B
2,14	2,42E-03	2,46E-01

Adicionalmente, ha sido necesario considerar un almacenamiento en pozo similar al de un sondeo de radio de 200 mm, ligeramente superior al teórico, posiblemente debido a la conexión con alguna cavidad poco transmisiva.

La simulación del bombeo con estos parámetros (figura 8), permite inferir la existencia de importantes pérdidas de carga (20,5 m) para el exiguo caudal bombeado.

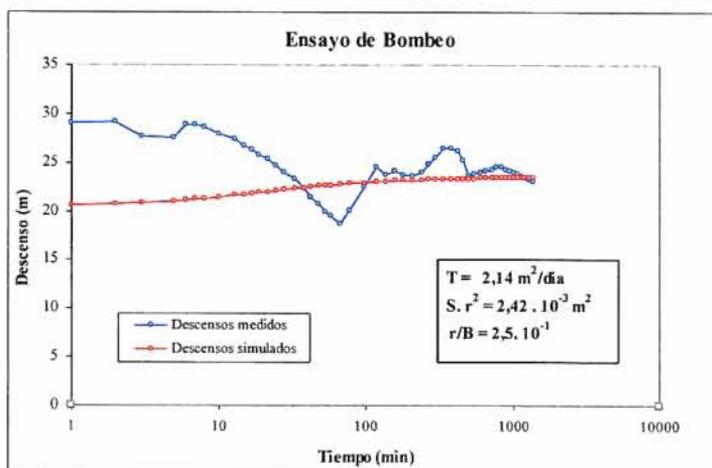


Figura 8

DISCUSIÓN

El ensayo pone de manifiesto una débil transmisividad proveniente del acuífero instalado en la Fm. Cuevas Labradas que debe ser atribuido a la poca penetración del sondeo en esta formación, que no era objetivo a controlar.

Los resultados obtenidos se sintetizan en el siguiente cuadro:

Metodo de interpretación	Transmisividad $\text{m}^2/\text{día}$	$r^2 \cdot S$ %	r/B
Modelo de Theis (Evaluación a partir del descenso final del bombeo)	> 1,26	---	---
Modelo de Hantush (Evaluación a partir del descenso final del bombeo)	> 0,81	---	0,01
Modelo de Hantush (Evaluación a partir del descenso final del bombeo)	>0,44	---	0,1
Simulación mediante Modelo de Hantush (Recuperación)	2,14	2,42E-03	2,46E-01

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



ANEXO Nº 1 ESTADILLO ENSAYO DE BOMBEO

Localidad: **BELLO (TERUEL)**
Hoja MTN **26-19 (491) Calamocha**

Nº de Inventario Pozo de bombeo: **2619-50013**
Nº de Inventario Piezómetro: **---**
Profundidad del sondeo: **178 m**
Nivel estático: **118,41 m**
Profundidad techo Fm. acuífera (m) **163 m**
Profundidad muro Fm acuífera (m) **> 178 m**
Longitud del filtro (Screen length) **12 m**
 ϕ perforación (annulus diameter) **220 mm**
 ϕ pantalla (casing diameter) **180 mm**

Coordenadas sondeo: **Longitud 625998 Latitud 4525170 Cota 1048**
Coordenadas Piezómetro: **---**
Distancia del piezómetro: **---**
Toponimia /Ref.Catastral. **Polígono 25, parcela 7**

Fecha ensayo: **10 de enero de 2006**
Bomba: **CAPRARI 6" E6S 54/20 50 CV**
Grupo: **DEUSCH 10KVA 150 CV**
Profundidad bomba: **153 m**

Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
8:45	0,0	0	118,41	0,00			
8:46	10,00	1	150,00	31,59			Toda el agua se ha quedado en la columna, no ha llegado a salir por la manguera.
8:47	10,00	2	150,00	31,59			
8:48	0,00	3	127,51	9,10			
8:49	0,00	4	119,52	1,11			
8:50	0,00	5	119,55	1,14			
8:51	0,00	6	119,43	1,02			
8:52	0,00	7	119,45	1,04			
8:53	0,00	8	119,43	1,02			
8:54	0,00	9	119,41	1,00			
8:55	0,00	10	119,44	1,03			
8:56	0,00	11	119,41	1,00			
8:57	0,00	12	119,31	0,90			
9:02	0,00	17	119,30	0,89			
9:07	0,00	22	119,10	0,69			
9:12	0,00	27	119,05	0,64			
9:17	0,00	32	119,00	0,59			
9:22	0,00	37	119,00	0,59			
9:27	0,00	42	118,97	0,56			
9:32	0,00	47	118,94	0,53			
9:37	0,00	52	118,84	0,43			
9:42	0,00	57	118,82	0,41			
9:47	0,00	62	118,69	0,28			
9:48	0,30	63	147,76	29,35			La llave está casi totalmente cerrada.
9:49	0,30	64	147,86	29,45			
9:50	0,30	65	146,37	27,96			
9:52	0,30	67	146,21	27,80			
9:53	0,30	68	147,54	29,13			
9:54	0,30	69	147,53	29,12			
9:55	0,30	70	147,26	28,85			
9:57	0,30	72	146,69	28,28			
10:00	0,30	75	146,10	27,69			
10:02	0,30	77	145,44	27,03			
10:04	0,30	79	145,07	26,66			Empieza a salir agua de la manguera. Agua muy sucia (marrón - rojiza).
10:06	0,30	81	144,46	26,05			
10:09	0,30	84	144,02	25,61			
10:12	0,30	87	143,41	25,00			



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
10:15	0,30	90	142,74	24,33			
10:20	0,30	95	142,04	23,63			
10:25	0,30	100	141,07	22,66			
10:30	0,30	105	140,12	21,71			
10:35	0,30	110	139,46	21,05			
10:40	0,30	115	138,68	20,27			
10:45	0,30	120	138,16	19,75			
10:55	0,30	130	137,42	19,01			
11:05	0,30	140	138,72	20,31			
11:25	0,30	160	141,15	22,74			Agua muy sucia (ocre).
11:45	0,30	180	143,21	24,80			
12:05	0,30	200	142,38	23,97			Cond: 611µS/cm pH: 7,7 T°: 16° C
12:25	0,30	220	142,89	24,48			
12:45	0,30	240	142,45	24,04			
13:15	0,30	270	142,34	23,93			Cond: 631µS/cm pH: 7,5 T°: 15° C
13:45	0,30	300	142,73	24,32			Agua sucia (ocre).
14:15	0,30	330	143,51	25,10			
14:45	0,30	360	144,23	25,82			MUESTRA 1. Cond: 640µS/cm pH: 7,6 T°: 17° C
15:25	0,30	400	145,13	26,72			Agua turbia (amarilla).
16:05	0,30	440	145,16	26,75			
16:45	0,30	480	144,90	26,49			
17:25	0,30	520	143,86	25,45			Cond: 642µS/cm pH: 7,0 T°: 15° C. Agua turbia (sin color)
18:05	0,30	560	142,33	23,92			
18:45	0,30	600	142,51	24,10			
19:45	0,30	660	142,64	24,23			
20:45	0,30	720	142,88	24,47			MUESTRA 2. Cond: 640µS/cm pH: 7,6 T°: 16° C
21:45	0,30	780	143,02	24,61			
22:45	0,30	840	143,21	24,80			
23:45	0,30	900	143,26	24,85			
0:45	0,30	960	143,00	24,59			
1:45	0,30	1020	142,81	24,40			
2:45	0,30	1080	142,66	24,25			
3:45	0,30	1140	142,55	24,14			
4:45	0,30	1200	142,34	23,93			
5:45	0,30	1260	142,21	23,80			Agua turbia (sin color)
6:45	0,30	1320	141,99	23,58			
7:45	0,30	1380	141,85	23,44			
8:45	0,30	1440	141,73	23,32			MUESTRA 3. Cond: 640µS/cm pH: 7,6 T°: 15° C
8:46	0,00	1441	127,73	9,32			
8:47	0,00	1442	117,69	-0,72			
8:48	0,00	1443	113,42	-4,99			
8:49	0,00	1444	113,82	-4,59			
8:50	0,00	1445	114,23	-4,18			
8:51	0,00	1446	114,45	-3,96			
8:52	0,00	1447	114,64	-3,77			
8:53	0,00	1448	114,70	-3,71			
8:54	0,00	1449	114,63	-3,78			
8:55	0,00	1450	114,75	-3,66			
9:00	0,00	1455	115,00	-3,41			
9:05	0,00	1460	115,88	-2,53			
9:10	0,00	1465	116,24	-2,17			
9:15	0,00	1470	116,56	-1,85			



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
9:20	0,00	1475	116,80	-1,61			
9:25	0,00	1480	117,02	-1,39			
9:30	0,00	1485	117,33	-1,08			
9:35	0,00	1490	117,50	-0,91			
9:40	0,00	1495	117,55	-0,86			
9:45	0,00	1500	117,57	-0,84			

ANEJO 5

ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO solicitado por: **MICROTEC AMBIENTE, S.A.U.**
NUÑEZ DE BALBOA, 81, LOCAL 28006 MADRID MADRID
 Denominación de la muestra: **ENSAYO BOMBEO. BELLO.- MUESTRA 1ª (6 HORAS).- UTM-X: UTM-Y:**
 Matriz: **AGUA CONTINENTAL** Tomada por: **EL CLIENTE**
 Tipo de muestra: **PUNTUAL**
 Fecha muestreo **01/01/2006** Hora Fecha recepción **23/01/2006** Inicio análisis **23/01/2006** Fin análisis **24/01/2006**

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C	593 μ S/cm	Electrometría. (P.I.E. COND)
pH	7,66 ud. de pH	Electrometría. (P.I.E. PH)
CLORUROS (*)	19,67 mg/l	Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS (*)	25,58 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS (*)	382,13 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS (*)	0,00 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS (*)	5,53 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO (*)	7,62 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO (*)	38,32 mg/l	Complexometría (P.I.E. DURE)
CALCIO (*)	76,71 mg/l	Complexometría (P.I.E. CALC)
POTASIO (*)	1,91 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 (*)	0,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. BORO)
FOSFATO	0,33 mg/l P2O5	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO (*)	7,90 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SILI)
HIERRO (*)	0,04 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. FeAA)
MANGANESO (*)	0,14 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. MnAA)

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

martes, 24 de enero de 2006

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). N° 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**
Lcda 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.

Avda. Europa, s/n. Políg. Ind. Base 2000. 30564 LORQUÍ (Murcia).

Tel 968 693 711 Fax 968 690 691 e-mail: caasa@caasa-lab.com web: www.caasa-lab.com

Insc. Reg. Merc. de Murcia, hoja 939, folio 146, libro 58, sec. 3ª, Ins. 1ª - C.I.F. A-30020192

ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

<u>MACROCONSTITUYENTES</u>	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS.....	19,67	0,55	7,46
SULFATOS.....	25,58	0,53	7,16
BICARBONATOS.....	382,13	6,26	84,18
CARBONATOS.....	0,00	0,00	0,00
NITRATOS.....	5,53	0,09	1,20
SODIO.....	7,62	0,33	4,50
MAGNESIO.....	38,32	3,15	42,83
CALCIO.....	76,71	3,83	52,00
POTASIO.....	1,91	0,05	0,66

AGUA: BICARBONATADA - CÁLCICA

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de Congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos.....	565,88 mg/l.
CO2 libre	13,31 mg/l
Dureza total	34,93 ° Francés
Dureza total	349,35 mg/l de CO3Ca
Dureza permanente	36,11 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de bicarbonatos..	313,41 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de carbonatos.....	0,00 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de hidróxidos.....	0,00 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad total.....	313,41 mg/l de CO3Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIES

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,17
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,05
rNa/rK	6,78
rNa/rCa	0,09
rCa/rMg	1,21
$rCl/rHCO_3$	0,09
rSO_4/rCl	0,96
rMg/rCa	0,82
i.c.b.....	0,31
i.d.d.....	0,03

Nº Registro: CAA/GE- 286 -06



CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.

1. DATOS del PETICIONARIO

nombre: **CYGSA**
 dirección: **Baltasar Gracián 11, 1º C**
 población: **50005 Zaragoza**
 persona de contacto: **Antonio Sánchez**

2. DATOS de la/s MUESTRA/S

A continuación se relacionan las muestras recibidas por CONTROL 7, S.A. en las fechas indicadas. Dichas muestras fueron tomadas por el peticionario y recibidas en nuestras instalaciones.

TIPO de MUESTRA	N/REF	S/REF	FECHA de TOMA	LUGAR de MUESTREO	FECHA de RECEPCION
agua subterránea	58863	BELLO.- Muestra 2 (12 horas).-	10-1-06	ensayo de bombeo	17-1-06

3. ENSAYOS SOLICITADOS

A continuación se indican los ensayos solicitados por el peticionario junto con el procedimiento utilizado y la técnica analítica.

Los resultados marcados con * no pertenecen al alcance de la Acreditación ENAC

PARAMETRO	PROCEDIMIENTO	TECNICA de ENSAYO
pH	PNT/ME-01	ELECTROMETRÍA
conductividad	PNT-ME-02	ELECTROMETRÍA
calcio	PNT/ME-14	VOLUMETRÍA
magnesio	PNT/ME-15	VOLUMETRÍA
sodio*	PNT/ME-23	ESPECT EMIS ATOMICA
potasio*	PNT/ME-23	ESPECT EMIS ATOMICA
sulfatos*	PNT/ME-12	GRAVIMETRÍA
cloruros*	PNT/ME-05	VOLUMETRÍA
nitratos	PNT/ME-11	ESPECTROFOTOM UV-vis
carbonatos	PNT/ME-17	VOLUMETRÍA
bicarbonatos	PNT/ME-17	VOLUMETRÍA

Las fechas de realización de los ensayos indicados han sido:

N/REF muestra	Fecha inicio	Fecha finalización
58863	17-1-06	20-1-06

4. RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados obtenidos en las determinaciones efectuadas:

Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) - Calle E, Parcela 59-61, nave 9 - 50057 Zaragoza

Tels.: 976 571 227 - 976 573 754 - Fax: 976 573 494

CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-683, suscripción 1.ª - C.I.F. A-50361179

TIPO de MUESTRA: agua subterránea

N/REF: 58863

S/REF: BELLO.- Muestra 2 (12 horas).-

PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADO
pH	ud pH	7,6
conductividad	$\mu\text{S/cm}$, 20°C	608
calcio	mg/L Ca	100,2
magnesio	mg/L Mg	28,0
sodio	mg/L Na	2,3
potasio	mg/L K	2,3
sulfatos	mg/L SO_4	28,0
cloruros	mg/L Cl	28,4
nitratos	mg/L NO_3	11,43
carbonatos	mg/L CaCO_3	0,0
bicarbonatos	mg/L CaCO_3	302,5

OBSERVACIONES:

Zaragoza, 20 de enero de 2006

Fdo. Javier Gracia Abadías

Director Laboratorio

Fdo. Eva Perisé Polo

Jefe Area Medioambiente

Los resultados sólo afectan a la muestra sometida a ensayo

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

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



INFORME DE
RESULTADO
DE ENSAYO
solicitado por:

MICROTEC AMBIENTE, S.A.U.

Denominación
de la muestra:

NUÑEZ DE BALBOA, 81, LOCAL
28006 MADRID

MADRID

Matriz:

ENSAYO BOMBEO. BELLO.-
3ª MUESTRA (24 HORAS).-

UTM-X:

UTM-Y:

Tipo de muestra: PUNTUAL

Fecha muestreo 11/01/2006 Hora

Fecha recepción 23/01/2006 Inicio análisis 23/01/2006 Fin análisis 24/01/2006

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C	602	µ S/cm
pH	7,40	ud. de pH
CLORUROS (*)	23,31	mg/l
SULFATOS (*)	31,37	mg/l
BICARBONATOS (*)	371,03	mg/l
CARBONATOS (*)	0,00	mg/l
NITRATOS (*)	5,19	mg/l
SODIO (*)	8,42	mg/l
MAGNESIO (*)	34,47	mg/l
CALCIO (*)	81,80	mg/l
POTASIO (*)	1,78	mg/l
NITRITOS (*)	0,00	mg/l
AMONIO	< 0,04	mg/l
BORO (*)	0,00	mg/l
FOSFATO	0,38	mg/l P2O5
ANHÍDRIDO SILÍCICO (*)	7,77	mg/l
HIERRO (*)	0,14	mg/l
MANGANESO (*)	0,04	mg/l

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

martes, 24 de enero de 2006

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
Lcda. 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.

Avda. Europa, s/n. Políg. Ind. Base 2000. 30564 LORQUÍ (Murcia).

Tel 968 693 711 Fax 968 690 691 e-mail: caasa@caasa-lab.com web: www.caasa-lab.com

Insc. Reg. Merc. de Murcia, hoja 939, folio 146, libro 58, sec. 3ª, Ins. 1ª - C.I.F. A-30020192

Nº Registro: CAA/GE- 284 -06

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: SONDEO Fuente de Información: CHE (OPH)
 Mapa 1:50.000 (2019) CALAMUCHA UTM: 620093 UTM Y: 4525400 COTA: 1075
 Provincia: BERRI Municipio: TORRALBA DE LOS SISOS
 Localidad: BELLO Paraje: BELLO DABA Pol 25 Parcel 7
 Dominio Hidrológico: Alto Jalon - Alto Jiloca Unidad: Alto Jiloca
 Acuífero: Soprasopras-Las Masa Subterránea A: MÓDREAL-CALAMUCHA Masa Subterránea B:
 Acuífero: Soprasopras-Las Redes: PG PL PH CG CL CH CE L T LH J OT
 Río: GALLUQUANTA Cuenca: EBRO

Observaciones: A los 139 metros aparecen las arenas de Utrillas y se corta nivel justo en esta cambio litológico con un caudal estimado de 1-1.5 l/s. A partir de los 105 metros al llegar a las Cuevas Labradas desaparece el fondo de la perforación, se detecta un gran aumento de la presión de perforación y se produce una disminución de la velocidad de perforación. Tener en cuenta que el nivel pudo corresponder a intermedio entre Utrillas y Las.



Bello-2 (18/12/2007)

Nº	Realización/fecha	Fuente de información	FECHA	FECHA INFO	OBSERVACIONES
1	ZAMALTEA	CHE (OPH)	16/09/2005		
50		CHE (OPH)	28-07/2008	18-07/2008	

PERFORACIÓN

Contratista: SAC'VR MICROTEC Equipo 4 Año: 2005
 Tipo perforación: ROTOPERFORACIÓN CON CIRCULACIÓN DIRECTA Profundidad total: 178
 Observaciones: Iniciado el 10-7-05 y finalizado el 11-7-05

Desde	Hasta	Díámetro (mm)
0	0	115
0	178	220

REVESTIMIENTO

Desde	Hasta	Díámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaste
0	2	300	5	Metálica ciega	CEMENTACIÓN
0	163	180	4	Metálica ciega	
2	7	300	5	Metálica ciega	REFLENO
7	0	300	5	Metálica ciega	CEMENTACIÓN
163	175	180	4	Metálica pombocillo	
175	178	180	4	Metálica ciega	

TRATAMIENTOS ESPECIALES

Fecha	Tipo
12-07-2005	Temperatura
12-07-2005	Conductividad
12-07-2005	Resistividad
12-07-2005	Pot. Espontáneo
12-07-2005	Pot. Espontáneo
12-07-2005	Caudal natural
12-07-2005	Inclinación

LITOLOGÍA

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	15	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas margosas, dolomíticas. Presentan disolución superficial y alteración; aparece arena de descalcificación				
15	70	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas recristalizadas color claro, calizas dolomíticas crema con restos de brevalos y algunos niveles más margosos con trazas de proclustia. Aparecen niveles dolomíticos rojos. Entre los 44 y 70 metros, se encuentran niveles oocarpínicos claros.				
70	89	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Alternancia de calcarenita gris-roja con niveles de caliza recristalizada marrón				
89	104	CALIZAS MARGOSAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas margosas marrón amarillentas y rojas, dolomas y calizas recristalizadas con nodos de hierro oscuros				
104	139	CALIZAS MARGOSAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Caliza margosa gris oscura-negra con algún resto fossilizado. Presenta niveles de caliza recristalizada marrón				
139	163	ARENAS	CRETACICO INTERIOR	
Observaciones: Arena silicea de grano medio-fino, subredondeada				
163	178	CALIZAS	LIASICO	ACUIFERO
Observaciones: Caliza micrítica gris				

PIEZOHIDROMETRÍA

NIVEL: NIVEL									
Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica				
50	119.25	105.23	14.02	115.9704	3.0171				
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
19-07-2008	115.06			979.34	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROXAI	0
Observaciones:									
21-06-2008	116.89			954.11	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROXAI	0
Observaciones:									
10-05-2008	119.05			955.92	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROXAI	0
Observaciones:									
12-04-2008	118.99			956.01	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROXAI	0
Observaciones:									
13-03-2008	118.98			956.023	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROXAI	0
Observaciones:									
16-02-2008	118.67			956.335	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROXAI	0
Observaciones:									
12-01-2008	118.48			956.525	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROXAI	0
Observaciones:									
12-12-2007	118.01			956.99	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROXAI	0
Observaciones:									
15-11-2007	117.97			957.035	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROXAI	0
Observaciones:									
12-10-2007	118.16			956.845	Nivel Estanco	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROXAI	0
Observaciones:									

Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Pizolldro.	Tipo de Medida	Fuente Informacion	Referencia de medida	Altura de medida
15/09/2007	117.19			957.81	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIB (0.03)	BROCAI	0
Observaciones:									
07/07/2007	115.93			958.155	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIB (0.03)	BROCAI	0
Observaciones:									
09/06/2007	113.96			961.64	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIB (0.03)	BROCAI	0
Observaciones:									
12/05/2007	115.4			959.6	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIB (0.03)	BROCAI	0
Observaciones:									
17/01/2007	119.25			955.55	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIB (0.03)	BROCAI	0
Observaciones:									
17/02/2007	117.87			957.135	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIB (0.03)	BROCAI	0
Observaciones:									
21/11/2007	113.85			961.145	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIB (0.03)	BROCAI	0
Observaciones:									
11/11/2006	116.81			948.19	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIB (0.03)	BROCAI	0
Observaciones:									
12/10/2006	116.3			948.7	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIB (0.03)	BROCAI	0
Observaciones:									
09/09/2006	116.15			948.85	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIB (0.03)	BROCAI	0
Observaciones:									
06/08/2006	116.04			948.96	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIB (0.03)	BROCAI	0
Observaciones:									
11/06/2006	116.53			949.425	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIB (0.03)	BROCAI	0
Observaciones:									
09/04/2006	119.05			958.635	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIB (0.03)	BROCAI	0
Observaciones:									
12/03/2006	116.6			958.495	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIB (0.03)	BROCAI	0
Observaciones:									
18/02/2006	117.09			957.915	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIB (0.03)	BROCAI	0
Observaciones:									
21/01/2006	112.52			962.633	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIB (0.03)	BROCAI	0
Observaciones:									
03/12/2005	111.87			963.135	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIB (0.03)	BROCAI	0
Observaciones: A cota de nivel 25.3 m									
06/11/2005	112.7			962.305	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIB (0.03)	BROCAI	0
Observaciones: Cotejada nivel 25.1 m									
24/08/2005	117.48			961.52	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIB (0.03)	BROCAI	0
Observaciones: Medida realizada por Antonio Sanchez de CYS SA									
12/07/2005	109.21			969.77	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIB (0.03)	BROCAI	0
Observaciones: Medida antes de limpiar									

OTRAS FOTOS



Bello (13/07/2005)



Bello-1 (10/12/2007)

FICHA DE PIEZÓMETRO

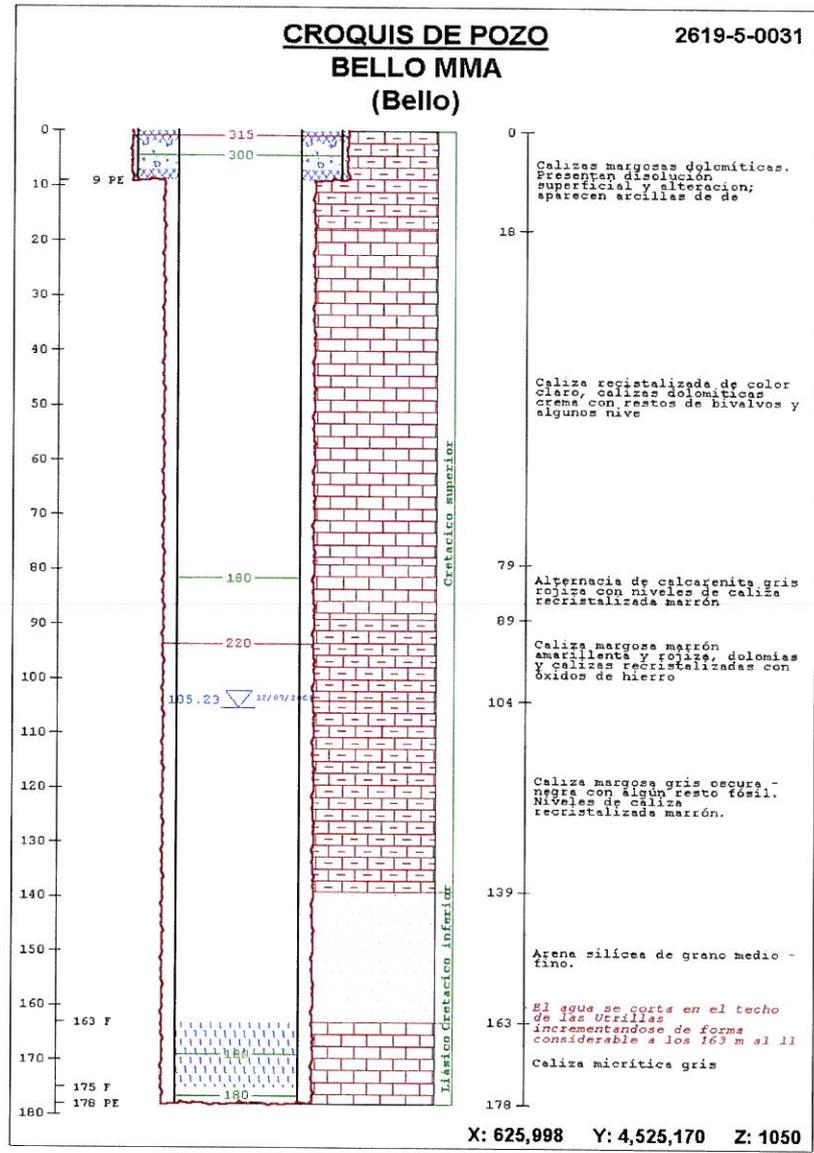
TOPONIMIA		BELLO MMA			CÓDIGO IDENTIFICACIÓN	09.704.11	
CÓDIGO IPA		261950031	Nº MTN 1:50.000	2619	MUNICIPIO BELLO	PROVINCIA TERUEL	
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO					
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		088 MONREAL-CALAMOCHA					
U. HIDROGEOLÓGICA		703 Alto Jiloca (Dominio 7 Alto Jalón-Alto Jiloca)					
ACUÍFERO(S)		088-02 Suprakeuper Lías (Grupo Renales)					
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	626093		DATOS OBTENIDOS DE:	GIS-Oleícola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL
	Y	4525400					
COTA DEL SUELO msnm	Z	1075		DATOS OBTENIDOS DE:	1:25000	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0
	POLÍGONO		21				
TITULARIDAD DEL TERRENO		Ayuntamiento de Bello					
PERSONA DE CONTACTO							
ACCESO							

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO													
USO		PROFUNDIDAD DEL SONDEO					178		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	315	0	9	300	Metálica	163	175	Puentecillo	0	2		
9	178	220	0	178	180	Metálica				7	9		

HISTORIA			
PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	12/07/2005
ORGANISMO	CHE (OPH)		

LOCALIZACIÓN	
<p style="text-align: center;">MAPA TOPOGRÁFICO 1.50.000</p>	<p style="text-align: center;">FOTO AÉREA</p>

CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE

