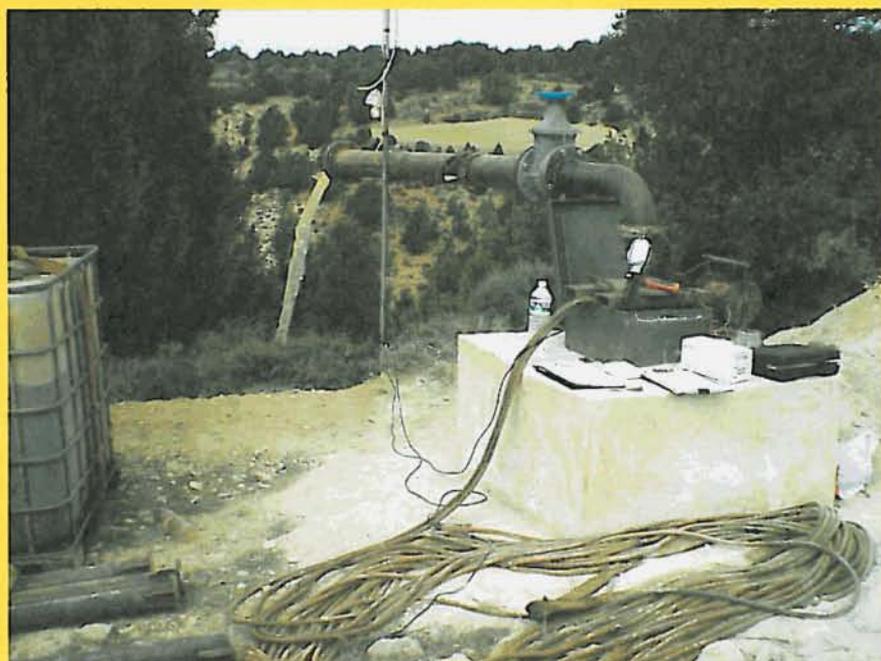




## **INFORME PIEZÓMETRO DE ANCHUELA DEL CAMPO: 09.702.01**



## **ÍNDICE**

### **1. PROYECTO**

1.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

1.2. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

### **2. LOCALIZACIÓN**

### **3. SITUACIÓN GEOLÓGICA**

### **4. MARCO HIDROGEOLÓGICO**

### **5. EQUIPO DE PERFORACIÓN**

### **6. DATOS DE LA PERFORACIÓN**

### **7. COLUMNA LITOLÓGICA**

### **8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA**

### **9. ENTUBACIÓN REALIZADA**

### **10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS**

### **11. HIDROQUÍMICA**

### **12. CONCLUSIONES**

## **ANEJOS**

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

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

**ANEJO N° 2: INFORME GEOLÓGICO**

**ANEJO N° 3: GEOFÍSICA**

**ANEJO N° 4: ENSAYO DE BOMBEO**

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

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

## 1. PROYECTO

### 1.1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

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

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

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

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

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

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

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

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

## 1.2 METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

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

- Trabajos anteriores a la perforación
  - Comprobación de replanteos (geográficos e hidrogeológicos)
  - Comprobación de accesos
  
- Perforación
  - Seguimiento de la perforación
  - Interpretación de la testificación geofísica
  - Propuesta de entubación a la Dirección de Obra
  - Control de tareas finales como limpieza del sondeo, toma de muestras de agua del piezómetro perforado y construcción y colocación del cierre con arqueta antivandálica.
  
- Ensayos de Bombeo
  - Seguimiento del ensayo en campo, tanto del bombeo como de la recuperación.
  - Representación e interpretación de datos obtenidos.
  
- Seguimiento de la Seguridad y Salud
  - Presentación ante la autoridad Laboral de los Avisos Previos y sus actualizaciones.
  - Revisión del Plan de Seguridad y Salud.
  - Control de documentación de maquinaria y trabajadores presentes en la obra.

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

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

- Redacción de informe final de cada piezómetro

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

### **1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO**

Sondeo ubicado al NE de la localidad de Anchuela en plena zona de recarga de la Sierra del Solorio. La geometría general de la masa de agua subterránea se identifica con un amplio sinclinal NO-SE de materiales mesozoicos entre el macizo paleozoico de Ateca y las serranías que enlazan con la Cordillera Central (Ministra, Solorio). En su núcleo NO alberga la cuenca terciaria de Almazán.

El pozo se emplaza sobre las calizas bioclásticas de Barahona para alcanzar las calizas de la Formación Cuevas Labradas que constituyen el acuífero 86.02 Lías junto con las Carniolas de la Formación Cortes de Tajuña.

## 2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro está situado a 1,2 km al NE de Anchuela del Campo. A este emplazamiento se accede por un camino desde la carretera que va a Anchuela, a 1,5 km del pueblo.

Las coordenadas UTM punto son:

X= 583.992

Y= 4.542.768

Z= 1160 m.s.n.m.



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

### 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra aparentemente emboquillado en los materiales del Jurásico Inferior (Lias) que se diferencian dentro del Mapa Geológico de la Cuenca del Ebro como Hettangiense-Sinemuriense. Se corresponden con la unidad  $J_{1-13}^{0-12}$  de la Hoja MAGNA nº 463 (Milmarcos) de edad Hettangiense-Pliensbachiense.

La estructura general de la zona es relativamente sencilla, con extensos afloramientos de Jurásico Inferior, ligeramente plegados, con pliegues de radio no muy grande y con buzamientos muy laxos. A grandes rasgos, se observa como estos afloramientos jurásicos se disponen en numerosas zonas en posición subhorizontal.

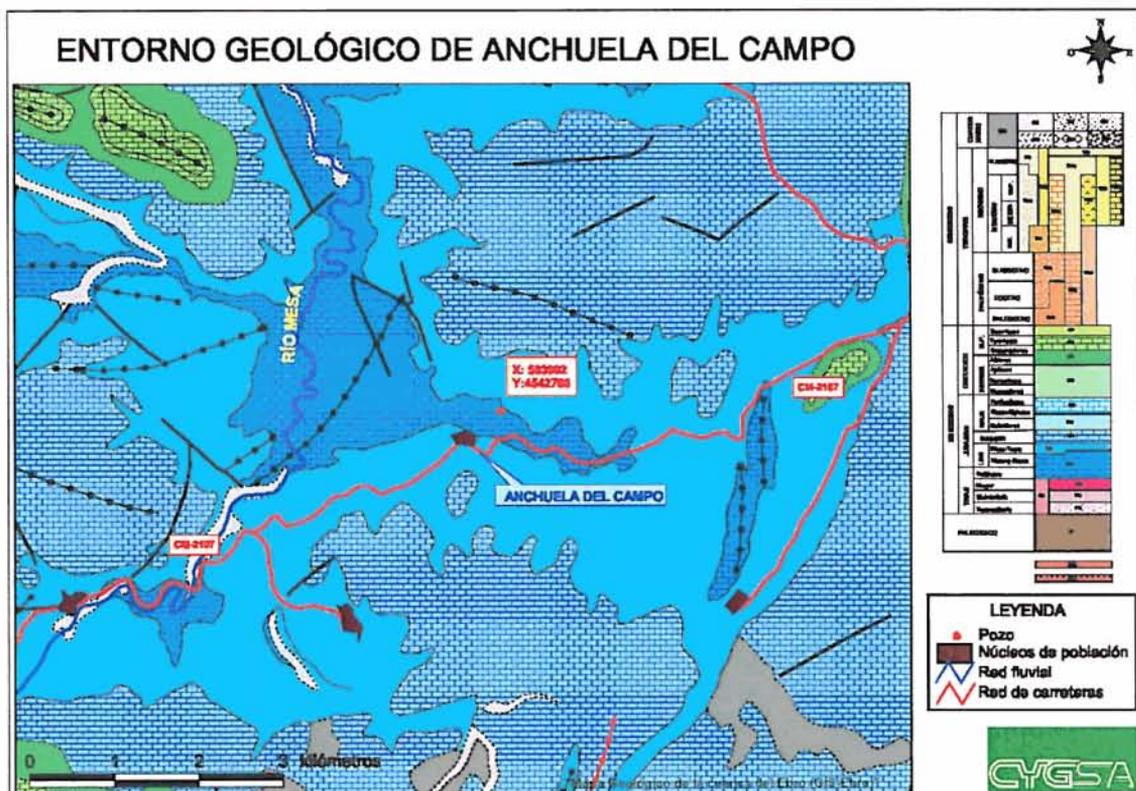
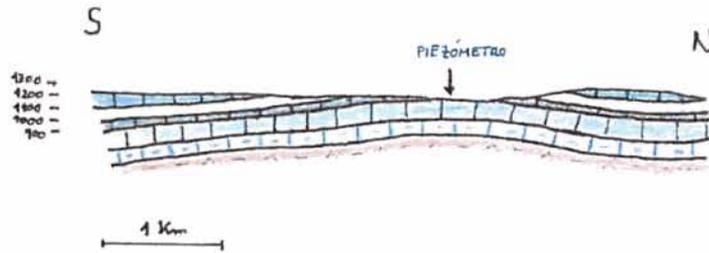


Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de Anchuela del Campo.



J <sub>14-22</sub>	CHELVA (CALIZAS)	45 m
J <sub>13-14</sub> <sup>23-0</sup>	TURMIEL (MARGAS Y CALIZAS)	35 m
J <sub>12-13</sub> <sup>11-21</sup>	BARAHONA Y C. PER (CALIZAS BIOLÁSTICAS Y MARGAS)	25 m
J <sub>1-13</sub> <sup>0-12</sup>	C. LABRADAS (CALIZAS Y DOLOMIAS TABLEADAS)	90 - 120 m
T <sub>63</sub> -J <sub>1</sub>	C. TAJUÑA + IMÓN (CARNIOLAS Y DOLOMIAS TABLEADAS)	80 m
T <sub>63</sub>	KEUPER (MARGAS, LIMOLITAS Y YESOS)	20 - 30 m

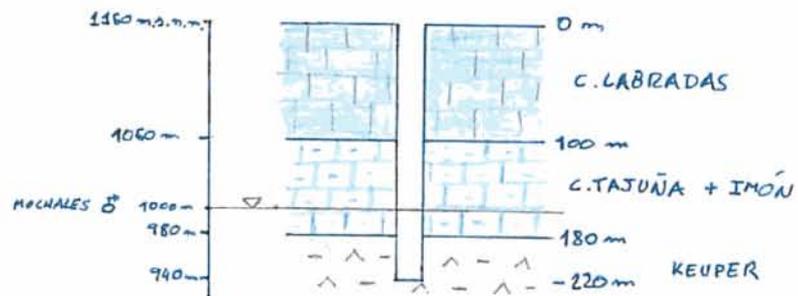


Figura 3. Corte geológico y emplazamiento previsto

## 4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

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

A su vez, se sitúa dentro de la unidad hidrogeológica 702 "Páramos del Alto Jalón", correspondiente a la masa de agua subterránea con Código 090.086 denominada "Páramos del Alto Jalón", y el acuífero a controlar son las carniolas de la Fm. Cortes de Tajuña.

El acuífero carbonatado mesozoico de la masa de agua 090.086 es un acuífero predominantemente libre. Los materiales se disponen en un amplio sinclinal de materiales mesozoicos situado entre el macizo paleozoico de Ateca y las serranías que enlazan con la Cordillera Central, con una dirección NO-SE y el núcleo NO cubierto por los materiales terciarios de la cuenca de Almazán, en donde sus materiales acuíferos se confinan. Los acuíferos están formados por calizas y dolomías del Muschelkalk (60 m), dolomías del Jurásico inferior (130 m), carbonatos del Dogger (50 m), arenas de Utrillas (105 m), calizas y dolomías del Cretácico superior (250-400 m), conglomerados y calizas terciarias y cuaternario formado por aluviales, coluviales y perilagunar de Gallocanta. La recarga se realiza principalmente por infiltración de las precipitaciones en los afloramientos permeables mesozoicos de la sierra de Solorio. La descarga natural se produce a través de la red hidrográfica: Piedra, Mesa y Jalón, principalmente. Es posible que exista transferencia lateral desde Gallocanta hacia esta masa, siendo la responsable del manantial de Cimballa. Los drenajes

se producen a favor del contacto de los materiales permeables con materiales triásicos dando descargas puntuales como las de Jaraba, Alhama o Mochales. Al N del Solorio se produce drenaje subterráneo bajo la cuenca de Almazán.

El piezómetro se encuentra situado sobre los materiales carbonatados del Lías, más concretamente sobre la Fm Cuevas Labradas. Bajo esta formación se sitúa el acuífero a controlar, las carnioles de la Formación Cortes de Tajuña. Estos materiales presentan disposición horizontal.

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

## **5. EQUIPO DE PERFORACIÓN**

La construcción del pozo la ha realizado la empresa adjudicataria SACYR – MICROTEC. Se ha contado con un equipo de perforación a rotoperforación CALE-1200 acondicionado por motor DEUTZ con capacidad de extracción de 20 toneladas con chasis montado sobre camión marca IVECO modelo 330/30. Compresor marca INGERSOLL – RAND modelo 25/270 sobre camión Mercedes.

## **6. DATOS DE LA PERFORACIÓN**

La perforación se inició el 6 de octubre de 2004 a las 12:00 horas y se terminó el 8 de octubre de 2004 a las 11:30 horas.

Se realizó un emboquille de 6 m de profundidad, perforado con un diámetro de 380 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor.

A partir de los 6 metros hasta los 216 m totales se perforó con el martillo de 220 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm. La velocidad de avance en la perforación fue disminuyendo conforme se avanzaba en el sondeo, pasando de 30 m/h a 12 m/h, en el final. El nivel se corta a los 195 metros. En los últimos metros de perforación se tuvo que añadir una mayor cantidad de espumante para poder evacuar el agua aportada. Esto se debió a la existencia de una zona fracturada y a la pérdida de barrido en ésta.

(Ver Anejo 1, Informes diarios de perforación.)

## **7. COLUMNA LITOLÓGICA**

Durante la realización de la perforación, se efectuó una descripción de las litologías extraídas observando las muestras del ripio de perforación cada metro; de todas ellas, se eligieron las más representativas cada 5 metros, guardándolas en sus correspondientes botes.

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

0-21 m	Alternancia de calizas margosas y margas (mudstone – wackstone) de color gris claro y pardas (se observan restos de conchas). Calizas bioclásticas de Barahona y cerro del Pez.
21-120 m	Calizas micríticas grises, frecuentes recristalizaciones de calcita. Se observan restos de bivalvos.
120-216 m	Carniolas. Calizas recristalizadas (Wackstone-Packstone) de tonos rojizos, gris claro, amarillentos y pardos. Presencia de pirolusita. El color del detritus es marrón-rojizo. Aspecto sacaroideo.

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

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

De 0 m a 64 m.- Fm Río Palomar. Sinemuriense.

De 64 m a 130 m.- Fm Cuevas Labradas. Sinemuriense.

De 130 m a 216 m.- Fm Cortes de Tajuña. Retiense-Hettangiense.

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

## **8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA**

La testificación geofísica se realiza el día 9 de octubre de 2004. En ella se registraron los parámetros de gamma natural, potencial espontáneo y resistividad, así como la verticalidad y desviación de la perforación. La sonda se atascó a los 164 metros de profundidad, debido a derrumbes en las paredes de la perforación.

No se llegó a tocar el nivel. Por tanto se no pudieron evaluar los tramos de aporte de caudal.

La distancia de máxima desviación con la vertical a los 164 metros de profundidad fue de 5,4 metros. El Acimut mantiene una media aproximada de 205°. El sondeo no se desvía prácticamente nada hasta los 80 metros de profundidad. A partir de aquí se desvía 3°. Esta desviación la mantiene hasta el final del tramo testificado.

Con esos valores y los datos aportados por el sondista durante la perforación, 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
0-185	180	4	Acero al carbono	Ciega
185-197	180	4	Acero al carbono	Puente
197-203	180	4	Acero al carbono	Ciega
203-209	180	4	Acero al carbono	Puente
209-215	180	4	Acero al carbono	Ciega

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

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

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

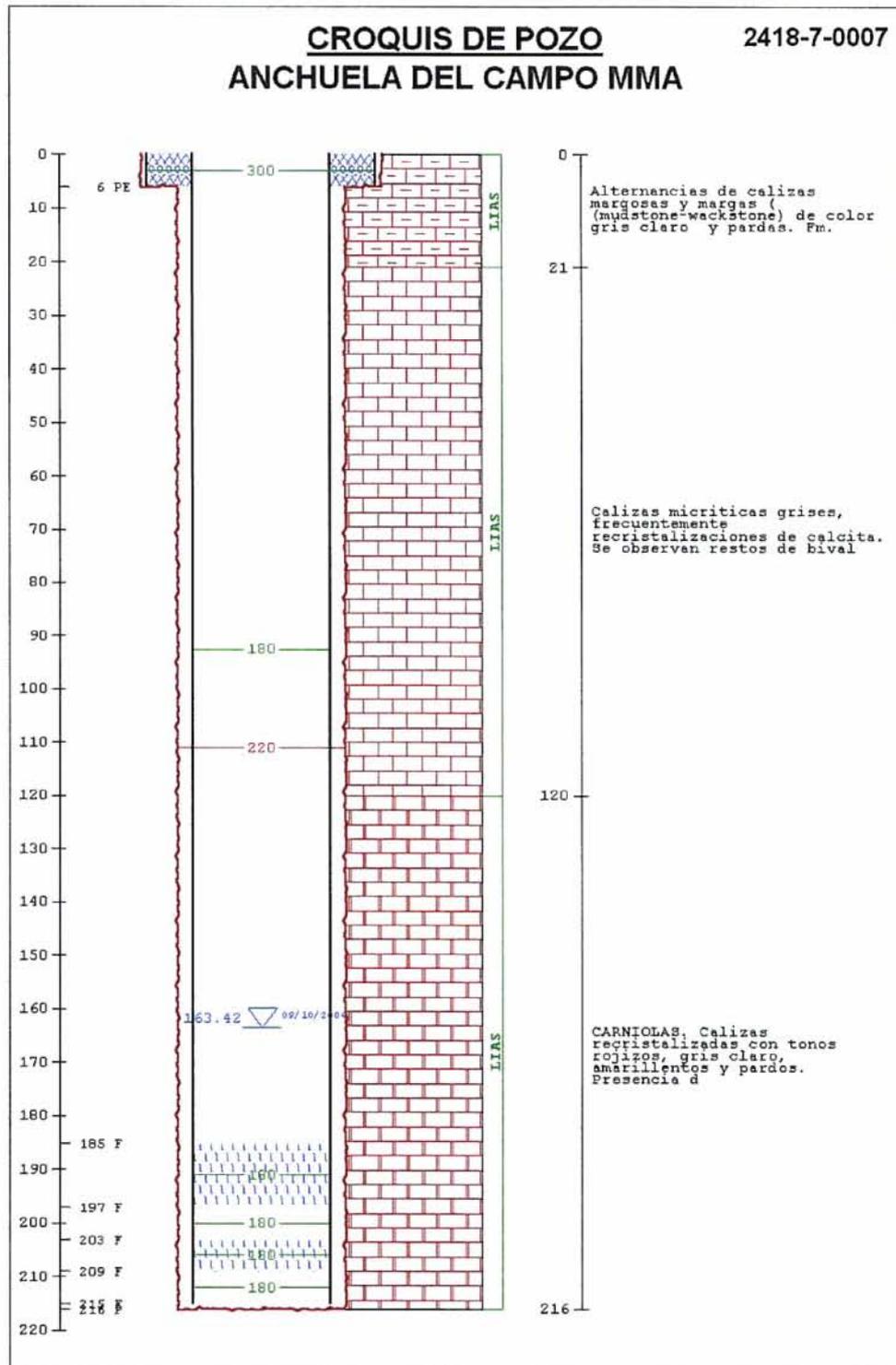


Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

## 10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero a controlar son las carnioles de la Formación Cortes de Tajuña.

El nivel se cortó a los 193 metros de profundidad. El caudal no se pudo precisar, debido a la karstificación presente en esa zona. Se tuvo que añadir más espumante de lo habitual en la perforación para evitar la pérdida de barrido en estas zonas. El caudal debió ser abundante ya que aumentó la presión de trabajo, de 18 a 21 kg/cm<sup>2</sup>.

Tras la entubación se midió el nivel, se situó en 163,42 m.

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

Fecha	Nivel (metros)
09/10/2004	163,42
17/11/2004	167,09
14/12/2004	168,71
24/01/2005	170,97
14/02/2005	171,96
17/02/2005	166,76
14/03/2005	176,30

### ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL ACUÍFERO

Durante los días 14 y 15 de marzo de 2005 se realizó un ensayo de bombeo de caudal continuo de 24 horas con su correspondiente recuperación. El nivel estático se situó en 169,29 m y la profundidad de la aspiración fue de 204,70 m. El caudal medio extraído fue de 8 l/s. El descenso total del nivel fue de 17,17 m. El nivel no llegó a estabilizar.

El agua salió turbia durante todo el ensayo. La conductividad media del agua, medida in situ, durante el ensayo fue de 540  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , el pH de 7,4 y la temperatura de 13 $^{\circ}$  C. Se tomaron dos muestras de agua para analizar, una a las 12 horas de bombeo y otra a las 24 horas (ver resultados análisis de muestras de agua en anejo 5, Análisis químicos realizados).

Tras el bombeo se midió una recuperación de 60 minutos. En ese tiempo el nivel pasó de 186,46 metros a 174,09 metros. El descenso residual del nivel fue de 4,8 metros.

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

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
0	169,29	0,00	0,00
1	176,30	7,01	8,09
2	177,05	7,76	8,09
5	178,54	9,25	8,09
10	179,26	9,97	8,09
21	179,23	9,94	8,09
30	179,68	10,39	8,09
60	180,16	10,87	8,09
100	180,50	11,21	8,05
210	181,24	11,95	8,05
300	181,72	12,43	8,05
500	182,12	12,83	8,05
720	182,99	13,70	8,05
960	183,57	14,28	8,05
1260	186,13	16,84	8,05
1380	186,37	17,08	8,05
1440	186,46	17,17	8,05
1441	180,09	10,80	0,00
1442	176,85	7,56	0,00
1445	176,34	7,05	0,00
1450	176,09	6,80	0,00

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
1460	175,52	6,23	0,00
1470	175,08	5,79	0,00
1480	174,85	5,56	0,00
1500	174,09	4,80	0,00

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

La interpretación del ensayo de bombeo se ha realizado mediante diferentes métodos: Aproximación logarítmica de Jacob, Método de recuperación de Theis y método directo MABE (solución de Theis).

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

Método	Transmisividad	r <sup>2</sup> .S	Δh	R. Equiv.
Aproximación logarítmica (Método de Jacob)	87.51 m <sup>2</sup> /día	--	1.46 m	--
Aproximación log. (Método de Theis)	36.25 m <sup>2</sup> /día	--	3.51 m	--
Simulación bombeo (solución de Theis)	212 m <sup>2</sup> /día	2.95 E-2 m <sup>2</sup>	--	145 m
Simulación recuperación (solución de Theis)	120 m <sup>2</sup> /día	8.37 E-2 m <sup>2</sup>	--	145 m

De todos estos resultados se considera que los parámetros obtenidos mediante la simulación de la recuperación son los más fiables habida cuenta de la buena calibración conseguida.

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

## **11. HIDROQUÍMICA**

Tanto durante la perforación como en el ensayo de bombeo se tomaron datos in situ de conductividad eléctrica, pH y temperatura; también se tomaron 2 muestras de agua, durante el ensayo de bombeo:

- Muestra tomada a las 12 horas del inicio de ensayo de bombeo. (Conductividad: 524  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH: 7,61.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo (a las 24 horas). (Conductividad: 531  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH: 7,39.)

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

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

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

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

Las concentraciones de los iones mayoritarios tampoco sobrepasan la concentración máxima establecida en la legislación vigente para aguas dulces.

Tabla 6. Resultados de los análisis de agua:

<b>Determinación</b>	<b>Muestra 2 Ensayo de bombeo</b>	<b>Muestra 3 Ensayo de bombeo</b>
Cloruros	21,55 mg/l	21,55 mg/l
Sulfatos	24,27 mg/l	23,72 mg/l
Bicarbonatos	274,58 mg/l	265,80 mg/l
Carbonatos	0,00 mg/l	0,00 mg/l
Nitratos	28,48 mg/l	27,43 mg/l
Sodio	8,12 mg/l	6,23 mg/l
Magnesio	39,41 mg/l	37,97 mg/l
Calcio	70,14 mg/l	65,78 mg/l
Potasio	1,93 m/l	3,15 mg/l
Nitritos	0,00 mg/l	0,01 mg/l
Amonio	0,10 mg/l	0,35 mg/l
Boro	0,08 mg/l	0,06 mg/l
Fosfato	1,43 mg/l	
Anhídrido Fosfórico		0,36mg/l
Anhídrido Silícico	6,13 mg/l	6,07 mg/l
Hierro	0,00 mg/l	0,01 mg/l
Manganeso	0,00 mg/l	0,00 mg/l

## **12. CONCLUSIONES**

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

El sondeo se ha realizado por el método de rotopercusión. El diámetro de la perforación es de 220 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 216 m. El acuífero a controlar son las carnioles de la Formación Cortes de Tajuña. El nivel se sitúa sobre los 170 metros de profundidad.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en 8 l/s. Tras su interpretación se considera que los parámetros hidrogeológicos son:  $T = 120 \text{ m}^2/\text{día}$ ,  $r^2 S = 8,37 \cdot 10^{-6}$  y Radio equivalente = 1,45 m.

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

## **ANEJO 0**

# **REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN**

PUNTO N° : 59  
PIEZÓMETRO N°: P-09.702.01  
IPA: 2418-7-0007  
TOPONIMIA: Cementerio de Anchuela  
MUNICIPIO: Anchuela del Campo(Guadalajara)  
POLÍGONO:  
PARCELA:

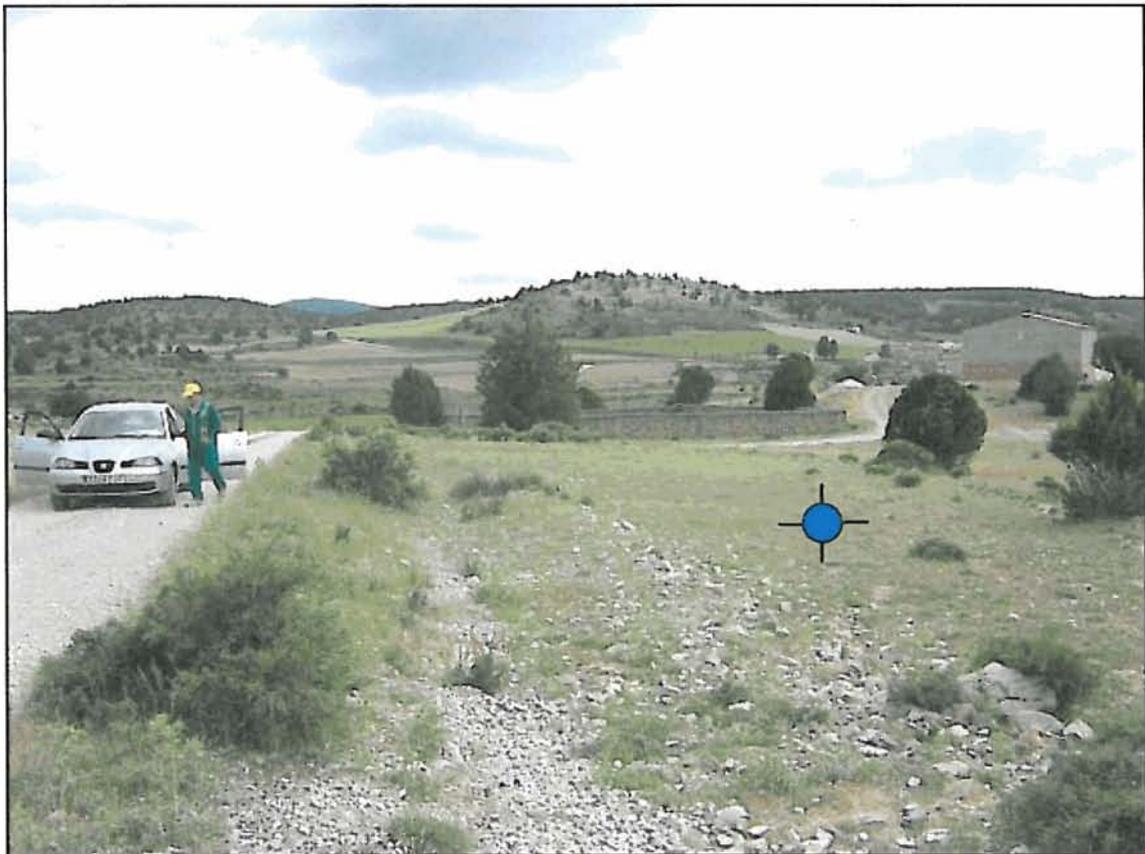


Foto n° 1. Ubicación del sondeo según Proyecto 1.

**OBSERVACIONES:**

El emplazamiento fue visitado el 24-07-04 en compañía del padre del alcalde de Anchuela del Campo.

El emplazamiento original se considera correcto.

La profundidad del sondeo se mantiene en 215 metros.

En el ayuntamiento se ha dejado trípticos del proyecto y tarjetas de los responsables del mismo (CHE y contratista).

Para conseguir la disponibilidad de los terrenos hay que enviar la documentación a:

*Exmo Ayuntamiento de Estables (Guadalajara)*  
*Alcalde Presidente de Establés*  
*Sr.D. Santiago Sanz Gonzalo*



DESTINATARIO

FECHA: 8 de agosto de  
2004

Ayuntamiento de Establés  
Att. Secretario del Ayuntamiento de Establés  
19.287 Establés (Guadalajara)

SU/REF.:

N/REF.: VAE

ASUNTO

---

**NOTAS ACLARATORIAS COMPLEMENTARIAS A LA SOLICITUD DE DISPONIBILIDAD DE TERRENOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OBSERVACIÓN DE UN PIEZÓMETRO ANTERIORMENTE REMITIDA.**

---

A petición del Secretario del Ayuntamiento de Establés, se nos ha requerido determinada información complementaria que sirva para aclarar determinados aspectos que no quedaban suficientemente descritos en la solicitud de permiso de ocupación de terrenos para la construcción del piezómetro con Ref. 09.702.01 anteriormente remitida. Dichas aclaraciones hacen referencia a las siguientes cuestiones: parcela catastral concreta en la que se ubicaría el sondeo, duración de la prórroga solicitada y características propias de la obra que justifican la ausencia de solicitud previa de licencia de obras.

Tal y como se indicaba en el escrito anterior, la Confederación Hidrográfica del Ebro, siguiendo las directrices marcadas por el Ministerio de Medio Ambiente a través de la Dirección General del Agua, ha programado la mejora y ampliación de la red oficial para la valoración del estado cuantitativo de las aguas subterráneas en la cuenca del Ebro. El proyecto para la Construcción de sondeos e Instalación de la Red oficial de control de aguas subterráneas contempla la construcción de 80 sondeos, orientados por a reemplazar a piezómetros antiguos existentes que no reúnen las características necesarias o a mejorar la cobertura geográfica en determinadas unidades hidrogeológicas. Uno de éstos sondeos está previsto que se construya en ese municipio.

A continuación pasan a comentarse brevemente cada una de las cuestiones sobre las que se ha solicitado aclaración complementaria:

1. Con el fin de verificar lo descrito en el proyecto constructivo y la disponibilidad de terreno público en lugar adecuado teniendo en cuenta los objetivos hidrogeológicos anteriormente descritos, se realizó una visita técnica previa a la localidad de Anchuela del Campo a principios



del verano. En ésta, se estableció de acuerdo con el personal del propio ayuntamiento que la ubicación más adecuada sería en una parcela de titularidad municipal anexa al cementerio de la localidad, buscando un rincón que condicione la menor limitación que sea posible para el uso de la finca municipal.

De acuerdo con la información disponible en esta Oficina de Planificación Hidrológica, la referencia catastral de la parcela referida se corresponde con lo siguiente:

- *Polígono: 6*
- *Parcela: 342*

Sin embargo, a fecha actual no ha sido posible verificar tal extremo debido a la imposibilidad de contactar con el propio ayuntamiento de Establés y por la falta de disponibilidad de información catastral en la localidad de Anchuela. Así, remito la presente con los datos disponibles.

2. En relación con el segundo de los aspectos sobre el que se nos ha solicitado información complementaria, correspondiente a la duración de la prórroga del permiso de ocupación, anotar que ésta, sería previamente solicitada al ayuntamiento. Así, la misma se formalizaría finalizado el periodo inicial de 30 años y de mutuo acuerdo; sin embargo, debe tenerse en cuenta que las redes de control de aguas subterráneas se implantan con voluntad de utilización indefinida en el tiempo por lo que la Administración construye estos sondeos en emplazamientos en que, en principio, esta garantizada previamente la permanencia en el tiempo tanto de la obra como el acceso al punto para la observación y muestreo.
3. Finalmente, referir que de acuerdo con el artículo 122 del Texto Refundido de la Ley de Aguas (REAL Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio. BOE 176 de 24 de julio) los piezómetros quedan enmarcados, a efectos de dicha ley, como obra hidráulica. Por otro lado, según el art 123.2 *son obras hidráulicas públicas las destinadas a garantizar la protección, control y aprovechamiento de aguas continentales y del Dominio Público Hidráulico y que sean competencia de la AGE, de las Confederaciones Hidrográficas, de las CCAA y de las Entidades Locales.*

Anotar además lo establecido en el art. 127 del texto normativo anteriormente referido, en el que se establece que *las obras hidráulicas de interés general y, las obras y actuaciones hidráulicas de ámbito supramunicipal, incluidas en la planificación hidrológica, y que no agoten su funcionalidad en el término municipal en donde se ubiquen, no estarán sujetas a licencia ni a cualquier acto de control preventivo municipal a los que se refiere el párrafo b) del apartado 1 del art 84 de la Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las Bases de Régimen Local.*

Todo lo referido en los párrafos que anteceden sería de aplicación a las obras recogidas en el presente proyecto y justifican nuestra actuación en la solicitud de los correspondientes permisos.



Adjunto remito el presente escrito esperando que sea suficiente para resolver las dudas inicialmente planteadas y quedamos a la espera de recibir el correspondiente permiso de disponibilidad de terrenos a la mayor brevedad posible para poder programar adecuadamente los trabajos. Reiteramos nuestra disposición para cuantas explicaciones adicionales requieran, así como para recoger sus observaciones.

Atentamente,

La Técnico Facultativo Superior  
De la Oficina de planificación Hidrológica

M<sup>a</sup> Teresa Carceller layel

**A Y U N T A M I E N T O**  
**de**  
**ESTABLÉS (GUADALAJARA)**  
ANCHUELA DEL CAMPO

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 Resolución de esta Alcaldía / Acuerdo de Pleno, de fecha 15 de ~~SEPTIEMBRE~~ ~~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 m<sup>2</sup>; necesarios para construir el sondeo 09.702.01 en terreno público, de este municipio, junto al cementerio de Anchuela del Campo o similar.
2. La ocupación durante un periodo de treinta años, prorrogable al término del mismo, de un espacio de unos 3 m<sup>2</sup>, en que estará situado el sondeo y la arqueta de protección del mismo.
3. El acceso, por funcionario público o persona delegada, hasta el recinto anterior, con objeto de realizar las medidas o muestreos inherentes a la operación de control, así como a realizar los trabajos de reparación o mantenimiento que sean necesarios.

En Establés, a 15 de ~~SEPTIEMBRE~~ ~~DE~~ 2004

**EL ALCALDE**

EL ALCALDE PEDANEO



Fdo: TOMÁS GUTIÉRREZ  
MARTÍNEZ

Fdo: Sr.D. Santiago Sanz Gonzalo

**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



<b>OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.</b>		
<b>FECHA:</b> 06/10/04	<b>Nº pag.:</b>	
<b>Nº SONDEO:</b> P-09. 702.01	<b>POBLACIÓN:</b> ANCHUELA DEL CAMPO	<b>PROF.:</b>
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> /04	<b>SISTEMA:</b> ROTOPERCUSIÓN	
<b>DIAMETRO:</b> mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 20m/h		

### OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

La maquina Nº 2 se emplaza en el emplazamiento elegido en Anchuelo y se inicia la perforación con 315 mm, para el emboquille, a las 12:00. Se perforan 6 metros.

Se continua con 220 mm a las 16:45 h.

La columna perforada durante la tarde del miércoles 6/10/04, fueron los siguientes:

- 0 – 5 m – Relleno superficial. Grava arenosa
- 5 – 23 m – Alternancia de calizas micríticas y margas grises (posiblemente final del Ablanque) o
- 23 – 27 m Caliza bio clástica y margas marrones
- 27 – 45 m Micrita gris con fósiles, presenta intercalaciones margosas

Se acuerda con el jefe de obra el orden a seguir en Burgos con los sondeos de los que se tienen premiso:

#### MÁQUINA 1 (Sergio Yeste)

- 1 – Galbarros
- 2 – Quintana Urria
- 3 – Moradillo de Sedano

#### MÁQUINA 2 (Miguel Ángel Galvez)

- 1 – Quincoces de Yuso
- 2 – Barriga
- 3 – Angosto
- 4 – Pobes

La visita termina a las 19:15 cuando se llevaban perforados 45 m



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



<b>OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.</b>		
<b>FECHA:</b> 7 de octubre de 2004		<b>Nº pag.:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.702.01	<b>POBLACIÓN:</b> ANCHUELA	<b>PROF.:</b> 150m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 6/10/04	<b>SISTEMA:</b> ROTOPERCUSIÓN	
<b>DIAMETRO:</b> 220 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 20 m/h		

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

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

**Características de la máquina de perforación:** General de Perforaciones SUAREZ 2.

**Profundidad alcanzada:**

Al comienzo de la visita a las 17:45 perforando a 220 mm en 130 metros. La velocidad de avance es de 20 m/hora.

A las 18:30 la profundidad alcanzada es de 140 m.

A las 18:45 la profundidad es de 150m.

La perforación se ha realizado de la forma siguiente:

De 0 m a 6 m: rotopercusión con diámetro 315 mm

A partir de 6m: rotopercusión con diámetro 220 mm.

**Estado de la perforación:**

Velocidad media de avance: la empresa perforadora controla la velocidad de perforación en cada barra de 5 m y lo representan en una gráfica profundidad/velocidad de avance que la cuelgan del Project Center. La velocidad de avance en el metro 135 es de 20 m/h.

**Reconocimiento de las muestras obtenidas**

La columna atravesada hasta el momento es la siguiente:

De 0 m a 21 m: Tras unos metros iniciales de relleno de ladera de unos se reconocen Calizas margosas amarillentas con restos fósiles y margas grises.

De 21 m a 120 m: Calizas micríticas predominantemente gris-parduzcas con pirolusita.

De 120 m a 150 m: Calizas esparíricas wackstone – packstone de tonos rojizos, grises, amarillentos.... El aspecto del detritus cambia radicalmente a marron rojizo.

En una primera aproximación a las muestras obtenidas parece claro que hasta los 21 m se han atravesado las calizas margosas de las formaciones Calizas bioclásticas de Barahona, margas grises del Cerro del Pez (que no se reconocen en las muestras). A partir de los 21 m se pasa a las calizas de la Formación de Cuevas Labradas. En el metro 120 se pasa con total claridad se pasa a la Formación Carniolas de Cortes de Tajuña.

### **Características hidrogeológicas**

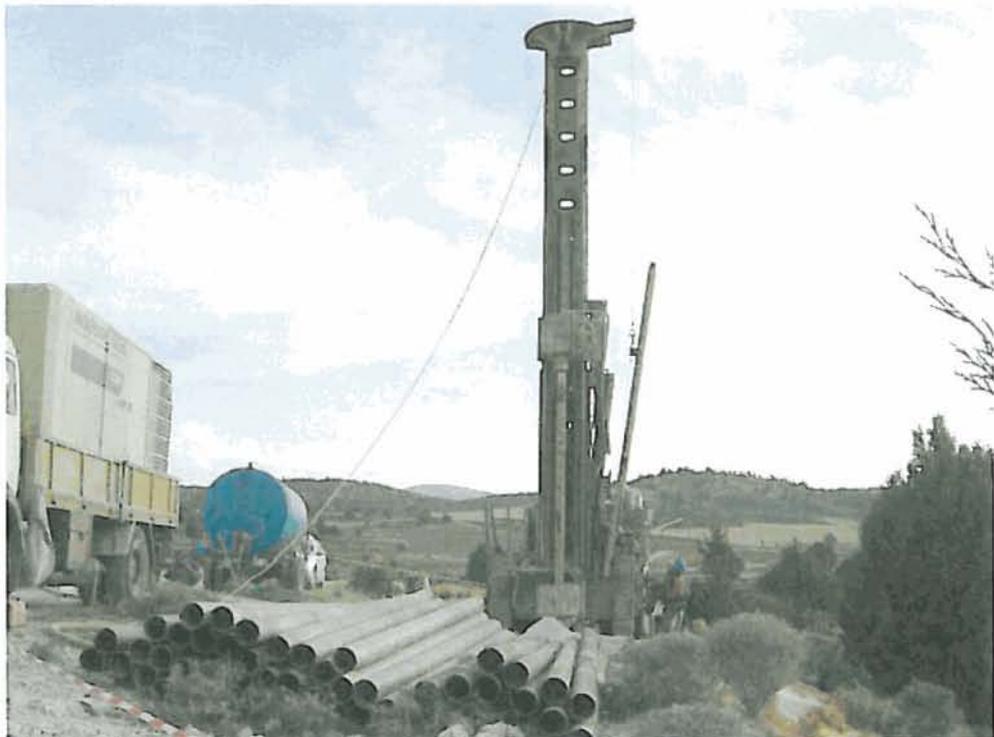
No han registrado todavía nivel de agua.

Se ha obtenido con alfilermetro una diferencia de cota con el pozo de abastecimiento de Anchuela de 31 m. Nos dicen que el nivel en este pozo está a 150 m por lo que es previsible que el nivel se encuentre a los 180 m, lo que concuerda con la cota de los manantiales de Mochales

### **Otras observaciones:**

Se observa el cumplimiento de las normas de seguridad y salud (los operarios llevan EPIs, cumplen las normas en cuanto a calzado adecuado, estabilidad del emplazamiento, aseguramiento de las maniobras, etc.).

Fdo. Jesús Serrano Morata.



Perforación en 145 m (18:30)



Aspecto del detritus al llegar a las Carniolas



Panorámica Norte del sondeo



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



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

<b>FECHA:</b> 09/10/04	<b>Nº pag.:</b> 2	
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.702.01	<b>POBLACIÓN:</b> Anchuela (Guadalajara)	<b>PROF.:</b> 216 metros
<b>PERFORACIÓN</b> <b>INICIO:</b> 06/10/04	<b>SISTEMA:</b> ROTOPERCUSIÓN	
<b>DIAMETRO:</b> 380 y 220 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 25 - 30 m/hora (con 220 mm)		

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

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

La visita se inicia a las 10:00 horas cuando ya se ha empezado a realizar la testificación geofísica.

Ayer a última hora se alcanzó el final de la perforación. Dado que el nivel de agua se interceptó a 193 metros, se acordó con la contrata y la Dirección de Obra, prolongar 6 metros más la perforación para garantizar una penetración suficiente dentro de la unidad acuífera. La profundidad del sondeo se quedó en 216 metros perteneciendo los últimos 100 metros a la Formación Carniolas de Cortes de Tajuña.

En los últimos metros de perforación ha sido necesario la adición de mayor cantidad de espumante para que se pueda evacuar el caudal existente durante la perforación. El origen de este problema, se debe a la existencia de una zona fracturada en este punto. Se acuerda no realizar las tareas de limpieza del sondeo ya que no es posible la evacuación de agua solamente con el aire del grupo compresor.

Ya que el fondo de sondeo se ha quedado sobre materiales predominantemente carbonatados, también se decide no cementar el fondo.

**RESUMEN DE RESULTADOS DE LA TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA.**

Ninguna de las dos sondas introducidas consiguen sobrepasar los 170 metros; parece ser que se ha formado un tapón dentro de las formación de las carniolas que impide el paso de la sonda. Después de la testificación se introduce la sonda hidronivel y tampoco sobrepasa los 170; aunque no toca claramente el nivel, si que sale húmeda.

En el gráfico de gamma natural, se aprecia la alternancia marga-caliza en los primeros 60 metros, una zona claramente calcarea hasta los 115 metros y hasta el final un cambio que se corresponde con las carniolas.

No se ha llegado a tocar nivel.

La desviación acumulada de la perforación ha sido de menos de 4 grados ( 5,4 metros hacia el SW). La peculiaridad del gráfico es que se observa como hasta los 75 metros, se desvía menos de 1 grado, en 20 metros se desvía 2 grados y sigue prácticamente vertical hasta el final. La explicación de esta pequeña, pero concentrada desviación, puede estar en algún nivel calcareo con alguna fractura que haya favorecido esta dirección de la desviación.



**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



## DISEÑO DE LA ENTUBACIÓN

Se decide la siguiente tramificación:

0 – 185 metros TUBERÍA CIEGA.

185 – 191 metros. TUBERÍA PUENTECILLO

191 – 197 metros. TUBERÍA PUENTECILLO

197 – 203 metros. TUBERÍA CIEGA

203 – 209 metros. TUBERÍA PUENTECILLO

209 – 215 metros. TUBERÍA CIEGA.

TOTAL PUENTECILLO: 18 METROS

TOTAL T. CIEGA: 197 METROS

Se inicia la entubación a las 11:45 y se termina entorno a las 21:00 horas.

Se introduce finalmente la sonda hidronivel y marca nivel a los 163,45 m.

Fdo: Antonio Sánchez Lallana

## **ANEJO 2**

# **INFORME GEOLÓGICO**





MINISTERIO  
DE EDUCACION  
Y CIENCIA



Instituto Geológico  
y Minero de España

**INFORME GEOLÓGICO**

**PIEZÓMETRO N° 2418-7-007  
(P-09.702.01)**

**ANCHUELA DEL CAMPO (GUADALAJARA)**

CORREO

zaragoza@igme.es

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



## ANTECEDENTES Y METODOLOGÍA

El presente informe trata de la situación geológica y el levantamiento de la Columna estratigráfica detallada del sondeo realizado por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) en las inmediaciones de la localidad de Anchuela del Campo (Guadalajara) 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 210 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 185 m tubería ciega. De 185 m a 197 m filtro de puentecillo. De 197 m a 203 m tubería ciega. De 203 m a 209 m filtro de puentecillo. De 209 m a 215 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 diagrfias 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 2418-7-7 (P-09.702.01) se localiza en el término municipal de Anchuela del Campo (Guadalajara). El acceso al piezómetro se realiza desde la vía de Anchuela del Campo a Labros, a unos 500 m de Anchuela a la izquierda de la carretera. Las coordenadas exactas del punto son: X= 583992, Y= 4542768, Z= 1160 m.s.n.m. (Fig.1).

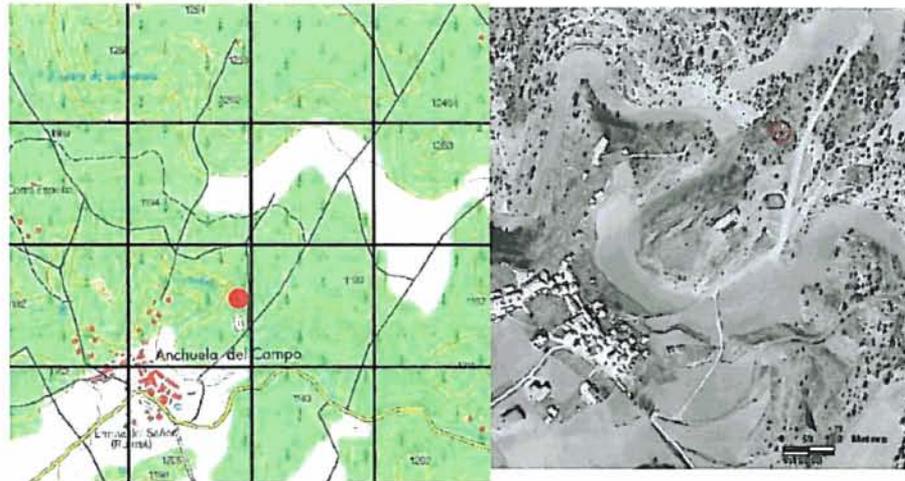


Fig. 1. Situación geográfica del sondeo y ortofoto (tomadas del Visor SIGPAC). Equidistancia de la cuadrícula, 500 metros.

## SITUACIÓN GEOLÓGICA

### EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra aparentemente emboquillado en los materiales del Jurásico Inferior (Lias) que se diferencian dentro del Mapa Geológico de la Cuenca del Ebro como Hettangiense-Sinemuriense. Se corresponden con la unidad  $J^{0-12}_{1-13}$  de la Hoja MAGNA nº 463 (Milmarcos) de edad Hettangiense-Pliensbachiense.

La estructura general de la zona es relativamente sencilla, con extensos afloramientos de Jurásico Inferior, ligeramente plegados, con pliegues de radio no muy grande y con buzamientos muy laxos. A grandes rasgos, se observa como estos afloramientos jurásicos se disponen en numerosas zonas en posición subhorizontal.



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



## FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS

El sondeo se encuentra situado sobre materiales de naturaleza carbonatada del Jurásico Inferior. Estos materiales del Lías son los que el sondeo va a atravesar a lo largo de sus 216 metros.

Desde el inicio hasta aproximadamente el metro 64 se atraviesa una serie compuesta por calizas bioclásticas ocreas con frecuentes intercalaciones de margas o margocalizas. Las calizas tienen facies similares a las de la Fm. Barahona, que varían entre *mudstone* a *wackestone* e incluso *packstone* bioclástico a peloidal con granos de cuarzo y ocasionales ooides. Este tramo, que también se ha distinguido en las columnas levantadas en las proximidades de Albarracín por Riba (1959) y Comas-Rengifo (1985). Presenta algunas diferencias con las características típicas de la Fm. Cuevas Labradas asemejándose a los tramos nodulosos superiores de esta unidad que se han diferenciado en la Rama Aragonesa y zonas adyacentes como Formación de Calizas Nodulosas de Río Palomar (Gómez *et al.*, 2003 y 2004).

Desde el metro 64 hasta el 130, se corta una sucesión carbonatada en la que dominan los términos micríticos, con abundantes evidencias de actividad algal y ocasionales tempestitas. En este tramo se observan intercalaciones de niveles granudos, de características peloidales/oolífticas y bioclásticas. Este tramo puede ser correlacionado con la Fm. Cuevas Labradas (Gómez y Goy, 1979).

Desde el metro 130 hasta el final del sondeo, se atraviesa una unidad con una variedad litológica importante, con calizas de texturas muy variadas, pero con la peculiaridad de abundantes dolomías, carniolas y arcillas rojas intercaladas. Sin duda, esta parte del sondeo se puede atribuir a la Fm. Cortes de Tajuña, con su aspecto más típico (Gómez *et al.*, 2003).

### COLUMNA LITOLÓGICA.

#### TRAMO 1

0-5 m. Calizas arenosas ocreas, con concentraciones altas de hierro. Posiblemente se trata de *packstone* peloidales con granos de cuarzo finos, mal clasificado y poco redondeado. Estas se intercalan con calizas grisáceas de textura *mudstone*.

#### TRAMO 2

5-20 m. Calizas margosas blancas, margas grises y calizas. Estas últimas presentan textura normalmente *mudstone*, aunque de modo ocasional se puede llegar a textura *wackestone* de bivalvos, sobre todo hacia la base del tramo.



### TRAMO 3

20-64 m. Calizas grises con intercalaciones o interestratos margosos y margocalizas. Las calizas presentan texturas muy variadas en este tramo. Dominan los términos no granosostenidos, si bien hacia la parte alta del tramo aparecen calizas *grainstone* peloidales/oolíticas, con escasos bioclastos. Estas presentan muy buena clasificación. Las calizas no granosostenidas suelen ser *mudstone*, aunque la proporción de peloides y de bioclastos (bivalvos) hace que muchas de ellas entren en el campo de los *wackestone*. En general se observan tonos rojizos de concentraciones elevadas de hierro en estas facies.

De manera puntual se reconocen escasas dolomías de grano medio de tonos anaranjados.

### TRAMO 4

64-75 m. Calizas blancas y grises.

Este tramo se caracteriza por la alternancia de facies *grainstone* peloidal/intraclástico con *mudstone* a *wackestone* peloidal. Los *grainstone* están poco clasificados, sobre todo por la presencia de intraclastos. Es frecuente encontrar bivalvos en este tramo, aunque su proporción no es muy elevada.

### TRAMO 5

75-130 m. Calizas grises de texturas no granosostenidas.

En general estas calizas presentan textura *mudstone*, con eventuales pasadas de *packstone* bioclástico de bivalvos y equinodermos orientados, presumiblemente relacionados con tempestitas. De manera habitual se reconocen términos de *mudstone* laminados, con un probable origen algal de los mismos. De la misma manera, se reconocen cambios de coloración en los ripios ligados a procesos de bioturbación. De manera puntual se observan escasos *wackestone* peloidales.

Hacia la parte inferior del tramo, entre los metros 120-130 se reconocen esporádicas dolomías de grano fino, microcristalinas.



## TRAMO 6

130-142 m. Dolomías sacaroideas rojas y brechas, con ocasionales carniolas y calizas grises parcialmente dolomitizadas. En menor medida aparecen dolomías de grano fino, microcristalinas. Las sacaroideas son de grano grueso y bastante porosas. Las brechas muestran numerosas vetas de calcita.

## TRAMO 7

142-165 m. Calizas grises con dolomías, brechas y carniolas.

Las calizas presentan texturas *grainstone* hacia la parte alta del tramo, mientras que en la parte basal del mismo dominan los términos de *mudstone*. Estas últimas son bastante puras, o con muy escasos bivalvos. Por su parte, los términos de *grainstone* están expuestos a un proceso de dolomitización muy variable en grado. Normalmente no es muy elevado. Los componentes principales de las mismas son peloides e intraclastos.

Por su parte, las dolomías suelen ser de grano grueso, con aspecto sacaroideo. Las carniolas presentan tonos rojizos y numerosas recristalizaciones, y el clásico aspecto oqueroso.

## TRAMO 8

165-200 m. Dolomías grises, calizas y carniolas.

Las calizas son de textura *mudstone*, y se encuentran en estado incipiente de dolomitización. Las carniolas presentan tonos rojizos, probablemente teñidas con arcillas. Las dolomías son de grano medio a grueso, con aspecto sacaroideo. Presentan una estructura muy porosa. Entre estas aparecen escasas dolomías de grano fino, microcristalinas. Hacia la parte basal del tramo aparecen escasas brechas intercaladas con las litologías dominantes descritas con anterioridad.

Se toca agua en el metro 195. El caudal es difícil de precisar debido a la alta karstificación de las carniolas de Cortes de Tajuña que absorben con gran facilidad el caudal de aire inyectado y apenas dejan salir agua a la superficie. Solamente añadiendo mucho espumante se consigue realizar el barrido. No obstante se estima que el caudal del acuífero es considerable por la presión de trabajo.



## TRAMO 9

200-216 m. Calizas grises y dolomías. Las calizas son generalmente de textura *grainstone*, siendo el componente principal los peloides/ooides, mientras que en el intervalo 205-210, estas calizas presentan texturas no granosostenidas, dominando los *mudstone* con escasos fragmentos de bivalvos. Estas calizas pueden presentar un estado de dolomitización variable, si bien lo típico es que no se encuentren prácticamente recrystalizadas. Parece que esta dolomitización incipiente afecta más a los términos granudos.

Las dolomías presentan dos tipos básicos. En mayor proporción aparecen dolomías grises de grano medio a grueso y aspecto sacaroideo. Subordinadas aparecen dolomías rosadas de grano fino.

## REFERENCIAS

COMAS-RENGIFO, M. J. (1985).- *El Pliensbachiense de la Cordillera Ibérica*, Tesis Doctoral, Univ. Complutense De Madrid, 594 P.

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

GÓMEZ, J. J., COMAS-RENGIFO, M. J. Y GOY, A. (2003) - Las unidades litoestratigráficas del Jurásico Inferior de las Cordilleras Ibérica y Costeras Catalanas. *Rev. Soc. Geol. España*: 16(3-4):227-237.

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

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

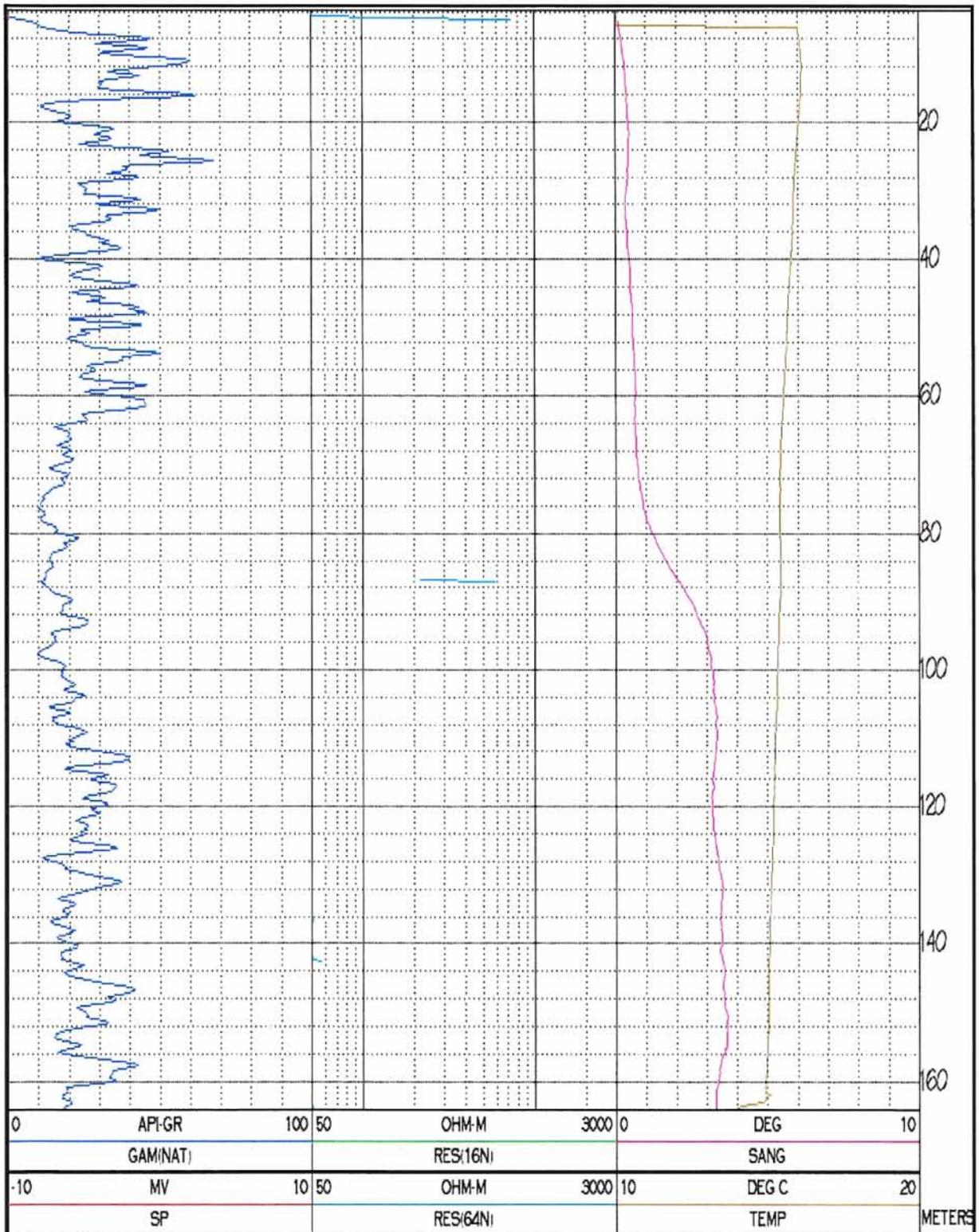
<http://oph.chebro.es/ContenidoCartoGeologia.htm>

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) HOJA 1:50.000 N° 463-Milmarcos (1978).

RIBA, O. (1959).- *Estudio Geológico de La Sierra De Albarracin.*, Monogr. Inst. "Lucas Mallada" Geol. (CSIC), 16, 1-283

## **ANEJO 3 GEOFÍSICA**

SONDEO: 09-702-01 ANCHUELA DEL CAMPO



**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  
“09-702-01 ANCHUELA DEL CAMPO” EN  
ANCHUELA DEL CAMPO (GUADALAJARA)**

Octubre 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  
"09-702-01 ANCHUELA DEL CAMPO"  
EN ANCHUELA DEL CAMPO (GUADALAJARA)**



GUADALAJARA, OCTUBRE 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 8ª. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

## ÍNDICE

	Páginas.
<b>1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS</b> .....	1
<b>2. METODOLOGÍA</b> .....	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
<b>3. TRABAJO REALIZADO</b> .....	9
3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS MEDIDOS .....	10
3.2. PROCESADO DE DATOS .....	17
3.3. REGISTROS GEOFÍSICOS .....	18
<b>4. RESULTADOS OBTENIDOS</b> .....	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 8ª. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com



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 9 de octubre 2004 se procedió, por parte de la Compañía General de Sondeos, a la testificación geofísica del sondeo "09-702-01 ANCHUELA DEL CAMPO", ubicado en el término municipal Anchuela del Campo, en la provincia de Guadalajara, 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

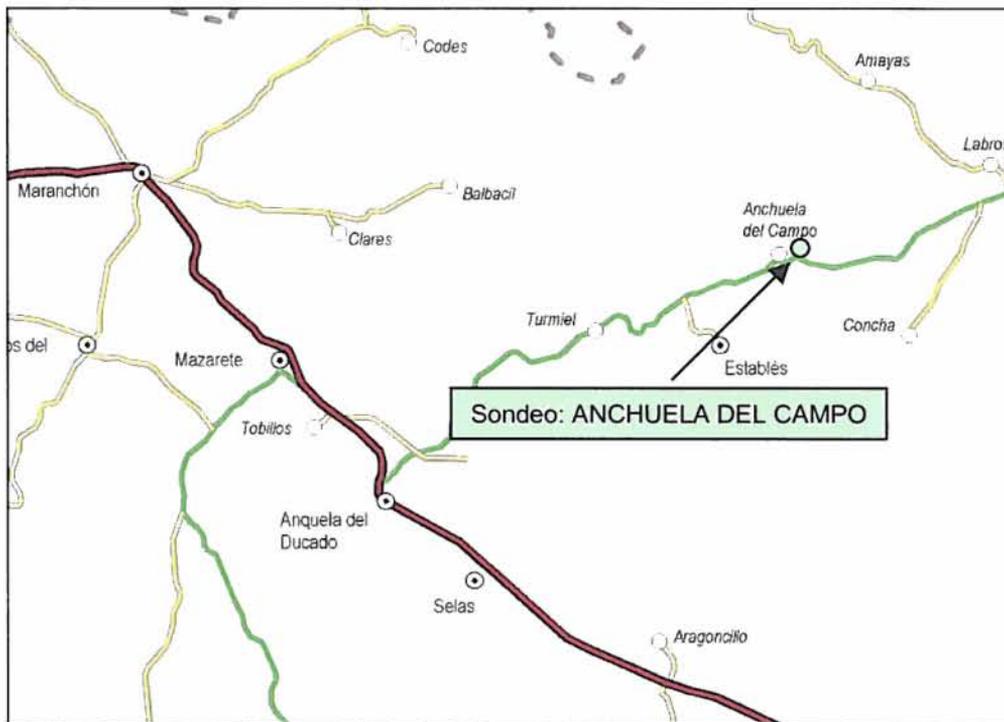


Figura.-1 Situación geográfica de la zona de estudio



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 8ª. 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 8ªA. 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, Microscaner, Televiewer y Vídeo.

### 2.3. PRESENTACIÓN GENERAL DE LAS TESTIFICACIONES

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

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 8ªA. 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.



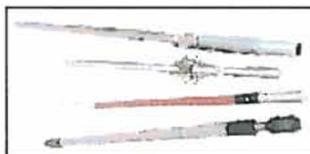
CENTRAL:  
 Nuñez de Balboa, 81  
 28006 MADRID  
 Tel.: 91 5455589  
 Fax: 91 4352259

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

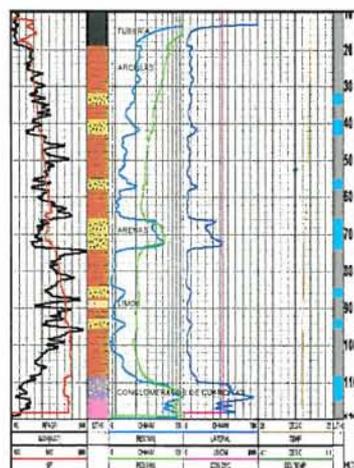


Figura.-2 Equipo de Testificación Geofísica CENTURY COMPU-LOG



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 8ºA. 50009 ZARAGOZA  
 Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág. -9

### 3. TRABAJO REALIZADO

El sondeo "ANCHUELA DEL CAMPO" se testificó desde la superficie hasta los 164 metros, ya que la sonda no pasó de esa profundidad, tomando como cota cero el ras de suelo.

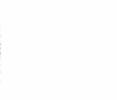
#### DATOS DEL SONDEO

PROFUNDIDAD DEL SONDEO:	215 mts.
PROFUNDIDAD TESTIFICADA:	164 mts.
ENTUBADO:	De 0 a 6 mts.
DIÁMETRO DE ENTUBACIÓN:	300 mm.
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN:	220 mm.
NIVEL FREÁTICO (durante la testificación):	desconocido
CONDUCTIVIDAD MEDIA NORMALIZADA A 25º C:	-
TESTIFICADO CON LAS SONDAS:	9040 y 9055

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 8ª. 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 <sup>40</sup>K.



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 ohm x 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 ohm x 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 8ºA. 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 8ª. 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.

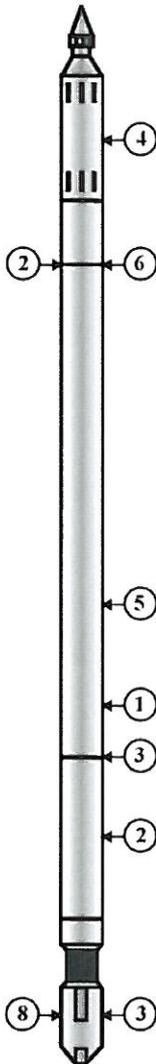
Las salidas de los cinco transductores son enviadas a la unidad de registro, donde son convertidas en lecturas de desviación y acimut en función de la profundidad. Posteriormente, las salidas son tratadas de forma que se obtiene la profundidad real y posición real del sondeo referido a un punto de referencia.

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 Temperatura.

### Rango de respuesta de los sensores

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

### Especificaciones

- Longitud: 2.13 mts.
- Diámetro: 64mm.
- Presión: 232 Kg/cm<sup>2</sup>
- 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/cm<sup>2</sup>
- Temperatura: 85° C.
- Peso: 32 Kg.
- Velocidad de registro: 9 m/minuto.

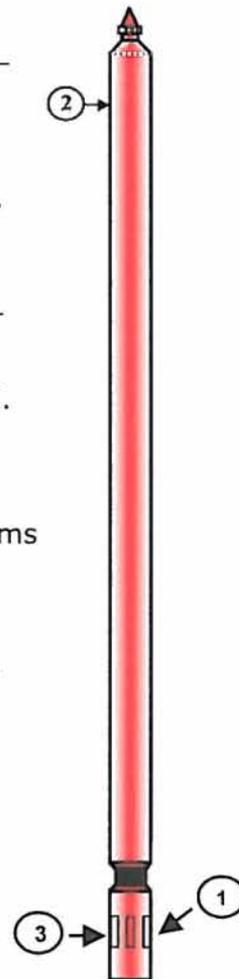


Figura.-4 Sonda 9055 (desviación)

### 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.

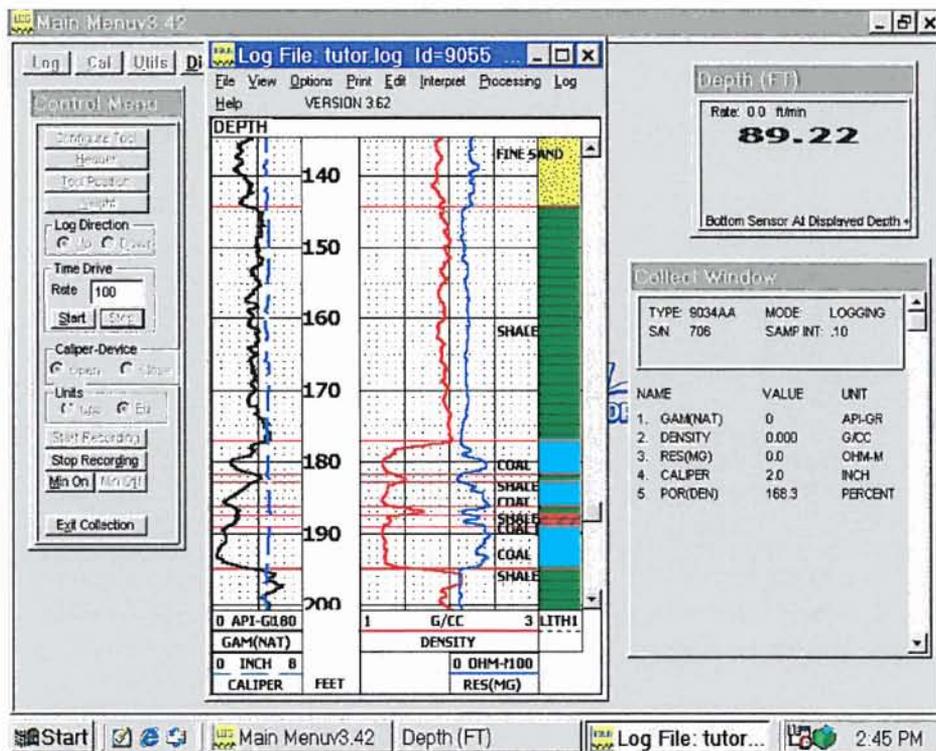


Figura.-5 Ventana de trabajo del programa ACL



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

### 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 -10 a 10 Milivoltios, para el Potencial Espontáneo (parámetro no registrado por falta de agua). 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, que en este caso no se han detectado, ya que el agua está por debajo de la zona registrada. En la número tres, los registros de Resistividad Normal Corta y Resistividad Normal Larga, cuyas escalas logarítmicas van de 10 a 300 Ohm x m. (parámetros no registrados por falta de agua). En la cuarta, la Resistividad Lateral y la Conductividad Normalizada a 25° C, con escalas, de 0 a 1000 Ohm x m para la Resistividad Lateral, y de 0 a 1000  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , para la Conductividad Normalizada (parámetros no registrados por falta de agua). Por último, en la pista número cinco, están los parámetros de Temperatura (escala de 10 a 30° C) y Delta de Temperatura (escala de -0.1 a 0.1° C).

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 mts para la Profundidad y de 0 a 10 metros para la Distancia. En la pista número dos, la Desviación Norte y la Desviación Este, con escala de -5 a 5 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 400 grados para el Acimut.



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. -19

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

En la FIG.-8, está representada la gráfica de desviación del sondeo vista en planta, en la que se muestra los valores del 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: 09-702-01 ANCHUELA DEL CAMPO**

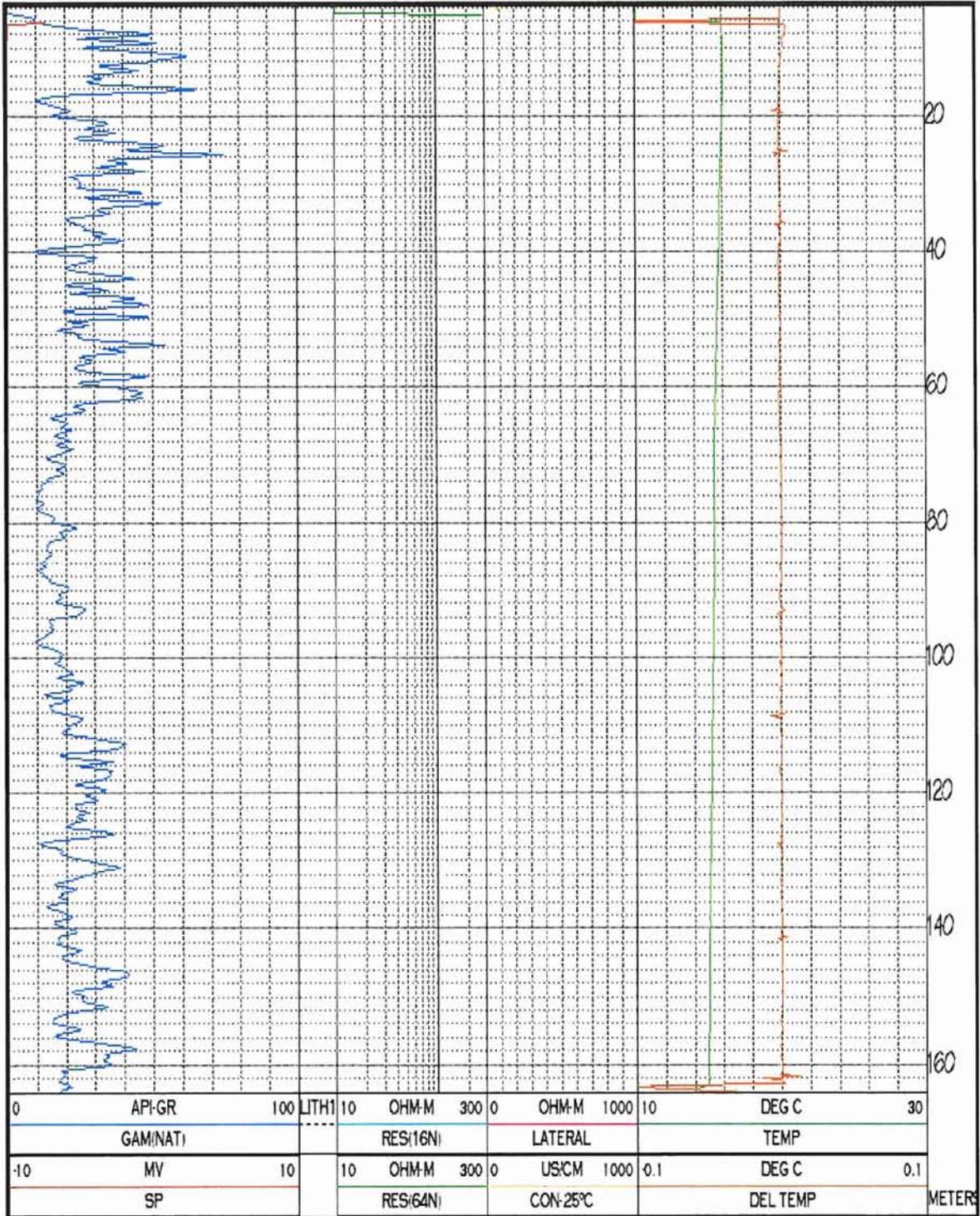


Figura.-6 Diagrafía hidrogeológica

**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: 09-702-01 ANCHUELA DEL CAMPO**

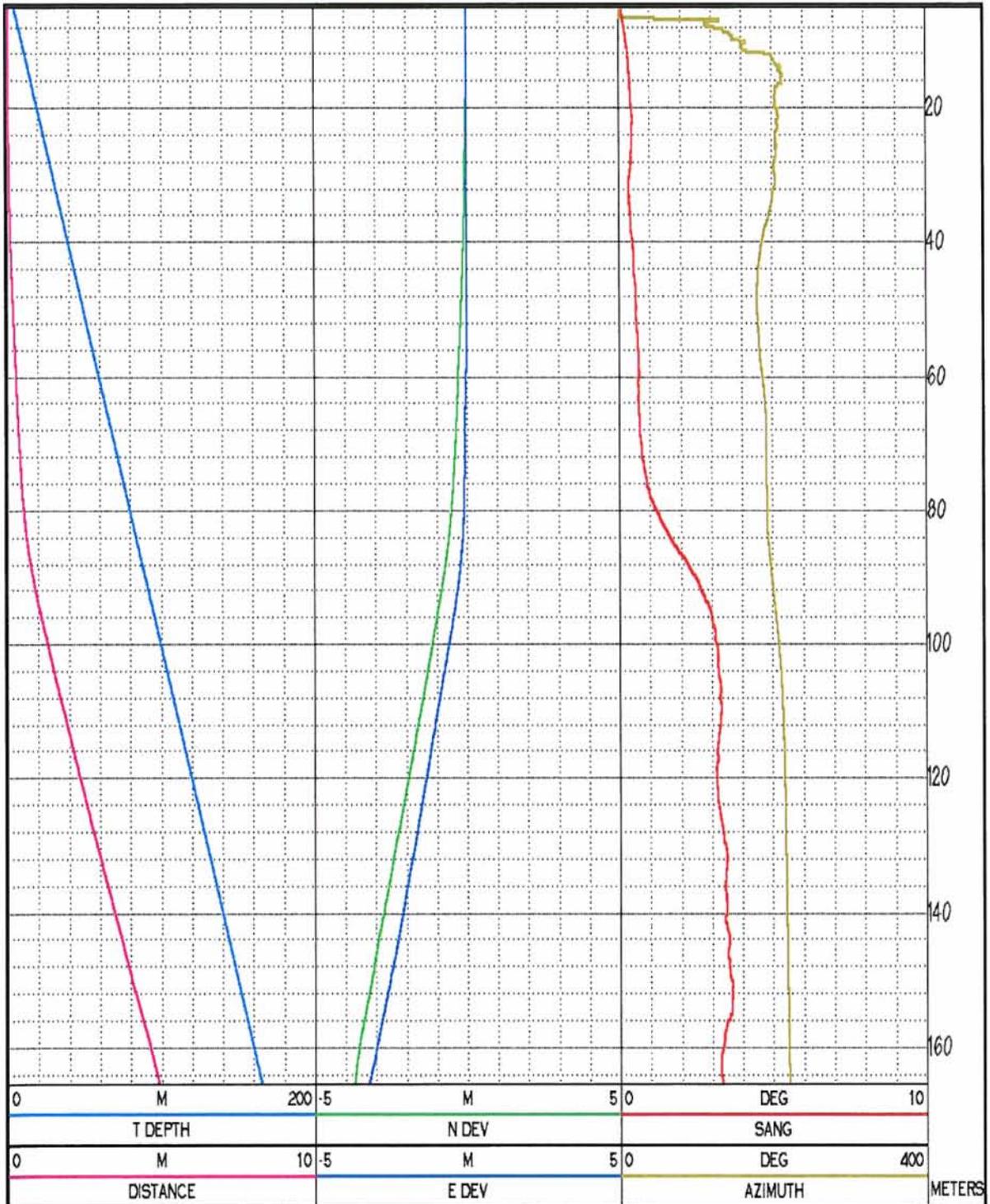


Figura.-7 Diagrama de desviación

**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 8ª. 50009 ZARAGOZA  
 Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-22

**SONDEO: 09-702-01 ANCHUELA DEL CAMPO**

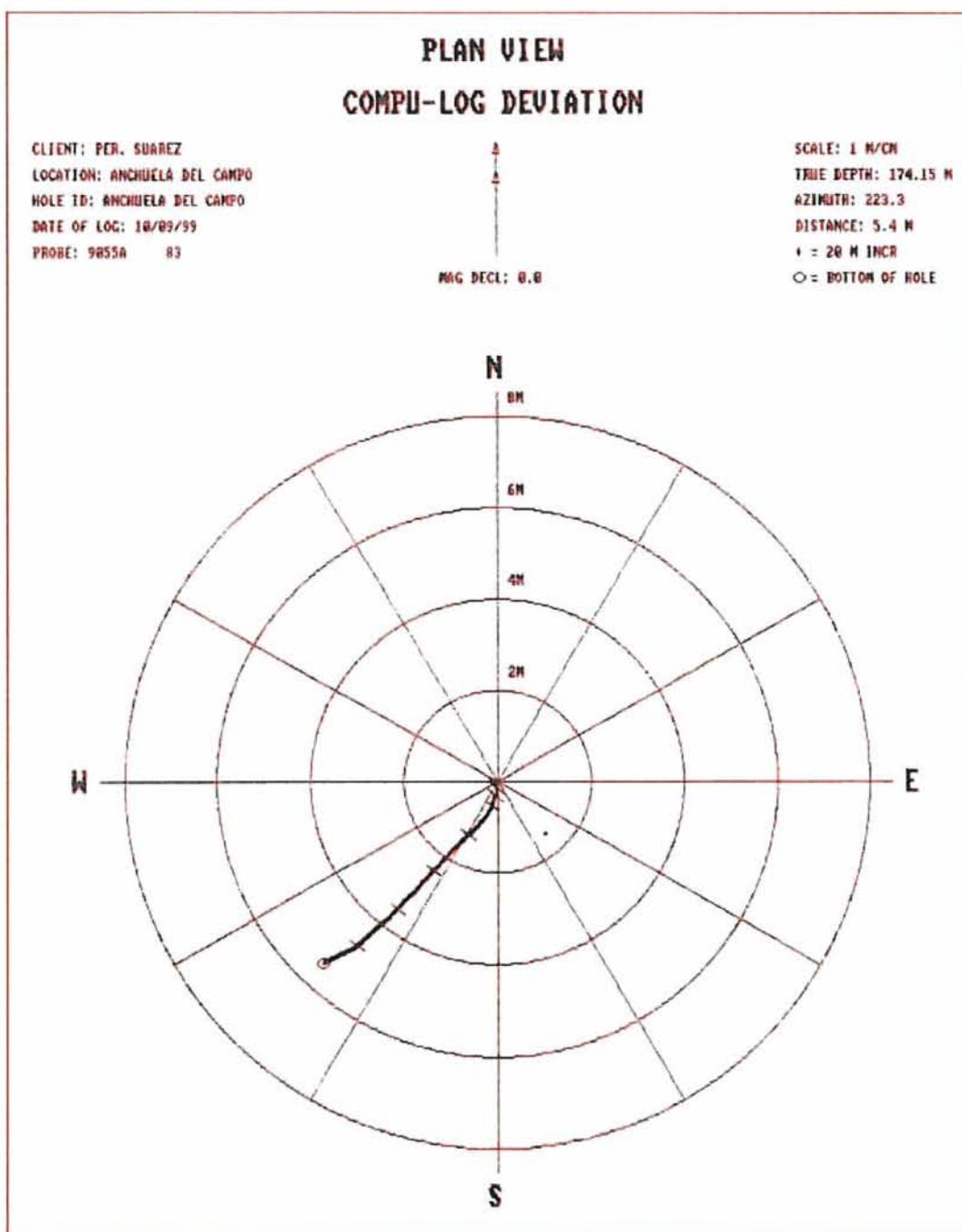


Figura.-8 Gráfica de desviación vista en planta



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 8ª. 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, no se han podido evaluar los tramos con mayor aporte de agua al sondeo, correspondiendo con las zonas más porosas y permeables, ya que el tramo registrado estaba completamente seco, y debido a derrumbes de la pared del sondeo, no se pudo profundizar más.

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

- La distancia de máxima desviación con la vertical a los 164 metros de profundidad ha sido de 4,85 metros.
- El Acimut mantiene una media aproximada de 205°.
- El sondeo hasta los 80 metros no presenta desviación alguna y es a partir de aquí cuando se desvía 3° y los mantiene hasta el final del tramo testificado.

Fdo: José Luengo  
Geofísico  
Dto. Geofísica CGS

Rvsdo: Sergio Yeste  
Jefe de Obra  
Hidrogeología

VºBº: Javier Almoquera  
Jefe  
Hidrogeología

Guadalajara, octubre 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 8ª. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

---

## **ANEXO -I**

### **DIAGRAFÍA HIDROGEOLÓGICA A ESCALA AMPLIADA**

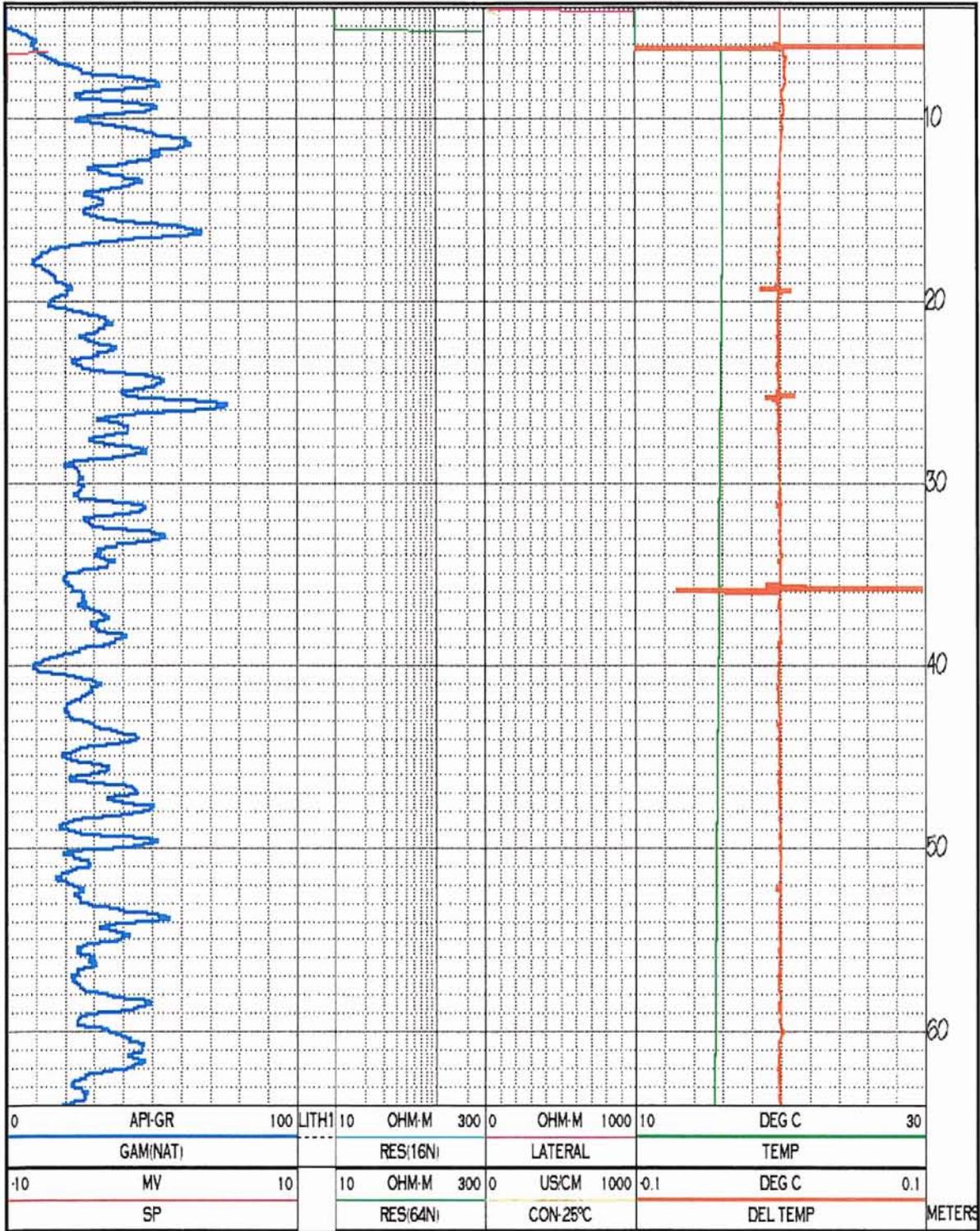


CENTRAL:  
 Nuñez de Balboa, 81  
 28006 MADRID  
 Tel.: 91 5455589  
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

**SONDEO: 09-702-01 ANCHUELA DEL CAMPO**



**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.**

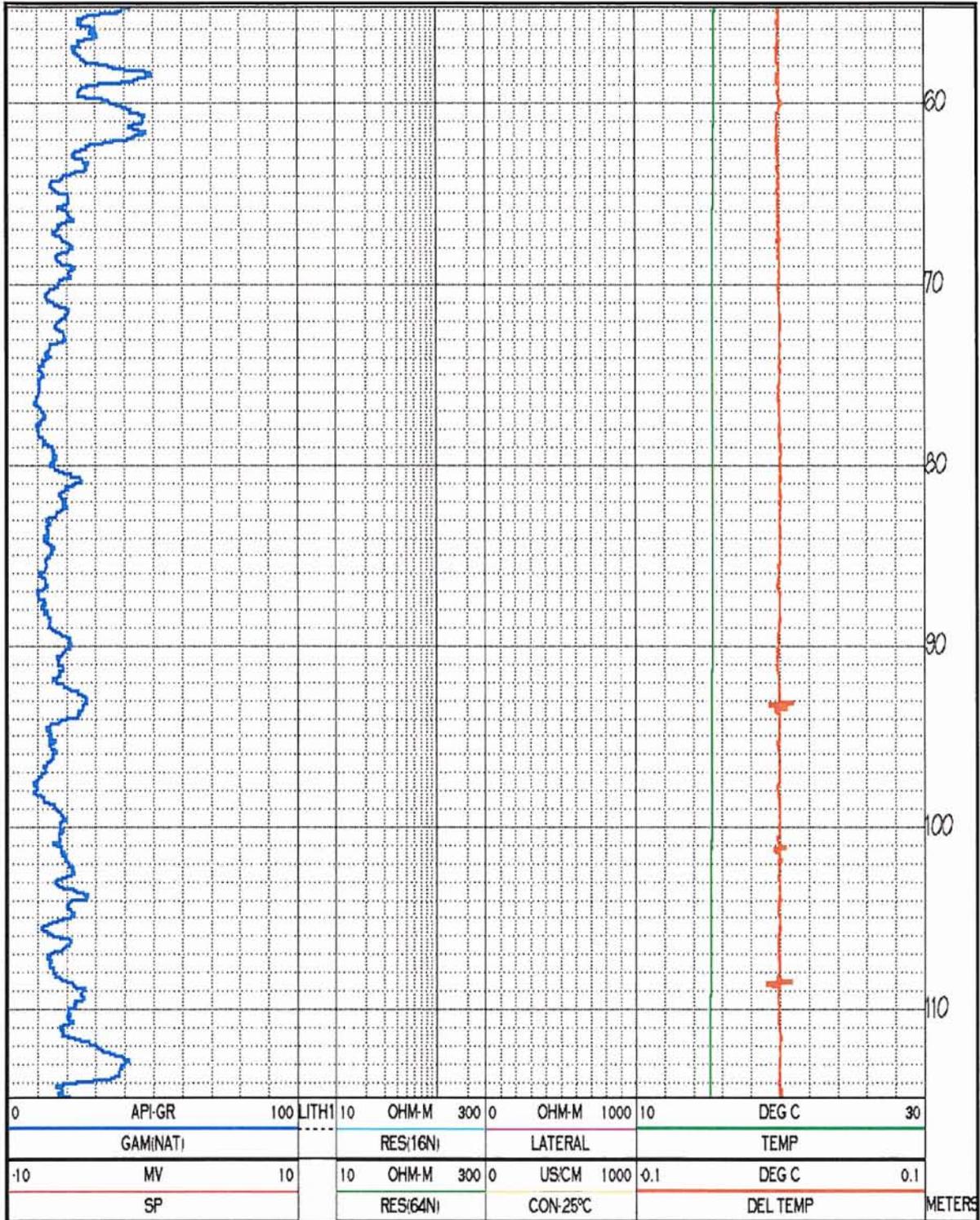


CENTRAL:  
 Nuñez de Balboa, 81  
 28006 MADRID  
 Tel.: 91 5455589  
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

**SONDEO: 09-702-01 ANCHUELA DEL CAMPO**



**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.**

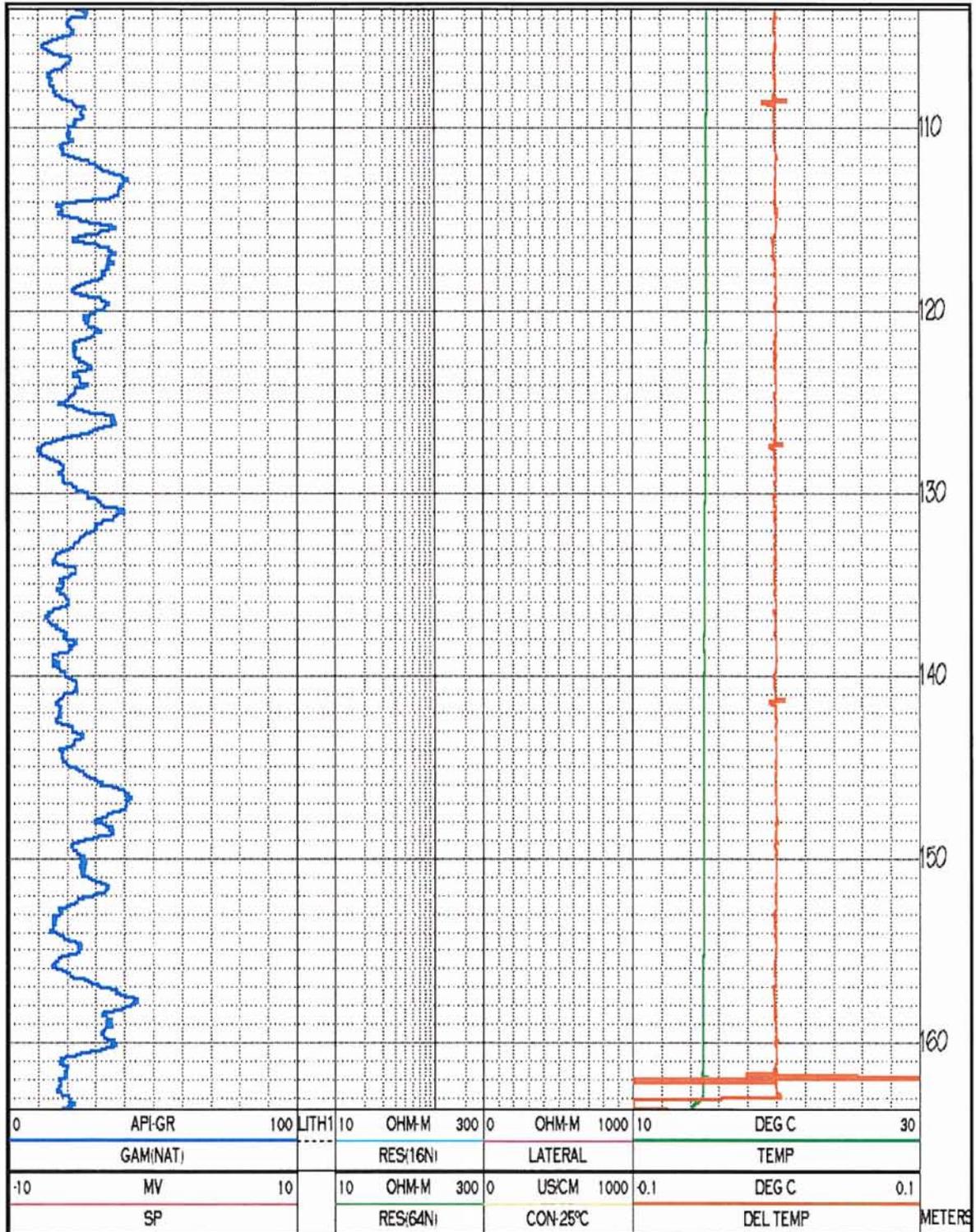


CENTRAL:  
 Nuñez de Balboa, 81  
 28006 MADRID  
 Tel.: 91 5455589  
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

**SONDEO: 09-702-01 ANCHUELA DEL CAMPO**



**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

---

## **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 8ªA. 50009 ZARAGOZA  
 Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

PROFUNDIDAD.	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACI14MUT
6	0.00	0.02	0.00	0.00	127
8	0.00	0.29	0.00	0.00	155
10	0.01	0.27	-0.01	0.00	185
12	0.01	0.34	-0.01	0.00	208
14	0.01	0.28	-0.01	0.00	210
16	0.02	0.39	-0.02	-0.01	204
18	0.03	0.41	-0.03	-0.01	205
20	0.03	0.46	-0.03	-0.02	207
22	0.04	0.34	-0.04	-0.02	205
24	0.05	0.47	-0.05	-0.02	205
26	0.06	0.49	-0.06	-0.03	203
28	0.07	0.41	-0.07	-0.03	203
30	0.07	0.37	-0.07	-0.03	202
32	0.08	0.26	-0.07	-0.03	199
34	0.08	0.33	-0.08	-0.03	195
36	0.09	0.36	-0.09	-0.03	190
38	0.10	0.48	-0.11	-0.02	186
40	0.12	0.43	-0.12	-0.01	184
42	0.13	0.42	-0.13	-0.01	181
44	0.14	0.57	-0.15	0.00	180
46	0.16	0.60	-0.17	0.00	180
48	0.18	0.48	-0.19	0.00	180
50	0.20	0.56	-0.20	0.00	181
52	0.22	0.54	-0.22	-0.01	182
54	0.24	0.60	-0.24	-0.02	183
56	0.26	0.67	-0.26	-0.02	184
58	0.28	0.63	-0.28	-0.04	187
60	0.29	0.69	-0.29	-0.05	189
62	0.31	0.58	-0.31	-0.05	190
64	0.33	0.68	-0.33	-0.06	191
66	0.35	0.69	-0.35	-0.07	191
68	0.37	0.75	-0.37	-0.08	191
70	0.39	0.76	-0.39	-0.08	191
72	0.42	0.82	-0.41	-0.09	192
74	0.44	0.83	-0.44	-0.09	192
76	0.47	1.08	-0.46	-0.10	192
78	0.50	1.09	-0.50	-0.11	192
80	0.54	1.32	-0.53	-0.12	192
82	0.58	1.71	-0.57	-0.13	194
84	0.63	1.95	-0.61	-0.15	195
86	0.69	2.22	-0.67	-0.19	197
88	0.76	2.41	-0.73	-0.23	199
90	0.83	2.75	-0.79	-0.27	200

**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

PROFUNDIDAD.	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACI14MUT
92	0.92	3.03	-0.86	-0.33	202
94	1.01	3.00	-0.94	-0.39	204
96	0.11	3.23	-1.01	-0.46	206
98	1.21	3.10	-1.09	-0.54	207
100	1.31	3.25	-1.16	-0.61	209
102	1.41	3.29	-1.24	-0.69	210
104	1.51	3.19	-1.31	-0.77	211
106	1.62	3.29	-1.39	-0.84	212
108	1.72	3.39	-1.46	-0.92	212
110	1.83	3.24	-1.54	-1.00	213
112	1.94	3.37	-1.63	-1.07	214
114	2.05	3.03	-1.71	-1.15	214
116	2.16	3.16	-1.78	-1.22	215
118	2.26	3.20	-1.86	-1.28	215
120	2.37	3.28	-1.94	-1.36	215
122	2.48	3.16	-2.02	-1.44	215
124	2.59	3.22	-2.11	-1.51	215
126	2.70	3.21	-2.18	-1.59	216
128	2.81	3.36	-2.27	-1.66	216
130	2.93	3.52	-2.36	-1.73	216
132	3.04	3.45	-2.44	-1.82	216
134	3.15	3.50	-2.51	-1.90	217
136	3.26	3.47	-2.60	-1.98	217
138	3.38	3.33	-2.68	-2.06	217
140	3.48	3.48	-2.76	-2.13	217
142	3.60	3.68	-2.85	-2.21	217
144	3.72	3.43	-2.93	-2.29	218
146	3.82	3.55	-3.01	-2.37	218
148	3.94	3.63	-3.08	-2.47	219
150	4.05	3.38	-3.15	-2.55	219
152	4.17	3.86	-3.24	-2.64	219
154	4.29	3.70	-3.32	-2.73	219
156	4.42	3.79	-3.40	-2.82	219
158	4.54	3.39	-3.49	-2.91	220
160	4.64	3.06	-3.56	-2.99	220
162	4.74	3.22	-3.62	-3.07	220
164	4.85	3.53	-3.67	-3.17	220

**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 Anchueta del Campo  
 N° Registro IPA  
 Profundidad Sondeo 216 m  
 Coordenadas UTM Pozo Piezómetro  
 X 583964  
 Y 4542810  
 Z 1160 m

Fecha Ensayo 14 de marzo de 2005  
 Nivel estático inicial 169,29  
 Profund. Aspiración 204,70 m  
 Bomba CAPRARI 6" E6S 54/20 50 C  
 Grupo DEUSCH 10KVA 150 CV  
 Alternador MERCATE

**Piezómetro (n° IPA)**

Profundidad m  
 Distancia 4580190 m  
 Dirección (norte) 187 °E

**Régimen de bombeo**

Escalón	Caudal (l/s)	Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Total	Parcial
1	8,09	1440		17,17	

**Síntesis litológica**

0 -21 m Calizas bioclásticas de Barahona y Cerro del Pez  
 21 - 120 m Calizas micríticas grises con frecuentes recristalizaciones de calcita  
 Presenta restos de bivalvos  
 120 - 216 m Carniolas. Calizas recristalizadas (wackstone - packstone)

Perforación	Entubación	Rejilla
φ 380 mm	φ 300 mm	185-197 4 mm
φ 222 mm	0-216 φ 180 mm	203-209 4 mm
φ 220 mm		

Hora	Tiempo (min)	Pozo bombeo		Piezómetro		Q (l/s)	Observaciones
		Profund. (m)	Descenso (m)	Profund. (m)	Descenso (m)		
#####	0	169,29	0,00				pitot = 24,5 cm
15:31	1	176,30	7,01				Empieza a salir agua. Es muy turbia (chocolate).
15:32	2	177,05	7,76				
15:33	3	177,61	8,32				
15:34	4	178,15	8,86				
15:35	5	178,54	9,25				
15:36	6	178,80	9,51				
15:37	7	179,04	9,75				
15:38	8	179,13	9,84				
15:39	9	179,20	9,91				
15:40	10	179,26	9,97			8,09	
15:42	12	178,98	9,69			8,09	
15:45	15	178,98	9,69			8,09	
15:47	17	179,13	9,84			8,09	
15:49	19	179,23	9,94			8,09	
15:51	21	179,26	9,97			8,09	
15:54	24	179,48	10,19			8,09	
15:57	27	179,58	10,29			8,09	
16:00	30	179,68	10,39			8,09	
16:05	35	179,75	10,46			8,09	
16:10	40	179,87	10,58			8,09	
16:15	45	179,96	10,67			8,09	
16:20	50	179,97	10,68			8,09	
16:25	55	180,08	10,79			8,09	El agua empieza a aclarar
16:30	60	180,16	10,87			8,05	
16:40	70	180,24	10,95			8,05	
16:50	80	180,33	11,04			8,05	
17:10	100	180,50	11,21			8,05	
17:30	120	180,56	11,27			8,05	
17:50	140	180,62	11,33			8,05	
18:10	160	180,77	11,48			8,05	
18:30	180	180,92	11,63			8,05	
19:00	210	181,24	11,95				pitot = 20 cm. Cond: 586µS pH 7.43 T° 12.8° C
19:30	240	181,39	12,10				19:00 Agua bastante más clara, pero aún anaranjada.
20:00	270	181,51	12,22				
20:30	300	181,72	12,43				
21:10	340	181,84	12,55				
21:50	380	181,95	12,66				
22:30	420	182,01	12,72				Cond: 541µS pH 7.45 T° 13.1° C





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



<b>OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.</b>	
<b>FECHA:</b> 14/03/05	<b>Nº pag.:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.702.01 <b>PROF.:</b> 216	<b>POBLACIÓN:</b> ANCHUELA DEL CAMPO (GUADALAJARA)
<b>PERFORACIÓN</b> <b>INICIO:</b>	<b>SISTEMA:</b> ROTOPERCUSIÓN
<b>DIAMETRO:</b> 380 Y 220	mm
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b>	

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

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

El ensayo de bombeo comienza el 14 de marzo de 2005 a las 15:30 h y termina el 15 de marzo de 2005 a la misma hora. El equipo utilizado es un codo con el pitot y el agua se tira al barranco, como se había acordado. Se realiza un único escalón de 24 horas con un caudal de 8 l/s (caudal máximo para esa altura manométrica).

El nivel no se estabiliza en ningún momento, va bajando continuamente. El mayor descenso se produce durante la primera hora y luego es más gradual. El descenso total es de 17,17 m.

Durante la primera hora el agua salió muy turbia (color anaranjado oscuro), después se aclara algo, siendo turbia en todo momento. Hay un momento, entre los minutos 1020 y 1080 en que el agua se oscurece, coincidiendo con un mayor descenso del nivel. La conductividad media es de 535  $\mu$ S, la temperatura media de 13 °C y el pH medio de 7,40.

La recuperación comienza el 15 de marzo de 2005 a las 15:30 horas con el nivel en 186,46 m. Transcurrida una hora aún quedan por recuperar 4,75 m. La siguiente medida se toma a las 17:45 con la sonda habitual y está en 176,74 m. El 17 de marzo de 2005 la asistencia técnica mide el nivel a las 8:15 h con la misma sonda y está en 173,54 m. Por tanto ha recuperado 3,20 m. Suponiendo que entre las 16:30 h y las 17:45 h del 15 de marzo de 2005 hubiese recuperado un metro o algo más (ej: 1,25 m), se estima que el 17 de marzo de 2005 a las 8:15 h faltarían por recuperar 30-40 cm.

No hay piezómetros cercanos a controlar.



**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





MINISTERIO  
DE EDUCACION  
Y CIENCIA



Instituto Geológico  
y Minero de España

**INFORME ENSAYO DE BOMBEO**

**PIEZÓMETRO N° 2418-7-0007  
(09.702.005)**

**ANCHUELA DEL CAMPO  
(Establés. Guadalajara)**

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 Anchuela del Campo (Establés, Guadalajara), de 216 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,  $(tb+tr)/tr$ , lo cual no implica que se trate del método de Recuperación de Theis.

### LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL SONDEO

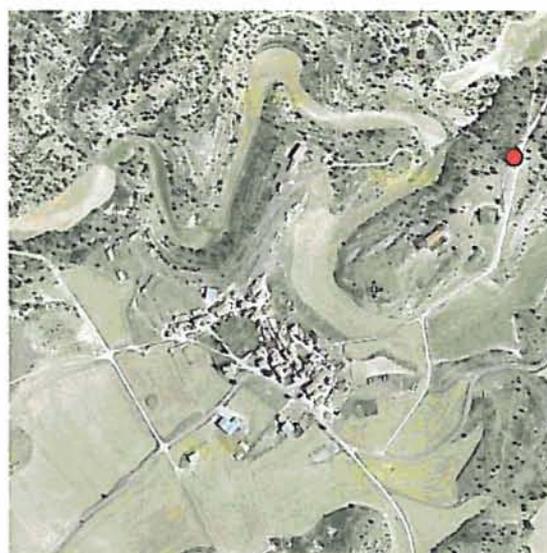
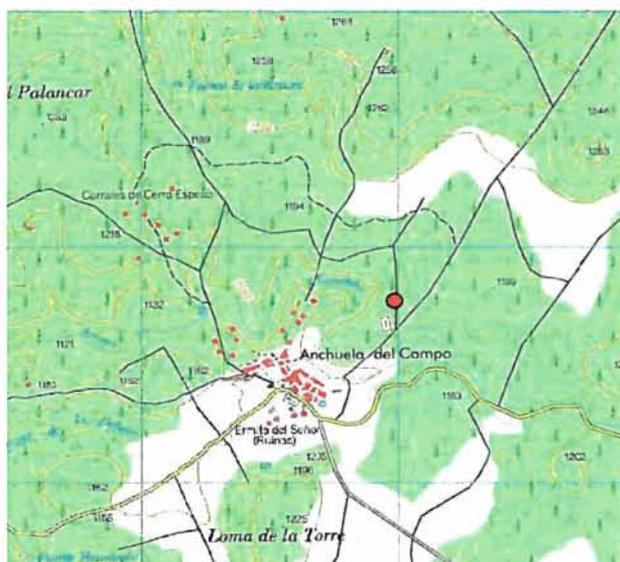
- Hoja del MTN a escala 1: 50.000 nº 24-18 (463). Milmarcos.
- Término municipal de Establés (Guadalajara). El sondeo se sitúa a 500 metros al NE de la localidad pedánea de Anchuela del Campo, en las inmediaciones del cementerio. Para acceder al emplazamiento se toma la carretera que desde Anchuela se dirige a Milmarcos y recorridos 150 se toma un camino que se dirige hacia el norte. El emplazamiento se sitúa justo al oeste del camino, una vez recorrido 620 metros. (Figuras 1, 2 y 3 )
- Referencia catastral. Polígono 506, Parcela 22.
- Coordenadas UTM:

USO: 30T

X: 583.992

Y: 4.542.768

Z: 1.168 msnm.



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



Figura 3. Panorámica (Fuente: Google Earth).

### **ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO**

El sondeo se ubica en la masa de agua subterránea (m.a.s.) Páramos del Alto Jalón (09.086), delimitada sobre los afloramientos mesozoicos de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica al oeste del macizo paleozoico de Ateca, en la cuenca alta del río Jalón y sus afluentes por la margen derecha.

Las principales formaciones acuíferas son las del Jurásico inferior (Lías), aunque también están representadas el Muschelkalk, Dogger, Cretácico inferior y Cretácico Superior. Las mayores extensiones de afloramiento se localizan en la sierra del Solorio, constituida esencialmente por materiales calcáreos del Jurásico inferior. La estructura en esta zona se define por suaves deformaciones que muestran la intersección de directrices ibéricas (NO-SE) y del Guadarrama (E-O).

La recarga se realiza principalmente por infiltración de las precipitaciones sobre los afloramientos permeables mesozoicos de la Sierra de Solorio, mientras que las descargas se producen hacia la red fluvial (ríos Piedra, Mesa y Jalón) así como a través de descargas puntuales, como Mochales, Cimballa, Jaraba y Alhama. Al norte de la sierra del Solorio las formaciones acuíferas se confinan bajo la cuenca de Almazán.

El sondeo de Anchuela se ubica en la zona central de la m.a.s., en donde sólo están representadas las formaciones acuíferas liásicas. La estructura general de la zona se caracteriza por extensos afloramientos de Jurásico Inferior, ligeramente plegados y buzamientos muy laxos, con frecuencia subhorizontales.

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

El sondeo se encuentra emboquillado en los materiales del Jurásico Inferior identificados en la Hoja MAGNA nº 463 (Milmarcos) como Hettangiense-Pliensbachiense (figura 4) y permanece a lo largo de sus 216 metros de profundidad en materiales liásicos.



Figura 4. Situación del sondeo en la hoja nº 463 (Milmarcos)

Hasta el metro 64 se atraviesan calizas bioclásticas ocreas con frecuentes intercalaciones de margas o margocalizas atribuidas a la Fm. Barahona. A continuación, hasta el metro 130, se atraviesa la F. Cuevas Labradas, representada por una sucesión carbonatada en la que dominan los términos micríticos con abundantes evidencias de actividad algal y ocasionales tempestitas e intercalaciones de niveles peloidales, oolíticas y bioclásticas.

Hasta el final de la perforación se atraviesa calizas de texturas muy variadas con abundantes dolomías, carniolas y arcillas rojas intercaladas, típicas de la Fm. Cortes de Tajuña.

El único nivel productivo detectado se cortó a 195 metros en un tramo de dolomías grises, calizas y carniolas. Se estima que el caudal aportado es considerable por la presión de trabajo, a pesar que la evacuación de agua por la boca del sondeo es escasa debido a la elevada cárstificación de la serie atravesada en la zona vadosa.

La testificación geofísica no pudo profundizar por debajo del metro 164 debido a problemas de derrumbes, por lo que no se pudo precisar la situación de las zonas productivas.

El sondeo quedó entubado como sigue:

ENTUBACIÓN				
TRAMO (m)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Filtro
0-6	300	5	Hierro	Ciega
0-185	180	4	Hierro	Ciega
185-197	180	4	Hierro	Puente
197-203	180	4	Hierro	Ciega
203-209	180	4	Hierro	Puente
209-215	180	4	Hierro	Ciega

El nivel piezométrico tras el acabado del sondeo quedó sobre 163,42 metros de profundidad.



## INCIDENCIAS DEL ENSAYO DE BOMBEO

El ensayo comenzó el 14 de marzo de 2005, a las 15:30 horas y tuvo una duración de 24 horas. El control de niveles se efectuó en el pozo de bombeo. El nivel inicial fue de 169,29 m.

La aspiración se situó a 204,7 metros de profundidad. El equipo de bombeo consistió en una motobomba CAPRARI 6" E6S 54/20 de 50 CV de potencia, movida por un grupo DEUSCH 10KVA de 150 CV. El control del caudal se efectuó mediante un sistema Pitot y el agua se evacuó directamente al terreno al lado del sondeo.

El ensayo se planificó como un bombeo a caudal continuo de 24 horas de duración y caudal de unos 8 L/seg, el máximo posible dada la profundidad del nivel piezométrico y el diámetro disponible. No obstante, el caudal no se mantuvo constante y disminuyó levemente por autorregulación desde los 8,09 L/seg iniciales. La recuperación se midió durante una hora, al cabo de la cual el déficit de recuperación era de 4,80 metros.

El agua salió muy turbia, y no llegó a aclarar totalmente a lo largo del bombeo. Incluso hacia el minuto 1020, coincidiendo con un brusco descenso del nivel dinámico, el agua se oscureció. Durante el ensayo se recogió muestras de agua para su posterior análisis y se midió "in situ" pH, temperatura y conductividad. Los resultados obtenidos fueron:

Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Conductividad (μS/cm)	pH
210	12,8	586	7,43
380	13,1	541	7,45
720	12,9	533	7,43
500	12,4	568	7,24
720	12,5	567	7,25
1080	13,2	535	7,36
1260	13,2	539	7,41
1440	13,1	534	7,42

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

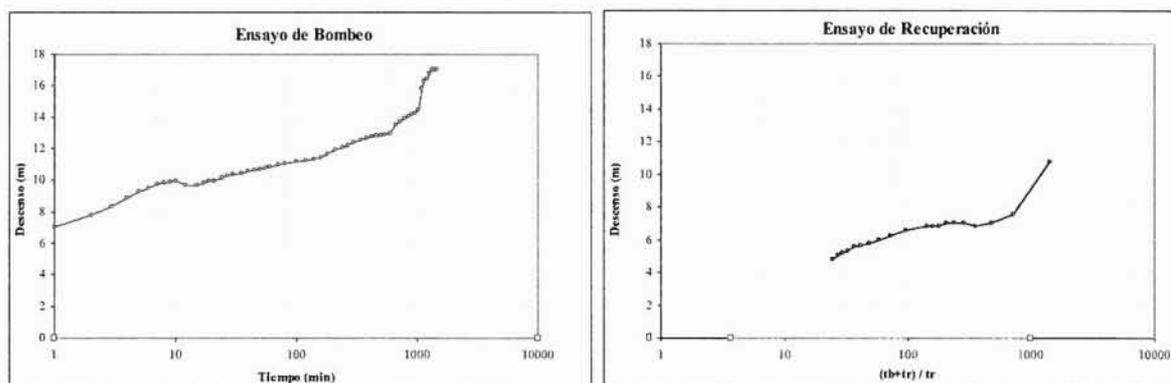


Figura 5 y 6. Curva de descenso-tiempo en bombeo y recuperación

## INTERPRETACIÓN

La interpretación se ha realizado la aproximación logarítmica de Jacob, método de Recuperación de Theis y simulación del bombeo y la recuperación mediante prueba-error con el programa MABE (Método directo).

### Aproximación logarítmica de Jacob

En la gráfica de descensos vs logaritmo del tiempo se le ha identificado dos posibles tramos rectos a los que se le ha ajustado las respectivas rectas que arrojan transmisividades de 87,5 (figura 7) y 24,9 m<sup>2</sup>/d (figura 9).

En las figuras 8 y 10 se ha representados los descensos para esos valores de la transmisividad. Para ello se ha requerido se ha requerido adoptar para cada caso un valor inicial para el coeficiente de almacenamiento (S) y ajustarlo mediante prueba-error hasta conseguir la mejor reproducción posible de la curva experimental.

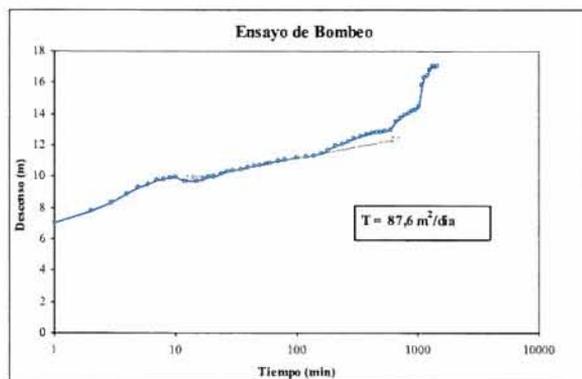


Figura 7

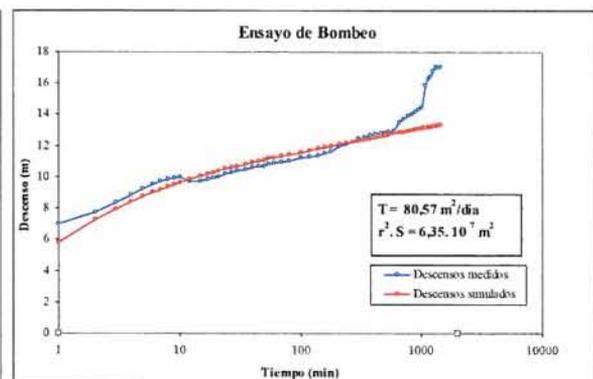


Figura 8

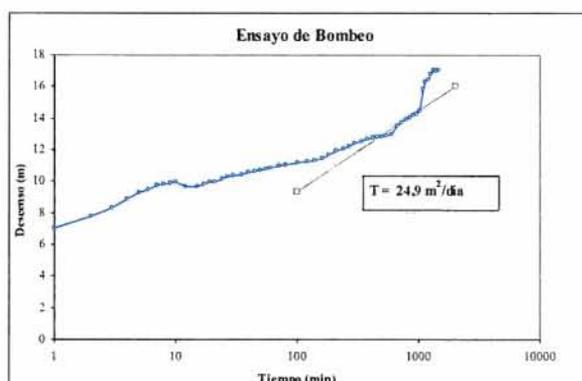


Figura 9

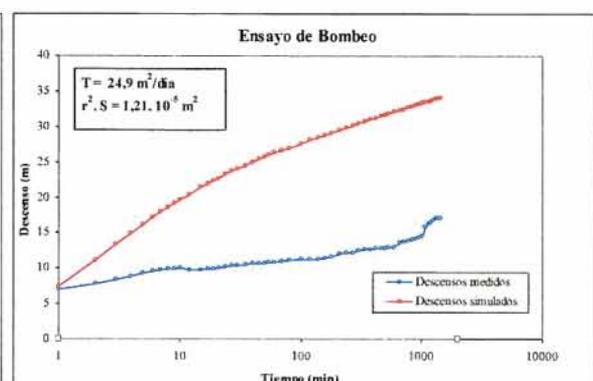


Figura 10

La calibración obtenida sólo es aceptable para el caso de transmisividad 87,6 m<sup>2</sup>/día, y no justifica los descensos producidos a partir del minuto 600.

## Método de recuperación de Theis

El resultado obtenido por este método es de  $36.25 \text{ m}^2/\text{día}$  (figura 11). Al lado se compara los datos de campo con los teóricos para ese valor de la transmisividad (figura 12), que muestra un calibración insuficiente

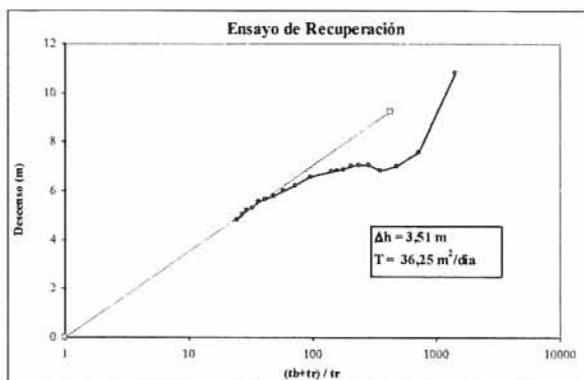


Figura 11

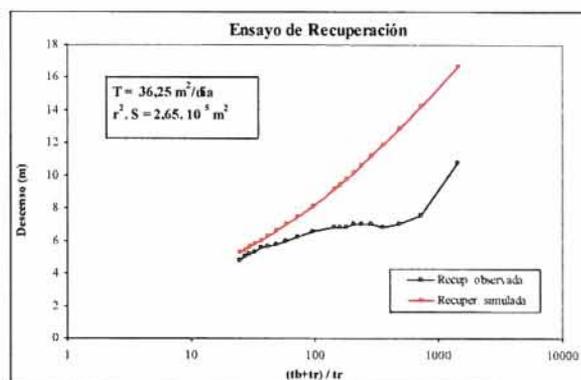


Figura 12

## Método directo (MABE)

La calibración mediante prueba-error con el programa MABE de ha realizado con la solución de Theis, arroja diferentes resultados para el bombeo y la recuperación.

En todo caso, la calibración es más satisfactoria en recuperación (figura 14) que en bombeo (figura 13), donde la evolución de los descensos registrados a partir del minuto 600 resulta imposible de simular.

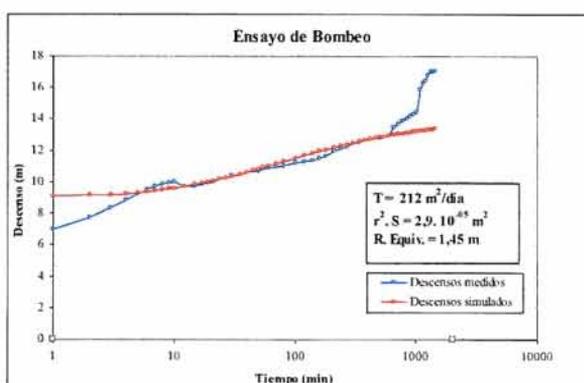


Figura 13

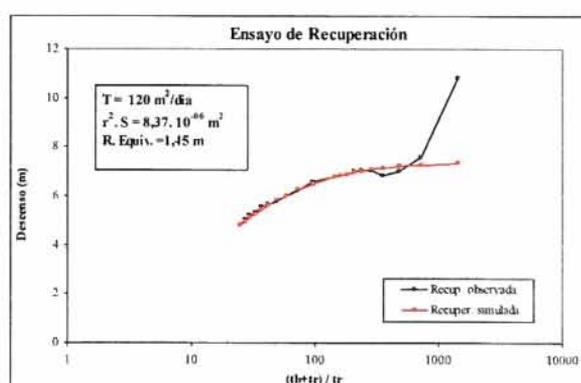


Figura 14

En ambos casos ha sido necesario admitir que parte del agua bombeada ha sido suministrada por un almacenamiento cárstico que se ha asimilado como el equivalente a un pozo de 1,45 m de diámetro.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se sintetizan en el siguiente cuadro.

Metodo de interpretación	Transmisividad m <sup>2</sup> /día	r <sup>2</sup> .S m <sup>2</sup>	Δ h m	R. Equival m
Aproximación Logarítmica (Método de Jacob)	87,51	---	1,46	---
Aprox. Logarítmica (Recuperación Theis)	36,25	---	3,51	---
Simulación bombeo (Solución de Theis)	212	2,95E-05	---	145
Simulación Recuperación (Solución de Theis)	120	8,37E-06	---	145

Se considera que los parámetros obtenidos mediante la simulación de la recuperación son los más fiables habida cuenta de la buena calibración conseguida. En consecuencia, se considera que los parámetros hidrogeológicos son:

$$T = 120 \text{ m}^2/\text{día}$$

$$r^2S = 8,37 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{Radio equivalente} = 1,45 \text{ m.}$$

A destacar que la anómala evolución de los niveles en la última fase del bombeo, con la aparición de bruscos saltos que responden a aumentos de caudal, parece debida a la sucesiva desaturación de los primeros niveles productivos, lo que hace que el acuífero se comporte a partir de ese momento con una transmisividad menor, lo que resulta imposible de simular con el software disponible.



## ANEXO N° 1

**ESTADILLO ENSAYO DE BOMBEO**

Localidad: **ANCHUELA DEL CAMPO (Establés. Guadalajara)**  
 Hoja MTN **24-18 (463) Milmarcos**

N° de Inventario Pozo de bombeo:	<b>2418-7-0007</b>	Coordenadas sondeo:	<b>583992</b>	<b>4542768</b>	<b>1168</b>
N° de Inventario Piezómetro:		Coordenadas Piezómetro:			
Profundidad del sondeo:	<b>216 m</b>	Distancia del piezómetro:			
Nivel estático:	<b>169.29 m</b>	Toponimia./Ref.Catastral.	<b>Polígono 506, Parcela 22</b>		
Profundidad techo Fm. acuífera (m)	<b>130 m</b>	Fecha ensayo:	<b>14 de marzo de 2005</b>		
Profundidad muro Fm acuífera (m)	<b>216 m</b>	Bomba:	<b>CAPRARI 6" E6S 54/20 50 CV</b>		
Longitud del filtro (Screen length)	<b>18 m</b>	Grupo :	<b>DEUSCH 10KVA 150 CV</b>		
Φ perforación (annulus diameter)	<b>220 mm</b>	Profundidad bomba:	<b>204,7 m</b>		
Φ pantalla (casing diameter)	<b>180 mm</b>				

Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
15:30	0	0	169,29	0			pitot = 24,5 cm
15:31	8,09	1	176,3	7,01			Empieza a salir agua. Es muy turbia (chocolate).
15:32	8,09	2	177,05	7,76			
15:33	8,09	3	177,61	8,32			
15:34	8,09	4	178,15	8,86			
15:35	8,09	5	178,54	9,25			
15:36	8,09	6	178,8	9,51			
15:37	8,09	7	179,04	9,75			
15:38	8,09	8	179,13	9,84			
15:39	8,09	9	179,2	9,91			
15:40	8,09	10	179,26	9,97			
15:42	8,09	12	178,98	9,69			
15:45	8,09	15	178,98	9,69			
15:47	8,09	17	179,13	9,84			
15:49	8,09	19	179,23	9,94			
15:51	8,09	21	179,26	9,97			
15:54	8,09	24	179,48	10,19			
15:57	8,09	27	179,58	10,29			
16:00	8,09	30	179,68	10,39			
16:05	8,09	35	179,75	10,46			
16:10	8,09	40	179,87	10,58			
16:15	8,09	45	179,96	10,67			
16:20	8,09	50	179,97	10,68			
16:25	8,09	55	180,08	10,79			El agua empieza a aclarar
16:30	8,05	60	180,16	10,87			
16:40	8,05	70	180,24	10,95			
16:50	8,05	80	180,33	11,04			
17:10	8,05	100	180,5	11,21			
17:30	8,05	120	180,56	11,27			
17:50	8,05	140	180,62	11,33			
18:10	8,05	160	180,77	11,48			
18:30	8,05	180	180,92	11,63			
19:00	8,05	210	181,24	11,95			pitot = 20 cm. Cond: 586µS pH 7.43 T° 12.8° C
19:30	8,05	240	181,39	12,10			19:00 Agua bastante más clara, pero aún anaranjada.
20:00	8,05	270	181,51	12,22			
20:30	8,05	300	181,72	12,43			
21:10	8,05	340	181,84	12,55			
21:50	8,05	380	181,95	12,66			Cond: 541µS pH 7.45 T° 13.1° C
22:30	8,05	420	182,01	12,72			



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
23:10	8,05	460	182,08	12,79			
23:50	8,05	500	182,12	12,83			
0:30	8,05	540	182,16	12,87			
1:30	8,05	600	182,22	12,93			
2:30	8,05	660	182,8	13,51			
3:30	8,05	720	182,99	13,70			Cond: 533µS pH 7.43 T° 12.9° C. MUESTRA 2
4:30	8,05	780	183,19	13,90			
5:30	8,05	840	183,34	14,05			
6:30	8,05	900	183,45	14,16			
7:30	8,05	960	183,57	14,28			
8:30	8,05	1020	183,74	14,45			Se oscurece el agua
9:30	8,05	1080	185,17	15,88			Cond: 535µS pH 7.36 T° 13.2° C
10:30	8,05	1140	185,63	16,34			
11:30	8,05	1200	185,76	16,47			Agua más clara, pero aún turbia.
12:30	8,05	1260	186,13	16,84			Cond: 539µS pH 7.41 T° 13.2° C
13:30	8,05	1320	186,42	17,13			
14:30	8,05	1380	186,37	17,08			
15:30	8,05	1440	186,46	17,17			Cond: 534µS pH 7.42 T° 13.1° C. MUESTRA 3
15:31	0	1441	180,09	10,80			
15:32	0	1442	176,85	7,56			
15:33	0	1443	176,29	7,00			
15:34	0	1444	176,14	6,85			
15:35	0	1445	176,34	7,05			
15:36	0	1446	176,35	7,06			
15:37	0	1447	176,3	7,01			
15:38	0	1448	176,15	6,86			
15:39	0	1449	176,14	6,85			
15:40	0	1450	176,09	6,80			
15:45	0	1455	175,87	6,58			
15:50	0	1460	175,52	6,23			
15:55	0	1465	175,29	6,00			
16:00	0	1470	175,08	5,79			
16:05	0	1475	174,96	5,67			
16:10	0	1480	174,85	5,56			
16:15	0	1485	174,60	5,31			
16:20	0	1490	174,48	5,19			
16:25	0	1495	174,32	5,03			
16:30	0	1500	174,09	4,80			

## **ANEJO 5**

# **ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS**

CENTRAL: C/ Santa Teresa, 17, 1º 30005 MURCIA

Tel.: 968 213 926 Fax.: 968 210 948

LABORATORIO: Avda. Europa, s/n. Polig. Ind. Base 2000

30564 LORQUÍ (MURCIA)

Tel.: 968 693 711 Fax.: 968 690 691

# CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO DE ENSAYO solicitado por: **CONTROL Y GEOLOGIA S.A. (CYGSA)**  
**BALTASAR GRACIÁN Nº 11 1º CENTRO 50005 ZARAGOZA**

Denominación de la muestra: **ANCHUELA DEL CAMPO.- MUESTRA 2.-**

UTM-X:

UTM-Y:

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

Envases: **1 PET 130 ML.**

Fecha muestreo **15/03/2005** Hora **3:30** Fecha recepción **30/03/2005** Inicio análisis **31/03/2005** Fin análisis **06/04/2005**

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C .....	<b>524</b> $\mu$ S/cm	Electrometría (P.I.E. COND)
pH.....	<b>7,61</b> ud. de pH	Electrometría (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	<b>21,55</b> mg/l	Método argentométrico de Mohr (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	<b>24,27</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	<b>274,58</b> mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo. (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	<b>0,00</b> mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	<b>28,48</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	<b>8,12</b> mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	<b>39,41</b> mg/l	Complexometría (P.I.E. DURE)
CALCIO.....	<b>70,14</b> mg/l	Complexometría (P.I.E. CALC)
POTASIO.....	<b>1,93</b> mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	<b>0,00</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITI)
AMONIO.....	<b>0,10</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. AMON)
BORO.....	<b>0,08</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. BORO)
FOSFATO.....	<b>1,43</b> mg/l P2O5	Espectrofotometría de absorción molecular. (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO.....	<b>6,13</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	<b>0,00</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. HIER)
MANGANESO.....	<b>0,00</b> 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 Técnicas de CAASA se realizan según el Procedimiento de toma de muestras puntuales y compuestas (IO-013).....

**lunes, 11 de abril 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**  
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- 614 -05

Página 1 de 1



## ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

### MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS.....	21,55	0,61	10,01
SULFATOS.....	24,27	0,51	8,32
BICARBONATOS.....	274,58	4,50	74,11
CARBONATOS.....	0,00	0,00	0,00
NITRATOS.....	28,48	0,46	7,56
SODIO.....	8,12	0,35	4,94
MAGNESIO.....	39,41	3,24	45,38
CALCIO.....	70,14	3,50	48,98
POTASIO.....	1,93	0,05	0,69

AGUA: BICARBONATADA - CÁLCICA

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de Congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos.....	476,22 mg/l.
CO2 libre .....	10,73 mg/l
Dureza total.....	33,74 ° Francés
Dureza total .....	337,43 mg/l de CO3Ca
Dureza permanente .....	112,36 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de bicarbonatos..	225,20 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de carbonatos.....	0,00 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de hidróxidos.....	0,00 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad total.....	225,20 mg/l de CO3Ca

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

rCl+rSO4/rHCO3+rCO3	0,25
rNa+rK/rCa+rMg .....	0,06
rNa/rK .....	7,16
rNa/rCa .....	0,10
rCa/rMg .....	1,08
rCl/rHCO3.....	0,14
rSO4/rCl .....	0,83
rMg/rCa .....	0,93
i.c.b.....	0,34
i.d.d.....	0,04

N° Registro: CAA/GE- 614 -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 LORQUI (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:

ANCHUELA DEL CAMPO. ENSAYO BOMBEO.-  
MUESTRA 3ª.-

UTM-X:

UTM-Y:

Matriz **AGUA CONTINENTAL**

Tomada por: **EL CLIENTE**

Envases: **1 PET 130 ML.**

Fecha de muestreo **15/03/2005**

Hora: **15:30**

Fecha de recepción: **30/03/2005**

Fecha de análisis: **06/04/2005**

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C .....	<b>531</b> μ S/cm	Electrometría (P.I.E. COND)
pH.....	<b>7,39</b> ud. de pH	Electrometría (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	<b>21,55</b> mg/l	Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	<b>23,72</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	<b>265,80</b> mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo. (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	<b>0,00</b> mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	<b>27,43</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	<b>6,23</b> mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	<b>37,97</b> mg/l	Complexometría (P.I.E. DURÉ)
CALCIO.....	<b>65,78</b> mg/l	Complexometría (P.I.E. CALC)
POTASIO.....	<b>3,15</b> mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	<b>0,01</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. NITI)
AMONIO.....	<b>0,35</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. AMON)
BORO.....	<b>0,06</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. BORO)
ANHÍDRIDO FOSFÓRICO .....	<b>0,36</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO .....	<b>6,07</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	<b>0,01</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. HIER)
MANGANESO.....	<b>0,00</b> 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).....

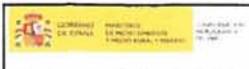
**viernes, 08 de abril de 2005**

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

Fdo.: Susana Avilés Espiñero  
Leda, 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 (CALIDAD)  
 Mapa 1:50.000 (2418) MI(MAR)C(US) UTMX: 583992 UTMY: 4542768 COTA: 1168.18  
 Provincia: GUADALAJARA Municipio: ESTABLES  
 Localidad: ANCHUELA DEL CAMPO Paraje: CEMENTERIO DE ANCHUELA JUNTO A LA CARRETERA DE LABRUS MMA  
 Dominio Hidrológico: Alto Jalón - Alto Ibaña Unidad: Paramos del alto Jalón  
 Acuífero: Lías  
 Masa Subterránea A: PARAMOS DEL ALTO JALÓN Masa Subterránea B:  
 Acuífero: Lías Redes: PG PL PH CG CL CH CE L T LH I OT  
 Río: MESA Cuenca: EBR1  
 Observaciones: PIEZÓMETRO DE LA RED BÁSICA DEL MIMAM. Coordenadas GPS precisión 583996.380 - 4542777.843



241877AanchuelaMMA (15/06/2005)

Nº	Realización	Fecha	Fuente de información	FECHA	FECHAINFO	OBSERVACIONES
1	Z-AMALTEA		CHE (OPH)	04/04/2001		
35	Z-AMALTEA		CHE (OPH)	24/07/2008		Roberto Orlans Rod MMA

**PERFORACIÓN**

Contratista: PERFORACIONES SUAREZ S L (SACYR-MICRO) S.L. Año: 2004  
 Tipo perforación: ROTOPERFORACION CON CIRCULACION DIRECTA Profundidad total: 216  
 Observaciones: Perforación iniciada el 6/10/2004 y finalizada el 8/10/2004

Desde	Hasta	Díámetro (mm)
0	6	515
6	216	220

**REVESTIMIENTO**

Desde	Hasta	Díámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	6	300	4	Metalica ciega	CEMENTACION
0	185	180	4	Metalica ciega	
185	197	180	4	Metalica puentecillo	
197	203	180	4	Metalica ciega	
203	209	180	4	Metalica puentecillo	
209	215	180	4	Metalica ciega	

**TRATAMIENTOS ESPECIALES**

Fecha	Tipo
09/10/2004	Pot. Espectróscopo
09/10/2004	Gama natural
09/10/2004	Conductividad
09/10/2004	Inclinación
09/10/2004	Temperatura

**LITOLOGÍA**

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	21	CALIZAS MARGOSAS	LIASICO	
Observaciones: Alternancia de calizas margosas y margas (molstone-wackstone) de color gris claro y pardas (se observan restos de conchas). Calizas biocásticas de <i>Banhamia</i> y <i>Verre</i> del Pez.				
21	120	CALIZAS	LIASICO	ACUIFERO
Observaciones: Calizas micríticas grises, frecuentes recristalizaciones de calcita. Se observan restos de bivalvos.				
120	216	CARNIOLAS	LIASICO	ACUIFERO
Observaciones: Carniolas. Calizas recristalizadas (Wackstone-Packstone) de tonos rojizos, gris claro, amarillentos y pardos. Presencia de pirólita. El color del detritus es marrón-rojizo. Aspecto sacarodon.				

**EQUIPO INSTALADO**

Fecha	Tipo Bomba	Tipo Motor	Potencia (C.V.)	Q instantáneo (l/s)	Días de extracción	Equipo/Depósito Tratam	Prof. Bomba (m)	Tubería Piezo	Contador
01/01/2004					NO				

**ENSAYOS DE BOMBEO**

Fecha	Caudal (l/s)	Nivel Inicial (m)	Nivel (m)	Depresión (m)	Duración (h)	Transmisividad (m <sup>2</sup> /d)	S	Fuente Información
14/07/2005	8.05	150.00	-0.84	0.1				CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 204,70 m. Bomba CAFRARI 6" E6S 542D 50 CV								
14/03/2005	8.09	169.29	-10.79	0				CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 204,70 m. Bomba CAFRARI 6" E6S 542D 50 CV								

**PIEZOHIDROMETRÍA**

NIVEL: NIVEL1

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
42	192.19	165.42	18.77	177.9326	4.3538

Fecha muestra	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezohidro.	Tipo de Medida	Fuente información	Referencia de medida	Altura de medida
21/07/2008	169.6			998.581	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
25/06/2008	172.38			995.801	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
20/05/2008	181.87			986.311	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
14/04/2008	182.19			985.991	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
22/03/2008	181.58			986.603	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
18/02/2008	181.54			986.641	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
19/01/2008	181.24			986.941	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
20/12/2007	180.15			988.051	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
24/11/2007	180.45			987.731	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
24/10/2007	180.74			987.441	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
12/09/2007	179.62			989.161	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
03/08/2007	178.69			989.491	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
11/07/2007	178.21			989.971	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
15/06/2007	177.91			990.271	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
16/05/2007	178.49			989.691	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									



Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezohidro.	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
14/01/2005	178.99	8.06		989.201	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CIE (CPH)	BRICAL	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/01/2005	178.98	8.09		989.201	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CIE (CPH)	BRICAL	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/01/2005	179.20	8.09		989.921	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CIE (CPH)	BRICAL	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/01/2005	179.2	8		989.981	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CIE (CPH)	BRICAL	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/01/2005	179.13	8		989.851	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CIE (CPH)	BRICAL	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/01/2005	179.04	8		989.141	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CIE (CPH)	BRICAL	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/01/2005	178.8	8		989.181	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CIE (CPH)	BRICAL	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/01/2005	178.54	8		989.641	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CIE (CPH)	BRICAL	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/01/2005	178.15	8		990.031	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CIE (CPH)	BRICAL	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/01/2005	177.61	8		990.571	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CIE (CPH)	BRICAL	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/01/2005	177.65	8		991.131	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CIE (CPH)	BRICAL	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/01/2005	176.7	8		991.881	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CIE (CPH)	BRICAL	0
<b>Observaciones:</b> punto = 24.5 cm Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica al empezar a salir agua. Es muy turbia (colorada) Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica Nivel estacion medido con la sonda del agua de bombeo 1.09.29									
14/02/2005	171.90	8		996.221	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CIE (CPH)	BRICAL	0
<b>Observaciones:</b>									
24/01/2004	179.87			997.211	Nivel Estacion	SONDA MANUAL	CIE (CPH)	BRICAL	0
<b>Observaciones:</b>									
18/12/2004	169.71			999.471	Nivel Estacion	SONDA MANUAL	CIE (CPH)	BRICAL	0
<b>Observaciones:</b>									
17/11/2004	167.69			1001.09	Nivel Estacion	SONDA MANUAL	CIE (CPH)	BRICAL	0
<b>Observaciones:</b>									
09/10/2004	163.42			1004.76	Nivel Estacion	SONDA MANUAL	CIE (CPH)	BRICAL	0
<b>Observaciones:</b>									

## OTRAS FOTOS



AnchuelaDet (07/10/2004)



AnchuelaN (07/10/2004)



241870007 (15/12/2004)



Referencia nivelación (02/04/2005)



## FICHA DE PIEZÓMETRO

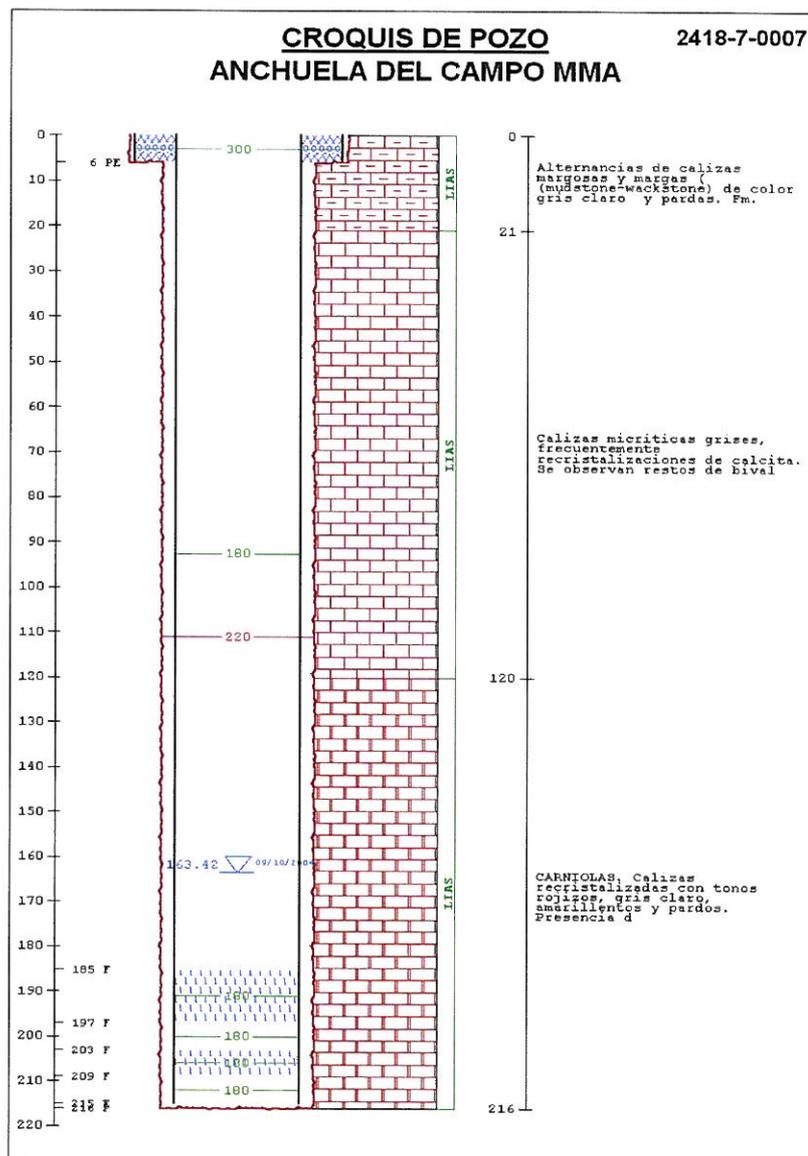
TOPONIMIA		ANCHUELA MMA. CEMENTERIO		CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.702.05	
CÓDIGO IPA		241870007 N° MTN 1:50.000 2418 MUNICIPIO ESTABLES		PROVINCIA GUADALAJARA			
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO					
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		086   PÁRAMOS DEL ALTO JALÓN					
U. HIDROGEOLÓGICA		702   Páramos del Alto Jalón (Dominio 7 Alto Jalón - Alto Jiloca)					
ACUÍFERO(S)		086-02 Lías					
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	583992	DATOS OBTENIDOS DE:		GIS-Oleicola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL
	Y	4542768					
COTA DEL SUELO msnm	Z	1170	DATOS OBTENIDOS DE:		1:25000	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0
POLÍGONO		6		PARCELA		342	
TITULARIDAD DEL TERRENO		Ayuntamiento de Anchuela					
PERSONA DE CONTACTO							
ACCESO							

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO													
USO		PROFUNDIDAD DEL SONDEO						216		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	185	197	Puentecillo	0	2		
6	216	220	0	185	180	Metálica	203	209	Puentecillo	4	6		
			197	203	180	Metálica							
			209	215	180	Metálica							

HISTORIA			
PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	09/10/2004
ORGANISMO	CHE (OPH)		

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

## CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



## FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE

