

INFORME PIEZÓMETRO DE CERNÉGULA: 09.102.03



ÍNDICE

1. PROYECTO

1.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

1.2. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

2. LOCALIZACIÓN

3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

5. EQUIPO DE PERFORACIÓN

6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

7. COLUMNA LITOLÓGICA

8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

9. ENTUBACIÓN REALIZADA

10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

11. HIDROQUÍMICA

12. CONCLUSIONES

ANEJOS

ANEJO N° 0: REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN

ANEJO N° 1: INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN

ANEJO N° 2: INFORME GEOLÓGICO

ANEJO N° 3: GEOFÍSICA

ANEJO N° 4: ENSAYO DE BOMBEO

ANEJO N° 5: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

ANEJO N° 6: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA

1. PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

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

La investigación hidrogeológica realizada desde entonces y la construcción por parte del Parque de Maquinaria del MIMAM de diversos sondeos, llevaron a la Oficina de Planificación de la Confederación Hidrográfica del Ebro a realizar una actualización del proyecto original, que se ha convertido en el proyecto constructivo.

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

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

El plazo de ejecución de las obras inicialmente previsto era de 36 meses.

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

Con fecha 11 de febrero de 2005 se contrató a la empresa CONTROL Y GEOLOGÍA S.A. (CYGSA), la Asistencia Técnica para la INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRANEAS DE LA CUENCA DEL EBRO, TT. MM. VARIOS Clave: 09.820-030/0612.

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

1.2 METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

El seguimiento de las obras lo podemos clasificar en trabajos antes de la perforación, durante y al final de la misma.

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

- Perforación
 - Seguimiento de la perforación
 - Interpretación de la testificación geofísica
 - Propuesta de entubación a la Dirección de Obra
 - Control de tareas finales como limpieza del sondeo, toma de muestras de agua del piezómetro perforado y construcción y colocación del cierre con arqueta antivandálica.

- Ensayos de Bombeo
 - Seguimiento del ensayo en campo, tanto del bombeo como de la recuperación.
 - Representación e interpretación de datos obtenidos.

- Seguimiento de la Seguridad y Salud
 - Presentación ante la autoridad Laboral de los Avisos Previos y sus actualizaciones.
 - Revisión del Plan de Seguridad y Salud.
 - Control de documentación de maquinaria y trabajadores presentes en la obra.

- Visitas periódicas a las obras con atención especial a la señalización de las áreas de trabajo y al uso correcto de los equipos de protección individual (EPIS'S).

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

- Redacción de informe final de cada piezómetro

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

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

Piezómetro ubicado en la zona donde se encaja el río Ebro Homino en los extensos páramos de Sédano y Masa. Registra los niveles del acuífero del 02.03 Cretácico superior.

Está emboquillado en el tramo margoso de la base del Santoniense y el acuífero que capta son las "Calizas del Turoniense-Coniaciense" en la zona de recarga del páramo de Masa.

2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro está situado a 1,2 km al S del núcleo de Cernégula.

A este emplazamiento se accede desde la C-629, dirección Villarcayo, tomar el camino a la derecha justo al entrar en el municipio de Cernégula. Este camino va paralelo al primer almacén que hay a mano derecha, en frente de la gasolinera. Se avanzan unos 250 m y se gira a la derecha. 660 m después se toma el camino de la derecha y se avanzan 700 m en dirección al monte, paralelo a la carretera.

Las coordenadas exactas del punto son:

X= 449.020

Y= 4.719.849

Z= 998 m.s.n.m.



Figura 1. Ubicación del piezómetro de Cernégula sobre SIGPAC.

3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra emboquillado en los materiales del Cretácico Superior que se diferencian dentro del Mapa Geológico de la Cuenca del Ebro como unidad 421. Se corresponden con la unidad 11 de la Hoja MAGNA nº 167 Montorio) de edad Turoniense a Coniaciense, integrada por calizas y dolomías blancas, siempre según la Cartografía MAGNA. La edad de esta unidad concuerda con las dataciones de los estudios más recientes, como los llevados a cabo por Floquet (1991) y Martín-Chivelet *et al.* (2002). Aparentemente, el sondeo sólo corta materiales pertenecientes al Cretácico Superior.

Los materiales del Cretácico Superior se disponen formando amplias mesetas estructurales con pliegues muy suaves y de gran amplitud, que se ven modificadas únicamente por el diapiro de Poza de la Sal. La estructura es atravesada por los ríos provocando que los principales acuíferos se desconecten entre sí. Al SE los materiales cretácicos se sumergen bajo el terciario de la Bureba el cual presenta espesores de hasta 700 metros atravesados en algunos sondeos petrolíferos. El piezómetro se ubica directamente sobre los materiales calizos de edad Cretácico Superior, que presentan una disposición próxima a la horizontal, con valores máximos de unos 10 grados.

ENTORNO GEOLÓGICO DE CERNÉGULA

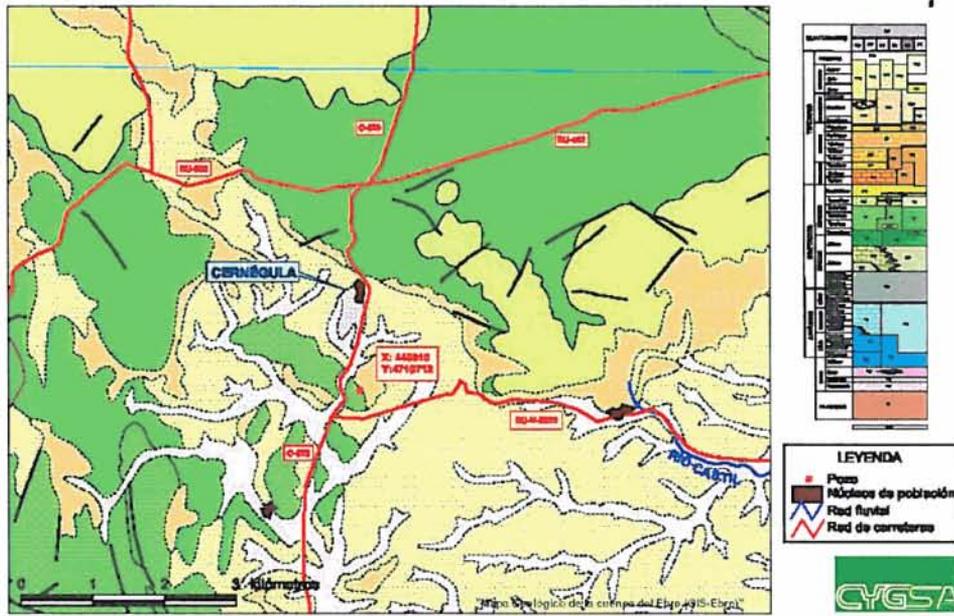


Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de Cernégula.

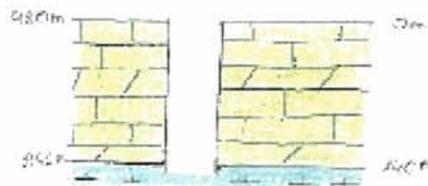
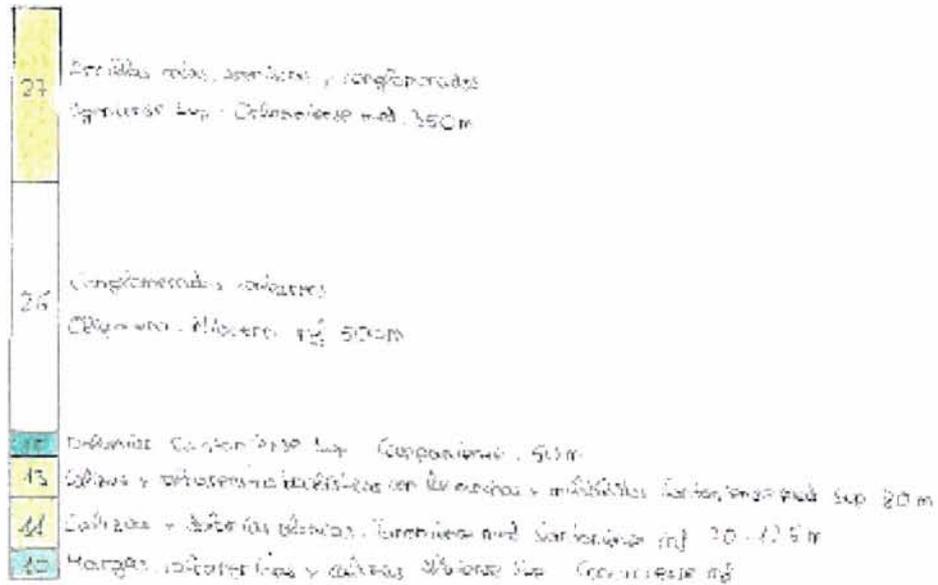


Figura 3. Corte geológico y columna prevista para el piezómetro de Cernégula.

4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se localiza dentro del dominio hidrogeológico 1 "Vasco – Cantábrico". Limitado al sur por el cabalgamiento surpirenaico, al este por el río Arga y en el resto por el límite de los afloramientos permeables más próximos al límite de la cuenca. Se caracteriza por la abundancia de formaciones carbonatadas karstificadas, del Cretácico superior y del Eoceno, en estructuras sinclinales (Villarcayo), parameras (La Lora, Urbasa, Andía, Lóquiz, Aralar) que facilitan el desarrollo de acuíferos libres muy extensos, y conglomerados terciarios. Para el ITGE (1.970 – 1.982) se trataba de los Sistemas Acuíferos 64 (Cretácico de La Lora y Sinclinal de Villarcayo), 65 (Paleoceno del Condado de Treviño y Mesozoico de la sierra de Cantabria), 66 (Paleoceno de la Sierra de Urbasa) y 07 (Calizas Mesozoicas de la Sierra de Aralar).

Se sitúa dentro de la unidad hidrogeológica 102 "Sedano La Lora", correspondiente a la masa de agua subterránea con Código 090.002 también denominada "Páramo de Sedano y Lora", y el acuífero a controlar son las calizas y dolomías blancas del Turoniense – Coniaciense.

El acuífero carbonatado mesozóico de la masa de agua 090.002 es un acuífero mixto de 122,52 km² de superficie, formado por calizas y calcarenitas. El acuífero principal, de edad Cretácico superior, está constituido por un conjunto calcáreo formado por tres litologías: calcarenitas y calizas arenosas del Cenomaniense con potencia entre 40-100 m; calizas dolomitizadas del Turoniense-Santoniense inferior, de espesor 100-200 m; y calcarenitas bioclásticas del Santoniense medio-superior de 80-150 m de espesor. Además de este acuífero, aparecen otros de menor importancia: Carbonatos del Rethiense-Sinemuriense (110 m), arenas de Utrillas (125-150 m), conglomerados calcáreos del Mioceno (100 m) y Cuaternario formado por aluviales y terrazas. Estos materiales se disponen formando amplias mesetas estructurales con pliegues muy suaves y de gran amplitud, que se ven

modificadas únicamente por el diapiro de Poza de la Sal. La estructura es atravesada por los ríos provocando que los principales acuíferos se desconecten entre sí. Al SE los materiales cretácicos se sumergen bajo el terciario de la Bureba, llegando a alcanzar profundidades de hasta 700 metros de profundidad según sondeos petrolíferos. La recarga de la masa se debe a las precipitaciones infiltradas en los afloramientos permeables. Las descargas más significativas de esta masa son: Cueva del Agua nº IPA 190750003, a una cota de 740 m.s.n.m.; Manantial de Hontomín nº IPA 190970005, a una cota de 940 m.s.n.m.; Nacimiento del Rudrón nº IPA 180870014, a una cota de 880 m.s.n.m.; Pozo Azul nº IPA 190850001, a una cota de 700 m.s.n.m.; Fuente Hornillo, a una cota de 800 m.s.n.m.

El piezómetro se ubica directamente sobre la formación calcárea de edad Cretácico Superior. Estos materiales presentan disposición horizontal.

(Entorno geológico y corte geológico y columna prevista pueden consultarse en figuras 1 y 2 respectivamente.)

5. EQUIPO DE PERFORACIÓN

La construcción del pozo la ha realizado la empresa adjudicataria SACYR – MICROTEC. Se ha contado con un equipo de perforación a rotoperCUSIÓN ST30/1400 sobre camión, un grupo compresor Atlas con grúa autocarga, compresor INGERSOLL – RAND.

6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

La perforación se inició el 5 de noviembre de 2004 a las 15:30 horas y se terminó el 6 de noviembre de 2004 a las 20:00 horas.

Se realizó un emboquille de 6 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.

Los 194 m restantes se perforaron 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. Se perforó en seco hasta los 102 m de profundidad, donde apareció el nivel. La velocidad media de avance fue de unos 15 metros/hora.

(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.

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.

Tabla 1. Descripción de campo de la columna atravesada:

0-15 m	Dolomías beige claras, meteorizadas. Calcita rellenando las fracturas.
15-60 m	Calizas y dolomías beige claro (bioesparita y algún nivel de micrita).
60-66 m	Margas grises.
66-71 m	Calizas microcristalinas beige claras.
71-94 m	Margas grises.
94-135 m	Calizas beige claras, marrón claras y rojizas. Aparecen algunos niveles dolomitizados. Abundantes restos fósiles (miliólidos).
135-140 m	Calizas bioclásticas claras con recristalizaciones dolomíticas rojas
140-160 m	Calizas beige claras, marrón claras y rojizas. Aparecen algunos niveles dolomitizados. Abundantes restos fósiles (miliólidos).
160-180 m	Calizas dolomíticas grises y beige claras. Restos de conchas, miliólidos.
180-197 m	Calizas dolomíticas grises con abundantes restos fósiles .
197-200 m	Calizas bioclásticas dolomitizadas, de colores grises y beiges, con abundantes restos fósiles.

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, son las siguientes:

De 0 m a 15 m .- Fm Desfiladero (Santoniense)

De 15 m a 94 m.- Fm Desfiladero (Coniaciense-Santoniense)

De 94 m a 180 m.- Fm Villaescusa de las Torres (Turoniense-Coniaciense)

De 180 m a 200m.- Fm Puente de Penedey (Turoniense)

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

8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

Se registraron los parámetros de gamma natural, potencial espontáneo y resistividad, así como la verticalidad y desviación de la perforación.

Se diferenciaron dos tramos con aporte de agua significativo: uno entre el metro 78 y el metro 80, y el otro entre el metro 96 y el 98; y varios tramos con menor aporte de agua: tramo de 124,5 m a 126 m, tramo de 126,5 m a 127,5 m, tramo de 129 m a 130,5 m, tramo de 132 m a 133 m, tramo de 164 m a 165,5, tramo de 170 m a 172 m, tramo de 174 m a 176 m, tramo de 179,5 m a 182 m, tramo de 186 m a 189 m, tramo de 190,5 m a 192,5 m, tramo de 199 m a 200 m.

La testificación geofísica corroboró la descripción litológica realizada.

El nivel se situó a 55 metros de profundidad.

La distancia de máxima desviación con la vertical a los 200 m de profundidad ha sido de 6,84 metros. El Acimut mantiene una medida aproximada de 40°. El sondeo comienza a desviarse desde el principio llegando a alcanzar los 4,12° al final del sondeo.

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
0-6	300	5	Acero al carbono	Ciega
0-74	180	4	Acero al carbono	Ciega
74-80	180	4	Acero al carbono	Puente
80-92	180	4	Acero al carbono	Ciega
92-98	180	4	Acero al carbono	Puente
98-128	180	4	Acero al carbono	Ciega
128-134	180	4	Acero al carbono	Puente
134-176	180	4	Acero al carbono	Ciega
176-182	180	4	Acero al carbono	Puente
182-188	180	4	Acero al carbono	Ciega
188-194	180	4	Acero al carbono	Puente
194-200	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.

10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero perforado es de edad Cretácico Superior.

El único aporte de agua detectado durante la perforación se situó a los 102 m, profundidad a la que se detectó el nivel, con un caudal estimado de unos 2-3 l/s.

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

Fecha	Nivel (metros)
9/11/2004	54,38
21/12/2004	49,76
20/01/2005	41,62
17/03/2005	36,51
19/04/2005	41,36
4/05/2005	43,63

ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL ACUÍFERO

Durante los días 4 y 5 de mayo de 2005 se realizó un ensayo de bombeo escalonado de 24 horas con su correspondiente recuperación. El nivel estático inicial se situó en 43,63 m y la profundidad de la aspiración fue de 153,8 m. El primer escalón duró 300 minutos, el caudal extraído fue de 2,8-4 l/s y el descenso del nivel fue de 27,28 m. El segundo y último escalón duró los 1140 minutos restantes. El caudal medio fue de 5,97-5,26 l/s. El descenso total del nivel fue de 48,78 m. En ningún momento llegó a estabilizar el nivel, pero durante las 5 últimas horas se mantiene oscilando.

El agua salió totalmente clara a partir de las 8 horas de bombeo. La conductividad media del agua durante el ensayo fue de 465 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el pH de 7,30 y la temperatura de 12^o 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 92,41 al metro 43,57. Se recuperó por completo en los primeros 15 minutos.

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

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
0	43,63	0,00	0,00
1	59,64	16,01	4,41
2	62,72	19,09	3,67
5	65,50	21,87	3,43
10	66,43	22,80	3,43
30	67,65	24,02	3,9
60	66,86	23,23	3,125
120	70,78	27,15	4,06
180	70,90	27,27	4,06
300	70,91	27,28	4,09
301	74,84	31,21	5,26
302	75,70	32,07	5,26
305	78,96	35,33	5,26
310	82,68	39,05	5,26
330	86,78	43,15	5,26
380	89,01	45,38	5,26
460	90,11	46,48	5,26
600	91,62	47,99	5,97
840	92,31	48,68	5,97
1200	92,40	48,77	5,97
1440	92,41	48,78	5,55
1441	72,86	29,23	0,00
1445	52,10	8,47	0,00
1450	43,38	-0,25	0,00
1460	43,60	-0,03	0,00
1500	43,57	-0,06	0,00

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

La interpretación se ha realizado con el método de Recuperación de Theis y simulación del bombeo y la recuperación mediante prueba-error con el programa MABE (Método directo), utilizando tanto la solución de Theis como la 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	R. Equiv.	Δh
Aprox. Log (Recuperación de Theis)	4,50 m ² /día	---	---	---	19,50 m
Simulación bombeo (solución Theis)	22,40 m ² /día	2,4 E-10 m ²	---	0,11 m	---
Simulación recuperación (solución Theis)	12,20 m ² /día	3,8 E-10 m ²	---	0,11 m	---
Simulación bombeo (solución Hantush)	9,20 m ² /día	2,15 E-4 m ²	8,10 E-3	0,11 m	---
Simulación recuperación (solución Hantush)	8,70 m ² /día	1,35 E-5 m ²	1,80 E-2	0,11 m	---

Se considera que los parámetros obtenidos mediante la simulación del bombeo con la solución de Hantush son los adecuados.

(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 3 muestras de agua, para su posterior análisis, procedentes de las siguientes fases de la obra:

- Final de la limpieza, con aire comprimido, de la perforación. (Conductividad: 429 $\mu\text{S/cm}$, pH: 7,79.)
- Muestra tomada a las 12 horas del inicio de ensayo de bombeo. (Conductividad: 434 $\mu\text{S/cm}$, pH: 7,47.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo (a las 24 horas). (Conductividad: 449 $\mu\text{S/cm}$, pH: 7,68.)

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 DURA – MUY DURA, y por su composición se clasifica como AGUA BICARBONATADA – CÁLCICA (según clasificación de Piper, en función de iones dominantes).

En cuanto a los indicadores de contaminación en ese punto, el contenido en nitratos es superior a los valores habituales en aguas subterráneas según Custodio y Llamas (ed. 1996), que varían entre 0,1 mg/l y 10 mg/l, y, en la última muestra analizada (muestra 3 del ensayo de bombeo) se superan incluso

los límites establecidos por la Directiva 98/83/CE y el R. D. 140/2003 para aguas dulces de consumo humano (concentración máxima admisible: 50 mg/l).

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, no se sobrepasan los límites.

Tabla 5. Resultados de los análisis de agua:

Determinación	Agua de limpieza	Muestra 2 Ensayo de bombeo	Muestra 3 Ensayo de bombeo
Cloruros	14,29 mg/l	12,21 mg/l	12,90 mg/l
Sulfatos	14,45 mg/l	20,02 mg/l	18,57 mg/l
Bicarbonatos	201,86 mg/l	216,90 mg/l	238,22 mg/l
Carbonatos	0,00 mg/l	0,00 mg/l	0,00 mg/l
Nitratos	36,64 mg/l	39,43 mg/l	73,20 mg/l
Sodio	8,01 mg/l	3,25 mg/l	3,83 mg/l
Magnesio	12,73 mg/l	8,50 mg/l	3,16 mg/l
Calcio	55,97 mg/l	80,85 mg/l	98,06 mg/l
Potasio	4,94 mg/l	1,09 mg/l	1,05 mg/l
Nitritos	0,07 mg/l	0,09 mg/l	0,00 mg/l
Amonio	0,09 mg/l	<0,04 mg/l	0,04 mg/l
Boro	0,00 mg/l	0,00 mg/l	0,00 mg/l
Fosfato	--	0,12 mg/l	0,50 mg/l
Anhídrido Fosfórico	0,55 mg/l	--	--
Anhídrido Silícico	5,72 mg/l	4,69 mg/l	4,61 mg/l
Hierro	0,01 mg/l	0,01 mg/l	0,00 mg/l
Manganeso	0,00 mg/l	0,00 mg/l	0,00 mg/l

12. CONCLUSIONES

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Cernégula 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 200 m. Los acuíferos atravesados están constituidos por materiales carbonatados, de edad Cretácico Superior.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en torno a 5,5 l/s. Los parámetros hidrogeológicos del acuífero, calculado mediante el método Directo, Solución de Hantush son: $T = 9,2 \text{ m}^2/\text{día}$, $r^2 \cdot S = 2,15 \cdot 10^{-4}$ y $r/B = 8,1 \times 10^{-3}$.

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

ANEJO 0

REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN

PUNTO N° : 3
PIEZÓMETRO N°: P-09.102.03
IPA: 1909-3-0011
TOPONIMIA: Casco urbano de Cernégula
MUNICIPIO: Merindad de Río Ubierna (Sotopalacios)
POLÍGONO:
PARCELA:

OBSERVACIONES:

El día 16/06/04 se visitó de nuevo la zona en compañía de D. Eloy García Melgosa (vecino de pueblo) persona designada por el alcalde para el reconocimiento de la zona. Tal y como se acordó con CHE y CYGSA en la reunión del 10/06/04 se ha reubicado el sondeo sobre la formación de Calizas y dolomías blancas del Coniaciense-Turoniense. El terreno es de titularidad municipal en el denominado paraje de Los Casares nueva coordenada U.T.M. obtenida con GPS es:

- X=448.830
- Y=4.719.827
- Z=990 m.s.n.m.



Foto nº 2. Ubicación del sondeo en paraje Los Casares

Lo metros totales de perforación se estiman en 200.

La solicitud de disponibilidad de terrenos se debe enviar a:

***S.r. Alcalde Presidente de la Merindad de Río Ubierna.
Francisco Gutierrez Sedano.
09140 Sotopalacios. Burgos.***

PUNTO N° : 3
PIEZÓMETRO N°: P-09.102.03
IPA: 1909-3-0011
TOPONIMIA: Casco urbano de Cernégula
MUNICIPIO: Merindad de Río Ubierna (Sotopalacios)
POLÍGONO:
PARCELA:

OBSERVACIONES:

Ubicación inicial de CHE.

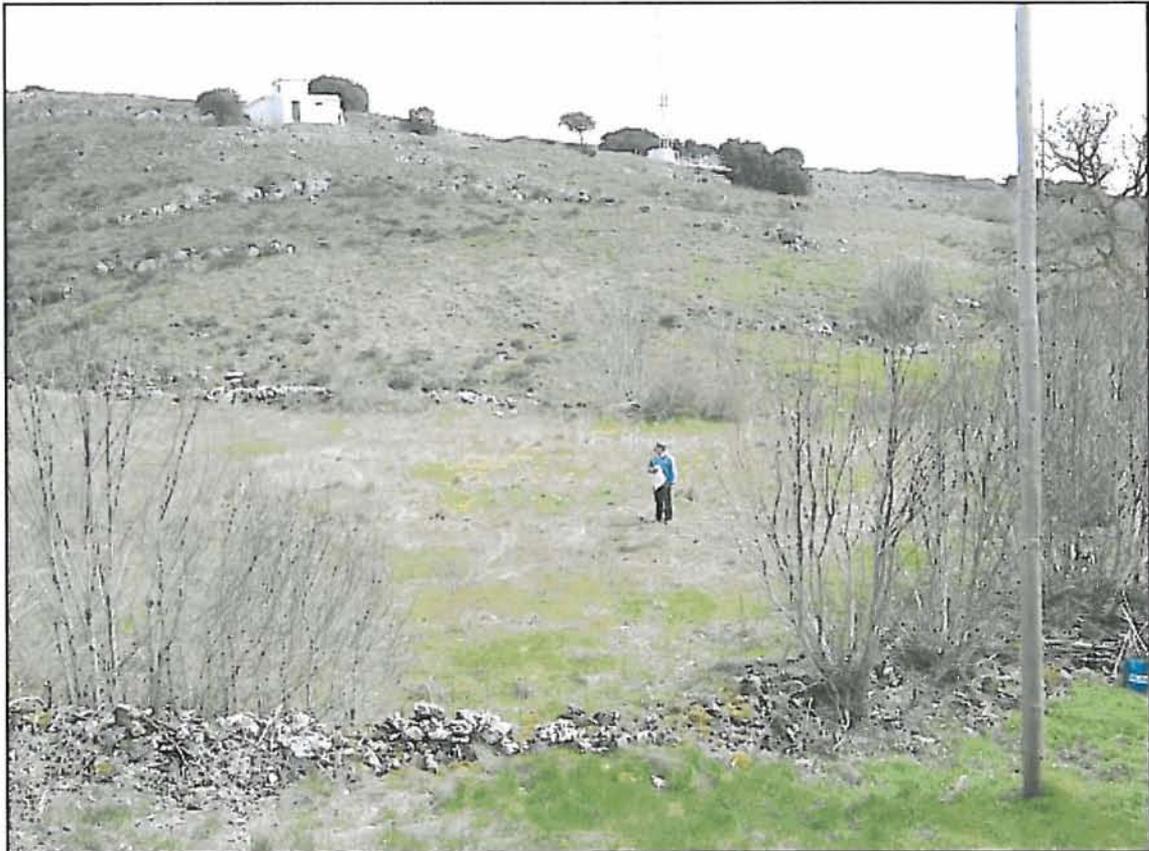


Foto n° 1. Detalle de la ubicación del sondeo según CHE

En la foto puede verse al fondo los afloramientos de calizas y calcarenitas bioclásticos con lacazinas y miliolidos del Cretácico Superior (Santoniense), a cuyo pie se sitúa una falla de borde que los individualiza del resto de los materiales. En la parte baja de la foto y al otro lado de dicha falla (donde se ubica el sondeo) se pueden ver los materiales sueltos de un coluvión cuaternario constituido por gravas, arenas y grandes bloques de calizas del cretácico, envueltos en una matriz arcillosa. Lógicamente este coluvión reposa discordantemente sobre arcillas rojas, arenas, areniscas y conglomerados de la F. Bureba. Por consiguiente la ubicación elegida en el proyecto constructivo no cumpliría los objetivos que pretende, ya que en los 130 metros previsto de perforación no se cortarían los materiales cretácicos y sí los del cuaternario y terciario citados.

La falla que aparece en dicha zona tiene dirección N130E y con una componente de desgarre importante, cuyo salto es del orden de 3-4 km. Esta dirección es paralela a la de la falla del Urbell, situada a unos 12 km al SW. Ligado a la falla de Cornegula se encuentran asociados algunos manantiales, como el de Notoria y el de la Laguna de Ventaperra.

El día 19/04/05 se visitó de nuevo la zona en compañía de D. Eloy García Melgosa (vecino de pueblo) persona designada por el alcalde para el reconocimiento de la zona. Se decidió el nuevo emplazamiento en terrenos municipales en el denominado paraje de Alto del Pulpito nueva coordenada U.T.M. obtenida con GPS es:

- X=449009
- Y=4.722.276
- Z=1.040 m.s.n.m.



Foto nº 1. Ubicación del sondeo. Alto del Pulpito.

Lo metros totales de perforación se estiman en 200. El nuevo punto si cubriría el objetivo hidrogeológico que se pretende en el proyecto constructivo.

La solicitud de disponibilidad de terrenos se debe enviar a:

***S.R. Alcalde Presidente de la Merindad de Río Ubierna.
Francisco Gutierrez Sedano.
09140 Sotopalacios. Burgos.***

AYUNTAMIENTO MERINDAD DE RIO UBIERNA
(BURGOS)

AYUNTAMIENTO DE MERINDAD DE RIO UBIERNA
REGISTRO DE SALIDA
Nº1064.....
Fecha ..02-08-2004

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL EBRO
OFICINA DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA
Paseo de Sagasta, Nº 24-28
50071 ZARAGOZA

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
04/08/2004
10:46:05
21209
Confederación Hidrográfica del Ebro
ENTRADA

FECHA: 28 DE JULIO DE 2.004

**ASUNTO: SOLICITUD DE DISPONIBILIDAD DE TERRENOS EN EL
PARAJE "QUIÑONES" SITO EN LA MOLINA DE UBIERNA.**

Con esta fecha damos traslado a la Junta Vecinal de La Molina de Ubierna de su solicitud sobre ocupación de terrenos y ello porque este Ayuntamiento no dispone de fincas de su propiedad en el paraje indicado.

A los efectos oportunos.

Atentamente.

Fdo. Francisco Guzmán Sedano.



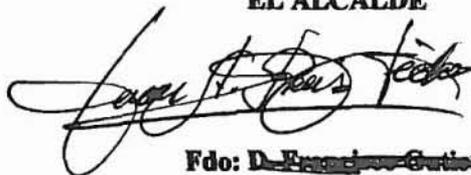
AYUNTAMIENTO
de
MERINDAD DE RÍO UBIERNA (Burgos)

De conformidad con su escrito referente a la **SOLICITUD DE DISPONIBILIDAD DE TERRENOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OBSERVACIÓN DE UN PIEZÓMETRO**, se hace constar que por Acuerdo de Pleno, de fecha ... de de 2004, se autoriza a la Confederación Hidrográfica del Ebro a:

1. La ocupación, de modo transitorio mientras dure la ejecución de la obra, de una extensión aproximada de 100 m²; necesarios para construir el sondeo 09.102.03 en terreno público de este municipio, en el paraje "Los Casares sito en Cernégula" o similar.
- ~~2. La ocupación durante un periodo de treinta años, prorrogable al término del mismo, de un espacio de unos 3 m², en que estará situado el sondeo y la arqueta de protección del mismo.~~
3. El acceso, por funcionario público o persona delegada, hasta el recinto anterior, con objeto de realizar las medidas o muestreos inherentes a la operación de control, así como a realizar los trabajos de reparación o mantenimiento que sean necesarios.

En Merindad de Río Ubierna, a de de 2004

EL ALCALDE



Fdo: D. ~~Francisco~~ Gutiérrez Sedano

Juan Antonio Ruiz Fernandez

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

ANEJO 1

INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN



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



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

FECHA: 5 y 6 de noviembre de 2004

Nº pag.:

Nº SONDEO: P-09.102.03

POBLACIÓN: Cernegula

PROF.: 200 m

PERFORACIÓN

INICIO: 5-11-04

SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN

DIAMETRO: 315 y 220 mm

VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 15 m/h (120 – 150 m)

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

La máquina se emplazó en el punto donde se va a realizar la perforación el 5/11/2004 a las 13:30 y comienzan por la tarde. Al final de la jornada han perforado 70 m.

El día 6/11/04 a las 15:30 llevan perforados 157 m.

La velocidad de avance del metro 120 a 150 es de unos 15 m/h

Se perfora en seco hasta los 102 m de profundidad donde aparece el nivel.

La descripción litológica de las muestras obtenidas es la siguiente:

De 0 – 15 m: Dolomías beige claras..

De 15 a 60 m: Dolomías beige claras y marron claro. Bioesparitas.

De 60 m a 66 m: Margas grises..

De 66 a 71 m: Calizas microcristalinas beige claras.

De 71 m a 94 m: Margas grises.

De 94 m a 135 m: Calizas beige claras, marron claras y rojizas. Abundantes restos fósiles.

De 135 - : Calizas bioclásticas gris claro con recristalizaciones (dolomía?) rojos.



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: 7/11/04	Nº pag.: 1	
Nº SONDEO: P-09. 102.03	POBLACIÓN: CENERGULA	PROF.: 200
PERFORACIÓN		
INICIO: 6/11 /04	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN	
DIAMETRO: 220 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Se ha terminado el sondeo a la profundidad prevista (200 m).

Se finalizó en calizas biclásticas del Santoniense.

Se realiza de 10:15 a 13:30 la testificación geofísica.

El nivel se encuentra a 55 metros.

La testificación corrobora la descripción litológica realizada, por ejemplo se encuentra delimitada la formación margosa descrita entre los 55-60 metros.

Los tramos aportantes detectados son los siguientes:

- Los mas significativos: 75-80 y 90-97 metros
- Los de menor importancia: 130, 164-165, 172, 180-188 y 195 m.

Con estos datos se acuerda con la constructora la siguiente entubación:

Entubación:

- 0 - 74 m tubería ciega
- 74 – 80 m puentecillo
- 80 – 92 m ciega
- 92 – 98 m puentecillo
- 98 – 128 m ciega
- 128 - 134 m puentecillo
- 134 – 176 m ciega
- 176 – 182 m puentecillo
- 182 – 188 m ciega
- 188 – 194 m puentecillo
- 194 – 200 m ciega



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



TOTAL: Tubería ciega 170 metros (28,3 tramos)
Tubería puentecillo: 5 tramos (30 metros)

El sondeo se ha desviado 4º hacia el NE (7,1 metros)

Se procede a la entubación después de comer.

ZETA AMALTEA	PARTE DE VISITA DE CAMPO	DIRECTOR DE OBRA: VICTOR ARQUED	
EXPTE: SONDEO CERNEGULA 102.03	TÉCNICO: JESÚS SERRANO	PARTE N°: 1	FECHA: 9-11-04

Medida del nivel con el sondeo finalizado

9/11/04 17:55 54,38 m.



Fdo.: Jesús Serrano Morata

ANEJO 2

INFORME GEOLÓGICO



MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Mínero de España

INFORME GEOLÓGICO

**PIEZÓMETRO N° 1909-3-0011
(P-09.102.03)**

CERNÉGULA (BURGOS)

CORREO

zaragoza@igme.es

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



ANTECEDENTES Y METODOLOGÍA

El presente informe trata de la situación geológica y el levantamiento de la Columna estratigráfica detallada del sondeo realizado por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) en las inmediaciones de la localidad de Cernégula (Burgos) dentro del marco de la campaña de sondeos realizada por ese organismo para la ampliación de la Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro. Este informe se realiza en el marco del Proyecto de "Caracterización Litoestratigráfica de las Columnas Litológicas de los Sondeos de la Futura Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro" del IGME.

El sondeo se ha realizado mediante la técnica de Rotopercusión con recuperación de "ripios" de la perforación y toma de muestras cada 5 metros. Se realizó un emboquille de 6 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. Los 194 m restantes se perforaron con el martillo de 220 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm.

Presenta la siguiente disposición: De 0 a 74 m tubería ciega. De 74 m a 80 m filtro de puentecillo. De 80 m a 92 m tubería ciega. De 92 m a 98 m filtro de puentecillo. De 98 m a 128 m tubería ciega. De 128 m a 134 m filtro de puentecillo. De 134 m a 176 m tubería ciega. De 176 m a 182 m filtro de puentecillo. De 182 m a 188 m tubería ciega. De 188 m a 194 m filtro de puentecillo. De 194 m a 200 m tubería ciega.

Para proceder a la elaboración de la columna de sondeo se han estudiado las muestras de estos "ripios" recogidas a intervalos de 5 metros. Estas muestras resultan únicamente significativas a lo hora de identificar las facies y características de las litología más competentes. Su estudio se ha realizado mediante la observación con lupa de mano y binocular, habiéndose sido lavadas previamente las muestras seleccionadas para su observación con el fin de eliminar los restos de los lodos de sondeo. Con estos datos y con los obtenidos del análisis de las diagramas disponibles del estudio geofísico, fundamentalmente de las de Gamma natural y de las diversas resistividades, se ha realizado una representación 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 del contexto regional para interpretar cuales son los tramos y Unidades Litoestratigráficas atravesadas y realizar una posible atribución de edades de las mismas.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo cuyo código de identificación es 1909-7-0008/ P-09.124.01 se localiza en el término municipal de Merindad de Río Ubierna. El piezómetro está situado a 1,2 km al S del núcleo de Cernégula. A este emplazamiento se accede desde la C-629, dirección Villarcayo, tomar el camino a la derecha justo al entrar en el municipio de Cernégula. Este camino va paralelo al primer almacén que hay a mano derecha, en frente de la gasolinera. Se avanzan unos 250 m y se gira a la derecha. 660 m después se toma el camino de la derecha y se avanzan 700 m en dirección al monte, paralelo a la carretera. Las coordenadas exactas del punto son: X= 448.830, Y= 4.719.827, Z= 990 m.s.n.m. (Fig.1).

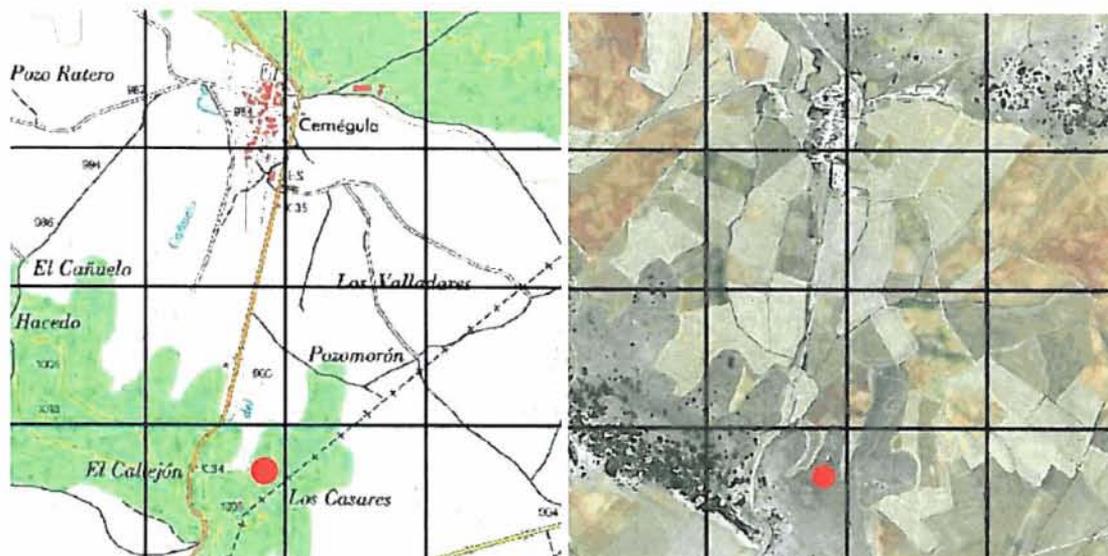


Fig. 1. Situación geográfica del sondeo y ortofoto (tomadas del Visor SIGPAC). El espaciado del cuadrículado en el mapa topográfico y en la ortofoto es de 500 metros.

SITUACIÓN GEOLÓGICA

EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra emboquillado en los materiales del Cretácico Superior que se diferencian dentro del Mapa Geológico de la Cuenca del Ebro como unidad 421. Se corresponden con la unidad 11 de la Hoja MAGNA nº 167 (Montorio) de edad Turoniense a Coniaciense, integrada por calizas y dolomías blancas, siempre según la Cartografía MAGNA. La edad de esta unidad concuerda con las dataciones de los estudios más recientes, como los llevados a cabo por Floquet (1991) y Martín-Chivelet *et al.* (2002). Aparentemente, el sondeo sólo corta materiales pertenecientes al Cretácico Superior.

Los materiales del Cretácico Superior se disponen formando amplias mesetas estructurales con pliegues muy suaves y de gran amplitud, que se ven modificadas únicamente por el diapiro de Poza de la Sal. La estructura es atravesada por los ríos provocando que los principales acuíferos se desconecten entre sí. Al SE los materiales cretácicos se sumergen bajo el terciario de la Bureba el cual presenta espesores de hasta 700 metros atravesados en algunos sondeos petrolíferos. El piezómetro se ubica directamente sobre los materiales calizos de edad Cretácico Superior, que presentan una disposición próxima a la horizontal, con valores máximos de unos 10 grados.

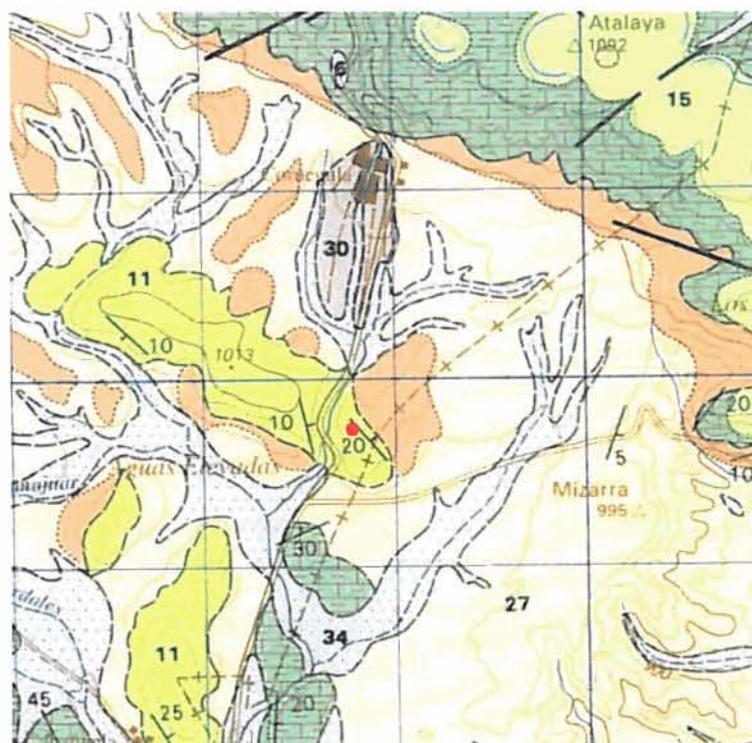


Fig.2. Situación del sondeo en la Cartografía Geológica MAGNA (167 Montorio).

FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS

Todos los materiales atravesados, desde el emboquille hasta el final del sondeo, forman parte de la Megasecuencia del Cretácico Superior. El emboquille del sondeo se sitúa sobre el sustrato carbonatado del Turoniense-Coniaciense (11), siempre según la Hoja Magna (167-Montorio). Siguiendo la nomenclatura de la hoja MAGNA, el sondeo atravesaría esta unidad hasta llegar a la unidad infrayacente de naturaleza margosa (10). No obstante parece más conveniente seguir la caracterización de unidades de Floquet (1991), al ser algo más detallada.

De esta manera, desde el emboquille del sondeo hasta el metro 94 se corta la parte inferior de la denominada Fm. Desfiladero (Floquet, 1991). No se puede asegurar que se corte la parte alta de esta unidad al no aparecer Lacazinas, características de la misma, en los rípios. Esta unidad está constituida por calizas bioclásticas, muchas de ellas de texturas granosostenidas y en menor medida peloidales e intraclásticas. Así mismo presenta una dolomitización bastante variable, y contenido margoso creciente hacia la base, si bien la participación de estas es frecuente aunque sea a modo de pequeñas intercalaciones. La edad del tramo cortado por el sondeo de esta unidad se puede establecer como Coniaciense a Santoniense basal.

A partir del metro 94, se produce un cambio litológico mayor, que también tiene reflejo en la diagráfia (en torno al metro 100). Desde aquí y hasta el metro 180 aproximadamente se



corta una sucesión carbonatada, con mayor presencia de margas hacia la base. Las calizas son bioclásticas y peloidales, con frecuentes intercalaciones dolomíticas. Esta unidad se puede correlacionar con la Fm. Villaescusa de las Torres (Floquet, 1991). La edad de la misma se podría establecer como Turoniense.

Por último, los últimos 20 metros del sondeo atraviesan un conjunto margoso y carbonatado. Por sus características litológicas y posición estratigráfica, esta parte de la columna se puede atribuir a la Fm. Puentevedy (Floquet, 1991), de edad Turoniense basal.

COLUMNA LITOLÓGICA.

TRAMO 1

0-15 m. Calizas grises, dolomías amarillentas y puntuales margocalizas.

Las margocalizas aparecen en los primeros metros de la serie y sólo de manera testimonial. Presentan limo de cuarzo y extraclastos carbonatados. Las dolomías son de grano fino, microcristalinas. Las calizas están bastante recrystalizadas, aunque se reconoce la facies original de *packstone* peloidal a intraclástico. Es frecuente la presencia de miliólidos en esta facies, así como fragmentos de bivalvos.

TRAMO 2

15-33 m. Dolomías blancas y amarillentas con frecuentes calizas blancas.

Las dolomías blancas son de grano fino, microcristalinas y puntualmente amarillentas de grano medio y grueso, casi sacaroideas. Las calizas, subordinadas a las dolomías, están bastante recrystalizadas y dominan los términos fangosos (*wackestone*) bioclásticos (bivalvos).

TRAMO 3

33-48 m. Calizas blancas y dolomías blanco-amarillentas.

Las calizas presentan texturas granosostenidas (*packstone-grainstone*), siendo sus componentes más típicos los bioclastos (bivalvos, gasterópodos, algas y otros bioclastos fragmentados). Acompañando a los bioclastos aparecen peloides e intraclastos. Las dolomías son de grano medio, con romboedros aislados.



TRAMO 4

48-60 m. Dolomías blancas y amarillas de grano fino. Aparentemente sustituyen a calizas micríticas, en las que se pueden observar algunos fantasmas de miliólidos. Hacia la parte superior del tramo aparecen dolomías rojizas de grano grueso, sacaroideas.

TRAMO 5

60-94 m. Calizas margosas gris oscuras y margocalizas, con ocasionales calizas arenosas. Estas calizas son micríticas en cuanto a su parte carbonatada, si bien en algunas de ellas se reconoce una fracción importante de limo de cuarzo. De manera también puntual aparecen intercaladas dolomías de grano medio a grueso, con cantos negros.

De la diagráfia se deduce el tramo 75-80 como aportante, al igual que el 90-97, aunque no se detectó durante la perforación.

TRAMO 6

94-110 m. Calizas blancas y rosas y dolomías blanco-rosadas.

Las calizas presentan texturas micríticas hacia techo, mientras que hacia la base hay más términos de *wackestone* y *packstone*. Los componentes son peloides e intraclastos, con una proporción menor de bioclastos (bivalvos). Las dolomías son de grano medio a grueso, bastante porosas y ocasionalmente con aspecto sacaroideo.

El agua se corta en torno al metro 105, con un caudal aproximado de 3 litros por segundo.

TRAMO 7

110-135 m. Calizas blancas y puntualmente amarillentas, con ocasionales dolomías amarillentas.

Las calizas son generalmente *packstone* peloidales, con puntuales *mudstone* a *wackestone* de bivalvos. En menor medida aparecen equinodermos y algún gasterópodo. Los términos bioclásticos aparecen preferentemente hacia la parte inferior del tramo. De manera puntual aparecen arcillas rellenando oquedades. Las dolomías son de grano grueso, sacaroideas, formando conjuntos bastante porosos. Se concentran hacia la parte media del tramo.



TRAMO 8

135-140 m. Dolomías de grano medio a grueso, porosas y con aspecto sacaroideo. Presentan un color gris verdoso. Presentan cristales de dolomita bien formados y de varios milímetros de tamaño.

TRAMO 9

140-150 m. Calizas blanco rosadas con ocasionales niveles de calizas anaranjadas. Las calizas blancas presentan texturas de *wackestone* bioclástico (bivalvos y otros fragmentos de fósiles). Las calizas anaranjadas tienen una textura de *grainstone* peloidal-intraclástico, con bivalvos abundantes, foraminíferos y equinodermos. Se concentran hacia la base del tramo.

TRAMO 10

150-180 m. Calizas grises de texturas micríticas (*mudstone-wackestone*), con bivalvos y abundantes venas de recristalización a calcita. Ocasionalmente aparecen extraclastos de cuarzo. Hacia la parte basal del tramo los bioclastos son parcialmente sustituidos por peloides, aunque continua habiendo facies bioclásticas con bivalvos, gasterópodos, equinodermos, serpúlidos, algas y miliólidos. Hacia la parte intermedia del tramo, aparecen puntuales dolomías de grano fino a medio amarillentas.

TRAMO 11

180-200 m. Calizas grises, tanto oscuras como claras, dolomías grises y margas. Las margas son dominantes en torno al metro 196, mientras que las calizas dominan en el resto del intervalo. Las calizas suelen ser *wackestone* bioclástico, con bivalvos, ostreidos, gasterópodos, con abundante materia orgánica y parches micríticos, posiblemente relacionados con bioturbación. De manera puntual hay pasadas de *packstone* peloidal con algunos miliólidos. Las dolomías son de grano fino afectando a la facies anterior.

REFERENCIAS

FLOQUET, M. (1991). – *La Plate-forme Nord-Castillane au Cretace Superieur (Espagne)*. Tesis Doctoral. Memorias Geológicas de la Universidad de Dijon 14, 925 pp.

MARTÍN-CHIVELET, J., BERÁSTEGUI, X., ROSALES, I., VILAS, L., VERA, J.A., CAUS, E., GRÄFE, K.-U., SEGURA, M., PUIG, C., MAS, R., ROBLES, S., FLOQUET, M., QUESADA, S., RUIZ-ORTIZ, P.A., FREGENAL-MARTÍNEZ, M.A., SALAS, R., GARCÍA, A., MARTÍN- ALGARRA, A., ARIAS, C., MELÉNDEZ, N., CHACÓN, B., MOLINA, J.M., SANZ, J.L.,



CASTRO, J.M., GARCÍA-HERNÁNDEZ, M., CARENAS, B., GARCÍA-HIDALGO, J., GIL, J. Y ORTEGA, F. (2002): Cretaceous. En: *Geology of Spain* (W. Gibbons, W. y M.T. Moreno, Eds.). Geological Society of London, 255-292.

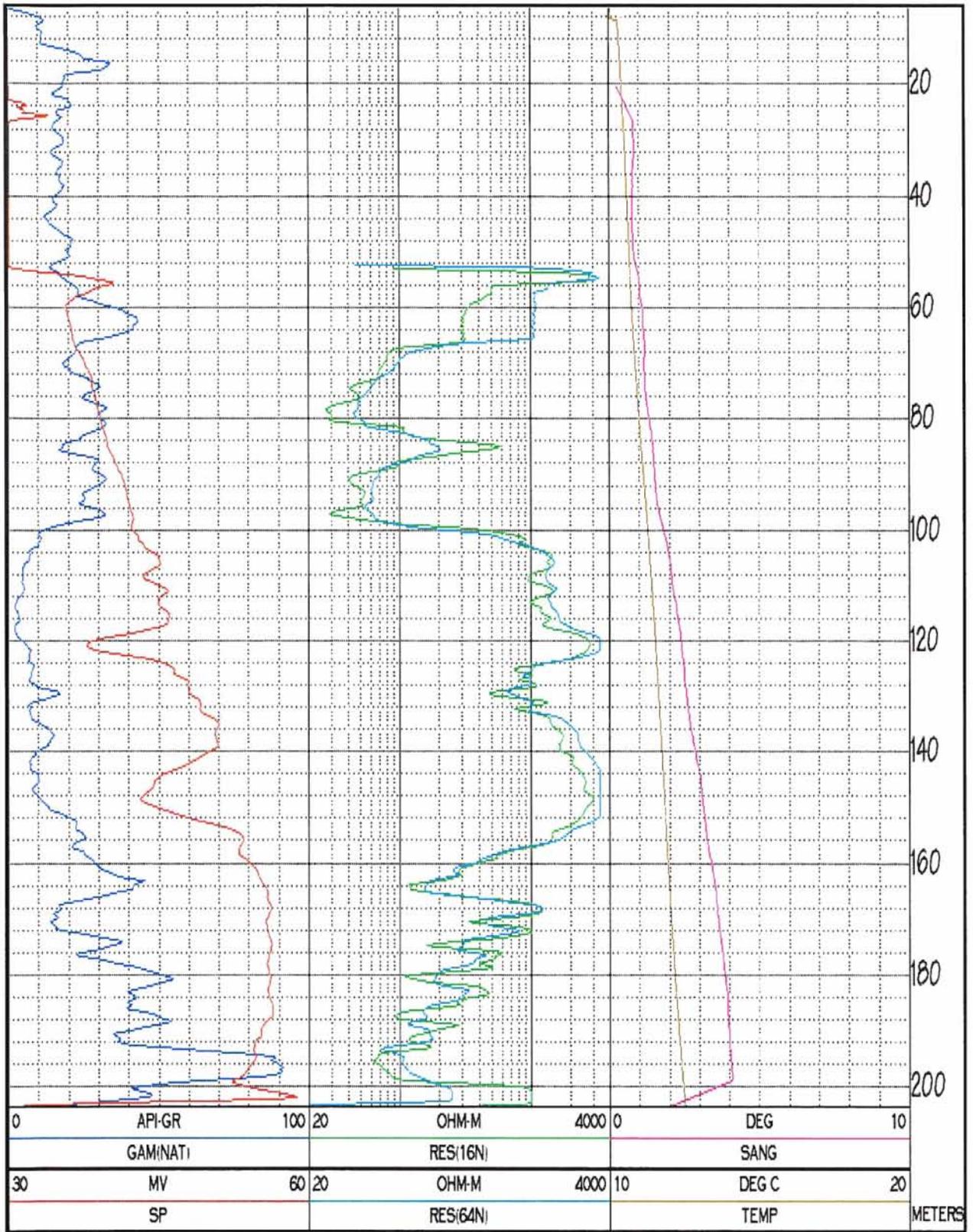
<http://sigpac.mapa.es/fega/visor/>

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

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) HOJA 1:50.000 N° 167-Montorio (1991).

ANEJO 3 GEOFÍSICA

SONDEO: 09-102-03 CERNÉGULA



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
SECRETARIA GENERAL PARA EL TERRITRIO Y LA BIODIVERSIDAD

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



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

**TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO
“09-102-03 CERNÉGULA” EN CERNÉGULA
(BURGOS)**

Noviembre de 2004





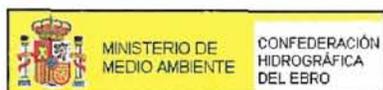
CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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



TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO "09-102-03 CERNÉGULA" EN CERNÉGULA (BURGOS)



BURGOS, NOVIEMBRE DE 2004

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

ÍNDICE

	Páginas.
1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
2. METODOLOGÍA	3
2.1. VENTAJAS DE LA TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA	3
2.2. TIPOS DE PARÁMETROS	4
2.3. PRESENTACIÓN GENERAL DE LAS TESTIFICACIONES	5
2.4. EQUIPO DE TOMA DE DATOS	6
3. TRABAJO REALIZADO	9
3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS MEDIDOS	10
3.2. PROCESADO DE DATOS	17
3.3. REGISTROS GEOFÍSICOS	18
4. RESULTADOS OBTENIDOS	23

ANEXOS

- ANEXO-I:** DIAGRAFÍA HIDROGEOLÓGICA A ESCALA AMPLIADA.
- ANEXO-II:** LISTADO DE VALORES DE DESVIACIÓN



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-1

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El día 7 de noviembre 2004 se procedió, por parte de la Compañía General de Sondeos, a la testificación geofísica del sondeo "09-102-03 CERNÉGULA", ubicado en el término municipal Cernégula, en la provincia de Burgos, tal y como se muestra en el mapa de situación geográfica de la figura.-1.

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

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-2



Figura.-1 Situación geográfica de la zona de estudio



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-3

2. METODOLOGÍA

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

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

2.1. VENTAJAS DE LA TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

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

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-4

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

2.2. TIPOS DE PARÁMETROS

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-5

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

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

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

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

2.3. PRESENTACIÓN GENERAL DE LAS TESTIFICACIONES

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-6

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

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

2.4. EQUIPO DE TOMA DE DATOS

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

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

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-7

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

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-8

EQUIPO CENTURY COMPU-LOG-III



UTILIDADES

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

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

ALGUNAS APLICACIONES

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

COMPONENTES

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

Todo montado sobre un vehículo todo terreno marca Ford Custom

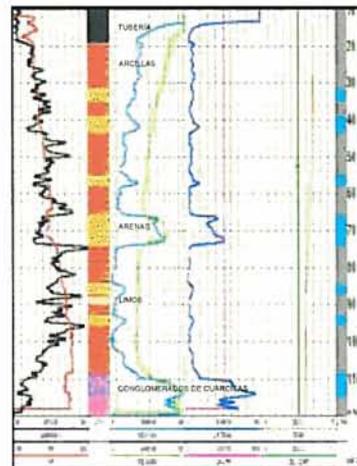


Figura.-2 Equipo de Testificación Geofísica CENTURY COMPU-LOG



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-9

3. TRABAJO REALIZADO

El sondeo "CERNÉGULA" se testificó desde la superficie hasta los 200 metros de profundidad tomando como cota cero el ras de suelo.

DATOS DEL SONDEO

PROFUNDIDAD DEL SONDEO:	200 mts.
PROFUNDIDAD TESTIFICADA:	200 mts.
ENTUBADO:	De 0 a 6 mts.
DIÁMETRO DE ENTUBACIÓN:	300 mm.
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN:	220 mm.
NIVEL FREÁTICO (durante la testificación):	54 mts.
CONDUCTIVIDAD MEDIA NORMALIZADA A 25° C:	430 μ s/cm
TESTIFICADO CON LAS SONDAS:	9040 y 9055
COORDENADAS DEL SONDEO:	X 0448910
	Y 4719649
	Z 989

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

Sonda 9040 (hidrogeológica)

- GAMMA NATURAL
- POTENCIAL ESPONTÁNEO
- RESISTIVIDAD NORMAL CORTA
- RESISTIVIDAD NORMAL LARGA
- RESISTIVIDAD LATERAL
- RESISTIVIDAD DEL FLUIDO
- TEMPERATURA
- DELTA DE TEMPERATURA



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-10

Sonda 9055 (desviación)

- PROFUNDIDAD
- DISTANCIA
- DESVIACIÓN NORTE
- DESVIACIÓN ESTE
- INCLINACIÓN
- ACIMUT

3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS MEDIDOS

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

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

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

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-11

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

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

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

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

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

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

La unidad de medida de la sonda es el milivoltio.

Resistividad: Mide la resistividad eléctrica de las formaciones.



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-12

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

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

Nosotros hemos medido con tres dispositivos diferentes:

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

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

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

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

En combinación con otros registros permite detectar zonas de fracturas.



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-13

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

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

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

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

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

Profundidad: Mide la profundidad real en vertical del sondeo.

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

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

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

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

La medida de desviación del sondeo se obtiene mediante la utilización de cinco transductores, alineados según los tres ejes de la sonda de testificación: a) Dos inclinómetros definen los dos ejes menores de la sonda, "x" e "y", midiendo la desviación del sondeo con respecto a la



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-14

vertical y la dirección de la desviación con respecto al punto de referencia.
b) Tres magnetómetros tipo fluxgate, instalados según los tres ejes de la sonda "x", "y" y "z", permiten conocer la orientación rotacional de la sonda, y junto con las medidas de desviación proporcionan el valor del acimut del punto de referencia con respecto al Norte Magnético.

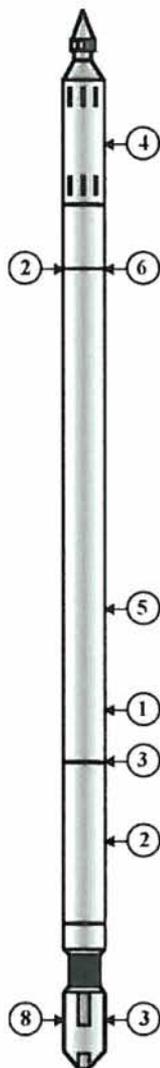
Las salidas de los cinco transductores son enviadas a la unidad de registro, donde son convertidas en lecturas de desviación y acimut en función de la profundidad. Posteriormente, las salidas son tratadas de forma que se obtiene la profundidad real y posición real del sondeo referido a un punto de referencia.

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

Sonda 9040 (hidrogeológica)

Información general

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



Ubicación de los sensores

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

Rango de respuesta de los sensores

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

Especificaciones

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

Figura.-3 Sonda 9040 (hidrogeológica)

Sonda 9055 (desviación)

Información general

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

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

Ubicación de los sensores

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

Rango de respuesta de los sensores

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

Especificaciones

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

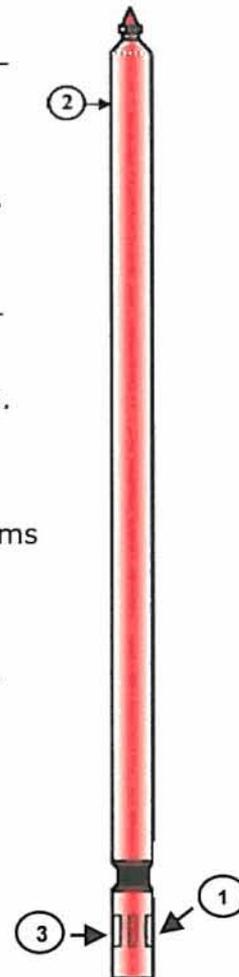


Figura.-4 Sonda 9055 (desviación)



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-17

3.2. PROCESADO DE DATOS

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

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

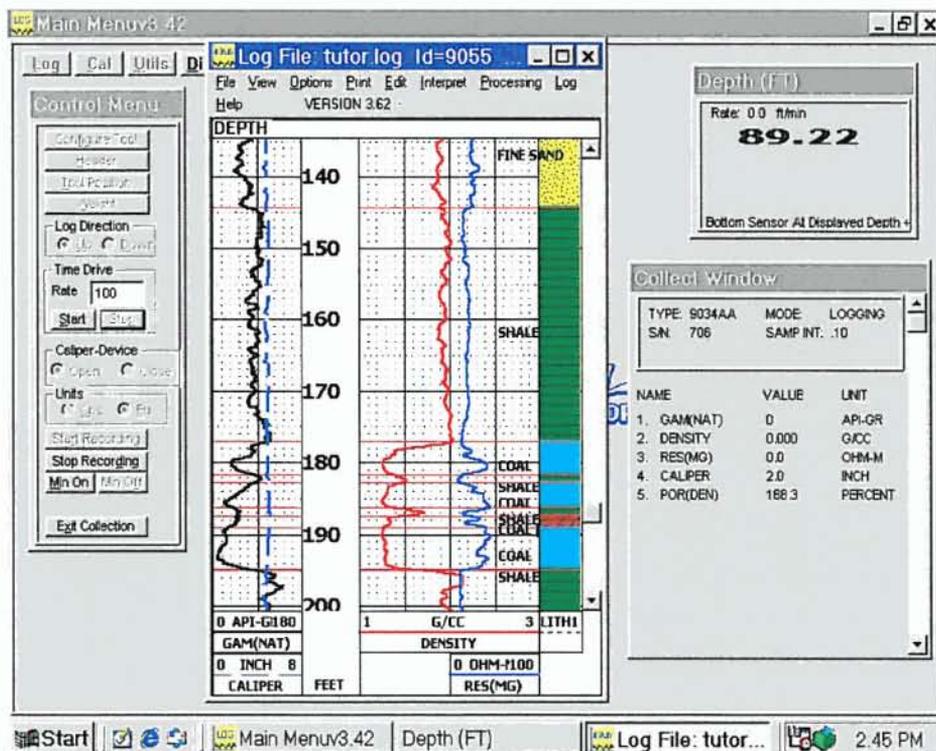


Figura.-5 Ventana de trabajo del programa ACL



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-18

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

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

Donde:

LG(CON-25° C) = Registro de Conductividad Normalizada a 25° C.

LG(CON) = Registro de Conductividad efectuado en el sondeo.

LG(TEM) = Registro de Temperatura efectuado en el sondeo.

3.3. REGISTROS GEOFÍSICOS

En la figura.-6, se ha representado la totalidad del Log registrado con la sonda 9040 (hidrogeológica), con el fin de tener una visión global del mismo.

En la pista número uno, se encuentran los registros de Gamma Natural y Potencial Espontáneo, con escalas comprendidas entre 0 y 100 unidades API, para el Gamma Natural, y de 30 a 60 Milivoltios, para el Potencial Espontáneo. En la pista número dos, están representados en color azul, los tramos más porosos y permeables elegidos como más favorables a la hora de aportar agua a la perforación. En la número tres, los registros de Resistividad Normal Corta y Resistividad Normal Larga, cuyas escalas logarítmicas van de 20 a 4000 Ohm x m. En la cuarta, la Resistividad Lateral y la Conductividad Normalizada a 25° C, con escalas, de 0 a 3000 Ohm x m para la Resistividad Lateral, y de 0 a 1000 µs/cm, para la Conductividad Normalizada. Por último, en la pista número cinco, están los parámetros de Temperatura (escala de 10 a 20° C) y Delta de Temperatura (escala de -0.1 a 0.1° C).



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág. -19

En el ANEXO-I, se presenta en diferentes páginas, a una escala ampliada, la totalidad del Log para poder observar cada parámetro registrado con más detalle.

En la FIG.-7, hemos representado únicamente los parámetros de desviación medidos con la sonda 9055 (desviación)

En esta diagráfia, tenemos en la pista número uno la Profundidad y la Distancia, con escalas comprendidas entre 0 y 200 metros para la Profundidad y de 0 a 20 metros para la Distancia. En la pista número dos, la Desviación Norte y la Desviación Este, con escala de -2 a 8 metros, para ambas. Por último, en la pista número tres, se encuentran los registros de Inclinación y Acimut, con escalas de 0 a 10 grados para la Inclinación y de 0 a 500 grados para el Acimut.

En el ANEXO II, se presenta un listado de valores de desviación a intervalo de 2 metros de los parámetros de Profundidad, Distancia, Inclinación, Desviación Norte, Desviación Este y Acimut.

En la FIG.-8, está representada la gráfica de desviación del sondeo vista en planta, en la que se muestra los valores de Acimut y la distancia de la desviación con respecto a la vertical.



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-20

SONDEO: 09-102-03 CERNÉGULA

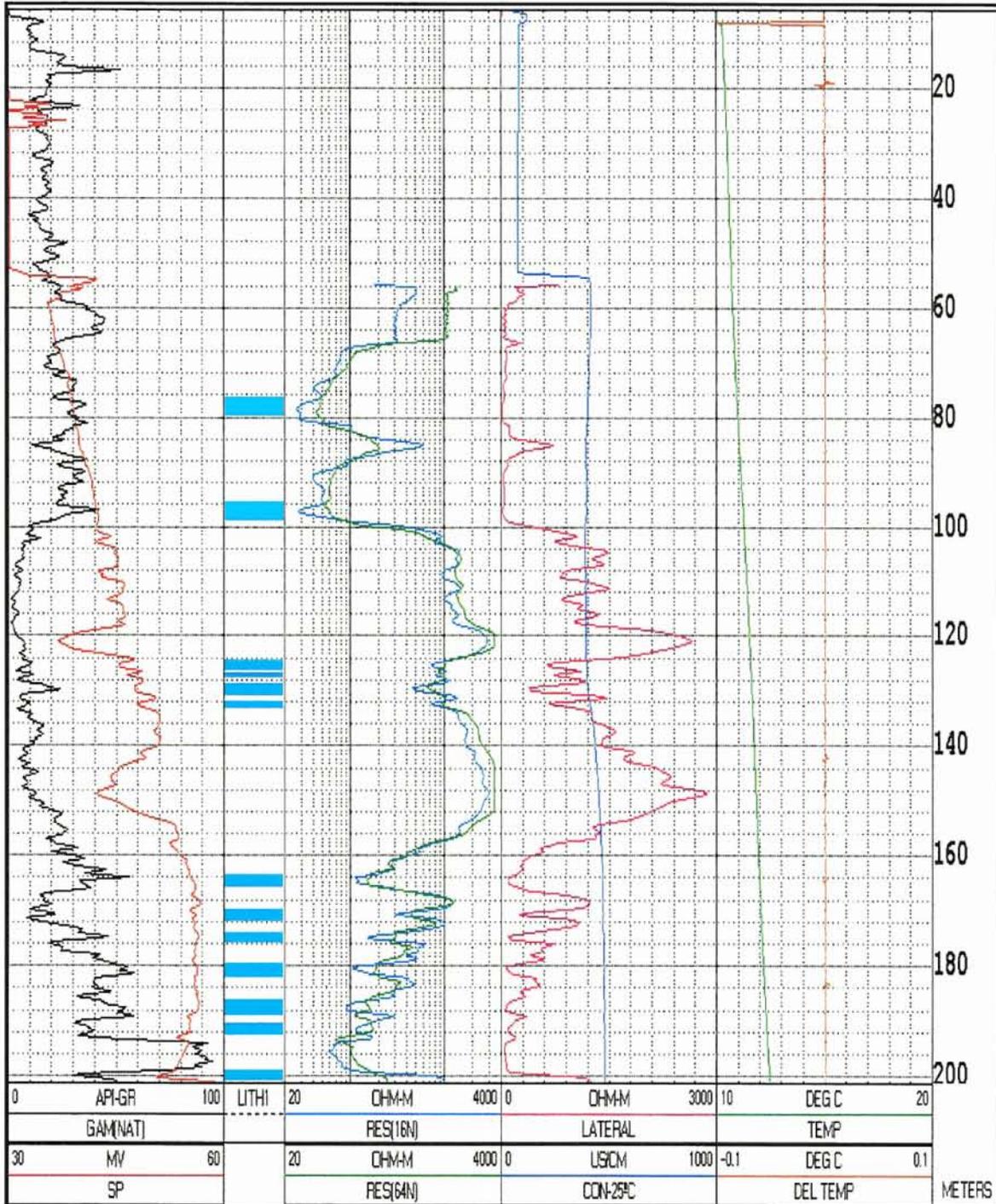


Figura.-6 Diagrafía hidrogeológica

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-21

SONDEO: 09-102-03 CERNÉGULA

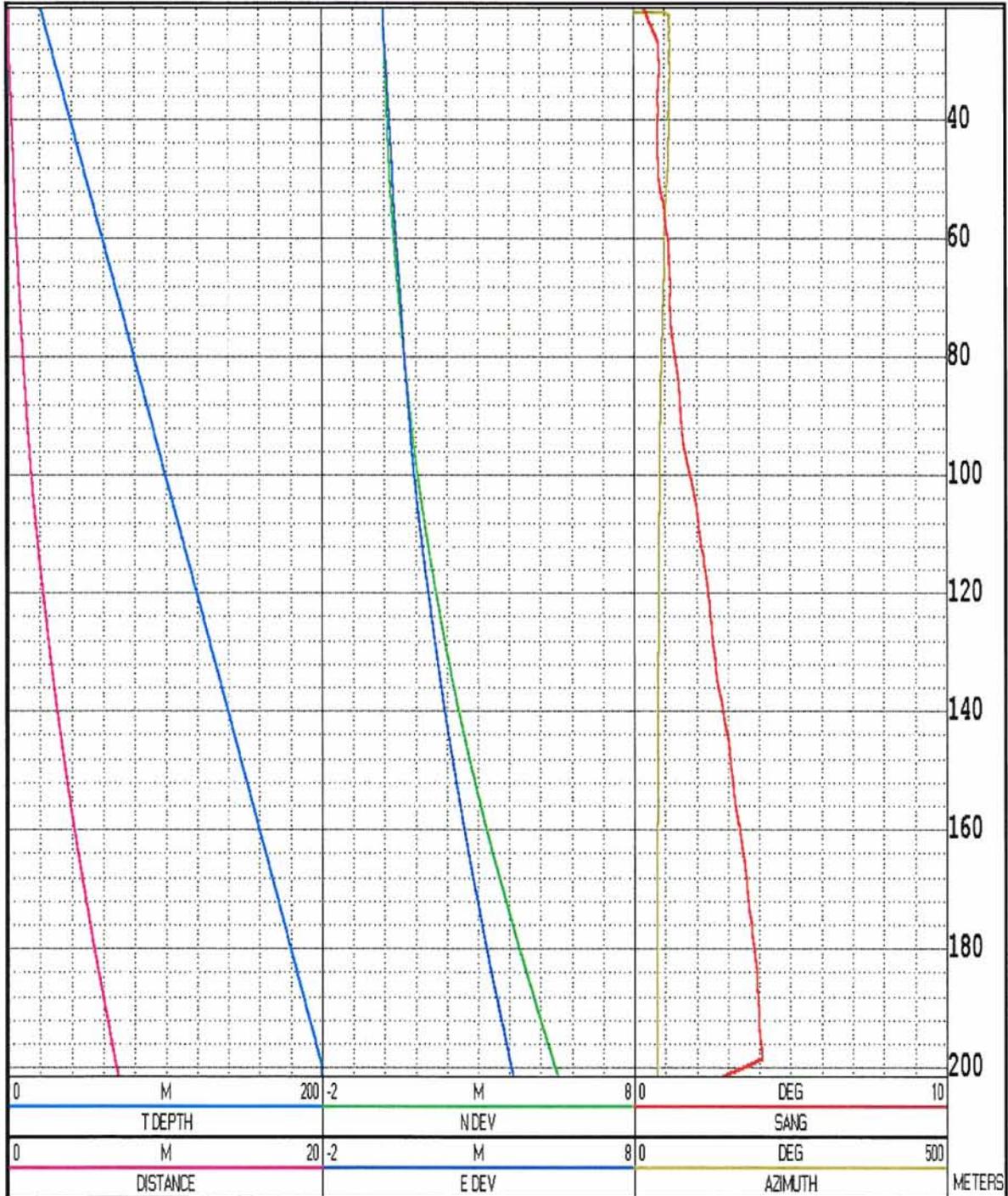


Figura.-7 Diagrama de desviación

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-22

SONDEO: 09-102-03 CERNÉGULA

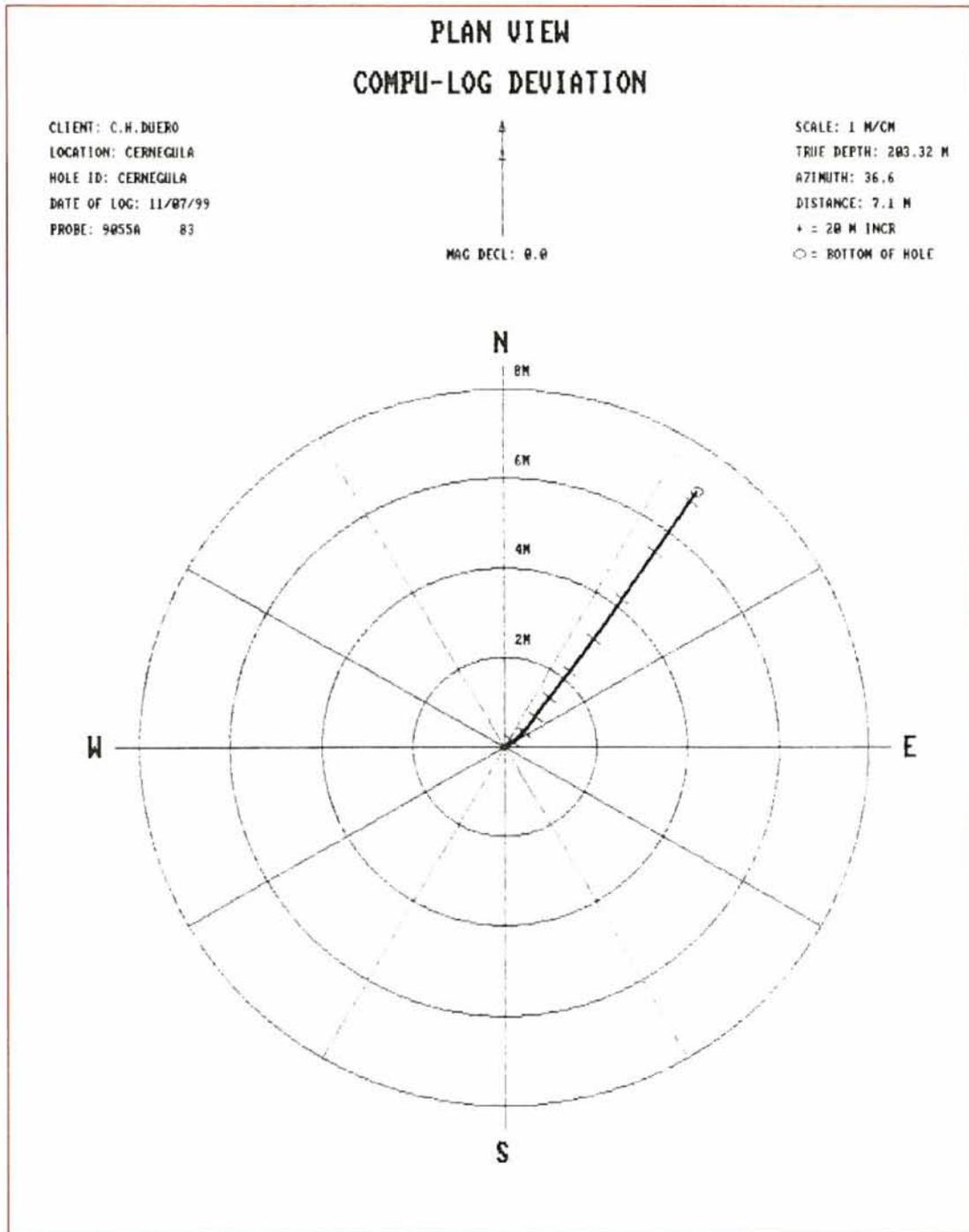


Figura.-8 Gráfica de desviación vista en planta



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-23

4. RESULTADOS OBTENIDOS

De la respuesta obtenida con la sonda 9040 (hidrogeológica), que registra los parámetros de Gamma Natural, Resistividad Normal corta y larga, Resistividad Lateral, Potencial Espontáneo, Temperatura y Conductividad, se han evaluado los tramos con mayor aporte de agua al sondeo, correspondiendo con las zonas más porosas y permeables, y confeccionado la siguiente tabla:

TRAMOS CON APOORTE DE AGUA	ESPESOR
Tramo de 78 m. a 80 m.	2 m.
Tramo de 96 m. a 98 m.	2 m.
Tramo de 124.5 m. a 126 m.	1.5 m.
Tramo de 126.5 m. a 127.5 m.	1 m.
Tramo de 129 m. a 130.5 m.	1.5 m.
Tramo de 132 m. a 133 m.	1 m.
Tramo de 164 m. a 165.5 m.	1.5 m.
Tramo de 170 m. a 172 m.	2 m.
Tramo de 174 m. a 176 m.	2 m.
Tramo de 179.5 m. a 182 m.	2.5 m.
Tramo de 186 m. a 189 m.	3 m.
Tramo de 190.5 m. a 192.5 m.	2 m.
Tramo de 199 m. a 200 m.	1 m.

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-24

- La distancia de máxima desviación con la vertical a los 200 metros de profundidad ha sido de 6,84 metros.
- El Acimut mantiene una media aproximada de 40°.
- El sondeo comienza a desviarse desde el principio llegando a alcanzar los 4,12° al final del sondeo.

Fdo: José Luengo
Geofísico
Dto. Geofísica CGS

Rvsdo: Sergio Yeste
Jefe de Obra
Hidrogeología

VºBº: Javier Almoguera
Jefe
Hidrogeología

Burgos, noviembre de 2004



C/ Núñez de Balboa, 81
28006 MADRID
tf: 915455579 / fax: 914352259

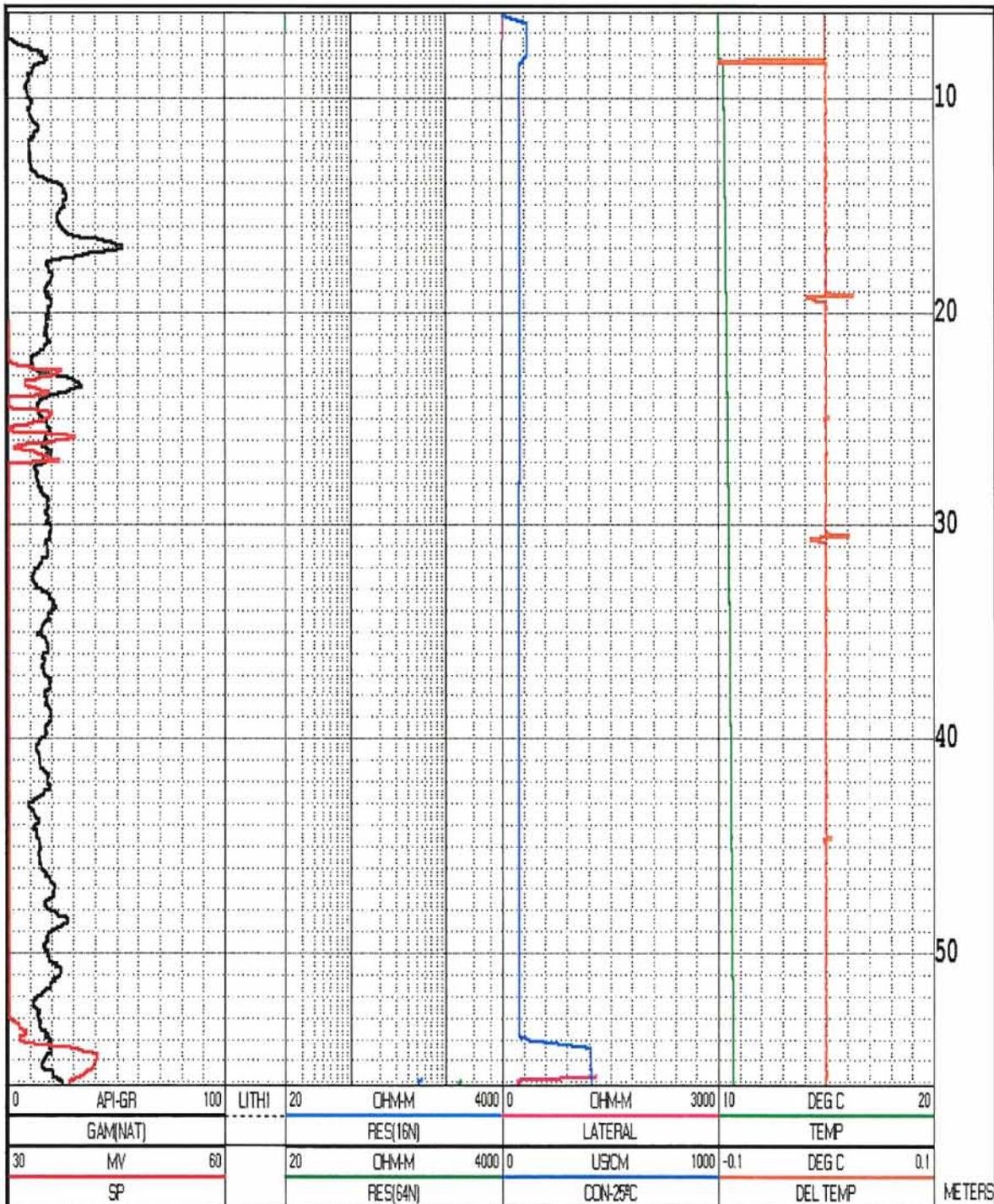
ANEXO -I

DIAGRAFÍA HIDROGEOLÓGICA A ESCALA AMPLIADA



C/ Núñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 tf: 915455579 / fax: 914352259

SONDEO: 09-102-03 CERNÉGULA

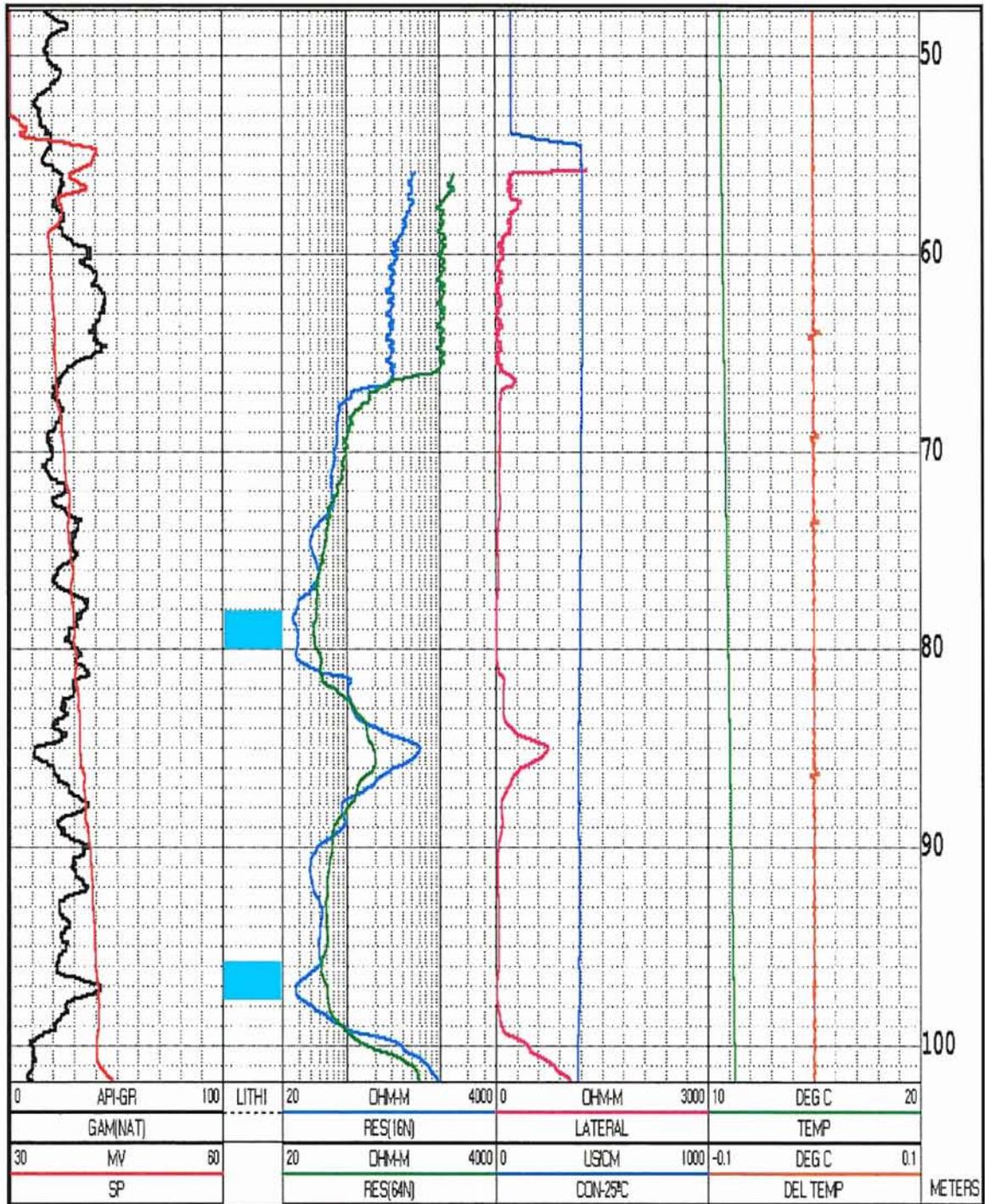


EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.



C/ Núñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 tf: 915455579 / fax: 914352259

SONDEO: 09-102-03 CERNÉGULA

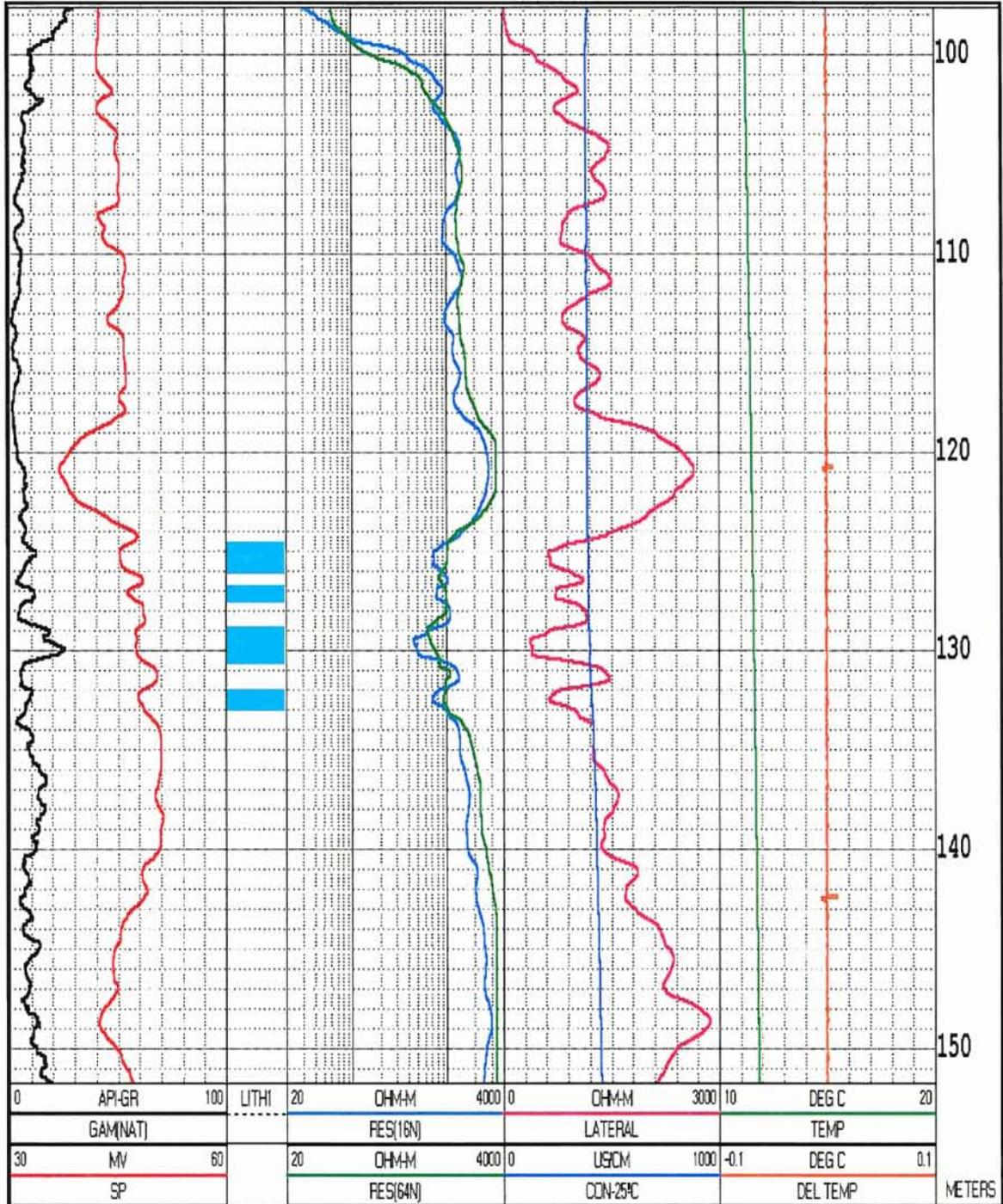


EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.



C/ Núñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 tf: 915455579 / fax: 914352259

SONDEO: 09-102-03 CERNÉGULA

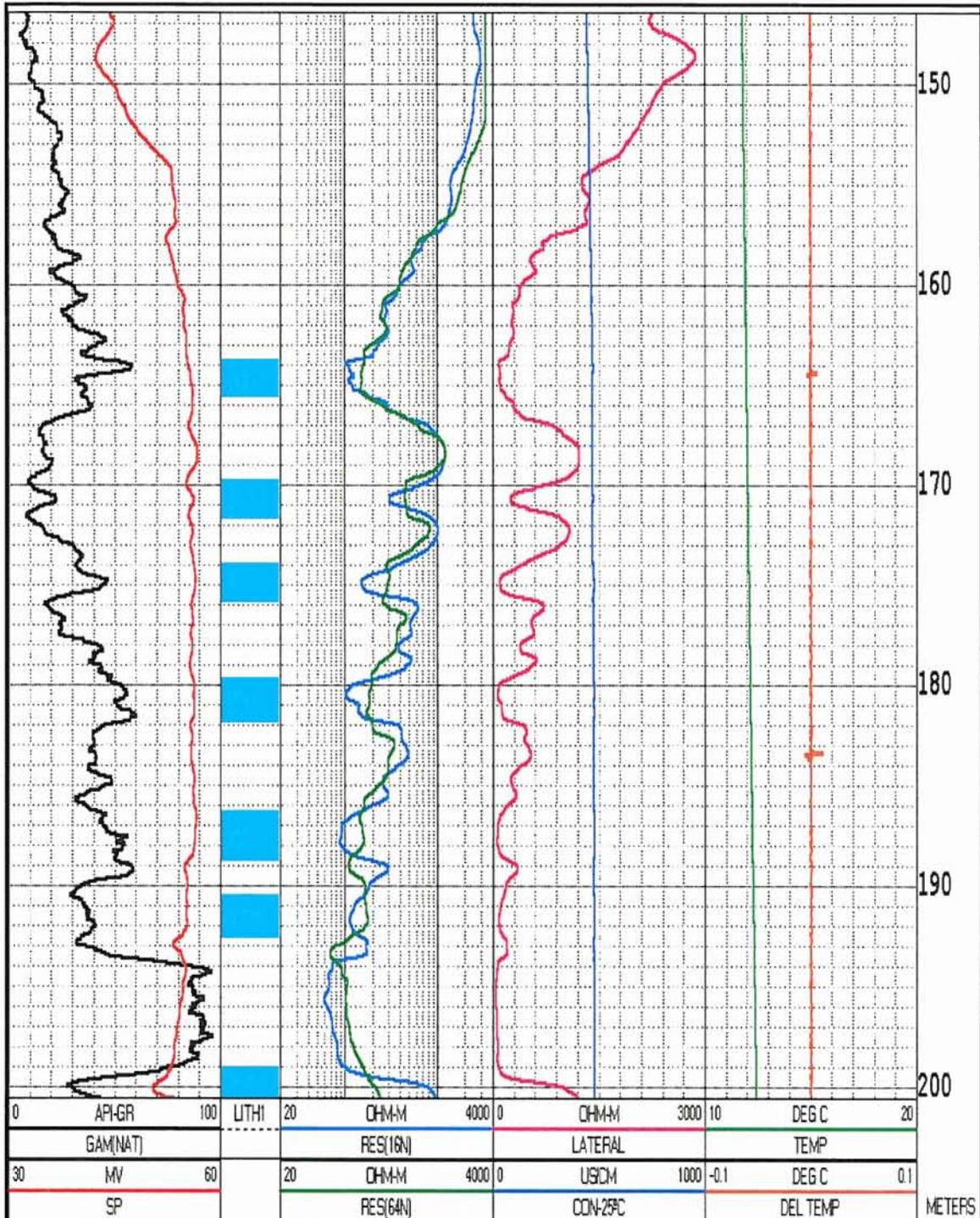


EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.



C/ Núñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 tf: 915455579 / fax: 914352259

SONDEO: 09-102-03 CERNÉGULA



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



C/ Núñez de Balboa, 81
28006 MADRID
tf: 915455579 / fax: 914352259

ANEXO -II

LISTADO DE VALORES DE DESVIACIÓN



C/ Núñez de Balboa, 81
28006 MADRID
tf: 915455579 / fax: 914352259

PROFUNDIDAD.	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
20	0.00	0.00	0.00	0.00	30
22	0.00	0.37	0.00	0.00	40
24	0.02	0.79	0.01	0.02	58
26	0.05	0.83	0.03	0.05	59
28	0.08	0.78	0.06	0.07	59
30	0.11	0.86	0.07	0.10	58
32	0.13	0.78	0.09	0.12	58
34	0.16	0.94	0.11	0.14	58
36	0.19	0.81	0.12	0.17	57
38	0.22	0.71	0.13	0.19	57
40	0.24	0.74	0.15	0.21	57
42	0.27	0.84	0.17	0.23	57
44	0.30	0.82	0.18	0.26	57
46	0.33	0.73	0.20	0.28	56
48	0.35	0.73	0.22	0.29	55
50	0.38	0.81	0.24	0.31	54
52	0.41	0.95	0.27	0.33	53
54	0.44	0.92	0.29	0.35	52
56	0.47	1.00	0.32	0.37	51
58	0.51	0.18	0.35	0.40	50
60	0.54	1.03	0.37	0.42	50
62	0.58	1.06	0.40	0.45	50
64	0.62	1.27	0.43	0.48	49
66	0.66	1.18	0.46	0.51	49
68	0.70	1.19	0.50	0.53	49
70	0.74	1.16	0.53	0.56	48
72	0.78	1.16	0.56	0.58	47
74	0.82	1.20	0.60	0.61	47
76	0.86	1.21	0.63	0.63	46
78	0.91	1.22	0.67	0.65	45
80	0.95	1.33	0.71	0.68	45
82	1.00	1.46	0.75	0.71	44
84	1.05	1.44	0.79	0.73	44
86	1.10	1.49	0.84	0.76	43
88	1.15	1.47	0.88	0.79	43
90	1.20	1.47	0.92	0.82	43
92	1.25	1.56	0.96	0.85	42
94	1.30	1.55	1.01	0.88	42
96	1.36	1.64	1.05	0.92	42
98	1.42	1.66	1.10	0.96	42
100	1.48	1.80	1.15	0.99	42
102	1.54	1.94	1.21	1.03	41
104	1.61	2.00	1.26	1.08	41
106	1.68	2.08	1.32	1.12	41

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



C/ Núñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 tf: 915455579 / fax: 914352259

PROFUNDIDAD.	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
108	1.75	1.98	1.38	1.16	41
110	1.82	2.15	1.44	1.20	41
112	1.90	2.16	1.50	1.25	41
114	1.97	2.18	1.56	1.29	40
116	2.05	2.33	1.62	1.34	40
118	2.13	2.38	1.69	1.39	40
120	2.22	2.39	1.76	1.44	40
122	2.30	2.41	1.82	1.49	40
124	2.38	2.43	1.89	1.54	40
126	2.47	2.55	1.96	1.59	40
128	2.56	2.55	2.04	1.65	39
130	2.65	2.54	2.11	1.70	39
132	2.73	2.56	2.18	1.75	39
134	2.82	2.73	2.26	1.80	39
136	2.92	2.74	2.34	1.86	39
138	3.01	2.71	2.36	1.91	39
140	3.11	2.84	2.41	1.97	39
142	3.21	2.96	2.50	2.03	39
144	3.31	3.03	2.58	2.09	38
146	3.42	3.04	2.67	2.15	38
148	3.53	3.13	2.75	2.21	38
150	3.63	3.08	2.84	2.27	38
152	3.74	3.17	2.93	2.34	38
154	3.85	3.21	3.02	2.40	38
156	3.97	3.27	3.11	2.46	38
158	4.08	3.29	3.21	2.53	38
160	4.20	3.33	3.30	2.59	38
162	4.31	3.47	3.40	2.66	38
164	4.43	3.61	3.50	2.73	37
166	4.56	3.48	3.60	2.80	37
168	4.68	3.57	3.70	2.87	37
170	4.80	3.60	3.81	2.94	37
172	4.93	3.68	3.91	3.01	37
174	5.06	3.70	4.02	3.09	37
176	5.19	3.75	4.12	3.16	37
178	5.32	3.77	4.23	3.23	37
180	5.45	3.91	4.34	3.30	37
182	5.59	3.85	4.46	3.38	37
184	5.72	3.94	4.56	3.46	37
186	5.86	3.95	4.68	3.53	37
188	6.00	3.98	4.79	3.62	37
190	6.14	3.94	4.91	3.69	36
192	6.27	4.04	5.02	3.77	36
194	6.41	4.05	5.14	3.85	36

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



C/ Núñez de Balboa, 81
28006 MADRID
tf: 915455579 / fax: 914352259

PROFUNDIDAD.	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
196	6.55	4.06	5.25	3.93	36
198	6.69	4.04	5.37	4.01	36
200	6.84	4.12	5.49	4.09	36

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

ANEJO 4

ENSAYO DE BOMBEO

ENSAYO DE BOMBEO

Localidad CERNÉGULA
 N° Registro IPA 1909-3-0011
 Profundidad Sondeo 200 m
 Coordenadas UTM
 X 448910
 Y 4719712
 Z 980

Fecha Ensayo 4 de mayo de 2005
 Nivel estático inicial 43,63
 Profund. Aspiración 153,8 m
 Bomba CAPRARI 6" E6S 54/20 50 C
 Grupo DEUSCH 100KVA 150 CV
 Alternador MERCATE

Piezómetro (n° IPA)

Profundidad m
 Distancia 4741013 m
 Dirección (norte) 185 °E

Régimen de bombeo

Escalón	Caudal (l/s)	Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Total	Parcial
1	2,8-4	300	300	27,28	27,28
2	5,97-5,26	1440	1140	48,78	21,50

Síntesis litológica

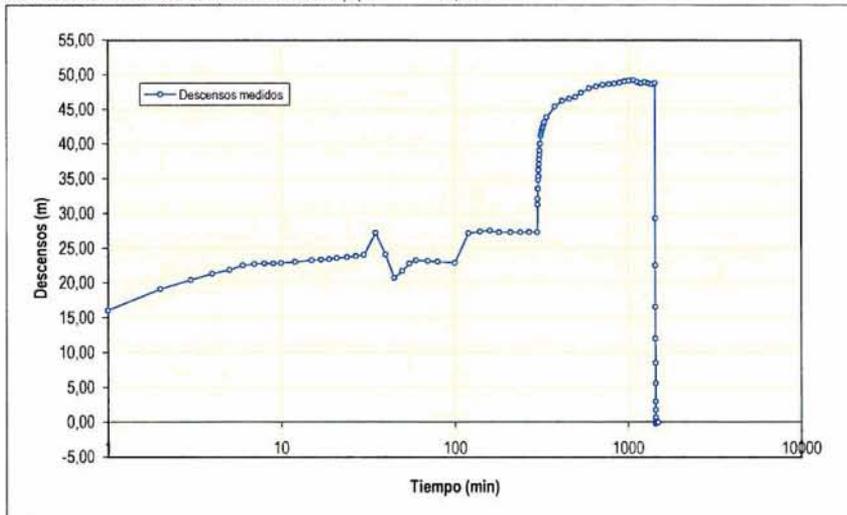
0-15 m Dolomias beige claras meteorizadas. Calcita relleno de fracturas
 15-60 m Calizas y dolomias beige claro (biosparita y algún nivel de micrita)
 60-66 m Margas grises.
 66-71 m Calizas microcristalinas beige claras.
 71-94 m Margas grises.
 94-135 m Calizas beige claras, marrón claras y rojizas. Algunos niveles dolomitizados. Abundantes restos fósiles (miliólidos)
 135-140 m Calizas bioclásticas gris claras con recristalizaciones dolomíticas rojas
 140-160 m Calizas beige claras, marrón claras y rojizas. Algunos niveles dolomitizados. Abundantes restos fósiles (miliólidos).
 160-180 m Calizas dolomíticas grises y beige claras. Restos de conchas, miliólidos.
 180-197 m Calizas dolomíticas con abundantes restos fósiles de colores grises.
 197-200 m Calizas bioclásticas dolomitizadas con abundantes restos fósiles, gris-beige.

Perforación	Entubación	Rejilla
0-6 m φ 380 mm	0-6 m φ 300 mm	74-80 m 4 mm
6-200 m φ 220 mm	0-200 m φ 180 mm	92-98 m 4 mm
		128-134 m 4 mm
		176-182 m 4 mm
		188-194 m 4 mm

Hora	Tiempo (min)	Pozo bombeo		Piezómetro		Q (l/s)	Observaciones
		Profund. (m)	Descenso (m)	Profund. (m)	Descenso (m)		
#####	0	43,63					
11:31	1	59,64	16,01			4,41	
11:32	2	62,72	19,09			3,67	
11:33	3	64,03	20,40			3,67	
11:34	4	64,91	21,28			3,67	
11:35	5	65,50	21,87			3,43	
11:36	6	66,12	22,49			3,43	
11:37	7	66,32	22,69			3,43	Agua marrón-naranja oscura
11:38	8	66,40	22,77			3,43	
11:39	9	66,41	22,78			3,43	
11:40	10	66,43	22,80			3,43	
11:42	12	66,65	23,02			3,43	
11:45	15	66,88	23,25			3,43	
11:47	17	66,96	23,33			3,43	
11:49	19	67,06	23,43			3,43	
11:51	21	67,17	23,54			3,43	
11:54	24	67,32	23,69			3,43	
11:57	27	67,44	23,81			2,8	Agua turbia (anaranjada)
12:00	30	67,65	24,02			3,9	
12:05	35	70,82	27,19			3,11	
12:10	40	67,69	24,06			2,5	
12:15	45	64,31	20,68			2	
12:20	50	65,33	21,70			3,21	
12:25	55	66,42	22,79			3,21	
12:30	60	66,86	23,23			3,125	Agua turbia (anaranjada)
12:40	70	66,79	23,16			3,125	
12:50	80	66,68	23,05			3,13	
13:10	100	66,47	22,84			3,13	Agua turbia (anaranjada)
13:30	120	70,78	27,15			4,06	
13:50	140	71,01	27,38			4,06	
14:10	160	71,13	27,50			4,06	
14:30	180	70,90	27,27			4,06	Agua casi clara (leve tinte naranja)
15:00	210	70,92	27,29			4,06	
15:30	240	70,91	27,28			4,09	Cond: 465µS pH: 7.26 T° 12,9° C
16:00	270	70,91	27,28			4,09	
16:30	300	70,91	27,28			4,09	
16:31	301	74,84	31,21			5,26	
16:32	302	75,70	32,07			5,26	
16:33	303	77,15	33,52			5,26	
16:34	304	78,44	34,81			5,26	
16:35	305	78,96	35,33			5,26	
16:36	306	79,88	36,25			5,26	
16:37	307	80,65	37,02			5,26	
16:38	308	81,40	37,77			5,26	
16:39	309	82,03	38,40			5,26	
16:40	310	82,68	39,05			5,26	
16:42	312	83,65	40,02			5,26	
16:45	315	84,77	41,14			5,26	
16:47	317	85,15	41,52			5,26	
16:49	319	85,53	41,90			5,26	
16:51	321	85,83	42,20			5,26	
16:54	324	86,01	42,38			5,26	
16:57	327	86,44	42,81			5,26	

17:00	330	86,78	43,15	5,26	
17:10	340	87,47	43,84	5,26	
17:50	380	89,01	45,38	5,26	
18:30	420	89,83	46,20	5,26	Cond: 465µS pH: 7.25 T* 12° C
19:10	460	90,11	46,48	5,26	
19:50	500	90,39	46,76	5,26	Agua clara
20:30	540	91,02	47,39	5,26	
21:30	600	91,62	47,99	5,97	Agua clara
22:30	660	91,92	48,29	5,97	
23:30	720	92,17	48,54	5,97	MUESTRA 2 Cond: 470µS pH: 7.34 T* 11,6° C
0:30	780	92,25	48,62	5,97	
1:30	840	92,31	48,68	5,97	
2:30	900	92,45	48,82	5,97	Agua clara
3:30	960	92,65	49,02	5,97	
4:30	1020	92,74	49,11	5,97	
5:30	1080	92,83	49,20	5,97	
6:30	1140	92,57	48,94	5,97	
7:30	1200	92,40	48,77	5,97	
8:30	1260	92,57	48,94	5,97	
9:30	1320	92,38	48,75	5,55	Cond: 471µS pH: 7.37 T* 12° C
10:30	1380	92,25	48,62	5,55	
11:30	1440	92,41	48,78	5,55	MUESTRA 3 Cond: 468µS pH: 7.46 T* 11,6° C
11:31	1441	72,86	29,23	0	
11:32	1442	66,13	22,50	0	
11:33	1443	60,17	16,54	0	
11:34	1444	55,60	11,97	0	
11:35	1445	52,10	8,47	0	
11:36	1446	49,16	5,53	0	
11:37	1447	46,55	2,92	0	
11:38	1448	45,36	1,73	0	
11:39	1449	44,22	0,59	0	
11:40	1450	43,38	-0,25	0	
11:45	1455	43,64	0,01	0	
11:50	1460	43,60	-0,03	0	
11:55	1465	43,59	-0,04	0	
12:00	1470	43,58	-0,05	0	
12:05	1475	43,57	-0,06	0	
12:10	1480	43,58	-0,05	0	
12:15	1485	43,59	-0,04	0	
12:20	1490	43,57	-0,06	0	
12:25	1495	43,57	-0,06	0	
12:30	1500	43,57	-0,06	0	

Nivel medido con sonda manual antes de montar el equipo 43,44 m



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

FECHA: 5 de mayo de 2005	Nº pag.:
Nº SONDEO: P-09. 102.03	POBLACIÓN: CERNÉGULA
	PROF.: 200 m
PERFORACIÓN	
INICIO:	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN
DIAMETRO:	
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:	

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Ensayo de Bombeo en el sondeo de Cernégula MMA (190930011)

El ensayo de bombeo comienza el 4 de mayo de 2005 a las 11:30 horas con contador y manguera de 50 m, vertiendo el agua hacia el SE, como se había acordado.

Se realizan dos escalones, el primero con caudales que oscilan entre 2,5 y 4.41 l/s que dura las 5 primeras horas y un segundo, con caudal entre 5,26 y 5,97 y dura las 19 horas restantes. Este segundo escalón se decide realizar ya el nivel se ha estabilizado.

	Duración	Caudal (l/s)	Descenso (m)
Escalón 1	5 horas	2.5-4.41	27.28
Escalón 2	19 horas	5.26-5.97	48.78

El nivel no ha llegado a estabilizar durante el segundo escalón pero durante las últimas 5 horas está oscilando.

El agua ha salido muy sucia al principio, pasando a turbia a los 27 minutos (siempre con un color anaranjado) y no llega a aclarar del todo hasta pasadas 8 horas y 20 minutos. La conductividad media es de 465µS/cm, el pH de 7.30 y la temperatura de unos 12°C.

La recuperación comienza el 5 de mayo de 2005 a las 11:30 de la mañana y dura 1 hora. En 10 minutos el acuífero se ha recuperado.

Antes de comenzar el aforo se busca a los responsables del pozo de abastecimiento para intentar controlarlo o por lo menos que no bombee mientras dura el ensayo, pero ambos están en Bilbao. Se busca al alcalde para lo mismo pero éste tampoco está en el pueblo. Por tanto no se pudo controlar el pozo ni se sabe si bombeó o no durante las 24 horas.



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



Ensayo de bombeo de Cernégula



MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

INFORME ENSAYO DE BOMBEO

**PIEZÓMETRO N° 1909-3-0011
(09.102.003)**

**CERNÉGULA
MERINDAD DE RIO UBIERNA
(BURGOS)**

CORREO

a.azcon@igme.es

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



OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El objetivo del presente informe es obtener una estimación de los parámetros hidráulicos que rigen la formación acuífera captada por el sondeo de Cernégula (Merindad de Río Ubierna, Burgos), de 200 metros de profundidad, construido en el marco del proyecto de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) “Construcción de Sondeos e Instalación de la Red Oficial de Control de Aguas Subterráneas en la Cuenca del Ebro”, mediante el cual la CHE aborda la construcción de unos cien nuevos sondeos, su testificación y ensayo, para complementar las vigentes redes de observación de las aguas subterráneas.

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

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

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

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

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



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

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

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL SONDEO

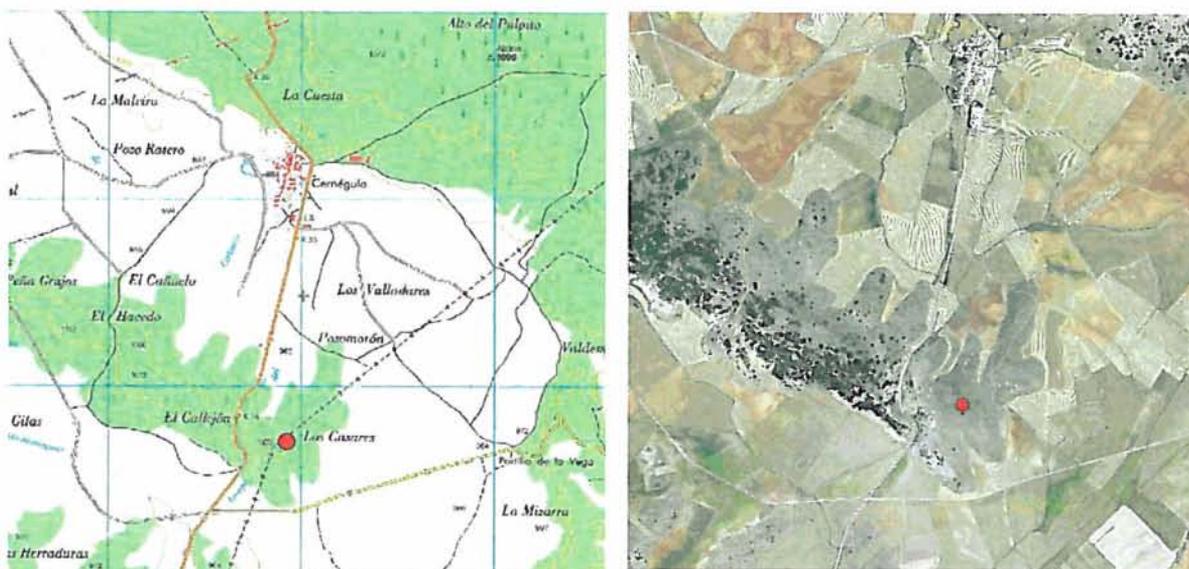
- Hoja del MTN a escala 1: 50.000 n° 19-09 (167) Montorio.
- Término municipal de Merindad de río Ubierna (Burgos). El sondeo se ubica a 1.400 metros al sur de Cernégula, en el paraje Los Casares (Figuras 1, 2 y 3).
- Referencia catastral. Polígono 513, Parcela 5073.
- Coordenadas UTM:

USO: 30T

X: 448.910

Y: 4.719.712

Z: 998 msnm.



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



Figura 3. Panorámica dirección norte (Fuente: Google Earth).

ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se ubica en la masa de agua subterránea (m.a.s.) Páramos de Sedano-La Lora (09.002) definida sobre extensos páramos conocidos con esos topónimos. El principal acuífero está constituido por las calizas del Cretácico superior dispuestas a modo de extensas parameras en las que se encajan los ríos Ebro, Rudrón y Hómino.

Se distinguen tres litologías: calcarenitas y calizas arenosas del Cenomaniense, con potencia entre 40-100 m; calizas dolomitizadas del Turoniense-Santoniense inferior, de espesor 100-200 m y calcarenitas bioclásticas del Santoniense medio superior, de 80-150 m de espesor. La estructura, configurada por plataformas poco deformadas, es atravesada por los ríos haciendo que los principales acuíferos se desconecten entre sí. Al SE los materiales cretácicos se sumergen bajo el terciario de la Bureba, llegando a alcanzar profundidades de hasta 700 metros de profundidad.

La recarga se realiza mediante la infiltración de las precipitaciones que se recogen en los afloramientos permeables de los páramos cretácicos de Orbaneja, Sédano y La Lora. Los flujos subterráneos convergen hacia la red hidrográfica para descargar en los ríos Ebro (Cueva del Agua de Orbaneja), Moradillo (Pozo Azul y Fuente Hornillo), San Antón y en el nacimiento de los ríos Rudrón y Homino (Manantiales de Hontomín). Otras zonas de recarga lo constituye el río Hurón que se infiltra totalmente en Basconcillos del Tozo para aflorar de nuevo en Barrio Panizares, constituyendo así el nacimiento del río Rudrón.

La unidad tiene un marcado carácter cárstico, con importantes complejos de cavidades entre los que destacan las Cuevas de Basconcillos del Tozo, Tobazo, Pozo Azul y Orbaneja del Castillo.

El piezómetro se encuentra situado en la cuenca alta del río Homino, al sureste de la unidad, que constituye un sector caracterizado por flujo de dirección NO-SE hacia los manantiales de Hontomín.

INCIDENCIAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA PERFORACIÓN

El sondeo se encuentra emboquillado en materiales identificados en la Hoja MAGNA nº 167 (Montorio) como del Turoniense-Coniaciense (11) y llega a alcanzar la unidad infrayacente, de naturaleza margosa (10).

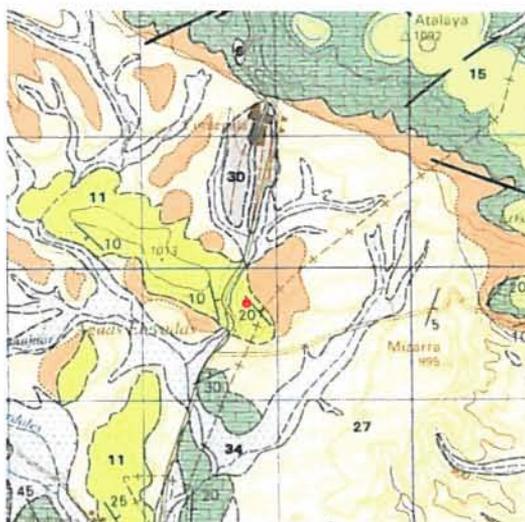


Figura 4. Situación del sondeo en la hoja nº 167 (Montorio)

Trabajos de referencia más recientes, como el llevado a cabo por Floquet (1991)) consideran estos materiales, hasta el metro 94, como parte de la Fm. Desfiladero, constituida por calizas bioclásticas de texturas granosostenidas y en menor medida peloidales e intraclásticas, que presenta una dolomitización muy variable y contenido margoso creciente hacia la base. La edad del tramo se puede establecer como Coniaciense a Santoniense basal. No se ha atravesado el techo de la formación.

A partir del metro 94 se produce un cambio litológico mayor. Hasta el metro 180 se corta una sucesión carbonatada con presencia creciente de margas hacia la base. Las calizas son bioclásticas y peloidales, con frecuentes intercalaciones dolomíticas. Esta unidad se puede correlacionar con la Fm. Villaescusa de las Torres (Floquet, 1991), atribuida al Turoniense.

Los últimos 20 metros atraviesan un conjunto margoso y carbonatado, que por sus características litológicas y posición estratigráfica se puede atribuir a la Fm. Puente de y (Floquet, 1991), de edad Turoniense basal.

La columna atravesada ha sido la siguiente:

- 0-15 m: Calizas grises, dolomías amarillentas y esporádicas margocalizas.
- 15-33 m: Dolomías blancas y amarillentas con frecuentes intercalaciones blancas.
- 33-48 m: Calizas blancas y dolomías blanco-amarillentas.
- 48-60 m: Dolomías blancas y amarillas de grano fino.
- 60-94 m: Calizas margosas gris oscuras y margocalizas con ocasionales calizas arenosas.
- 94-110 m: Calizas blancas y rosas y dolomías blanco-rosadas.



- 110-135 m: Calizas blancas (localmente amarillentas), con esporádicos niveles de dolomías.
- 135-140 m: Dolomías de grano medio a grueso de aspecto sacaroideo.
- 140-150 m: Calizas blanco rosadas con ocasionales niveles de calizas anaranjadas.
- 150-180 m: Calizas micríticas grises.
- 180-200 m: Calizas grises, dolomías grises y margas.

La perforación se realizó en seco hasta el metro 102, en el que se detectó la presencia de nivel de agua, con una aportación estimada en unos 3 L/seg.

La testificación geofísica ha permitido definir las siguientes zonas aportantes:

Tramos Productivos		Espesor m
Desde	Hasta	
78,0	80,0	2
96,0	98,0	2
124,5	126,0	1,5
126,5	127,5	1
129,0	130,5	1,5
132,0	133,0	1
164,0	165,5	1,5
170,0	172,0	2
174,0	176,0	2
179,5	182,0	2,5
186,0	189,0	3
190,5	192,5	2
199,0	200,0	1

De estos, se considera que los más importantes son los dos primeros citados,
El sondeo quedó entubado como sigue:

ENTUBACIÓN				
TRAMO (m)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Filtro
0-6	300	5	Hierro	Ciega
0-74	180	4	Hierro	Ciega
74-80	180	4	Hierro	Puente
80-92	180	4	Hierro	Ciega
92-98	180	4	Hierro	Puente
98-128	180	4	Hierro	Ciega
128-134	180	4	Hierro	Puente
134-176	180	4	Hierro	Ciega
176-182	180	4	Hierro	Puente
182-188	180	4	Hierro	Ciega
188-194	180	4	Hierro	Puente
164-200	180	4	Hierro	Ciega

El nivel piezométrico tras el acabado del sondeo (9/11/04) quedó a 54.38 metros de profundidad.



INCIDENCIAS DEL ENSAYO DE BOMBEO

El ensayo comenzó el 4 de mayo de 2005, a las 11:30 horas y tuvo una duración de 24 horas. El control de niveles se efectuó en el pozo de bombeo. El nivel inicial fue de 46,63 m.

La aspiración se situó a 153,8 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 100 KVA de 150 CV. El agua se vertió al terreno mediante una manguera de 50 metros de longitud. El control del caudal se efectuó mediante contador.

El ensayo se planificó como un bombeo a caudal constante, pero tras observar estabilización después de cinco horas de bombeo con un caudal que varió entre 2,5 y 4,09 L/seg se aumentó el caudal, que hasta el final de la prueba osciló entre 5,26 y 5,97 L/seg. Se puede considerar que el nivel dinámico se estabilizó hacia el minuto 960 de bombeo.

La recuperación se midió durante una 60 minutos, al cabo de la cual la recuperación fue total

Durante el ensayo se recogió muestras de agua para su posterior análisis y se midió "in situ" pH, conductividad y temperatura.

Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Conductividad (μS/cm)	pH
240	12,9	465	7,26
420	12,0	465	7,25
720	11,6	470	7,34
1320	12,0	471	7,37
1440	11,6	468	7,46

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

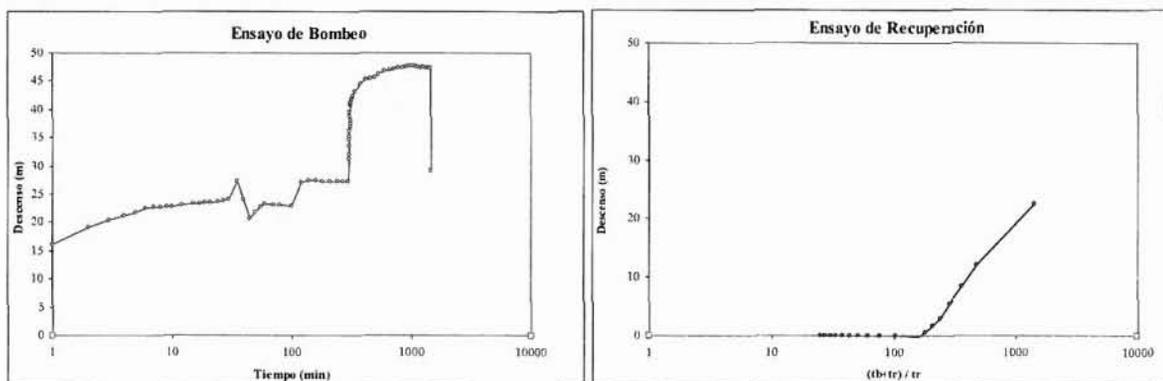


Figura 5 y 6. Curva de descenso-tiempo en bombeo y recuperación

INTERPRETACIÓN

Gráfico diagnóstico

La representación de la derivada de los descensos con respecto a los tiempos (Fig nº 7) es un indicador de las anomalías que afectan a la geometría del acuífero así como del modelo de funcionamiento del acuífero. En este caso concreto la gráfica muestra pendientes decreciente lo que pone en evidencia la existencias de agua externa (pendiente descendente) al almacenamiento del acuífero, bien por doble porosidad (acuífero cárstico) o que se trata de un modelo de acuífero con semiconfinamiento o aportes descendentes de niveles acuíferos superiores en los cuales no se ha enfrentado la rejilla.

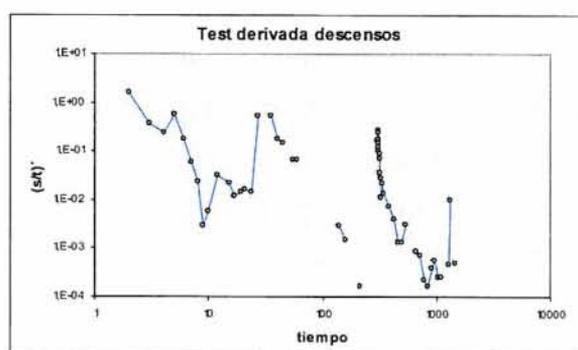


Figura 7

De acuerdo con esta presunción, la interpretación se ha realizado mediante la simulación del bombeo y la recuperación mediante prueba-error con el programa MABE (Método directo), utilizando la solución de Theis y Hantush. También se ha utilizado los métodos basados en la aproximación logarítmica de Jacob para el análisis de la recuperación (Recuperación de Theis).

Método Recuperación de Theis

La transmisividad obtenida es de $4,4 \text{ m}^2/\text{día}$ (figura 8). Al lado se representa la curva teórica simulada para ese valor de la transmisividad y un coeficiente de almacenamiento tanteado hasta conseguir la mejor calibración posible.

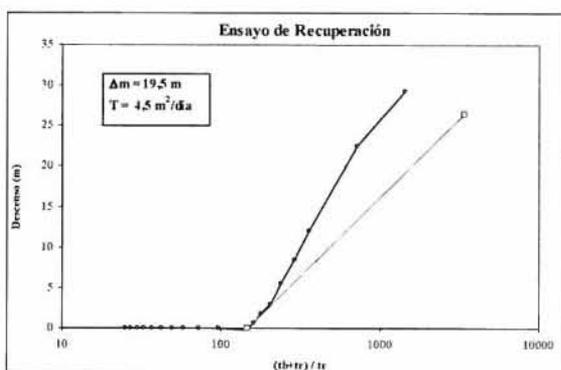


Figura 8

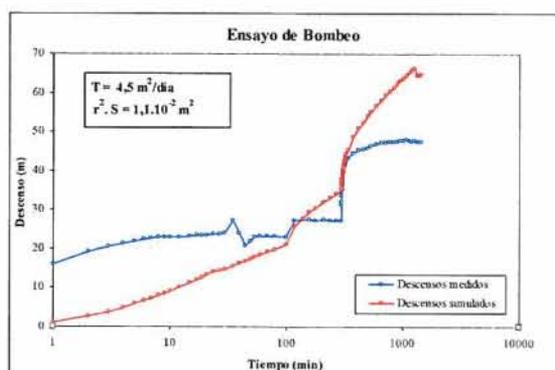


Figura 9

La calibración obtenida es completamente insatisfactoria, y confirma que la Solución de Theis no es adecuada, tal como sugería el test de la derivada de los de descensos.

Método directo (Solución de Theis)

La calibración mediante prueba-error con la solución de Theis (figuras 11 y 12) mejora el resultados obtenido mediante el método de Recuperación de Theis. No obstante, la simulación del bombeo no reproduce la estabilización detectada al final de la prueba, mientras que la coincidencia en recuperación es aparente, ya que la superposición se ha conseguido introduciendo una importante traslación en todos los datos simulados, como si hubiera habido un movimiento de fondo del nivel piezométrico durante la prueba.

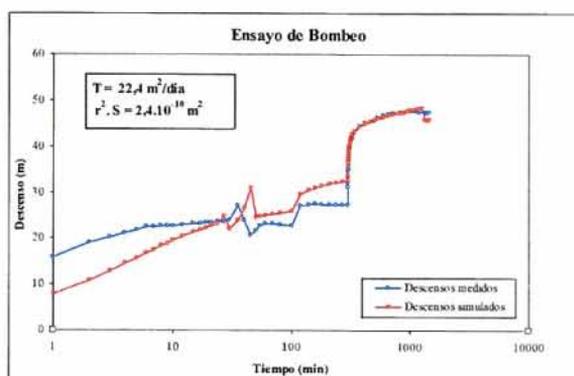


Figura 11

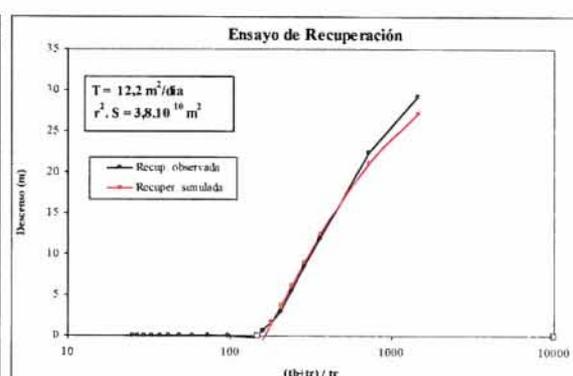


Figura 12

Método directo (Solución de Hantush)

La calibración obtenida mediante la solución de Hantush mejora notablemente los resultados anteriores (figura 13 y 14), tanto en bombeo como en recuperación.

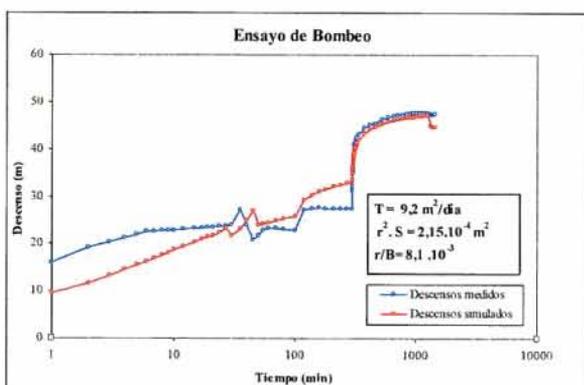


Figura 13

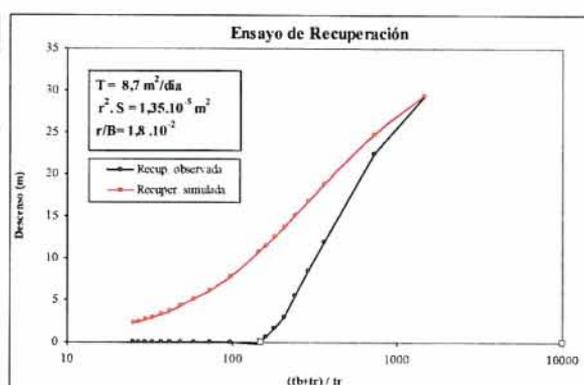


Figura 14

Los resultados con los que se consigue la mejor calibración son similares en bombeo y recuperación, pero no idénticos. En todo caso, la calibración es más satisfactoria en bombeo en que en recuperación, la cual resulta anómala debido a la rapidez con que se efectúa, para a



continuación estabilizarse, lo cual pudiera ser interpretado como la llegada de una recarga en tránsito (¿Retorno del agua bombeada?)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se sintetizan en el siguiente cuadro.

Metodo de interpretación	Transmisividad m ² /día	r ² .S m ²	r/B	R. Equiv. m	Δ h m
Aprox. Logaritmica (Recuperación Theis)	4,50	---	---	---	19,50
Simulación bombeo (Solución de Theis)	22,40	2,40E-10	---	0,11	---
Simulación recuperación (Solución de Theis)	12,20	3,80E-10	---	0,11	---
Simulación bombeo (Solución de Hantush)	9,20	2,15E-04	8,10E-03	0,11	---
Simulación recuperación (Solución de Hantush)	8,70	1,35E-05	1,80E-02	0,11	---

Se considera que los parámetros obtenidos mediante la simulación del bombeo con la solución de Hantush son los adecuados.

En consecuencia, se considera que los parámetros hidrogeológicos son:

$$\begin{aligned}T &= 9,2 \text{ m}^2/\text{día.} \\r^2.S &= 2,15.10^{-4} \\r/B &= 8,1 \times 10^{-3}\end{aligned}$$

El valor del parámetro r/B es relativamente alto lo que justifica la rápida estabilización del nivel dinámico en bombeo.

La recuperación es anómala y sugiere la llegada de recarga al acuífero durante durante el control de la misma.

A destacar que no se detecta la existencia de almacenamiento cárstico.



ANEXO N° 1

ESTADILLO ENSAYO DE BOMBEOLocalidad: **Cernégula (Merindad de Río Ubierna. Burgos)**Hoja MTN **19-09 (167) Montorio**

Nº de Inventario Pozo de bombeo:	1909-3-0011	Coordenadas sondeo:	448910 4719712 998
Nº de Inventario Piezómetro:	--	Coordenadas Piezómetro:	
Profundidad del sondeo:	200 m	Distancia del piezómetro:	
Nivel estático:	46,63 m	Toponimia./Ref.Catastral.	Polígono 513, Parcela 5073
Profundidad techo Fm. acuífera (m)	94 m	Fecha ensayo:	4 de mayo de 2005
Profundidad muro Fm acuífera (m)	200 m	Bomba:	CAPRARI 6" E6S 54/20 50 CV
Longitud del filtro (Screen lenght)	30 m	Grupo :	DEUSCH 100KVA 150 CV
φ perforación (annulus diameter)	220 mm	Profundidad bomba:	153,8 m
φ pantalla (casing diameter)	180 mm		

Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
11:30	0	0	43,63	0			
11:31	4,41	1	59,64	16,01			
11:32	3,67	2	62,72	19,09			
11:33	3,67	3	64,03	20,40			
11:34	3,67	4	64,91	21,28			
11:35	3,43	5	65,50	21,87			
11:36	3,43	6	66,12	22,49			
11:37	3,43	7	66,32	22,69			Agua marrón-naranja oscura
11:38	3,43	8	66,40	22,77			
11:39	3,43	9	66,41	22,78			
11:40	3,43	10	66,43	22,80			
11:42	3,43	12	66,65	23,02			
11:45	3,43	15	66,88	23,25			
11:47	3,43	17	66,96	23,33			
11:49	3,43	19	67,06	23,43			
11:51	3,43	21	67,17	23,54			
11:54	3,43	24	67,32	23,69			
11:57	2,8	27	67,44	23,81			Agua turbia (anaranjada)
12:00	3,9	30	67,65	24,02			
12:05	3,11	35	70,82	27,19			
12:10	2,5	40	67,69	24,06			
12:15	2	45	64,31	20,68			
12:20	3,21	50	65,33	21,70			
12:25	3,21	55	66,42	22,79			
12:30	3,125	60	66,86	23,23			Agua turbia (anaranjada)
12:40	3,125	70	66,79	23,16			
12:50	3,13	80	66,68	23,05			
13:10	3,13	100	66,47	22,84			Agua turbia (anaranjada)
13:30	4,06	120	70,78	27,15			
13:50	4,06	140	71,01	27,38			
14:10	4,06	160	71,13	27,50			
14:30	4,06	180	70,90	27,27			Agua casi clara (leve tinte naranja)
15:00	4,06	210	70,92	27,29			
15:30	4,09	240	70,91	27,28			Cond: 465µS pH: 7.26 Tª 12,9° C
16:00	4,09	270	70,91	27,28			
16:30	4,09	300	70,91	27,28			
16:31	5,26	301	74,84	31,21			
16:32	5,26	302	75,70	32,07			



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
16:33	5,26	303	77,15	33,52			
16:34	5,26	304	78,44	34,81			
16:35	5,26	305	78,96	35,33			
16:36	5,26	306	79,88	36,25			
16:37	5,26	307	80,65	37,02			
16:38	5,26	308	81,4	37,77			
16:39	5,26	309	82,03	38,40			
16:40	5,26	310	82,68	39,05			
16:42	5,26	312	83,65	40,02			
16:45	5,26	315	84,77	41,14			
16:47	5,26	317	85,15	41,52			
16:49	5,26	319	85,53	41,90			
16:51	5,26	321	85,83	42,20			
16:54	5,26	324	86,01	42,38			
16:57	5,26	327	86,44	42,81			
17:00	5,26	330	86,78	43,15			
17:10	5,26	340	87,47	43,84			
17:50	5,26	380	89,01	45,38			
18:30	5,26	420	89,83	46,20			Cond: 465µS pH: 7.25 Tª 12º C
19:10	5,26	460	90,11	46,48			
19:50	5,26	500	90,39	46,76			Agua clara
20:30	5,26	540	91,02	47,39			
21:30	5,97	600	91,62	47,99			Agua clara
22:30	5,97	660	91,92	48,29			
23:30	5,97	720	92,17	48,54			MUESTRA 2. Cond: 470µS pH: 7.34 Tª 11,6º C
0:30	5,97	780	92,25	48,62			
1:30	5,97	840	92,31	48,68			
2:30	5,97	900	92,45	48,82			Agua clara
3:30	5,97	960	92,65	49,02			
4:30	5,97	1020	92,74	49,11			
5:30	5,97	1080	92,83	49,20			
6:30	5,97	1140	92,57	48,94			
7:30	5,97	1200	92,4	48,77			
8:30	5,97	1260	92,57	48,94			
9:30	5,55	1320	92,38	48,75			Cond: 471µS pH: 7.37 Tª 12º C
10:30	5,55	1380	92,25	48,62			
11:30	5,55	1440	92,41	48,78			MUESTRA 3. Cond: 468µS pH: 7.46 Tª 11,6º C
11:31	0	1441	72,86	29,23			
11:32	0	1442	66,13	22,50			
11:33	0	1443	60,17	16,54			
11:34	0	1444	55,6	11,97			
11:35	0	1445	52,1	8,47			
11:36	0	1446	49,16	5,53			
11:37	0	1447	46,55	2,92			
11:38	0	1448	45,36	1,73			
11:39	0	1449	44,22	0,59			
11:40	0	1450	43,38	-0,25			
11:45	0	1455	43,64	0,01			
11:50	0	1460	43,6	-0,03			
11:55	0	1465	43,59	-0,04			
12:00	0	1470	43,58	-0,05			
12:05	0	1475	43,57	-0,06			
12:10	0	1480	43,58	-0,05			
12:15	0	1485	43,59	-0,04			
12:20	0	1490	43,57	-0,06			
12:25	0	1495	43,57	-0,06			
12:30	0	1500	43,57	-0,06			

ANEJO 5

ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

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

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

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



INFORME DE
RESULTADO
DE ENSAYO
solicitado por:

MICROTEC AMBIENTE, S.A.

PLATERÍA, 6, 3º.
30004 MURCIA

Denominación
de la muestra:

CERNEGULA.-
09-102-03.-

UTM-X:

UTM-Y:

Matriz: AGUA CONTINENTAL

Tomada por: EL CLIENTE

Envases: 1 - PET 130 ml.

Fecha de muestreo: 07/11/2004

Hora:

Fecha de recepción: 11/11/2004

Fecha de análisis: 11/11/2004

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C	429 μ S/cm	Electrometría. (P.I.E. COND)
pH.....	7,79 ud. de pH	Electrometría. (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	14,29 mg/l	Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	14,45 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	201,86 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo. (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	0,00 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	36,64 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	8,01 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	12,73 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. MgAA)
CALCIO.....	55,97 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. CaAA)
POTASIO.....	4,94 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	0,07 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. NITI)
AMONIO.....	0,09 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. AMON)
BORO.....	0,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. BORO)
ANHÍDRIDO FOSFÓRICO	0,55 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO	5,72 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	0,01 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. HIER)
MANGANESO.....	0,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. MANG)

Observaciones:

El presente Informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y NO deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de CAASA.....
Los procedimientos empleados son normas internas de CAASA. El Laboratorio dispone de la incertidumbre de sus medidas a disposición del cliente.....
Las muestras tomadas por Técnicos de CAASA se realizan según el Procedimiento de toma de muestras puntuales y compuestas (IO-013).....

viernes, 03 de diciembre de 2004

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.

Nº Registro: CAA/GE- 2.805 - 04

Página 1 de 1

CENTRAL: C/. Santa Teresa, 17, 1º. 30005 MURCIA
Tel.: 968 213 928 Fax.: 968 210 948

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

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



INFORME DE
RESULTADO
DE ENSAYO
solicitado por:

CONTROL Y GEOLOGIA S.A. (CYGSA)

**BALTASAR GRACIÁN N° 11 1º CENTRO
50005 ZARAGOZA**

Denominación
de la muestra:

**CENÉGULA. ENSAYO DE BOMBEO.-
MUESTRA 2.-**

UTM-X:

UTM-Y:

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

Envases: **1 PET 130 ml.**

Fecha muestreo **04/05/2005** Hora **23:3** Fecha recepción **16/05/2005** Inicio análisis **16/05/2005** Fin análisis **25/05/2005**

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C	434	μ S/cm Electrometría. (P.I.E. COND)
pH.....	7,47	ud. de pH Electrometría. (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	12,21	mg/l Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	20,02	mg/l Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	216,90	mg/l Acidimetría, con anaranjado de metilo. (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	0,00	mg/l Acidimetría, con fenolftaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	39,43	mg/l Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	3,25	mg/l Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	8,50	mg/l Complexometría (P.I.E. DURE)
CALCIO.....	80,85	mg/l Complexometría (P.I.E. CALC)
POTASIO.....	1,09	mg/l Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	0,09	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	0,12	mg/l P2O5 Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO	4,69	mg/l Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SILJ)
HIERRO.....	0,01	mg/l Espectrofotometría de absorción (P.I.E. HIER)
MANGANESO.....	0,00	mg/l Espectrofotometría de absorción (P.I.E. MANG)

Observaciones:

El presente Informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y NO deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de CAASA.-----
Los procedimientos empleados son normas internas de CAASA. El Laboratorio dispone de la incertidumbre de sus medidas a disposición del cliente.-----
Las muestras tomadas por Técnicos de CAASA se realizan según el Procedimiento de toma de muestras puntuales y compuestas (IO-013).-----

martes, 31 de mayo de 2005

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

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

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.
dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad
CERTIFICADO POR BVQI, conforme con los
requisitos de la norma ISO 9001:2000.

Nº Registro: CAA/GE- **1.134** -05

Página 1 de 1



ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS.....	12,21	0,34	6,95
SULFATOS.....	20,02	0,42	8,42
BICARBONATOS.....	216,90	3,55	71,79
CARBONATOS.....	0,00	0,00	0,00
NITRATOS.....	39,43	0,64	12,84
SODIO.....	3,25	0,14	2,88
MAGNESIO.....	8,50	0,70	14,26
CALCIO.....	80,85	4,03	82,28
POTASIO.....	1,09	0,03	0,57

AGUA: BICARBONATADA - CÁLCICA

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de Congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos.....	387,16 mg/l.
CO2 libre	11,70 mg/l
Dureza total.....	23,69 ° Francés
Dureza total	236,89 mg/l de CO3Ca
Dureza permanente	59,09 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de bicarbonatos..	177,89 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de carbonatos.....	0,00 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de hidróxidos.....	0,00 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad total.....	177,89 mg/l de CO3Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$r_{Cl+rSO4}/r_{HCO3+rCO3}$	0,21
r_{Na+rK}/r_{Ca+rMg}	0,04
r_{Na}/r_{K}	5,07
r_{Na}/r_{Ca}	0,04
r_{Ca}/r_{Mg}	5,77
r_{Cl}/r_{HCO3}	0,10
r_{SO4}/r_{Cl}	1,21
r_{Mg}/r_{Ca}	0,17
i.c.b.....	0,51
i.d.d.....	0,04

Nº Registro: CAA/GE-1.134-05

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

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

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



INFORME DE
RESULTADO
DE ENSAYO
solicitado por:

MICROTEC AMBIENTE, S.A.

PLATERÍA, 6, 3º.
30004 MURCIA

Denominación
de la muestra:

MUESTRA-3. ENSAYO BOMBEO.-
CERNÉGULA.-

UTM-X:

UTM-Y:

Matriz AGUA CONTINENTAL Tomada por: EL CLIENTE

Envases: 1 PET 130 ml.

Fecha muestreo 05/05/2005 Hora 11:3 Fecha recepción 27/05/2005 Inicio análisis 27/05/2005 Fin análisis 08/06/2005

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C	449	µ S/cm Electrometría. (P.I.E. COND)
pH.....	7,68	ud. de pH Electrometría. (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	12,90	mg/l Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	18,57	mg/l Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	238,22	mg/l Acidimetría, con anaranjado de metilo. (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	0,00	mg/l Acidimetría, con fenolftaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	73,20	mg/l Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	3,83	mg/l Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	3,16	mg/l Complexometría (P.I.E. DURE)
CALCIO.....	98,06	mg/l Complexometría (P.I.E. CALC)
POTASIO.....	1,05	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	0,50	mg/l P2O5 Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO	4,61	mg/l Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	0,00	mg/l Espectrofotometría de absorción (P.I.E. HIER)
MANGANESO.....	0,00	mg/l Espectrofotometría de absorción (P.I.E. MANG)

Observaciones:

El presente Informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y NO deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de CAASA.
Los procedimientos empleados son normas internas de CAASA. El Laboratorio dispone de la incertidumbre de sus medidas a disposición del cliente.
Las muestras tomadas por Técnicos de CAASA se realizan según el Procedimiento de toma de muestras puntuales y compuestas (IO-013).

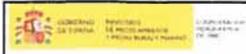
martes, 21 de junio de 2005

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A. está inscrito en el REGISTRO ESPECIAL DE EMPRESAS COLABORADORAS DEL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (antes MOPT, O.M. 16-7-87). 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.

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: (1909) MONTEJO UTM: 440020 UTM Y: 4719849 COTA: 999
 Provincia: BURGOS Municipio: MERINDAD DE RIO UBIERNA
 Localidad: CERNEGULA Paraje: CERNEGULA MMA LOS CASARES
 Dominio Hidrográfico: Vasco - Cantábrico Unidad: Sidano - La Lora
 Acuífero: Cretácico superior
 Masa Subterránea A: PÁRAMO DE SEDANO Y LORA Masa Subterránea B:
 Acuífero: Cretácico superior Redes: PG PL PH CG CL CH CE L T LH I OT
 Río: H (MIM) Cuenca: EBRU
 Observaciones: PIEZÓMETRO DE LA RED BÁSICA DEL MIMAM El agua se cortó a los 165 m (2-3 Vg)



190930011Cernequila (15/04/2005)

Nº	Realización	Fecha	Fuente de Información	FECHA	FECHA INFO	OBSERVACIONES
1	VAE		CHE (OPH)	25/09/2001		
58	Z-AMALTEA		CHE (OPH)	19/08/2008		Angel Amtegua, Red MMA

PERFORACIÓN

Contratista: PERFORACIONES SUAREZ (SACV R MICROTEC) Año: 2004
 Tipo perforación: ROTOPERFORACIÓN CON CIRCULACIÓN DIRECTA Profundidad total: 200
 Observaciones: Inicio 5/11/04 y fin 8/11/04

Desde	Hasta	Diámetro (mm)
0	6	315
6	200	220

REVESTIMIENTO

Desde	Hasta	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	6	300	5	Metálica ciega	CEMENTACIÓN
0	74	180	4	Metálica ciega	
74	80	180	4	Metálica puercocillo	
80	92	180	4	Metálica ciega	
92	96	180	4	Metálica puercocillo	
96	128	180	4	Metálica ciega	
128	134	180	4	Metálica puercocillo	
134	176	180	4	Metálica ciega	
176	182	180	4	Metálica puercocillo	
182	188	180	4	Metálica ciega	
188	194	180	4	Metálica puercocillo	
194	200	180	4	Metálica ciega	

TRATAMIENTOS ESPECIALES

Fecha	Tipo
07/11/2004	Temperatura
07/11/2004	Conductividad
07/11/2004	Resistividad
07/11/2004	Per Espontáneo
07/11/2004	Gamma natural
07/11/2004	Inclinación

LITOLOGÍA

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	15	DOLOMITAS	CRETÁCICO SUPERIOR	
Observaciones: DOLOMITAS BEIG CLARAS, METEORIZADAS, CALCITA RELLENANDO FRACTURAS				
15	60	CALIZAS DOLOMÍTICAS	CRETÁCICO SUPERIOR	
Observaciones: CALIZAS Y DOLOMITAS BEIG CLARO (BIOESPARTITA Y ALGUN NIVEL DE MICRITA)				
60	66	MARGAS	CRETÁCICO SUPERIOR	
Observaciones: MARGAS GRISES				
66	71	CALIZAS	CRETÁCICO SUPERIOR	
Observaciones: CALIZAS MICROCRISTALINAS BEIG CLARAS				
71	94	MARGAS	CRETÁCICO SUPERIOR	
Observaciones: MARGAS GRISES				
94	135	CALIZAS	CRETÁCICO SUPERIOR	
Observaciones: CALIZAS BIG CLARAS, MARRÓN CLARAS Y ROJIZAS. APARECEN ALGUNOS NIVELES DOLOMITIZADOS ABUNDANTES RESTOS FÓSILES (MILÍJOLIDOS)				
135	140	CALIZAS	CRETÁCICO SUPERIOR	
Observaciones: CALIZAS BIOCLÁSTICAS GRIS CLARAS CON RECRISTALIZACIONES DOLOMÍTICAS BOMAS				
140	160	CALIZAS	CRETÁCICO SUPERIOR	
Observaciones: CALIZAS BIG CLARAS, MARRÓN CLARAS Y ROJIZAS. APARECEN ALGUNOS NIVELES DOLOMITIZADOS ABUNDANTES RESTOS FÓSILES (MILÍJOLIDOS)				
160	180	CALIZAS DOLOMÍTICAS	CRETÁCICO SUPERIOR	
Observaciones: CALIZAS DOLOMÍTICAS GRISES Y BEIG CLARAS. RESTOS DE CONCHAS, MILÍJOLIDOS				
180	197	CALIZAS DOLOMÍTICAS	CRETÁCICO SUPERIOR	
Observaciones: CALIZAS DOLOMÍTICAS CON ABUNDANTES RESTOS FÓSILES, DE COLORES GRISES				
197	200	CALIZAS DOLOMÍTICAS	CRETÁCICO SUPERIOR	
Observaciones: CALIZAS BIOCLÁSTICAS DOLOMITIZADAS CON ABUNDANTES RESTOS FÓSILES, DE COLORES GRISES Y BEIG				

ENSAYOS DE BOMBEO

Fecha	Caudal (l/s)	Nivel Inicial (m)	Depresión (m)	Duración (h)	Transmisividad (m ² /d)	S	Fuente Información
05/05/2005	5.55	92.57	0.16	0.1			CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 153,8 m., Bomba CAPRARI 6" E6S 54 20 50 CV							
04/05/2005	5.07	91.02	-1.55	0.5			CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 153,8 m., Bomba CAPRARI 6" E6S 54 20 50 CV							
04/05/2005	5.26	70.91	-20.11	0.2			CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 153,8 m., Bomba CAPRARI 6" E6S 54 20 50 CV							
04/05/2005	4.09	70.92	0.01	0.1			CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 153,8 m., Bomba CAPRARI 6" E6S 54 20 50 CV							
04/05/2005	4.06	66.47	-4.45	0.1			CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 153,8 m., Bomba CAPRARI 6" E6S 54 20 50 CV							
04/05/2005	3.13	66.79	0.32	0			CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 153,8 m., Bomba CAPRARI 6" E6S 54 20 50 CV							
04/05/2005	3.125	66.42	-0.17	0			CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 153,8 m., Bomba CAPRARI 6" E6S 54 20 50 CV							
04/05/2005	3.21	64.31	-2.11	0			CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 153,8 m., Bomba CAPRARI 6" E6S 54 20 50 CV							

Fecha	Caudal (l/s)	Nivel Inicial (m)	Depresión (m)	Duración (h)	Transmisividad (m ² /d)	S	Fuente Información
04/05/2005	2.5	70.82	0.51	0			CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 153,8 m., Bomba CAPRARI 6" E6S 54 20 50 CV							
04/05/2005	3.11	67.65	-3.17	0			CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 153,8 m., Bomba CAPRARI 6" E6S 54 20 50 CV							
04/05/2005	3.0	67.44	-0.21	0			CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 153,8 m., Bomba CAPRARI 6" E6S 54 20 50 CV							
04/05/2005	2.8	67.32	-0.12	0			CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 153,8 m., Bomba CAPRARI 6" E6S 54 20 50 CV							
04/05/2005	3.43	64.91	-2.41	0			CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 153,8 m., Bomba CAPRARI 6" E6S 54 20 50 CV							
04/05/2005	3.67	59.64	-5.27	0			CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 153,8 m., Bomba CAPRARI 6" E6S 54 20 50 CV							
04/05/2005	4.41	43.63	-16.01	0			CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 153,8 m., Bomba CAPRARI 6" E6S 54 20 50 CV							

PIEZOHIDROMETRÍA

NIVEL: NIVEL1									
Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica				
43	54.71	29.26	25.45	46.87	6.1828				
Fecha muestra	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezohidra.	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
06/08/2008	45.22			952.78	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRCCAL	0
Observaciones:									
10/07/2008	43.18			955.82	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRCCAL	0
Observaciones:									
11/06/2008	29.36			968.74	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRCCAL	0
Observaciones:									
06/05/2008	43.44			954.56	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRCCAL	0
Observaciones:									
02/04/2008	46.46			951.54	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRCCAL	0
Observaciones:									
19/03/2008	51.6			946.4	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRCCAL	0
Observaciones:									
13/02/2008	51.18			946.82	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRCCAL	0
Observaciones:									
09/01/2008	53.87			944.13	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRCCAL	0
Observaciones:									
05/12/2007	53.54			944.46	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRCCAL	0
Observaciones:									
15/11/2007	51.57			944.43	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRCCAL	0
Observaciones: Boquete arreglado									

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
04/05/2005	70.61	4.66	927.09	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	70.91	4.69	927.09	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Cond. 465,3 pH 7.26 T° 12.5°C Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	70.92	4.66	927.08	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	70.9	4.66	927.1	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Agua con cloro (leve olor naranja) Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	71.13	4.66	926.97	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	71.01	4.66	926.99	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	70.9	4.66	927.22	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	69.47	3.13	931.53	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Agua turbia (saturada) Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	69.68	3.13	931.52	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	69.79	3.13	931.21	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	69.80	3.13	931.14	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Agua turbia (saturada) Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	69.42	3.21	931.58	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	69.33	3.21	932.67	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	64.31	2.5	933.69	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	67.89	2.5	935.31	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	70.92	3.11	927.18	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	67.65	3.0	930.55	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	67.44	2.8	930.56	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Agua turbia (saturada) Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	67.32	3.43	930.63	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	67.17	3.43	930.83	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	67.06	3.43	930.94	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	66.36	3.43	931.64	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									

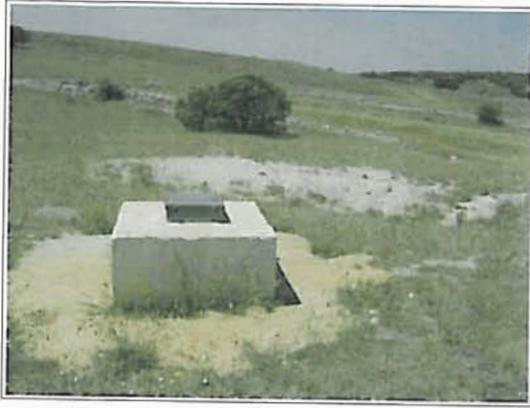
Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida PiezoHidro.	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
04/05/2005	66.88	3.43	931.12	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	66.65	3.43	931.35	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	66.43	3.43	931.57	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	66.41	3.43	931.59	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	66.4	3.43	931.6	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	66.32	3.43	931.68	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Agua marrón-naranja oscura Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	66.12	3.43	931.88	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	65.5	3.43	932.5	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	64.91	3.67	933.09	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	64.07	3.67	933.97	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	62.72	3.67	935.28	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	59.64	4.41	938.36	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
04/05/2005	43.63	0	954.37	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
19/04/2005	41.36		956.64	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones:									
17/03/2005	36.51		961.49	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones:									
22/02/2005				Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones: No medible, agua en la por above									
20/01/2005	41.62		956.38	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones:									
21/12/2004	49.76		948.24	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones:									
09/11/2004	54.38		943.62	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0	
Observaciones:									

HIDROQUÍMICA												
Fecha muestreo	Cl ⁻ meq/l	SO ₄ meq/l	HCO ₃ meq/l	NO ₃ meq/l	Na meq/l	Mg meq/l	Ca meq/l	K meq/l	Cond20 campo	Ph campo	Error %	Fuente Info
07/11/2004	0.4025	0.301	3.3062	0.593	0.3483	1.6521	2.7915	0.3203			-6.4007	Proyecto de construcción de sondas e instalación de la red sifónica de control de aguas subterráneas de la cuenca del Tero (p6 820-030-211)
	14.29	14.43	201.86	36.64	8.01	12.73	33.97	4.94	429	7.8		

OTRAS FOTOS



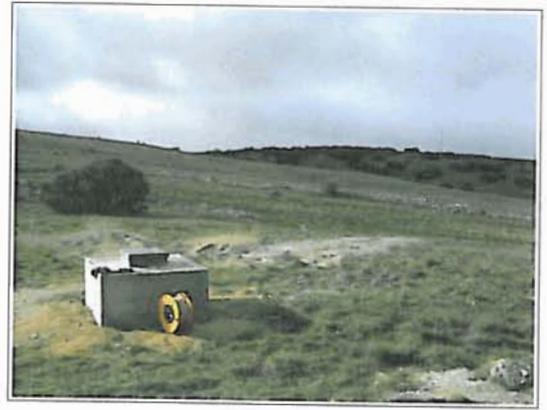
Cernegulo (05/11/2004)



1909311CernigulaMMA (15 06 2005)



1909311CernigulaMMAbis (01 03 0007)



190930011 (15/12/2004)

FICHA DE PIEZÓMETRO

TOPONIMIA		CERNEGULA MMA. LOS CASARES			CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.102.03	
CÓDIGO IPA		190930011	Nº MTN 1:50.000	1909	MUNICIPIO MERINDAD DE RIO UBIERNA (BURGOS)			
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO						
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		002 PÁRAMO DE SEDANO Y LORA						
U. HIDROGEOLÓGICA		102 Sedano - La Lora (Dominio 1 Pirenaico Vasco-Cantabrico)						
ACUÍFERO(S)		02-03 Cretácico Superior						
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	449020	DATOS OBTENIDOS DE:		GIS-Oleicola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS		BROCAL
	Y	4719849						
COTA DEL SUELO msnm	Z	998	DATOS OBTENIDOS DE:		1:25000	ALTURA SOBRE EL SUELO m		0
POLÍGONO		513			PARCELA	5073		
TITULARIDAD DEL TERRENO		Ayuntamiento de Merindad de Río Ubierna						
PERSONA DE CONTACTO								
ACCESO								

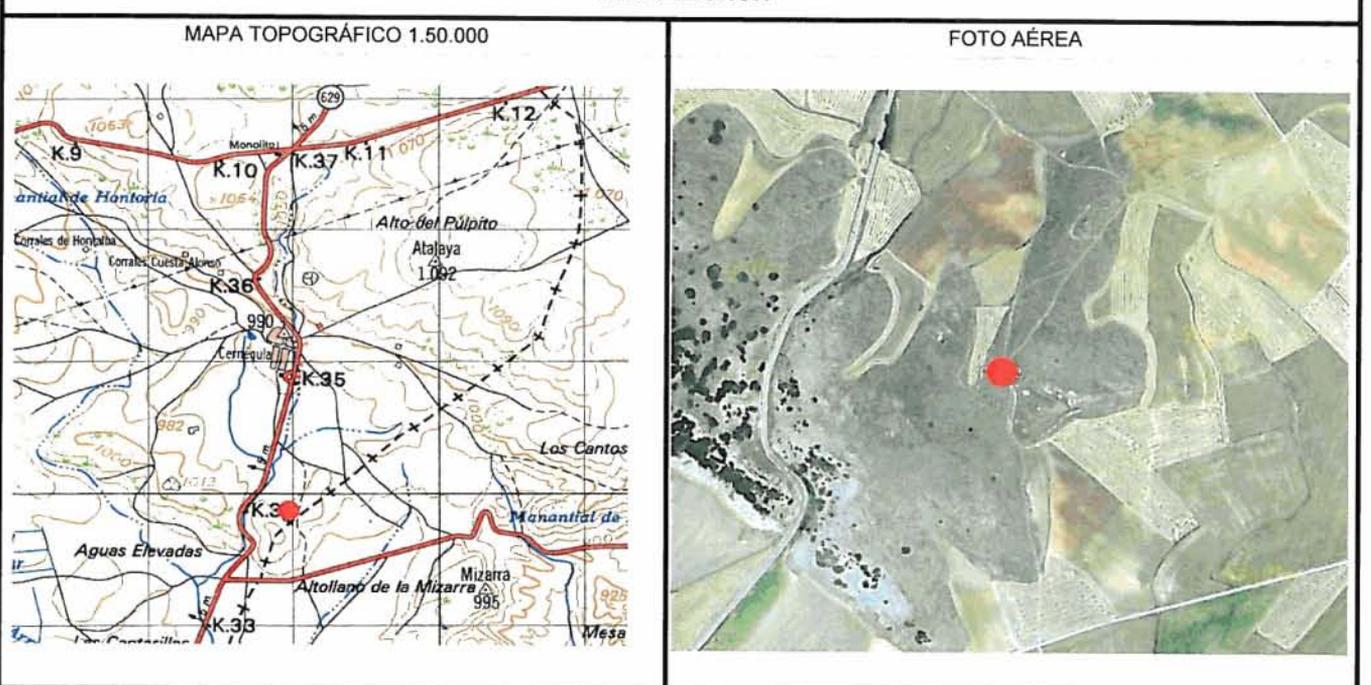
CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO

USO		PROFUNDIDAD DEL SONDEO						200		EMPAQUE		No	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION			
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA		
0	6	315	0	6	300	Metálica	74	80	Puentecillo	0	2		
6	200	220	0	74	180	Metálica	92	98	Puentecillo	4	6		
			80	92	180	Metálica	128	134	Puentecillo				
			98	128	180	Metálica	176	182	Puentecillo				
			134	176	180	Metálica	188	194	Puentecillo				
			182	188	180	Metálica							
			194	200	180	Metálica							

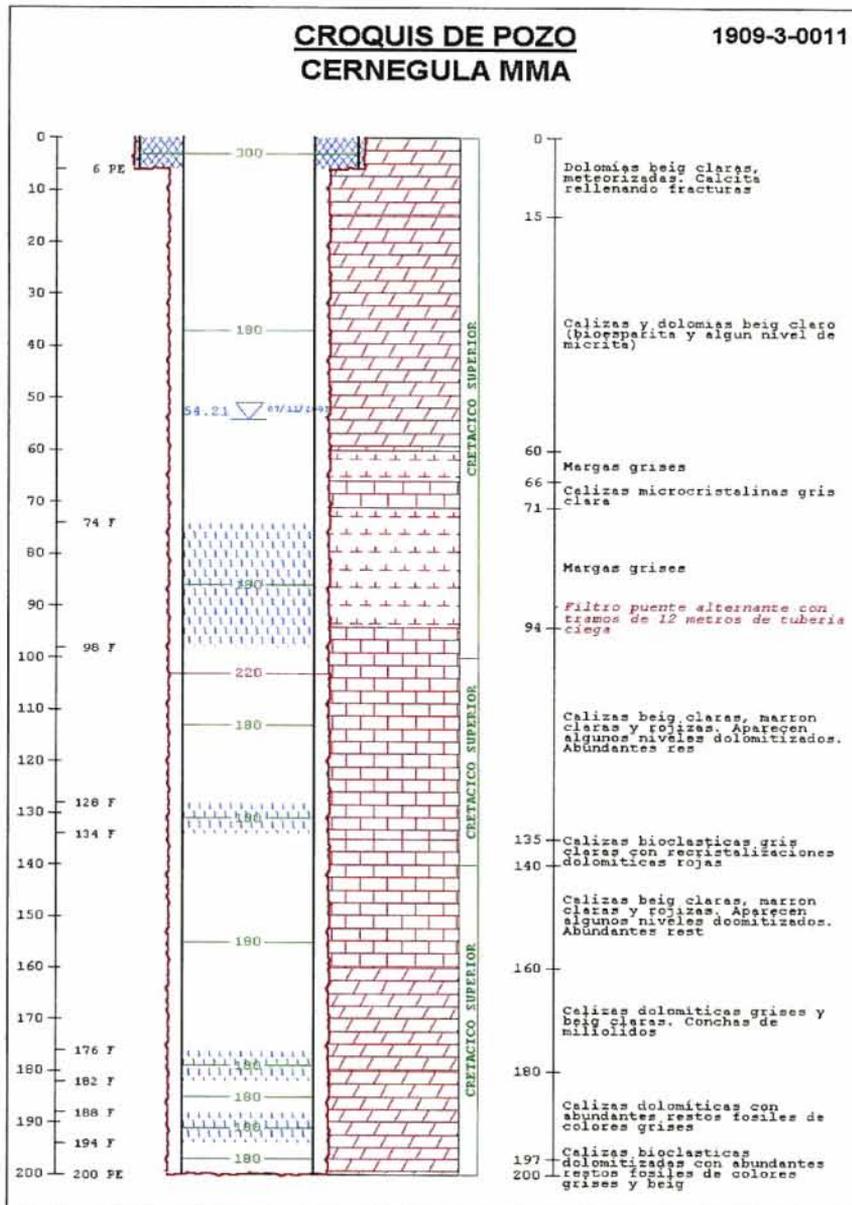
HISTORIA

PERTENECE A REDES HISTÓRICAS		No	PERIODO DE MEDIDAS	09/11/2004
ORGANISMO	CHE (OPH)			

LOCALIZACIÓN



CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE

