

Inspección y Vigilancia de las Obras de Construcción de sondeos para la Adecuación de las Redes de Piezometría y Calidad de las Aguas Subterráneas. Cuenca del Ebro.



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

INFORME PIEZÓMETRO DE LONGARES: 090.075.001



ÍNDICE

| | Pág. |
|---|-----------|
| 1. PROYECTO | 1 |
| 1.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS | 1 |
| 1.2. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS | 5 |
| 1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO | 6 |
| 2. LOCALIZACIÓN | 7 |
| 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA | 8 |
| 4. MARCO HIDROGEOLÓGICO | 9 |
| 5. EQUIPO DE PERFORACIÓN | 17 |
| 6. DATOS DE LA PERFORACIÓN | 17 |
| 7. COLUMNA LITOLÓGICA | 19 |
| 8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA | 20 |
| 9. ENTUBACIÓN REALIZADA | 21 |
| 10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS | 24 |
| 10.1. ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS DEL ACUÍFERO | 24 |
| 11. HIDROQUÍMICA | 32 |
| 12. CONCLUSIONES | 35 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----------|
| <i>Figura 1. Ubicación del piezómetro sobre base topográfica 1:25.000</i> | 7 |
| <i>Figura 2. Ubicación del piezómetro sobre base del SIGPAC</i> | 8 |
| <i>Figura 3. Ubicación del piezómetro sobre la Cartografía Geológica MAGNA 1:50.000 (410) La Almunia</i> | 9 |
| <i>Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo</i> | 23 |
| <i>Figura 5. Diagrama de Piper. Sondeo 090.075.001 Longares</i> | 34 |
| <i>Figura 6. Diagramas de Stiff. Sondeo 090.075.001 Longares</i> | 34 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----------|
| Tabla 1. Síntesis de la columna litológica atravesada (descripción en campo) | 20 |
| Tabla 2. Entubación realizada | 21 |
| Tabla 3. Resumen de los escalones del ensayo de bombeo | 26 |
| Tabla 4. Resumen de tabla de datos del Escalón continuo | 31 |

ANEJOS

ANEJO Nº 1: PERMISOS

ANEJO Nº 2: INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN

ANEJO Nº 5: ENSAYO DE BOMBEO

ANEJO Nº 6: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

ANEJO Nº 7: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA

1. PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

El Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino lleva varios años desarrollando un programa de ampliación, mejora y optimización de las redes oficiales de control de las aguas subterráneas incluyendo, piezometría y calidad de las mismas.

A lo largo de los últimos ocho años se han realizado diferentes proyectos de ejecución e instalación de sondeos, de nueva construcción, que han pasado a formar parte y complementar la red oficial de seguimiento del estado cuantitativo y calidad de las aguas de la Cuenca Hidrográfica del Ebro. La localización de dichos sondeos atendió, fundamentalmente, a criterios técnicos en relación con la caracterización, estado y evaluación de los recursos de las masas de agua donde se ubicaban.

Con el fin de alcanzar los objetivos recogidos en la Directiva Marco del Agua (D.M.A.:Directiva 2000/60/CE) en sus artículos 4 y 8 y con las especificaciones del anexo V, la Confederación Hidrográfica del Ebro redactó, en diciembre de 2006, el ***“Proyecto de Construcción de sondeos para la adecuación de las Redes de Piezometría y Calidad de las Aguas Subterráneas. Cuenca del Ebro”*** en el que quedaron definidos el número, situación y características constructivas de 35 nuevos sondeos que pasarían a formar parte de la Redes Oficiales y que afectan a masas de agua poco definidas o sin ningún punto de control.

En junio de 2007 se licita, mediante concurso público, el contrato de Servicios para la ***“Inspección y Vigilancia de las Obras de Construcción de sondeos para la Adecuación de las Redes de Piezometría y Calidad de las Aguas Subterráneas. Cuenca del Ebro”*** en el que se prevé la asistencia técnica, a la dirección de obra, en la construcción de 35 sondeos

que totalizan 3.785 metros de perforación y de los que 13 se prevén hacer a rotoperCUSión con martillo neumático en fondo y circulación directa, 5 a rotación con circulación inversa y los 17 restantes a percusión.

Con fecha 27 de Abril de 2009 se acuerda la adjudicación definitiva a CONSULNIMA, S.L., firmándose el Contrato de Servicios de Referencia 09.822-0003/0611 con fecha 21 de mayo de 2009.

Con fecha 30 de septiembre de 2009, la Dirección de Obra de la Confederación Hidrográfica del Ebro, solicita autorización de redacción de la Modificación nº 1 del contrato para la ejecución de las obras del proyecto.

Con fecha 7 de octubre de 2009, el Presidente de la Confederación Hidrográfica del Ebro resuelve autorizar la redacción de esta MODIFICACIÓN Nº 1 del “PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO”. Éste fue redactado en abril de 2010. En dicho modificado el número total de piezómetros a perforar o adecuar previsto es de 48, debido a la necesidad de realizar una serie de sondeos adicionales al objeto, sobre todo, de sustituir o adecuar ciertos piezómetros existentes que han quedado inoperativos o están en riesgo de estarlo.

Con ello se ve incrementado el número de sondeos a supervisar y vigilar durante las obras en el marco del contrato de servicios a ellas vinculado, por lo que con fecha 1 de octubre de 2009, la Dirección de Obra de la Confederación Hidrográfica del Ebro, solicita autorización de redacción de la Modificación nº 1 de dicho contrato de servicios.

Con fecha 7 de octubre de 2009, el Presidente de la Confederación Hidrográfica del Ebro resuelve autorizar la redacción de esta MODIFICACIÓN

Nº 1 del contrato para la “INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DELAS OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO”.

Las razones de interés general que justifican las modificaciones de obra consideradas en el Modificado Nº 1 son las que se describen a continuación:

- Existencia de determinados sondeos de titularidad pública que cumplen los mismos objetivos hidrogeológicos previstos y pueden ser incorporados a la red piezométrica (1 PIEZÓMETRO).
- Las características propias de determinadas masas de agua subterránea requieren el control del estado cuantitativo de diversos acuíferos característicos de la misma. Ello obliga a realizar diversos sondeos de menor profundidad para alcanzar las zonas alteradas de estos mismos acuíferos para una misma masa (3 PIEZÓMETROS).
- Necesidad de reponer algunos piezómetros de la red oficial que en el transcurso de los años desde la redacción del proyecto han quedado inoperativos; ello requiere que sean sustituidos por sondeos nuevos que permitan el mantenimiento del control con la menor carencia de registro posible, al objeto de poder realizar la correlación de los datos y de no tener pérdida de medidas (5 PIEZÓMETROS).
- Necesidad de intentar la adecuación de una serie de sondeos pertenecientes a la red piezométrica oficial que actualmente se encuentran obstruidos o en riesgo debido a la falta de protección de la tapa o brocal. En caso de no ser posible la desobstrucción sería necesario construir otro sondeo de similares características por entenderse inoperativos (6 PIEZÓMETROS).

- Variaciones constructivas de los piezómetros del proyecto durante la ejecución y planificación de las obras (mediciones, sistemas de perforación más adecuados, ubicación...).

Con ello el número total de piezómetros previsto a perforar o adecuar, y por tanto a inspeccionar y vigilar, es de 48 con la siguiente distribución:

- Número total de piezómetros: 48
- Sondeos a rotopercusión: 28
- Sondeos a percusión: 14
- Sondeos existentes a incorporar a la red: 1
- Sondeos existentes a acondicionar: 6
- Sondeos de hasta 100 m de profundidad prevista: 19
- Sondeos de entre 100-200 m de profundidad prevista: 22
- Sondeos de más de 200 m de profundidad prevista: 7

En Resumen, los trabajos realizados por CONSULNIMA, S.L. a lo largo de la ejecución del Proyecto se pueden agrupar en:

TRABAJOS DE INSPECCIÓN

- En relación con la supervisión de la obra.
- En relación con la documentación administrativa

TRABAJOS SISTEMÁTICOS DE CONTROL

- Control del Plan de Aseguramiento de la Calidad
- Control de ejecución de la obra
- Control de medición
- Control presupuestario
- Control de programación
- Control de Calidad

1.2 METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS

Los trabajos desempeñados y que han sido objeto de control durante la ejecución del proyecto constructivo se pueden desglosar y resumir en:

- **Trabajos anteriores a la perforación**
 - Comprobación sobre el terreno de la ubicación del sondeo y posible replanteo.
 - Comprobación de accesos y permisos.
 - Presentación ante la Autoridad Laboral de los Avisos Previos y actualizaciones.
 - Revisión del Plan de Seguridad y Salud que será objeto de un informe donde se recogerá el seguimiento realizado antes, durante y al final de cada obra. Especial atención se pondrá en:
 - 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).

- **Trabajos durante la perforación**
 - Perforación
 - Seguimiento de la perforación y control del cumplimiento de los objetivos hidrogeológicos.
 - Interpretación geológica, hidrogeológica y geofísica
 - Propuesta de la finalización del sondeo y de entubación a la Dirección de Obra
 - Control de las tareas de limpieza, toma de muestras, medición de niveles piezométricos, etc..

- **Trabajos finales**
 - Ensayos de Bombeo
 - Seguimiento del ensayo en campo (bombeo y recuperación).
 - Restauración del terreno a su estado original y construcción y colocación del cierre con arqueta antivandálica.
 - Representación e interpretación de los datos colectados.
 - Redacción de un informe final de cada uno de los sondeos/piezómetros.

Para facilitar la comunicación y la coordinación entre la Dirección de Obra, empresa adjudicataria de la construcción de los sondeos y empresa adjudicataria de la Inspección y Vigilancia, se creó un proyecto en un Centro de Trabajo Virtual en el que se han ido incorporando todos los datos y documentación generada durante la ejecución de cada sondeo.

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

El objetivo de este piezómetro (090.077.001) es sustituir el piezómetro actual que se mide y que se usa para bombear por la comunidad de regantes de la Manga, por lo que las medidas no son precisas. De este modo se dispondría de un punto de medida mejor en esta masa de agua 077, donde se ha producido un acusado descenso de los niveles.

Este piezómetro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, en la zona de recarga del acuífero Paleozoico, que de la escorrentía superficial y de las precipitaciones. Se trata de un acuífero

eminentemente fisurado cuya zona de descarga puede ser a través del contacto con los materiales terciarios del borde de la depresión de Calatayud.

El objetivo hidrogeológico de este sondeo es cortar las arenas y conglomerados del Terciario que forman el acuífero en esta zona.

2. LOCALIZACIÓN

El sondeo se ubica en la localidad de Longares (fig. 1). En la parcela 5 del polígono 16 de titularidad municipal.

Se accede al Sondeo, desde la carretera Alfamen-Longares. Se toma el primer desvío que sale a la izquierda una vez pasada la rotonda que da acceso a la A-22 y que se encuentra indicado como acceso a las Bodegas Victoria. Desde aquí se toma por un camino de servicio hasta llegar a un camino principal donde se gira a la derecha en dirección a la depuradora de Longares y la balsa de la Manga. Antes de llegar a la depuradora se toma el camino a la derecha situándose, el piezómetro, en la parcela sin cultivar que se encuentra por encima de la depuradora.

Las coordenadas UTM (ED-50 Huso 30) del punto son:

X: 651288

Y: 4585497

Z: 513m.s.n.m

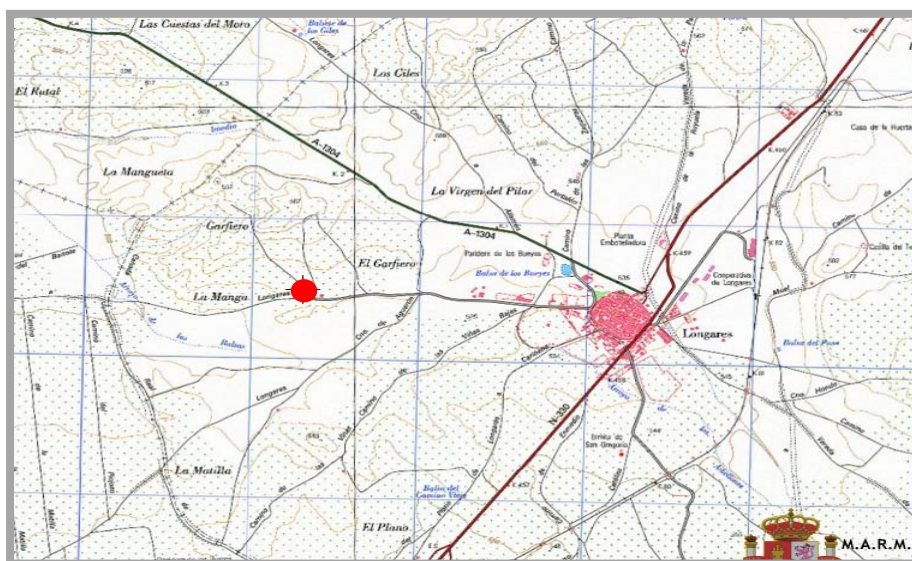


Figura 1. Ubicación del piezómetro sobre base topográfica 1:25.000

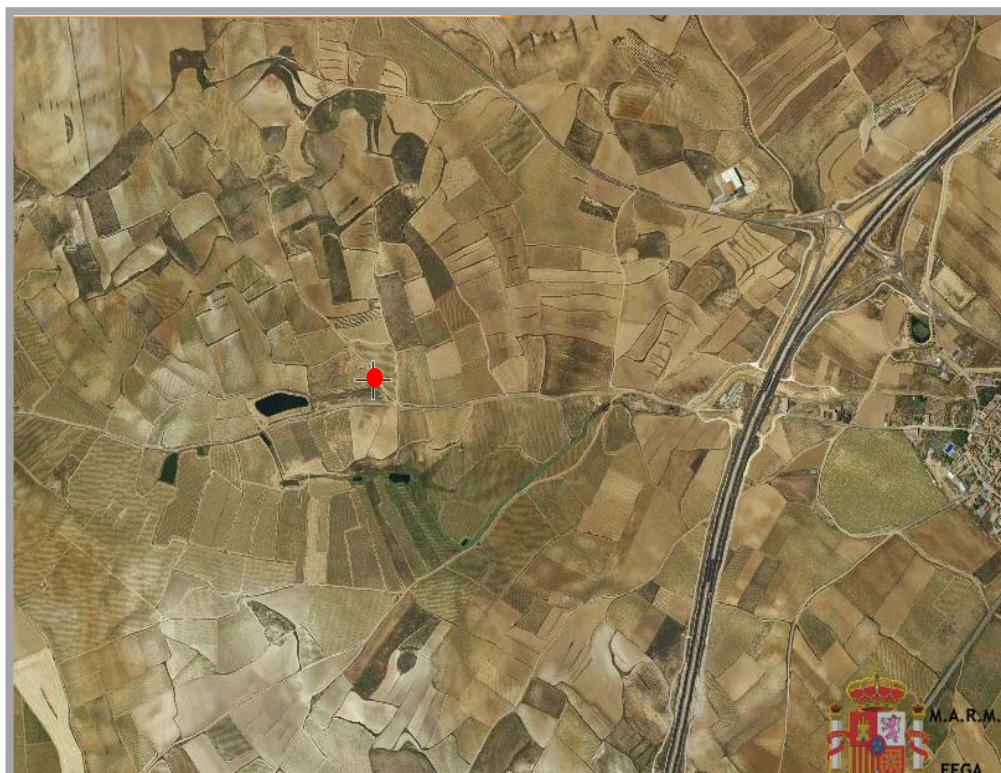


Figura 2. Ubicación del piezómetro sobre base del SIGPAC.

3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El sondeo se sitúa sobre materiales de lutitas margosa y limolitas de techo de la unidad U.T.S perteneciente al Mioceno medio y superior (Aragoniense-Vallesiense). que se disponen sobre materiales, de las unidades inferiores, de naturaleza areniscosa y conglomerática. Estos materiales se disponen con una orientación general NO-SE y con una disposición subhorizontal con buzamientos de entre 10° a 15° hacia el E, adaptándose a una serie de paleorelieves jurásicos que afloran en la carretera de Teruel-Zaragoza.

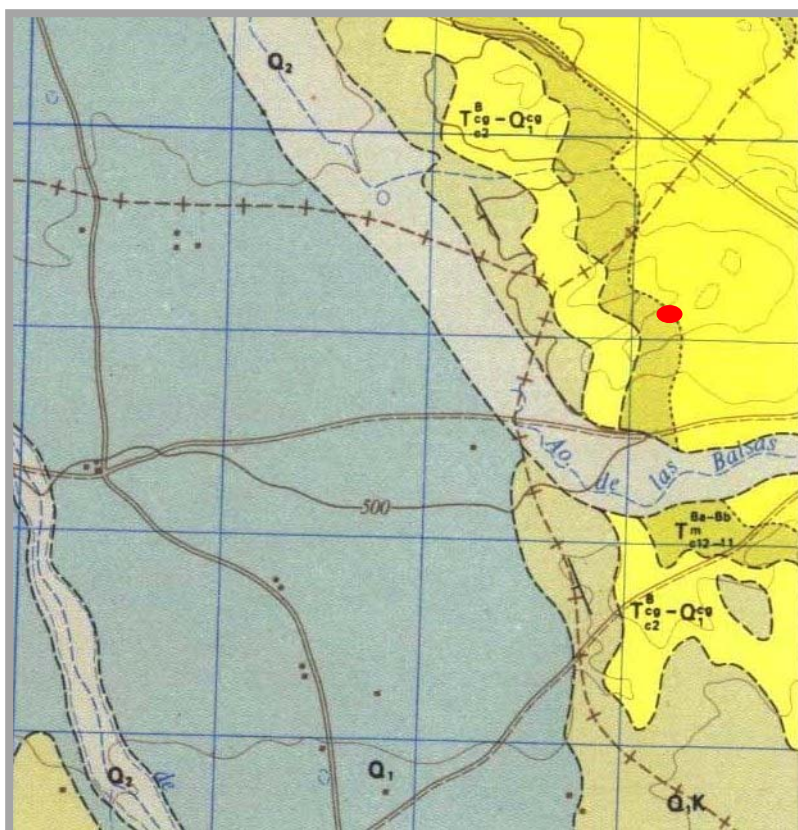


Figura 3. Ubicación del piezómetro sobre la Cartografía Geológica MAGNA 1:50.000 (410) La Almunia.

4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 6: "Central-Ibérico". Se sitúa en el sector central de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, englobando todas las serranías mesozoicas (Moncayo, Vicort, Oriche, Cucalón, etc) que se extienden hacia el NE del macizo paleozoico de Ateca, aproximadamente desde la cuenca del Alhama al NO hasta la del Aguasvivas al SE; incluye las cuencas del Queiles, Huecha, Isuela, Aranda, parte baja del Jalón, Huerva y Aguas Vivas.

El dominio se caracteriza por la presencia de importantes macizos paleozoicos orlados por extensos somontanos en los que predominan los materiales calcáreos mesozoicos y detríticos terciarios. Desde un punto de

vista estructural, la unidad se define en virtud de dos grandes accidentes que enmarcan la unidad al N y S; la falla NorIbérica y el macizo Paleozoico de Ateca-Daroca respectivamente. Ambas estructuras tienen importantes consecuencias hidráulicas, desconectando el dominio de las regiones adyacentes.

En lo que respecta a sus Límites, el noroccidental coincide con el adyacente dominio de Demanda-Cameros que se establece en el río Alhama hasta la divisoria Ebro-Duero, continuando con el límite de la unidad de Aranda de Moncayo, sobre el cauce del río Rituerto y de su afluente por la izquierda, barranco de la Mata. Hacia el SE, en la zona de Borobia, el límite se identifica con la falla de Carabantes-Reznos hasta alcanzar la divisoria hidrográfica del Ebro, desde donde enlaza con el macizo Paleozoico de Ateca-Daroca.

El límite septentrional de este dominio consiste en el contacto entre la Cordillera Ibérica y la Depresión Terciaria del Ebro.

El límite suroriental se establece, de O a E, tomando como límites los siguientes:

El río Pancrudo, enlazando con la sierra de Sta. Cruz por Calamocha, donde atraviesa la fosa del Jiloca. La traza del cabalgamiento de los cretácicos de la Sierra de San Just sobre los depósitos terciarios de la fosa de Montalbán, en su recorrido entre los ríos Pancrudo y Cabra. Así como el contacto Paleozoico-Mesozoico del flanco nororiental del núcleo del anticlinal de Montalbán, desde el río Cabra, pasando por Montalbán, hasta la localidad de Monforte de Moyuela. Sobre los materiales terciarios de la cuenca del Ebro el límite se traza comenzando por la divisoria hidrográfica Cámaras-Moyuela, cruza el Aguasvivas aguas abajo del embalse de Moneva, pasa por Lécera y continúa hacia el E para identificarse con la divisoria Aguasvivas-Martín, hasta alcanzar el Ebro. Hacia el NE, se define sobre el contacto del Terciario con el

aluvial del Ebro hasta alcanzar el límite septentrional definido anteriormente a la altura de Pina de Ebro.

Por último, el límite meridional de la unidad, se ha definido en el macizo paleozoico de Ateca-Daroca. Este macizo actúa como barrera hidrogeológica regional impermeable (o de permeabilidad superficial en la zona de alteración) que individualiza la fosa de Calatayud al NE de la rama castellana de la Cordillera Ibérica al SO.

Dentro de este dominio se encuentra la masa de agua 075 correspondiente al "Campo de Cariñena" entre el río Huerva y Jalón. El límite septentrional está definido por los materiales paleozoicos que afloran siguiendo la traza de la falla Noribérica. El meridional viene delimitado por el cabalgamiento, no aflorante, de los materiales mesozoicos sobre los terciarios de la depresión del Ebro.

Hacia el este, el límite se establece en la divisoria hidrográfica-hidrogeológica oriental de la cuenca del Huerva. Hacia el sur, por el contacto de los materiales Paleozoico de las sierras de Algairén y Herrera y hacia el Oeste, a merced del contacto con los materiales cuaternarios de los Llanos de Alfamén y el río Jalón en el extremo NO.

Desde el punto de vista geológico esta masa de agua se localiza en las estribaciones septentrionales de la Ibérica. En este ámbito, el contacto geológico entre las sierras paleozoicas y mesozoicas de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica y las formaciones terciarias de la Depresión del Ebro, tiene lugar a través de un accidente tectónico de más de 250 km de longitud, alineado en dirección NO-SE, conocido en términos generales como la "Falla Noribérica". En su mayor parte está oculto bajo un extenso manto de derrubios cuaternarios que, en forma de un extenso glacis, se derrama al pie

de la Sierra de Algairén, recubriendo buena parte de los sedimentos terciarios más próximos de la Depresión del Ebro.

Los depósitos terciarios están constituidos principalmente por conglomerados y arcillas de edad Miocena, coronados por depósitos carbonatados, que allí donde la erosión los ha respetado, han dado lugar a un paisaje de páramos que reciben el nombre de "muelas" o "planas". Bajo estos depósitos, se localiza un sustrato mesozoico, fundamentalmente de edad Jurásica.

El detrítico terciario tiene una geometría subhorizontal con frecuentes cambios laterales de facies que configuran una geometría compleja y heterogénea. Corresponde a un sinclinal de suaves buzamientos ($<10^\circ$) con el flanco SO cabalgado por el Paleozoico de la Sierra de Algairén.

La geometría interna del Jurásico es más compleja con varios sectores de afloramientos diferenciados. En el sector del Jalón, los materiales se encuentran afectados por cabalgamientos y fallas inversas que, hacia la Almunia, toman una disposición monoclinal sumergiéndose bajo los depósitos terciarios detríticos. La zona oriental, denominada "Arco plegado de Belchite-Aguilón", presenta una estructura anticlinal con direcciones E-O, y con el flanco N invertido y cabalgante.

Las formaciones que conforman los acuíferos de esta masa de agua incluyen:

- *Formaciones carbonatadas del Jurásico*: destaca el Lías inferior (Fm Carniolas de Cortes de Tajuña y Fm Calizas y dolomías tableadas de Cuevas Labradas). Forman un acuífero kárstico de flujo difuso y alta permeabilidad. Su espesor puede alcanzar los 300 m. Está confinado en casi toda su extensión dentro de la

masa de agua. El Jurásico tiene en el área de estudio una reducida extensión de afloramiento sin embargo, los materiales jurásicos quedan ocultos en prácticamente toda la zona comprendida entre la Cadena Ibérica y la "Falla Noribérica". Los sondeos que explotan las formaciones hidrogeológicas acuíferas jurásicas aparecen especialmente concentrados en las zonas de Epila, Ricla y Calatorao. Estos sondeos nunca atraviesan totalmente la serie. En la cuenca del Huerva las Subunidades Acuíferas del Jurásico son explotadas para el abastecimiento de pequeñas poblaciones; son los casos de Muel, Jaulín, Fuendetodos, Aguilón y Villanueva de Huerva.

- *Facies detríticas terciarias*: Conglomerados, areniscas y lutitas. Constituye un acuífero multicapa. Son la facies más groseras, y por tanto las más permeables, están adosadas a las sierras paleozoicas y recubren paleorrelieves jurásicos. Este acuífero está confinado por una serie arcillosa del neógeno y su espesor puede alcanzar los 300 m.
- *Y otros acuíferos* de relevancia más local como son los aluviales de los ríos Jalón y Huerva.

En cuanto a los parámetros hidrodinámicos, de esta masa de agua, hay que indicar que existen relativamente pocos datos de ensayos de bombeo en comparación con la cantidad y densidad de sondeos de explotación existentes. La aparente homogeneidad del paisaje oculta una considerable heterogeneidad hidrogeológica. De hecho, los valores de transmisividad y almacenamiento registrados en los sondeos, en los que ha sido posible la realización de ensayos de bombeo, muestran una amplia dispersión. Su estimación a través de los rendimientos específicos de los pozos de explotación no es en muchos casos factible por el propio diseño de las

instalaciones, que no han sido concebidas para hacer mediciones piezométricas. En cualquier caso, de acuerdo con la información disponible, los valores de transmisividad oscilarían, en cada una de las tres unidades hidrogeológicas acuíferas, dentro de los siguientes rangos:

Acuífero terciario: los datos disponibles apuntan hacia valores comprendidos entre 300 y 800 m²/día para los casos más altos, y entre 200 y 300 m²/día para los valores más frecuentes. Pueden ser considerados valores excepcionalmente bajos los que no alcanzan 50 m²/día. Los caudales específicos altos se encuentran entre 5 y 10 l/s/m, los medios entre 1 y 2 l/s/m, y los bajos inferiores a 0,25 l/s/m.

Acuífero Jurásico: Se dispone de pocos datos fiables de transmisividades directamente medidas, que hablarían de un valor medio próximo a los 2.000 m²/día. Sin embargo, deducciones basadas en los caudales específicos observados en los sondeos de explotación, indicarían un rango de transmisividad media comprendido entre 100 y 400 m²/día, correspondientes a caudales específicos situados entre 1 y 5 l/s/m de descenso. Algunos valores excepcionales superan puntualmente los 10 e incluso los 20 l/s/m.

El cauce del Huerva aparece como un curso en situación permanente de río perdedor frente al Jurásico, que de esta forma, transmite subterráneamente parte de sus caudales al Jalón. En líneas generales, el flujo se orienta desde las sierras al llano, y dentro del llano desde el Huerva hacia el Jalón. El Jalón actúa como línea de descarga general del sistema.

En la llanada que se extiende entre los cauces del Huerva y Jalón, la piezometría del acuífero Terciario muestra la presencia de una singular "cascada piezométrica" justo aguas abajo de la alineación Alfamén/Almonacid de la Sierra.

En líneas generales, los gradientes verticales de potencial hidráulico, entre los acuíferos Jurásico y Terciario, que frecuentemente aparecen superpuestos en la misma vertical, son siempre descendentes, salvo en las proximidades de la zona de descarga al Jalón, en donde se vuelven ascendentes. De esta forma, el acuífero Jurásico actúa a modo de un gran "dren de fondo".

El seguimiento de los niveles piezométricos a lo largo de los años muestra un comportamiento del sistema acuífero subterráneo diferente según el área. Salvo en las zonas próximas a las áreas de descarga, la tendencia general en el acuífero Terciario ha sido al descenso progresivo de los niveles.

En cuanto a la zonas de recarga y descarga. Se interpreta que el acuífero Jurásico se recarga fuera de los límites de esta masa de agua subterránea. Las isopiezas localizan el área de recarga hacia el SE, sobre las estribaciones mesozoicas de área de Belchite–Aguilón.

El Acuífero Terciario se recarga en toda su superficie de afloramiento. Las zonas de recarga más significativa se localizan en la cabecera de la rambla de Cariñena y hacia las estribaciones de la Sierra de Algairén, donde recogen la escorrentía procedente de la sierra.

La hidroquímica de esta masa agua es variable en función del acuífero de que se estudie. Las aguas de las sierras paleozoicas son poco mineralizadas, presentan en general menos de 500 ppm de TDS; son bicarbonatadas cálcicas y de bajo contenido en nitratos.

Las aguas del acuífero terciario presentan facies complejas de tipo $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Mg}$, con una salinidad variable. Allí donde recibe recargas a través de los excedentes de riego, sus aguas acentúan el carácter de

sulfatadas cálcicas. Su conductividad eléctrica varía usualmente entre 300 y 1.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con un valor más frecuente del orden de 550 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En el caso del acuífero Jurásico, las muestras analizadas presentan facies mixtas cálcico-magnésicas con predominio de los iones HCO_3 y SO_4 , aunque en algunos casos, también podemos encontrar el ión Cl^- . La conductividad se encuentra entre 500 y 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En la cuenca del Huerva están menos mineralizadas, con valores de C.E. del orden de 550 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En la cuenca del Jalón alcanza valores promedios de C.E. de 1.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En el área de descarga, a lo largo del Jalón, adquieren un marcado carácter sulfatado (con valores de sulfato que pueden superar los 1.440 mg/l) y con cierto termalismo, circunstancia que confirma un esquema de circulación regional de profundidad media.

Los contenidos en nitratos registrados en el acuífero Terciario tienen un valor más frecuente del orden de 30 a 40 mg/l, si bien localmente se han medido valores del orden de 100 mg/l o superiores. Se dispone de una serie analítica de más de 20 años, en la que no se aprecian tendencias claras.

En cuanto a su estado existe un descenso generalizado de los niveles piezométricos que se ve acentuado hacia la zona suroeste, límite con la masa de agua del Plioceno de Alfamén. Éste descenso está vinculado a la fuerte explotación que la masa de agua colindante viene sufriendo desde hace décadas.

La fuerte presión agrícola y ganadera ha dado lugar a una afección comprobada sobre la calidad de las aguas subterráneas, explotadas en algunos municipios para abastecimiento público. El impacto comprobado más relevante es la contaminación por nitratos, si bien por norma general toman valores próximos, pero no superiores a 50 mg/l en la zona de descarga regional, hacia el Jalón, se han registrado valores por encima de 50 mg/l.

5. EQUIPO DE PERFORACIÓN

La perforación del sondeo y construcción del piezómetro ha sido realizada por la Compañía General de Ingeniería y Sondeos C.G.S., S.A. actuando de subcontratista la empresa Perforaciones Jiennenses Marchal S.L.

Se ha contado con un equipo de perforación a rotopercusión formado por una sonda FDO 400 con capacidad de tiro de 60 toneladas, sobre camión con tracción total 4 x 4 y un compresor de 25 bares IR (Ingersoll Rand) 1170 25/33.

6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

La perforación se inicia el 13 de Marzo de 2011 a las 11 horas y se termina el 17 de Febrero de 2010 a las 13:00 horas.

Antes de emplazar dicho sondeo se notifica el comienzo de las obras al Ayuntamiento de Longares, así como al sindicato de riegos de la Manga. Así mismo se notifica el comienzo de las obras a la Guardería Fluvial de la Confederación Hidrográfica del Ebro correspondiente a la demarcación de Cariñena.

Se empiezan los trabajos el día 13 de febrero a las 11 horas, emplazando la maquinaria y comenzando la perforación con el martillo de 324 mm y el emboquille del sondeo en los primeros 6 metros. Posteriormente se continúa perforando por dentro del emboquille con el martillo de 245 para poder engravillar posteriormente. Durante la perforación se detecta algo de humedad a los 84 metros y aportes de agua a partir del metro 91 sin embargo es necesario aportar agua al sondeo por que se presentan dificultades a la hora de recuperar los materiales. Se finalizan los trabajos a las 17:30 horas.

Se retoman los trabajos el día 14 de febrero a las 8 de la mañana y se procede a retomar la perforación, la cual progresa con dificultad ya que se encuentra con conglomerados escasamente cementados. A las 11 horas, aproximadamente, se queda atrapado el martillo, que se puede rescatar con gran dificultad, por lo que se propone reperforar con el martillo de 315 mm y entubar con tubería de 250 mm para poder alcanzar la profundidad prevista. Se procede a extraer la tubería de 300 mm del emboquille y se sustituye por una tubería de 1,5 m de longitud y de 380 mm. A las 18:45 h, se alcanzan los 75 metros.

El día 15 de febrero se retoman los trabajos de perforación a las 8 horas y se alcanzan los 140 metros a las 12 horas, habiéndose observado aportes de agua entre 110 y 120 m que van haciéndose más abundantes conforme se avanza hacia la zona donde quedó atrapada la maniobra. A partir de las 12 se empieza retirar la maniobra y a introducir la tubería auxiliar, de la que se han dejado 6 metros ciegos entre las cotas 140 a 134 metros y 12 metros de tubería ranurada entre las cotas de 134 a 122 metros. Desde la cota 122 m hasta el emboquille se instala tubería ciega. A las 19 horas se dan por finalizados los trabajos sin que se haya terminado de introducir toda la tubería.

Al día siguiente, 16 de febrero, se retoman los trabajos a las 8 horas siendo necesario, limpiar el sondeo para poder introducir la tubería auxiliar que falta lo que se consigue a las 16 horas por lo que se procede a reintroducir la maniobra y reperforar hasta la profundidad de 146 metros al final de la tarde. El día 17 de febrero se reinicia la perforación a las 8 horas y se perfora hasta los 191 metros a las 13 horas, en este momento se constata que ya se han atravesado los materiales objetivo del sondeo y se decide poner fin a la perforación. *(Ver Anejo N° 2, Informes diarios de perforación).*

7. COLUMNA LITOLÓGICA

Durante la realización de la perforación, se efectúa una primera descripción litológica, de los materiales cortados, mediante observación del ripio extraído de la de perforación a intervalos de metro. Cada 5 metros de avance se realiza una toma de muestra representativa y se guarda en recipiente, bien identificado, para su posterior envío a la litoteca que el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) dispone en el Km. 192 de la Ctra de Badajoz-Granada en la localidad de Peñarroya (Córdoba).

| | |
|----------|---|
| 0-4 m | Arcillas de tonos rojizos a marrones escasamente carbonatadas con algún canto. |
| 4-18 m | Margas arcillosa de tonos marrones a rojizos |
| 18-26 m | Arcillas margosa de color marrón rojizo. |
| 26-30 m | Margas arcillosas a arcillas carbonatadas de tonos marrones rojizos que se van haciendo progresivamente más arcillosas hacia la base. |
| 30-40 m | Arcillas margosa de tonos marrones rojizos con bastante arcilla |
| 40-46 m | Arcillas margosas a amargas arcillosas limosas, se van haciendo más limosas hacia la base |
| 46-48 m | Limolitas y arenas de grano fino color amarillento a anaranjado con algo de contenido en arcilla, así como cantos de cuarzo y de cuarcitas. |
| 48-57 m | Limos y arenas de grano fino con presencia de cantos de cuarcitas de 2-3 mm. |
| 57-62 m | Limos arenosos de grano fino, algo arcillosos, aparecen con cantos de cuarzo de 2-3 mm y algo de gravilla. |
| 62-84 m | Limos arenosos con un porcentaje mayor de cantos de cuarzo que las muestras anteriores, siendo éstos de mayor tamaño, y con algo de matriz arcillosa |
| 84-92 m | Areniscas y conglomerados (Gravas) cuarcíticas de tamaño entre 2 a 3 cm, sobre todo hacia la base y matriz arcillosa |
| 92-164 m | Conglomerados heterométricos, con matriz arcillosa a limosa y de naturaleza silíceo. Los cantos son tanto de cuarcitas, como de areniscas del paleozoico. Aparecen tramos bastante lavados sobre todo a partir de |

| | |
|-----------|--|
| | los 120 metros |
| 164-176 m | Conglomerados heterométricos, de menor tamaño que los anteriores, los cantos son e composición cuarcítica y carbonatadas sobre todo hacia la base . así como Arenas gruesa a media, a veces muy gruesa con cantos. |
| 176-183 m | Conglomerados de clastos de Calizas y dolomías de diversos colores (gris, rojo y negro) y procedencias |
| 183-191 m | Ripios de calizas negras a grises micríticas a veces algo dolomitizadas |
| | |

Tabla 1. Síntesis de la columna litológica atravesada (descripción en campo)

La edad asignada a las litologías atravesadas, según su contexto geológico y las facies observadas, es la siguiente: del metro 0 al metro 176 se corresponde con los depósitos del terciario de edad Mioceno (Aragoniense) correspondientes a las UTS T-6 de Pérez *et al* (1994), correspondiendo los depósitos superiores, hasta el metro 30, a la facies margosas que da paso a los depósitos margosos y carbonatados del centro de la cuenca. Desde este metro 30 hasta el 92, corresponde a los depósitos intermedios de lutitas, limitas y areniscas. Desde el metro 92 al 176 se atribuye a los depósitos proximales de conglomerados que pueden corresponder, también, a la Unidad Tectosedimentaria inferior U.T.S T-5 de edad Mioceno inferior. El tramo entre 176 a 183 se corresponde a conglomerados, casi monogenicos, de naturaleza carbonatada, que esta área se observan sobre los paleorelieves jurásico y que pueden corresponder al Oligoceno-Mioceno. A partir del metro 183 se han cortado materiales de calizas negras micríticas Jurásicas que podrían corresponder tanto al Dogger como al Malm.

8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

No se ha considerado la realización de testificación geofísica en este sondeo debido al uso de tubería auxiliar que impediría el registro de la mayor parte de los parámetros con valor hidrogeológico.

9. ENTUBACIÓN REALIZADA

Se utilizan tres tipos de tubería de acero en tramos de 6 y 3 m. de longitud. Una primera de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor de la que se colocan 1.5 metros. Una segunda de 250 mm de la que se colocan 140 metros de los cuales 12 son ranurados. La entubación definitiva se realiza con tubería de 180 x 4 mm, de los que se colocan 191 m: 161 m corresponden a tubería ciega y 30 m a filtro de puentecillo (180 mm) que se coloca en cotas donde se detecta el aporte de agua.

| REVESTIMIENTO | | | | |
|---------------|-----------------------|--------------------|------------------|----------|
| Tramo (m) | Diámetro tubería (mm) | Espesor pared (mm) | Tipo | Filtro |
| 0-1.5 | 380 | 5 | Acero al carbono | Ciega |
| 0-122 | 250 | 4 | Acero al carbono | Ciega |
| 122-134 | 250 | 4 | Acero al carbono | Ranurada |
| 134-140 | 250 | 5 | Acero al carbono | Ciega |
| 0-122 | 180 | 4 | Chapa de acero | Ciega |
| 122-134 | 180 | 4 | Chapa de acero | Filtro |
| 134-137 | 180 | 4 | Chapa de acero | Ciega |
| 137-146 | 180 | 4 | Chapa de acero | Filtro |
| 146- 149 | 180 | 4 | Chapa de acero | Ciega |
| 149-155 | 180 | 4 | Chapa de acero | Filtro |
| 155-161 | 180 | 4 | Chapa de acero | Ciega |
| 161-167 | 180 | 4 | Chapa de acero | Filtro |
| 167-173 | 180 | 4 | Chapa de acero | Ciega |
| 173-176 | 180 | 4 | Chapa de acero | Filtro |
| 176-191 | 180 | 4 | Chapa de acero | Ciega |

Tabla 2. Entubación realizada.

La unión entre tramos de tubería es mediante soldadura y la tubería se dispone apoyada sobre el fondo del sondeo. Se ha realizado una cementación de la parte superior del sondeo 6 metros con el aislamiento de los aportes superficiales.

Asimismo y para impedir que el aporte de finos produzca el cegado del sondeo, se ha previsto la realización de un empaque de grava silíceas entre la

tubería definitiva (180 mm.) y la pared del sondeo (250 mm.). El engravillado del sondeo produce el día 18 de Febrero empleándose un total de 9 toneladas y hasta el metro 6. Se trata de una grava silícea, redondeada y calibrada, de tamaño 6-12 mm.

Para terminar la adecuación del piezómetro, en la cabeza del sondeo se coloca una arqueta antivandálica que se protege mediante un dado de hormigón de 1m² de base x 0.7 m de altura.

En el croquis de la figura N° 4 se ilustran las características constructivas y litológicas del sondeo.

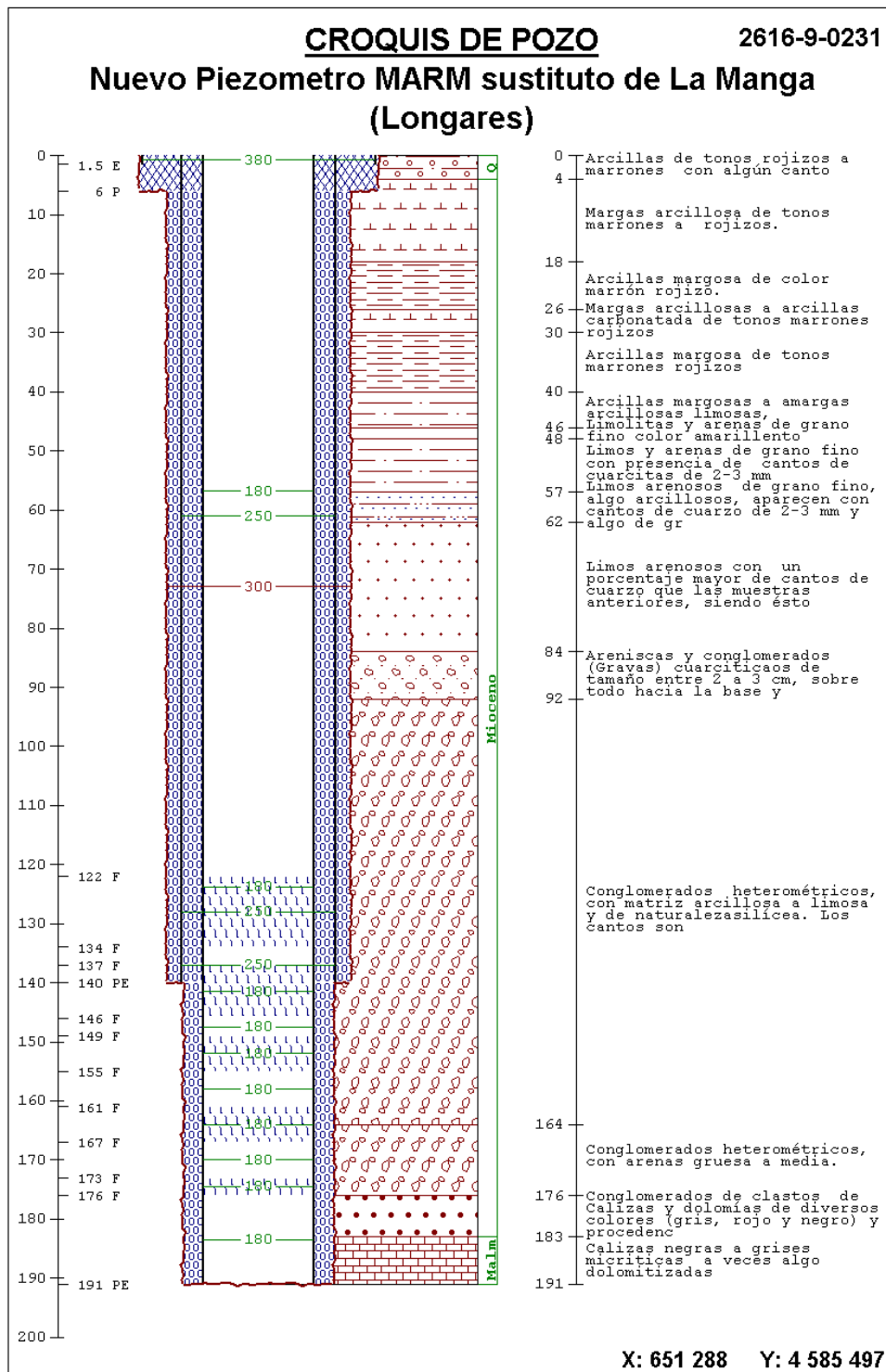


Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero atravesado está constituido por conglomerados y areniscas del Mioceno.

El agua se ha cortado a cotas entre 90 y 92 metros en los tramos donde empiezan a aparecer más frecuentemente las gravas (conglomeradas).

Conforme avanza la perforación se detectan aportes de agua claros ha partir de 110-120 m que van haciéndose más abundantes hacia la parte inferior del sondeo donde se quedo atrapada la maniobra en torno a los 140 metros. Estos aportes permanecen más o menos constantes hasta el final del sondeo, habiéndose observado también en los tramos inferiores.

10.1. ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS DEL ACUÍFERO

Durante los días 23 y 24 de Marzo de 2011 se realiza el ensayo de bombeo.

El equipo de bombeo está constituido por un grupo generador marca Mecc Alte de 250 KVA, motor Fiat Alfo de 400 CV y una tubería de impulsión de 70 mm de diámetro. Se utiliza una bomba Grundfos modelo SP-60-20 con una potencia de 50 CV situada a 172 m de profundidad.

Se posiciona la bomba a 172 m y se mide el nivel a 87,38 metros. El primer escalón comienza a las 17,30 h, con un caudal de 1 l/sg y conforme se va bombeando se observa como el nivel se estabiliza rápidamente en 92,50 m por lo que se decide aumentar el caudal, este escalón dura unos 30 minutos, habiéndose observado un descenso de 5,12 metros.

El siguiente escalón comienza a las 18 horas con un caudal de 3 l/s y una duración de 60 minutos. Comienza con el nivel a 92,50 m, y finaliza en 98,00 m, con lo que el descenso observado es de 5,50 m. El nivel se ha estabilizado a la hora, por lo que se decide aumentar, el caudal a extraer, en hasta 6 l/s.

Este tercer escalón, que comienza a las 19 horas, se realiza con un caudal de 6 l/sg. Tras dos horas, a las 21:00 h, se decide dejar de bombear ya que se observa un descenso muy acusado del nivel, llegando a alcanzar la profundidad de 162,19 m, por lo que el descenso producido es de 64,19 m. Se decide iniciar la recuperación y bombear a caudal continuo con un caudal menor de 4 l/sg.

La recuperación dura desde las 21 h hasta las 22 horas (60 minutos) y se observa como el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 89,47 m de profundidad, por lo que el ascenso es de 72,72 m.

Se inicia el escalón continuo a las 22 horas con un caudal de 4l/sg. En el se observa como el descenso ha sido de 27,78 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 89,47 m, y el nivel al final se encuentra a 117,25 m. La duración de este escalón ha sido de 1.080 minutos (18 horas).

A las 16:00 h, comienza la recuperación (Recuperación 2) con una duración de 60 minutos (1 hora), durante los cuales el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 88,61 m de profundidad, con lo que el ascenso observado es de 28,64

| Escalón | Q(L/sg) | T(min) | N. inicial (m) | N. final (m) | Descenso (m) |
|-----------|---------|--------|----------------|--------------|--------------|
| Escalón 1 | 1 | 30 | 87,38 | 92,50 | 5,12 |
| Escalón 2 | 3 | 60 | 92,50 | 98,00 | 5,50 |

| | | | | | |
|-----------------------|---|-------|--------|--------|-----------------|
| Escalón 3 | 6 | 120 | 98,00 | 162,19 | 64,19 |
| Recuperación 1 | - | 60 | 162,19 | 89,47 | 72,72(ascenso) |
| Escalón 4 | 4 | 1.080 | 89,47 | 117,25 | 27,78 |
| Recuperación 2 | - | 60 | 117,25 | 88,61 | 28,64 (ascenso) |

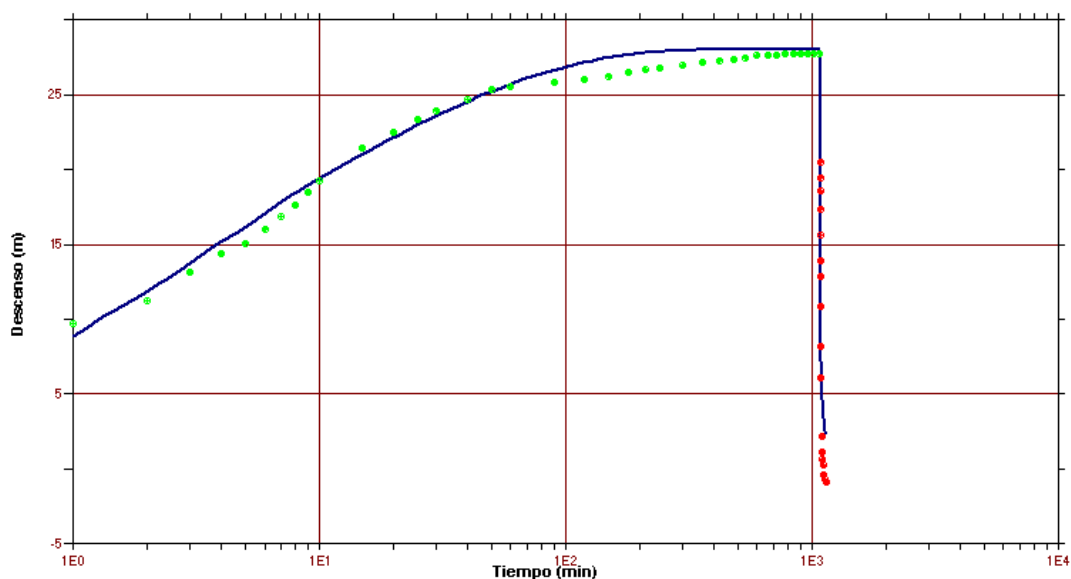
Tabla 3. Resumen de los escalones del ensayo de bombeo

Simultáneamente a la realización del ensayo de bombeo, se toman las siguientes medidas *in situ* de conductividad (CE), temperatura (T^a) y pH.

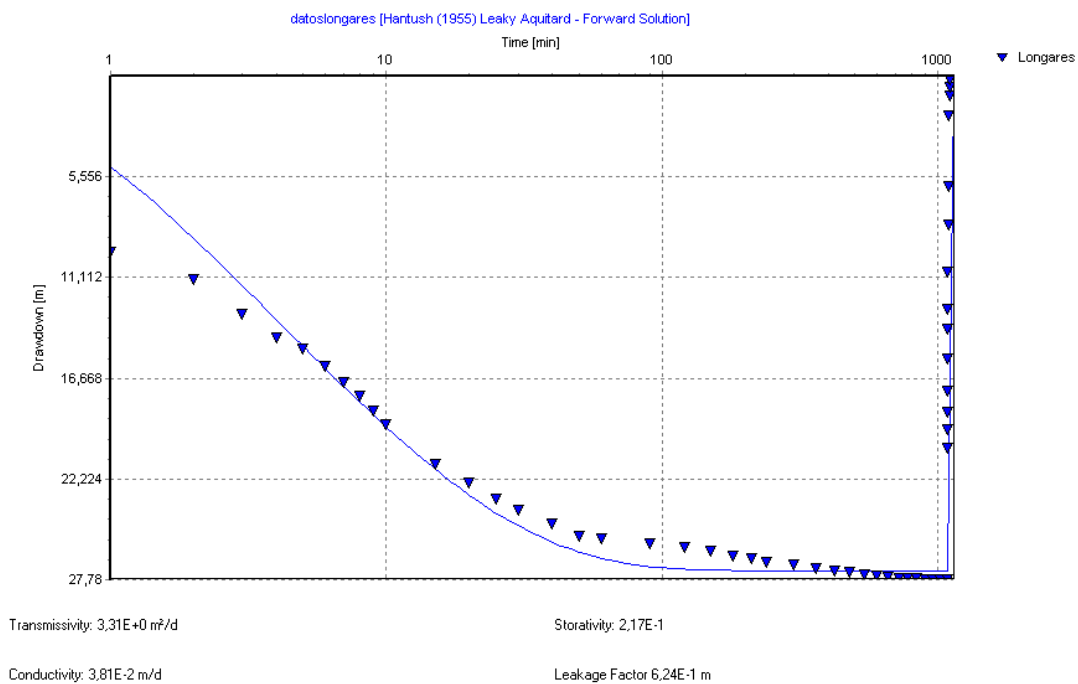
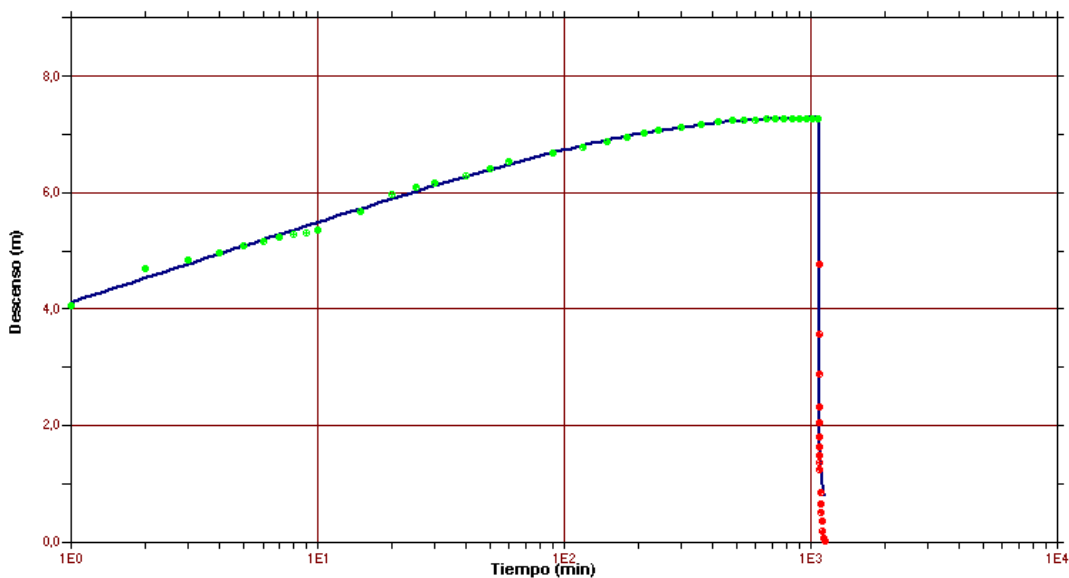
- Escalón 1 (Q= 1 l/s)
 - Final del Escalón 1
CE= 703 μ S/cm
 T^a = 18,3 °C
pH= 7,31.
- Escalón 2 (Q= 3 l/s)
 - Final del Escalón 2:
CE= 672 μ S/cm
 T^a = 18,4 °C
pH= 7,36.
- Escalón 3 (Q= 6 l/s)
 - Final del Escalón 3:
CE= 631 μ S/cm
 T^a = 17,4 °C
pH= 7,36.
- Escalón 4 (Q= 6 l/s, larga duración)
 - Medio del Escalón 4:
CE= 628 μ S/cm
 T^a = 18,6 °C
pH= 7,49.
 - Medio del Escalón 4:
CE= 615 μ S/cm
 T^a = 18,3 °C
pH= 7,45.
 - Final del Escalón 4:
CE= 623 μ S/cm
 T^a = 18,6 °C
pH= 7,36.

Los resultados de este ensayo de bombeo se han analizado e interpretado con el programa **Pibe 2.0** puesto a punto por la Diputación Provincial de Alicante y con el software de **Aquifer-Test v.3.5** de la empresa *Waterloo Hydrogeologic*. Se ha supuesto que se trata de un acuífero de tipo semiconfinado por lo que se ha interpretado con la ecuación de Hantusch y la simplificación de la ecuación de Theis por Cooper-Jacob. Los resultados de estos análisis son los siguientes:

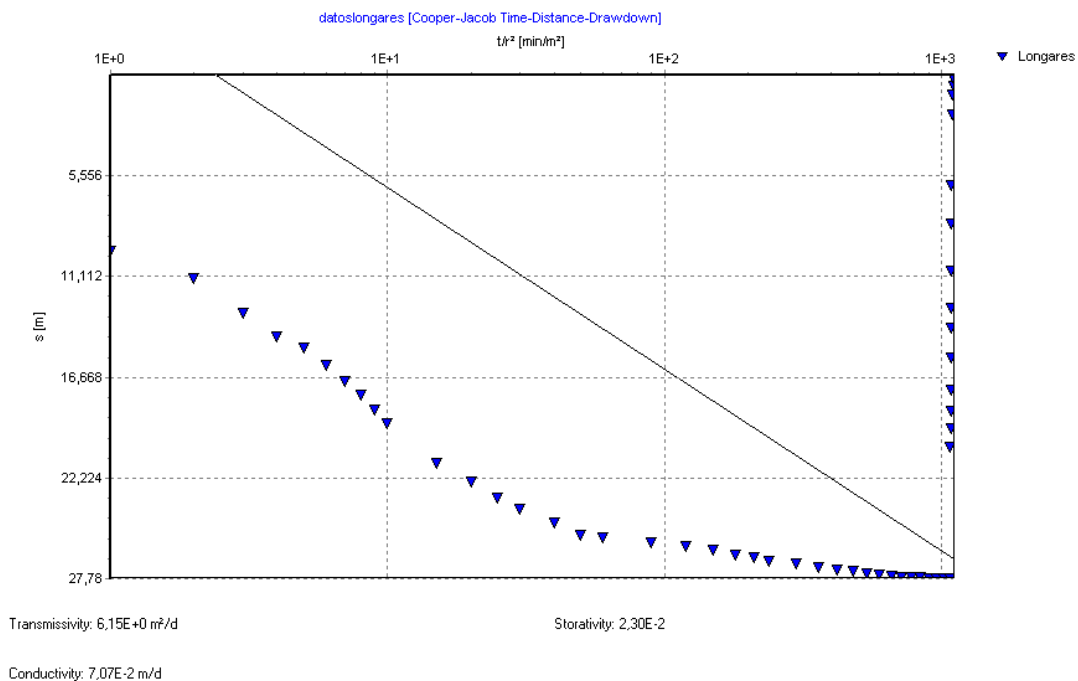
Con el **Pibe 2.0**, y mediante el método de Hantusch se obtienen unos valores de Transmisividad de **6,069 m²/día**, con un coeficiente de almacenamiento de 0.01 y un radio eficaz de 0,349 con una relación r/B 0,050. Con el siguiente Grafico de evolución.



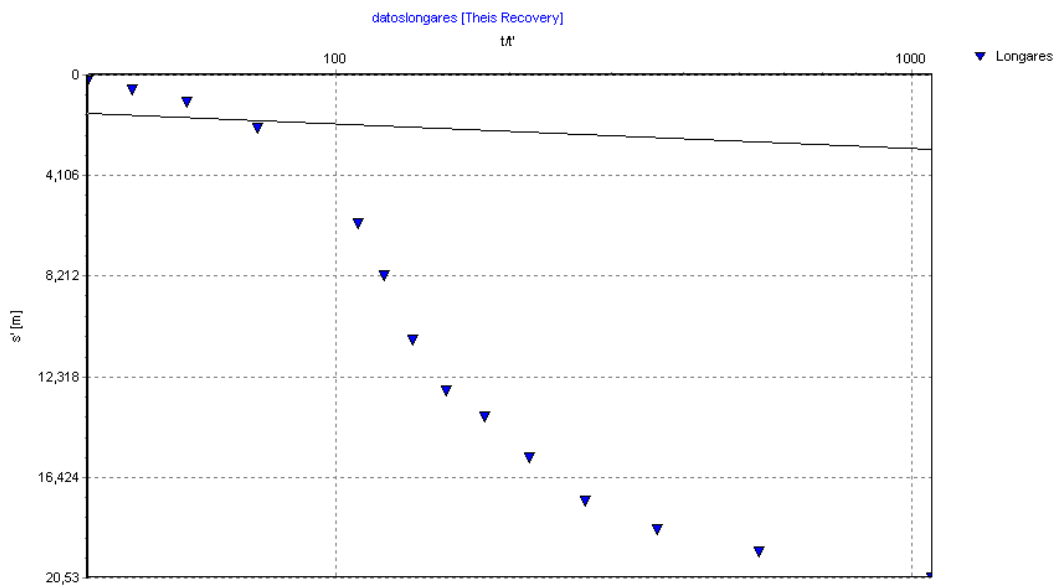
Con el **Aquifer-Test v.3.5** los valores obtenidos para el ensayo continuo, con la fórmula de Hantusch, se obtiene una transmisividad de **T: 3,31 m²/día**, con un coeficiente de almacenamiento de 0.21. Cuya gráfica es la siguiente.



Usando la simplificación de Cooper-Jacob de la ecuación de Theis se obtienen unos valores de transmisividad de **T: 6,15 m²/día**.



A modo de comprobación se ha interpretado también la recuperación del ensayo continuo con la fórmula de Theis. Obteniéndose un valor de transmisividad de **61,6 m²/día**, que resulta demasiado grande con respecto a los valores observados, debido probablemente a la escasa duración de la misma y al carácter detrítico de los materiales.



Transmissivity: 6,16E+1 m²/d

Conductivity: 7,08E-1 m/d

| Tiempo de bombeo (minutos) | | | |
|----------------------------|----------------------|-------------------|--------------|
| Tiempo de bombeo (minutos) | Profundidad (metros) | Descenso (metros) | Caudal (l/s) |
| 0 | 89,47 | 0 | 4 |
| 1 | 99,20 | 10,73 | 4 |
| 2 | 100,70 | 12,23 | 4 |
| 3 | 102,63 | 14,16 | 4 |
| 4 | 103,88 | 15,41 | 4 |
| 5 | 104,55 | 16,08 | 4 |
| 6 | 105,50 | 17,03 | 4 |
| 7 | 106,34 | 17,87 | 4 |
| 8 | 107,12 | 18,65 | 4 |
| 9 | 107,93 | 19,46 | 4 |
| 10 | 108,72 | 20,25 | 4 |
| 15 | 110,91 | 22,44 | 4 |
| 20 | 111,94 | 23,47 | 4 |
| 25 | 112,83 | 24,36 | 4 |
| 30 | 113,44 | 24,97 | 4 |
| 40 | 114,17 | 25,70 | 4 |
| 50 | 114,85 | 26,38 | 4 |
| 60 | 115,00 | 26,53 | 4 |

| | | | |
|------|--------|-------|---|
| 90 | 115,27 | 26,80 | 4 |
| 120 | 115,49 | 27,02 | 4 |
| 150 | 115,70 | 27,23 | 4 |
| 180 | 115,93 | 27,46 | 4 |
| 210 | 116,12 | 27,65 | 4 |
| 240 | 116,27 | 27,80 | 4 |
| 300 | 116,41 | 27,94 | 4 |
| 360 | 116,60 | 28,13 | 4 |
| 420 | 116,77 | 28,30 | 4 |
| 480 | 116,82 | 28,35 | 4 |
| 540 | 116,95 | 28,48 | 4 |
| 600 | 117,07 | 28,60 | 4 |
| 660 | 117,12 | 28,65 | 4 |
| 720 | 117,15 | 28,68 | 4 |
| 780 | 117,19 | 28,72 | 4 |
| 840 | 117,21 | 28,74 | 4 |
| 900 | 117,22 | 28,75 | 4 |
| 960 | 117,22 | 28,75 | 4 |
| 1020 | 117,23 | 28,76 | 4 |
| 1080 | 117,25 | 28,78 | 4 |
| | | | |

Tabla 4. Resumen de la tabla de datos del Escalón continuo.

(Los partes, gráficos e interpretación ampliada del ensayo de bombeo se encuentran en el Anejo N° 5)

11. HIDROQUÍMICA

Además de los datos tomados *in situ* de conductividad eléctrica, pH y temperatura durante el ensayo de bombeo, recogidos en el capítulo 10, se tomaron dos muestras de agua en el *sondeo 090.075.001*, situado en el *municipio de Longares (Zaragoza)*, una al final de la limpieza y la segunda al final del aforo, para su posterior análisis físico-químico. El muestreo se realizó los días 18 de febrero y 18 de marzo de 2011, respectivamente. Se tomó una muestra duplicada del aforo para el control externo del laboratorio. Durante la toma de las muestras se llevaron a cabo las siguientes medidas *in situ*:

| DETERMINACIONES <i>IN SITU</i> | Sondeo 090.075.001 Longares (muestra 1: final de la limpieza) (18/02/2011) | Sondeo 090.075.001 Longares (muestra 2: final del aforo) (18/03/2011) |
|---|---|--|
| Temperatura (°C) | 17,6 | 18,6 |
| Conductividad (µS/cm) | 723 | 623 |
| pH | 7,60 | 7,36 |

Los parámetros analizados en el laboratorio y los resultados obtenidos se resumen a continuación:

| DETERMINACIÓN | Sondeo 090.075.001 Longares (muestra 1: final de la limpieza) (18/02/2011) | Sondeo 090.075.001 Longares (muestra 2: final del aforo) (18/03/2011) |
|-----------------------------|---|--|
| AMONIO (mg/l) | 0,08 | <0,04 |
| ANHIDRIDO SILICICO (mg/l) | 11,37 | 13,80 |
| BICARBONATOS (mg/l) | 186,07 | 211,28 |
| BORO (mg/l) | 0,11 | 0,12 |
| CALCIO (mg/l) | 83,80 | 79,43 |
| CARBONATOS (mg/l) | 0,00 | <5 |
| CLORUROS (mg/l) | 31,65 | 39,84 |
| CONDUCTIVIDAD 20 °C (µS/cm) | 620 | 602 |
| FOSFATOS (mg/l) | 0,22 | <0,16 |
| HIDROXIDOS (mg/l) | 0,00 | 0,00 |
| HIERRO (mg/l) | 0,08 | <0,05 |
| MAGNESIO (mg/l) | 33,24 | 27,22 |
| MANGANESO (mg/l) | 0,00 | <0,02 |

| DETERMINACIÓN | Sondeo 090.075.001 Longares (muestra 1: final de la limpieza) (18/02/2011) | Sondeo 090.075.001 Longares (muestra 2: final del aforo) (18/03/2011) |
|----------------------------------|--|---|
| NITRATOS (mg/l) | 3,63 | 7,43 |
| NITRITOS (mg/l) | 0,02 | <0,1 |
| pH (ud pH) | 8,04 | 7,81 |
| POTASIO (mg/l) | 2,42 | 1,78 |
| SODIO (mg/l) | 17,09 | 16,13 |
| SULFATOS (mg/l) | 160,49 | 100,05 |
| Dureza (mg/l CaCO ₃) | 348 | 312 |
| Facies hidroquímica | Sulfatado-bicarbonatada cálcica | Bicarbonatada cálcica |

Según los valores de conductividad eléctrica es un agua de MINERALIZACIÓN MEDIA, por su dureza se considera MUY DURA, y por su composición, después de un mayor tiempo de bombeo, se clasifica como AGUA BICARBONATADA CÁLCICA (según clasificación de Piper, en función de iones dominantes), con un alto contenido en *sulfatos* y *magnesio*, como se observa también en los diagramas de Stiff. Esta composición química es característica del acuífero terciario detrítico, con influencia de algunas intercalaciones de materiales más salinos, que aportan fundamentalmente sulfatos y magnesio.

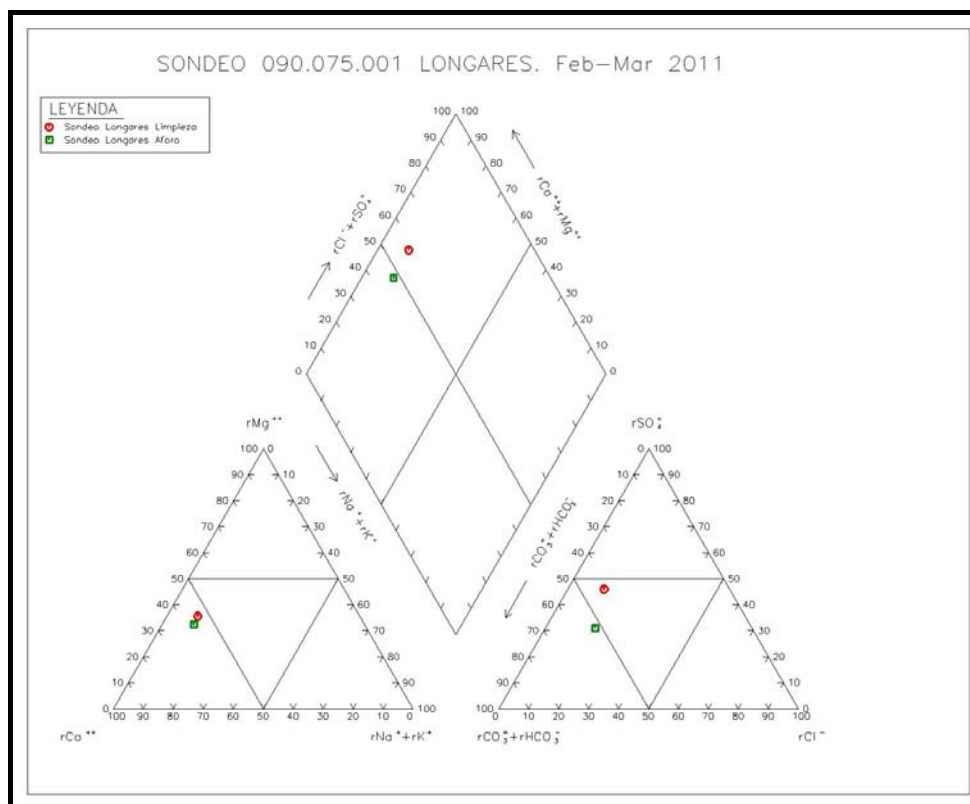


Figura 5. Diagrama de Piper. Sondeo 090.075.001 Longares

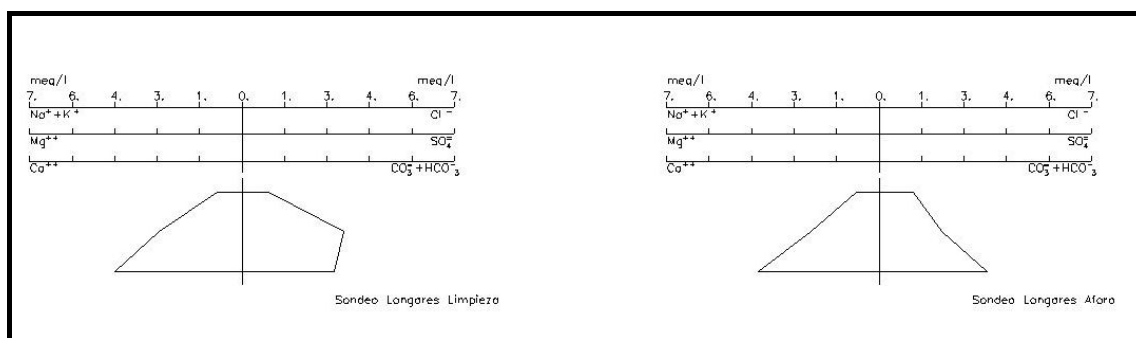


Figura 6. Diagramas de Stiff. Sondeo 090.075.001 Longares

La composición del agua tras la limpieza y el aforo muestra algunas diferencias: después del bombeo para el aforo (cuando se ha bombeado durante más tiempo), disminuye significativamente el contenido en sulfatos y aumenta el de bicarbonatos, mientras que el contenido catiónico es similar.

Por otra parte, los resultados de las dos muestras tomadas en el aforo para el análisis de contraste son muy similares y confirman la calidad y representatividad de los mismos.

Los valores obtenidos se han comparado con los recogidos en el R.D. 140/2003 *por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano*, y en el Real Decreto 1514/2009 *por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro*.

Teniendo en cuenta los constituyentes analizados, son aguas aptas para el consumo, ya que todos se encuentran en contenidos inferiores a los límites fijados en el RD 140/2003.

Tampoco los indicadores de contaminación (*nitratos, nitritos y amonio*) constituyen un problema de calidad, ya que, aunque están presentes, no superan los límites establecidos por el R. D. 1514/2009 y el R. D. 140/2003. El contenido en nitratos es bajo (3,63 y 7,43 mg/l), mayor en la muestra tomada tras el bombeo del aforo, lo que indica que en el acuífero se aprecia la influencia de las actividades antrópicas. Nitritos y amonio se encuentran en cantidades muy bajas y disminuyen después del aforo hasta valores inferiores al límite de detección analítica.

12. CONCLUSIONES

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Longares con objeto de tener es sustituir el piezómetro existente, que no cumplía los requisitos exigidos por el Ministerio para los puntos de la red oficial, por encontrarse instalado.

Con este piezómetro se pretende complementar la caracterización de la masa de agua 75 “Campo de Cariñena” y determinar la calidad química de las aguas subterráneas definidas. Asimismo, el control mensual de la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua dentro del acuífero.

El sondeo se ha realizado por el método de RotoperCUSión con diámetro de 224 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 139 m.

El acuífero atravesado está constituido por las conglomerados del Terciario, cortándose el agua a los 90 a 100 metros de profundidad.

Actualmente (23/03/20101) el nivel estático se sitúa alrededor de los 87,38 metros de profundidad.

Los datos interpretados a partir de los ensayos de bombeo e inyección dan unos valores de transmisividad que oscilan entre **3,31** m²/día y **6,15** m²/día, con un valor extremo, calculado a partir de la recuperación de **61,6** m²/día.

El agua extraída tras la limpieza y el bombeo es de MINERALIZACIÓN MEDIA, MUY DURA y se clasifica como AGUA BICARBONATADA CÁLCICA, con un alto contenido en *sulfatos* y *magnesio*. Esta composición química es característica del acuífero terciario detrítico, con influencia de algunas intercalaciones de materiales más salinos, que aportan fundamentalmente sulfatos y magnesio. Son aguas aptas para el consumo, ya que todos los

constituyentes analizados se encuentran en contenidos inferiores a los límites fijados en el RD 140/2003.

Tampoco los indicadores de contaminación (*nitratos, nitritos y amonio*) constituyen un problema de calidad, ya que, aunque están presentes, no superan los límites establecidos por el R. D. 1514/2009 y el R. D. 140/2003. El contenido en nitratos es bajo (3,63 y 7,43 mg/l), mayor en la muestra tomada tras el bombeo del aforo, lo que indica que en el acuífero se aprecia la influencia de las actividades antrópicas. Nitritos y amonio se encuentran en cantidades muy bajas y disminuyen después del aforo hasta valores inferiores al límite de detección analítica. *(Las fichas detalladas, de este piezómetro, se encuentran reflejadas en el Anejo N° 7).*

ANEJOS

ANEJO N° 1: PERMISOS

AYUNTAMIENTO DE LONGARES
(ZARAGOZA)



De conformidad con su escrito referente a la SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA LA OCUPACIÓN DE TERRENOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OBSERVACIÓN DE UN PIEZÓMETRO EN LONGARES (ZARAGOZA), se hace constar que en Pleno de fecha ..30.....de SEPT.....2010, se autoriza a la Confederación Hidrográfica del Ebro a:

1. La ocupación, de modo transitorio mientras dure la ejecución de la obra y el ensayo de bombeo, de una extensión aproximada de 100 m² en la parcela 61 del polígono 1 en la que quedaría ubicado el piezómetro.
2. La ocupación durante un periodo de treinta años, prorrogable al término del mismo, de un espacio de 1m² en la referida parcela en que estará situado el sondeo y la arqueta de protección del mismo.
3. El acceso, por funcionario público o persona delegada acreditada, hasta el recinto anterior, con objeto de realizar las obras inherentes a la operación de construcción del mismo.

Anotar que una vez finalizadas las obras la parcela deberá quedar en las mismas condiciones que se encontrara antes.

En Longares (Zaragoza), a 11 de octubre de 2010



EL ALCALDE
EL ALCALDE,

Fdo: D

Fdo.: Miguel Jaime Angós



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

**ANEJO N° 2: INFORMES DIARIOS DE
PERFORACIÓN**

**OBRA: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA
ADECUACIÓN DE LA RED DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS
AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO. CLAVE 09.822-
0003/2111**

CONSTRUCCIÓN DEL SONDEO LONGARES

Localización Geográfica (UTM, Uso 30):

X: 651.191 Y: 4.585.291 Z: 513 (m s. n. m)

| RESUMEN DE UNIDADES | | | |
|---------------------|--------------------|-------------|------------|
| Perforación | | 0 – 6 m | 324 mm |
| | | 6 – 140 m | 220 mm |
| | | 6 – 140 m | 315 mm |
| | | 140 – 191 m | 246 mm |
| Entubación | Ciega | 1,5 m | 380 x 5 mm |
| | | 128 m | 250 x 4 mm |
| | | 155 m | 180 x 4 mm |
| | Ranurada | 12 m | 250 x 4 mm |
| | Filtro Puentecillo | 36 m | 180 x 4 mm |
| Limpieza | | 5 horas | |

13/01/2011

EMPLAZAMIENTO

Se produce la llegada de la máquina de perforación a las 11:00 h aproximadamente. El equipo de perforación está compuesto por una Máquina FDO 400 con capacidad de tiro de 60 toneladas, montada sobre camión 4 x 4; y un compresor IR 1170 25/33.



Imagen 1. Vista general del sondeo de Longares.

PERFORACIÓN

Se inician los trabajos de perforación, una vez ubicado el equipo, mediante la perforación del emboquille, con un diámetro de 324 mm y una profundidad de 6 m. A continuación se coloca la tubería de emboquille, de 6 m de longitud y un diámetro de 300 x 5 mm. Se termina de emboquillar el sondeo a las 12:15 h.



Imagen 2. Perforación del emboquille.

Se continúa con la perforación por el interior del emboquille con el martillo de 220 mm. A las 13:40 h, se llevan perforados un total de 40 m.

A la profundidad de 84 m los materiales extraídos presentan humedad, sin embargo, al alcanzar la profundidad de 91 m, se hace necesario el uso de agua para poder continuar perforando. Esta profundidad se ha alcanzado a las 17:30 h.



Imagen 3. Perforación del sondeo.

14/02/2011

PERFORACIÓN

La jornada comienza a las 8:00 h, y se continúa con la perforación del sondeo con el martillo de 220 mm.

A partir del metro 91, se hace necesario el uso de espumante con el agua para poder continuar perforando, ya que las paredes presentan cierta inestabilidad. Cuando se está perforando a una profundidad de 140 m, a las 11:15 h, se observa que el martillo se queda atrapado y se intenta liberarlo. Se saca la maniobra.

Para poder solucionar este contratiempo, y teniendo en cuenta la naturaleza inestable de los materiales atravesados (principalmente conglomerados poco cementados), se decide reperforar el sondeo hasta la profundidad alcanzada (140 m) con un martillo de mayor diámetro (315 mm) y colocar una tubería auxiliar, de 250 x 4 mm, que permita profundizar más el sondeo y de esta manera alcanzar el objetivo hidrogeológico de este sondeo.

A las 16:30 h, se disponen a introducir de nuevo el varillaje de perforación con el martillo de 31 mm. Antes se ha extraído la tubería de 300 x 5 mm que constituía el emboquille, y han colocado una tubería de 1,5 m de longitud, de 380 x 5 mm, para entibar la parte superior del sondeo.



Imagen 4. Colocación de tubo auxiliar de 380 mm.

A las 18:45 h, se ha reperforado hasta la profundidad de 75 m.

Hoy se ha producido la visita del coordinador de Seguridad y Salud a la obra.

15/02/2011

PERFORACIÓN Y ENTUBACIÓN (AUXILIAR)

Comienzan la jornada a las 8:00 h, y continúan reperforando el sondeo. Entre los metros 100 a 110 el material es especialmente inestable. A las 10:50 h, se encuentran reperforando a la profundidad de 120 m. Una vez alcanzada la profundidad de 140 m, se disponen a extraer de nuevo la maniobra.

La tubería de 240 x 4 mm ya se encuentra en la obra, ya que ha llegado en esta mañana.

A las 16:40 h, se comienza a colocar la tubería de 250 x 4 mm. En primer lugar se dispone un tramo ciego de 6 m, en la base de la columna de entubación, y luego dos tramos de 6 metros, es decir 12 m, ranurados, para captar el aporte de agua del terreno al sondeo. El resto de la tubería es ciega.

Cuando finaliza la jornada, a las 19:30 h, no han terminado de colocar la totalidad de la tubería auxiliar.



Imagen 5. Colocación de la tubería de 250 x 4 mm.

16/02/2011

ENTUBACIÓN (AUXILIAR) Y PERFORACIÓN

La jornada laboral da comienzo a las 8:00 h, y se continua con la colocación de la tubería auxiliar, debido a que los últimos metros no pueden ser colocados, se decide introducir el varillaje para poder limpiar/perforar e introducir la totalidad de la tubería de 250 x 4 mm. Finalmente se introducen los 140 m, y se continúa perforando, alcanzándose la profundidad de 146 m.



Imagen 6. Perforación del sondeo.

17/02/2011

PERFORACIÓN Y ENTUBACIÓN

La jornada laboral da comienzo a las 8:00 h, a las 10:50 h se encuentran perforando a una profundidad de 164 m, con el martillo de 246 mm. A las 11:40 h, se alcanza la profundidad de 182 m, y a las 12:30 h, están perforando a 191 m, que constituye la profundidad total del sondeo. La columna litológica obtenida durante la perforación de este sondeo es la siguiente:

- 0 – 3 m: Arcillas de tonos rojizos con poco contenido en margas.
- 4 – 17 m: Margas de tonos marrones rojizos con algo de arcilla.
- 18 – 25 m: Arcillas de color marrón rojizo con algo de margas.
- 26 - 29 m: Margas de tonos marrones rojizos con algo de arcilla.
- 30 – 39 m: Margas de tonos marrones rojizos con bastante arcilla.
- 40 – 45 m: Margas limosas con algo de arcilla de color rojizo.
- 46 - 47 m: Limos arenosos de color amarillento con arcilla y cantos de cuarzo.
- 48 – 55 m: Limos arenosos con cantos de cuarzo de 2-3 mm.
- 56– 61 m: Limos arenosos con cantos de cuarzo de 2-3 mm, con algo de arcilla.
- 62 – 83 m: Limos arenosos con mayor cantidad de cantos de cuarzo que las muestras anteriores, siendo éstos de mayor tamaño, y con algo de matriz arcillosa.

- 84 – 164 m: Conglomerados heterométricos, con matriz arcillosa y de naturaleza silíceo. Los cantos son tanto de cuarcitas, como de areniscas.
- 165 – 176 m: Conglomerados heterométricos, de menor tamaño que los anteriores, y arena gruesa a muy gruesa. De composición cuarcítica y carbonatada.
- 177 – 182 m: Calizas y dolomías de diversos colores (gris, rojo y negro).
- 183 – 191 m: Calizas negras.



Imagen 7. Muestras extraídas (últimas muestras), en la realización del sondeo de Longares.

A partir de la testificación litológica se diseña la columna de entubación entre Javier Ramajo, por parte de la asistencia técnica y Esther Torresquebrada, por parte de la contrata. La columna propuesta es la siguiente:

| Profundidad | Diámetro | Longitud | Tipo | Material |
|-------------|----------|----------|--------------------|----------------|
| 191 - 176 | 180 x 4 | 15 m | Ciego | Chapa de acero |
| 176 - 173 | 180 x 4 | 3 m | Filtro Puentecillo | Chapa de acero |
| 173 - 167 | 180 x 4 | 6 m | Ciego | Chapa de acero |
| 167 - 161 | 180 x 4 | 6 m | Filtro Puentecillo | Chapa de acero |
| 161 - 155 | 180 x 4 | 6 m | Ciego | Chapa de acero |
| 155 - 149 | 180 x 4 | 6 m | Filtro Puentecillo | Chapa de acero |
| 149 - 146 | 180 x 4 | 3 m | Ciego | Chapa de acero |
| 146 - 137 | 180 x 4 | 9 m | Filtro Puentecillo | Chapa de acero |
| 137 - 134 | 180 x 4 | 3 m | Ciego | Chapa de acero |
| 134 - 122 | 180 x 4 | 12 m | Filtro Puentecillo | Chapa de acero |
| 122 - 0 | 180 x 4 | 122 m | Ciego | Chapa de acero |

En total, la entubación final está constituida por 191 m de tubería metálica en chapa de acero de 180 x 4 mm, de los cuales 155 m corresponden a tubería ciega y 36 m corresponden a filtro puentecillo.

La entubación comienza a las 13:00 h, siguiendo el diseño propuesto. A las 21:00 h, se da por finalizada la jornada, habiéndose entubado prácticamente la totalidad del sondeo.



Imagen 8. Labores de entubación del sondeo.



Imagen 9. Soldadura durante la entubación del sondeo.

18/02/2011

ENTUBACIÓN, ENGRAVILLADO Y LIMPIEZA

La jornada da comienzo a las 8:00 h, y se continúa con la entubación del sondeo. A continuación se lleva a cabo el engravillado del sondeo, con una gravilla silícea, redondeada y calibrada, de tamaño 6-12 mm. Se ha engravillado hasta la parte superior del sondeo.



Imágenes 10. Engravillado del sondeo.

Una vez acabada esta tarea, se introduce el varillaje para llevar a cabo la limpieza. Ésta se inicia a las 9:30 h, y se realiza mediante el empleo de aire comprimido.

Imágenes 11. Realización de limpieza





Imagen 12. Medida de parámetros in situ.

Durante la limpieza del sondeo, que ha tenido una duración de 5 horas, se toman un par de muestras para realizar la medida de los siguientes parámetros *in situ*:

CE= 946 $\mu\text{S}/\text{cm}$; $T^a = 18,7\text{ }^\circ\text{C}$; pH= 7,72 a las 10:30 h.

CE= 723 $\mu\text{S}/\text{cm}$; $T^a = 17,6^\circ\text{C}$; pH= 7,60 a las 13:30 h.

También se ha tomado una muestra para su posterior ensayo en el laboratorio.



Imagen 13. Muestras tomadas para el laboratorio.

CIERRE

Se lleva a cabo el cierre provisional del sondeo mediante la colocación de una tapa metálica con un agujero para poder llevar a cabo medidas del nivel freático.

Antes del engravillado del sondeo, y teniendo en cuenta el colapso producido en las paredes del sondeo, el sondista jefe me comenta que han cementado unos metros entre el terreno y la tubería.



Imagen 14. Aspecto del cierre provisional del sondeo de Longares.

El miércoles 23 de febrero, a las 17:00 h, se ha medido el nivel freático y se encuentra a 89,15 m, desde la boca del sondeo.

Fidel Espigares Hurtado.
Esther Torresquebrada Aguirre.
Hidrogeólogos

ANEJO N° 5: ENSAYO DE BOMBEO

OBRA: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LA RED DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO. CLAVE 09.822-0003/2111

AFORO DEL SONDEO LONGARES

Localización Geográfica (UTM, Uso 30):

X: 651.191 Y: 4.585.291 Z: 513 (m s. n. m)

| RESUMEN DE UNIDADES | |
|-------------------------|---------|
| Profundidad de la bomba | 172 m |
| Horas de bombeo | 21,5 h. |
| Horas de recuperación | 2 h. |

ENSAYO DE BOMBEO

Llegada del equipo de aforos, a fecha 23 de marzo de 2011, al sondeo a las 12:45 horas. La maquinaria está formada por un equipo de aforo, con un grupo generador marca Mecc Alte de 250 KVA, motor Fiat Alfo de 400 CV y una tubería de impulsión de 70 mm de diámetro. Se utiliza una bomba Grundfos modelo SP-60-20 con una potencia de 50 CV situada a 172 m de profundidad.



Imagen 1. Vista general del equipo de bombeo durante el aforo.



Imagen 2. Instalación del equipo de bombeo.

El ensayo de bombeo comienza a las 17:30 h, una vez equipado el sondeo. Las características del ensayo de bombeo son las que se describen en la siguiente tabla:

| LONGARES | | | | | |
|-----------------------|---------|---------|-----------|---------|-----------|
| | Q (l/s) | t (min) | N inicial | N final | s (m) |
| Escalón 1 | 1 | 30 | 87,38 | 92,50 | 5,12 |
| Escalón 2 | 3 | 60 | 92,50 | 98,00 | 5,50 |
| Escalón 3 | 6 | 120 | 98,00 | 162,19 | 64,19 |
| Recuperación 1 | - | 60 | 162,19 | 89,47 | 72,72(*) |
| Escalón 4 | 6 | 1.080 | 89,47 | 117,25 | 27,78 |
| Recuperación 2 | - | 60 | 117,25 | 88,61 | 28,64 (*) |

(*) El nivel asciende.

• Escalón 1

El Escalón 1 comienza a las 17:30 h y acaba a las 18:00 h, teniendo una duración de 30 minutos y con un caudal de 1 l/s. El descenso observado durante el desarrollo de

este escalón ha sido de 5,12 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear estaba a 87,38 m, y el nivel al final de este escalón se encuentra a 92,50 m. El nivel se ha estabilizado.



Imagen 3. Caudal extraído durante el primer escalón.

- **Escalón 2**

Da comienzo a las 18:00 h, y acaba a las 19:00 h, teniendo una duración de 60 minutos y con un caudal de 3 l/s. Comienza con el nivel a 92,50 m, y finaliza en 98,00 m, con lo que el descenso observado es de 5,50 m. El nivel se ha estabilizado, por lo que se decide aumentar el caudal a extraer.



Imagen 4. Caudal extraído durante el segundo escalón (inicio).



Imagen 5. Caudal extraído durante el segundo escalón (final).

- **Escalón 3**

Se extrae un caudal de 6 l/s, y tras dos horas, a las 21:00 h, se decide dejar de bombear ya que se observa un descenso muy acusado del nivel, llegando a alcanzar la profundidad de 162,19 m, por lo que el descenso en este escalón es de 64,19 m.



Imagen 6. Caudal extraído durante el tercer escalón.

Inmediatamente después, a las 21:00 h comienza la recuperación (Recuperación 1) con una duración de 60 min., donde el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 89,47 m de profundidad, por lo que el ascenso observado es de 72,72 m.

- **Escalón 4 (larga duración).**

A las 22:00 h da comienzo el escalón de larga duración con un caudal a extraer de 6 l/s. El descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 27,78 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 89,47 m, y el nivel al final de este escalón se encuentra a 117,25 m. La duración de este escalón ha sido de 1.080 minutos (18 horas).

Inmediatamente después, a las 16:00 h, comienza la recuperación (Recuperación 2) con una duración de 60 minutos (1 hora), durante los cuales el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 88,61 m de profundidad, con lo que el ascenso observado es de 28,64 m.



Imagen 7. Caudal extraído durante el cuarto escalón (escalón de larga duración).

Simultáneamente al ensayo de bombeo se toman medidas de CE, T^a y pH en cada escalón:

- **Escalón 1 (Q= 1 l/s)**

Final del Escalón 1: CE= 703 $\mu\text{S/cm}$; T^a = 18,3 °C; pH= 7,31.

- **Escalón 2 (Q= 3 l/s)**

Final del Escalón 2: CE= 672 $\mu\text{S/cm}$; T^a = 18,4 °C; pH= 7,36.

- **Escalón 3 (Q= 6 l/s)**

Final del Escalón 3: CE= 631 $\mu\text{S/cm}$; T^a = 17,4 °C; pH= 7,36.

- **Escalón 4 (Q= 6 l/s, larga duración)**

Medio del Escalón 4: CE= 628 $\mu\text{S/cm}$; T^a = 18,6 °C; pH= 7,49.

Medio del Escalón 4: CE= 615 $\mu\text{S/cm}$; T^a = 18,3 °C; pH= 7,45.

Final del Escalón 4: CE= 623 $\mu\text{S/cm}$; T^a = 18,6 °C; pH= 7,36.

También se ha tomado una muestra de agua para su posterior ensayo en el laboratorio antes de finalizar el último de los escalones.

Esther Torresquebrada Aguirre.
Hidrogeóloga.

| 1º Escalon | | | | 2º Escalon | | | | 3º Escalon | | | |
|------------|-----|-------|-------|------------|-----|-------|-------|------------|-----|--------|-------|
| Hora | Q | N.D. | | Hora | Q | N.D. | | Hora | Q | N.D. | |
| 17:30 | l/s | m. | | | l/s | m. | | | l/s | m. | |
| 0m | NE | 87,38 | NE | 0m | ND | 92,50 | ND | 0m | ND | 98,00 | ND |
| 1m | 1 | 94,15 | SUCIA | 1m | 3 | 94,00 | SUCIA | 1m | 6 | 100,80 | SUCIA |
| 2m | 1 | 93,40 | SUCIA | 2m | 3 | 95,02 | SUCIA | 2m | 6 | 103,08 | SUCIA |
| 3m | 1 | 92,74 | SUCIA | 3m | 3 | 95,84 | SUCIA | 3m | 6 | 103,60 | SUCIA |
| 4m | 1 | 92,70 | SUCIA | 4m | 3 | 96,25 | SUCIA | 4m | 6 | 104,20 | SUCIA |
| 5m | 1 | 92,49 | SUCIA | 5m | 3 | 96,46 | SUCIA | 5m | 6 | 105,07 | SUCIA |
| 6m | 1 | 92,48 | SUCIA | 6m | 3 | 96,61 | SUCIA | 6m | 6 | 106,17 | SUCIA |
| 7m | 1 | 92,48 | SUCIA | 7m | 3 | 96,78 | SUCIA | 7m | 6 | 107,03 | SUCIA |
| 8m | 1 | 92,48 | SUCIA | 8m | 3 | 96,91 | SUCIA | 8m | 6 | 108,11 | SUCIA |
| 9m | 1 | 92,50 | SUCIA | 9m | 3 | 97,02 | SUCIA | 9m | 6 | 109,22 | SUCIA |
| 10m | 1 | 92,50 | SUCIA | 10m | 3 | 97,16 | SUCIA | 10m | 6 | 110,22 | SUCIA |
| 15m | 1 | 92,50 | SUCIA | 15m | 3 | 97,53 | SUCIA | 15m | 6 | 113,95 | SUCIA |
| 20m | 1 | 92,50 | SUCIA | 20m | 3 | 97,65 | SUCIA | 20m | 6 | 120,62 | SUCIA |
| 25m | 1 | 92,50 | SUCIA | 25m | 3 | 97,74 | SUCIA | 25m | 6 | 126,11 | SUCIA |
| 30m | 1 | 92,50 | SUCIA | 30m | 3 | 97,82 | SUCIA | 30m | 6 | 131,20 | SUCIA |
| | | | | 40m | 3 | 98,00 | COLOR | 40m | 6 | 138,72 | SUCIA |
| | | | | 50m | 3 | 98,00 | COLOR | 50m | 6 | 145,23 | SUCIA |
| | | | | 60m | 3 | 98,00 | COLOR | 60m | 6 | 148,18 | SUCIA |
| | | | | | | | | 75m | 6 | 153,60 | SUCIA |
| | | | | | | | | 90m | 6 | 157,21 | SUCIA |
| | | | | | | | | 120m | 6 | 162,19 | SUCIA |

| Recuperacion | | | | Escalon Largo | | | | Recuperacion | | | |
|--------------|----------|------------|----|---------------|----------|------------|-------|--------------|----------|------------|----|
| Hora | Q l/s | N.D. m. | | Hora | Q l/s | N.D. m. | | Hora | Q l/s | N.D. m. | |
| 0m | ND | 162,19 | ND | 0m | ND | 89,47 | ND | 0m | ND | 117,25 | ND |
| 1m | | 150,57 | | 1m | 4 | 99,20 | COLOR | 1m | | 110,00 | |
| 2m | | 144,20 | | 2m | 4 | 100,70 | COLOR | 2m | | 108,95 | |
| 3m | | 140,36 | | 3m | 4 | 102,63 | COLOR | 3m | | 108,03 | |
| 4m | | 136,75 | | 4m | 4 | 103,88 | COLOR | 4m | | 106,85 | |
| 5m | | 132,45 | | 5m | 4 | 104,55 | COLOR | 5m | | 105,09 | |
| 6m | | 127,00 | | 6m | 4 | 105,50 | COLOR | 6m | | 103,42 | |
| 7m | | 123,60 | | 7m | 4 | 106,34 | COLOR | 7m | | 102,35 | |
| 8m | | 121,21 | | 8m | 4 | 107,12 | COLOR | 8m | | 100,31 | |
| 9m | | 119,07 | | 9m | 4 | 107,93 | COLOR | 9m | | 97,68 | |
| 10m | | 116,98 | | 10m | 4 | 108,72 | COLOR | 10m | | 95,56 | |
| 15m | | 104,83 | | 15m | 4 | 110,91 | COLOR | 15m | | 91,65 | |
| 20m | | 93,61 | | 20m | 4 | 111,94 | COLOR | 20m | | 90,56 | |
| 25m | | 90,82 | | 25m | 4 | 112,83 | COLOR | 25m | | 90,10 | |
| 30m | | 89,90 | | 30m | 4 | 113,44 | COLOR | 30m | | 89,70 | |
| 40m | | 89,71 | | 40m | 4 | 114,17 | COLOR | 40m | | 89,07 | |
| 50m | | 89,60 | | 50m | 4 | 114,85 | COLOR | 50m | | 88,80 | |
| 60m | | 89,47 | | 60m | 4 | 115,00 | COLOR | 60m | | 88,61 | |
| | | | | 1,5h | 4 | 115,27 | COLOR | | | | |
| | | | | 2h | 4 | 115,49 | COLOR | | | | |
| | | | | 2,5h | 4 | 115,70 | COLOR | | | | |
| | | | | 3h | 4 | 115,93 | COLOR | | | | |
| | | | | 3,5h | 4 | 116,12 | COLOR | | | | |
| | | | | 4h | 4 | 116,27 | COLOR | | | | |
| | | | | 5h | 4 | 116,41 | COLOR | | | | |
| | | | | 6h | 4 | 116,60 | COLOR | | | | |
| | | | | 7h | 4 | 116,77 | COLOR | | | | |
| | | | | 8h | 4 | 116,82 | COLOR | | | | |
| | | | | 9h | 4 | 116,95 | COLOR | | | | |
| | | | | 10h | 4 | 117,07 | CLARA | | | | |
| | | | | 11h | 4 | 117,12 | CLARA | | | | |
| | | | | 12h | 4 | 117,15 | CLARA | | | | |
| | | | | 13h | 4 | 117,19 | CLARA | | | | |
| | | | | 14h | 4 | 117,21 | CLARA | | | | |
| | | | | 15h | 4 | 117,22 | CLARA | | | | |
| | | | | 16h | 4 | 117,22 | CLARA | | | | |
| | | | | 17h | 4 | 117,23 | CLARA | | | | |
| | | | | 18h | 4 | 117,25 | CLARA | | | | |

ANEJO N° 6: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000042888

Solicitado por:

COMPañIA GENERAL DE SONDEOS, S.A.
C/ ANABEL SEGURA, 11 EDIF. A - 4º OF. B 28108 ALCOBENDAS (MADRID)

Denominación de la muestra:

SONDEO LONGARES (FIN DE LIMPIEZA)

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000039401

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: Técnicos de CAASA

Toma de Muestra: 18/02/2011

Hora: 13:00

Recepción: 02/03/2011

Inicio análisis: 02/03/2011

Fin análisis: 11/03/2011

| DETERMINACION | RESULTADO | INCERT. | METODOLOGIA |
|---------------------|--------------------------------|---------|---|
| AMONIO | 0,08 mg/l | ±0,03 | Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON) |
| *ANHIDRIDO SILICICO | 11,37 mg/l | | Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI) |
| *BICARBONATOS | 186,07 mg/l | | Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA) |
| *BORO | 0,11 mg/l | | Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO) |
| *CALCIO | 83,80 mg/l | | Complexometría (PIE-CALC) |
| *CARBONATOS | < 5 mg/l | | Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA) |
| CLORUROS | 31,65 mg/l | ±1,90 | Cromatografía iónica. (PIE-CION) |
| CONDUCTIVIDAD 20 °C | 620 µS/cm | ±12 | Electrometría (PIE-COND) |
| FOSFATOS | 0,22 mg P-PO4 ³⁻ /l | ±0,02 | Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF) |
| *HIDROXIDOS | 0,00 mg/l | | Volumetría (PIE-ALCA) |
| *HIERRO | 0,08 mg/l | | Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA) |
| *MAGNESIO | 33,24 mg/l | | Complexometría (PIE-DURE) |
| *MANGANESO | < 0,02 mg/l | | Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA) |
| NITRATOS | 3,63 mg/l | ±0,44 | Cromatografía iónica. (PIE-CION) |
| NITRITOS | < 0,1 mg/l | | Cromatografía iónica. (PIE-CION) |
| pH | 8,04 ud. de pH | ±0,40 | Electrometría (PIE-PH) |
| *POTASIO | 2,42 mg/l | | Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA) |
| *SODIO | 17,09 mg/l | | Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA) |
| SULFATOS | 160,49 mg/l | ±9,63 | Cromatografía iónica. (PIE-CION) |

* Resultado aproximado (no acreditado):

NITRITOS

0,02 mg/l

El presente Informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y NO deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de CAASA.

Los procedimientos empleados son normas internas de CAASA. El Laboratorio dispone de la incertidumbre de sus medidas a disposición del cliente.

Las muestras tomadas por técnicos de CAASA se realizan según el Procedimiento de toma de muestras puntuales y compuestas (IO-013), incluido en el alcance de esta acreditación para ensayos físico-químicos.

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

CAASA TECNOLOGÍA DEL AGUA, S.A. dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad CERTIFICADO POR SGS conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2008.

CAASA TECNOLOGÍA DEL AGUA, S.A. dispone de un Sistema de Gestión Ambiental CERTIFICADO POR SGS, conforme con los requisitos de la norma ISO 14001:2004.

18 de marzo de 2011



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

Página 1/1

ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

| | <u>mg/l</u> | <u>meq/l</u> | <u>% meq/l</u> |
|--------------|-------------|--------------|----------------|
| CLORUROS | 31,65 | 0,89 | 12,16 |
| SULFATOS | 160,49 | 3,34 | 45,51 |
| BICARBONATOS | 186,07 | 3,05 | 41,53 |
| CARBONATOS | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| NITRATOS | 3,63 | 0,06 | 0,80 |
| SODIO | 17,09 | 0,74 | 9,63 |
| MAGNESIO | 33,24 | 2,74 | 35,42 |
| CALCIO | 83,80 | 4,18 | 54,15 |
| POTASIO | 2,42 | 0,06 | 0,80 |

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **SULFATADA - CÁLCICA**

OTROS DATOS DE INTERÉS

| | |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| Punto de congelación | -0,02 °C |
| Sólidos disueltos | 530,27 mg/l |
| CO2 libre | 2,71 mg/l |
| Dureza total | 34,61 °Francés |
| Dureza total | 346,13 mg/l de CO ₃ Ca |
| Dureza permanente | 193,61 mg/l de CO ₃ Ca |
| Alcalinidad de bicarbonatos | 152,61 mg/l de CO ₃ Ca |
| Alcalinidad de carbonatos | 0,00 mg/l de CO ₃ Ca |
| Alcalinidad de hidróxidos | 0,00 mg/l de CO ₃ Ca |
| Alcalinidad total | 152,61 mg/l de CO ₃ Ca |

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

| | |
|--------------------------|-------|
| $rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$ | 1,39 |
| $rNa+rK/rCa+rMg$ | 0,12 |
| rNa/rK | 12,01 |
| rNa/rCa | 0,18 |
| rCa/rMg | 1,53 |
| $rCl/rHCO_3$ | 0,29 |
| rSO_4/rCl | 3,74 |
| rMg/rCa | 0,65 |
| i.c.b. | 0,10 |
| i.d.d. | 0,01 |

Nº Registro: 39401

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO N° 000044037

Solicitado por:

 COMPAÑÍA GENERAL DE SONDEOS, S.A.
 C/ ANABEL SEGURA, 11 EDIF. A - 4º OF. B 28108 ALCOBENDAS (MADRID)

Denominación de la muestra:

SONDEO LONGARES AFORO

 Matriz: **Agua continental**

 N° de muestra: **000040645**

 Tipo de muestra: **Puntual**

 Tomada por: **El cliente**

 Toma de Muestra: **24/03/2011**

 Hora: **15:50**

 Recepción: **13/04/2011**

 Inicio análisis: **13/04/2011**

 Fin análisis: **19/04/2011**

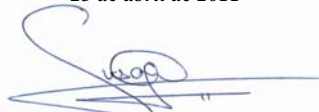
| PARAMETRO | RESULTADO | UNIDAD | INCERT. | METODOLOGIA |
|---------------------|-----------|---------------------------|---------|---|
| AMONIO | < 0,04 | mg/l | | Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON) |
| *ANHIDRIDO SILICICO | 13,04 | mg/l | | Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI) |
| *BICARBONATOS | 216,08 | mg/l | | Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA) |
| *BORO | 0,11 | mg/l | | Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO) |
| *CALCIO | 79,04 | mg/l | | Complexometría (PIE-CALC) |
| *CARBONATOS | < 5 | mg/l | | Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA) |
| CLORUROS | 39,34 | mg/l | ±2,36 | Cromatografía iónica. (PIE-CION) |
| CONDUCTIVIDAD 20 °C | 157 | µS/cm | ±3 | Electrometría (PIE-COND) |
| FOSFATOS | < 0,16 | mg P-PO4 ³⁻ /l | | Cromatografía Iónica. (PIE-CION) |
| *HIDROXIDOS | 0,00 | mg/l | | Volumetría (PIE-ALCA) |
| *HIERRO | < 0,05 | mg/l | | Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA) |
| *MAGNESIO | 31,31 | mg/l | | Complexometría (PIE-DURE) |
| *MANGANESO | < 0,02 | mg/l | | Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA) |
| NITRATOS | 7,03 | mg/l | ±0,84 | Cromatografía iónica. (PIE-CION) |
| NITRITOS | < 0,1 | mg/l | | Cromatografía iónica. (PIE-CION) |
| pH | 7,66 | ud. de pH | ±0,20 | Electrometría (PIE-PH) |
| *POTASIO | 2,02 | mg/l | | Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA) |
| *SODIO | 16,04 | mg/l | | Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA) |
| SULFATOS | 101,54 | mg/l | ±6,09 | Cromatografía iónica. (PIE-CION) |

OBSERVACIONES:

 AMONIO
 NITRITOS

 0,02 mg/l
 0,03 mg/l

25 de abril de 2011



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

El presente informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y no debe ser reproducido 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.

CAASA dispone de un sistema de gestión de la calidad certificado conforme a los requisitos de las normas ISO 9001:2008 e ISO 14001:2004.

Los ensayos marcados en este informe con (*), las interpretaciones, los comentarios y los resultados expresados en observaciones, no están amparados por la acreditación ENAC.

ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

| | <u>mg/l</u> | <u>meq/l</u> | <u>% meq/l</u> |
|--------------|-------------|--------------|----------------|
| CLORUROS | 39,34 | 1,11 | 16,13 |
| SULFATOS | 101,54 | 2,11 | 30,73 |
| BICARBONATOS | 216,08 | 3,54 | 51,48 |
| CARBONATOS | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| NITRATOS | 7,03 | 0,11 | 1,65 |
| SODIO | 16,04 | 0,70 | 9,60 |
| MAGNESIO | 31,31 | 2,58 | 35,44 |
| CALCIO | 79,04 | 3,94 | 54,25 |
| POTASIO | 2,02 | 0,05 | 0,71 |

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

OTROS DATOS DE INTERÉS

| | |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| Punto de congelación | 0,00 °C |
| Sólidos disueltos | 505,61 mg/l |
| CO2 libre | 7,53 mg/l |
| Dureza total | 32,63 °Francés |
| Dureza total | 326,30 mg/l de CO ₃ Ca |
| Dureza permanente | 149,18 mg/l de CO ₃ Ca |
| Alcalinidad de bicarbonatos | 177,22 mg/l de CO ₃ Ca |
| Alcalinidad de carbonatos | 0,00 mg/l de CO ₃ Ca |
| Alcalinidad de hidróxidos | 0,00 mg/l de CO ₃ Ca |
| Alcalinidad total | 177,22 mg/l de CO ₃ Ca |

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

| | |
|--------------------------|-------|
| $rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$ | 0,91 |
| $rNa+rK/rCa+rMg$ | 0,11 |
| rNa/rK | 13,50 |
| rNa/rCa | 0,18 |
| rCa/rMg | 1,53 |
| $rCl/rHCO_3$ | 0,31 |
| rSO_4/rCl | 1,91 |
| rMg/rCa | 0,65 |
| i.c.b. | 0,32 |
| i.d.d. | 0,06 |

Nº Registro: 40645

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO N° 000045073

Solicitado por:

CONSULNIMA, S.L.
INFANTA MERCEDES, 90 28020 MADRID

Denominación de la muestra:

LONI-LONGARES (ZARAGOZA)

 Matriz: **Agua continental**

 N° de muestra: **000041610**

 Tipo de muestra: **Puntual**

 Tomada por: **El cliente**

 Recepción: **18/05/2011**

 Inicio análisis: **18/05/2011**

 Fin análisis: **23/05/2011**


| PARAMETRO | RESULTADO | UNIDAD | INCERT. | METODOLOGIA |
|---------------------|-----------|--------------------------|---------|---|
| AMONIO | < 0,04 | mg/l | | Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON) |
| *ANHIDRIDO SILICICO | 13,80 | mg/l | | Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI) |
| *BICARBONATOS | 211,28 | mg/l | | Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA) |
| *BORO | 0,12 | mg/l | | Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO) |
| *CALCIO | 79,43 | mg/l | | Complexometría (PIE-CALC) |
| *CARBONATOS | < 5 | mg/l | | Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA) |
| CLORUROS | 39,84 | mg/l | ±2,39 | Cromatografía iónica. (PIE-CION) |
| CONDUCTIVIDAD 20 °C | 602 | µS/cm | ±12 | Electrometría (PIE-COND) |
| FOSFATOS | < 0,16 | mg P-PO4 ^{3-/l} | | Cromatografía Iónica. (PIE-CION) |
| *HIDROXIDOS | 0,00 | mg/l | | Volumetría (PIE-ALCA) |
| *HIERRO | < 0,05 | mg/l | | Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA) |
| *MAGNESIO | 27,22 | mg/l | | Complexometría (PIE-DURE) |
| *MANGANESO | < 0,02 | mg/l | | Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA) |
| NITRATOS | 7,43 | mg/l | ±0,89 | Cromatografía iónica. (PIE-CION) |
| NITRITOS | < 0,1 | mg/l | | Cromatografía iónica. (PIE-CION) |
| pH | 7,81 | ud. de pH | ±0,20 | Electrometría (PIE-PH) |
| *POTASIO | 1,78 | mg/l | | Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA) |
| *SODIO | 16,13 | mg/l | | Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA) |
| SULFATOS | 100,05 | mg/l | ±6,00 | Cromatografía iónica. (PIE-CION) |

OBSERVACIONES:

NITRITOS

0,03 mg/l

25 de mayo de 2011



 Fdo.: Susana Avilés Espiñeiro
 Lcda. en Ciencias Químicas

Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

El presente informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y no debe ser reproducido 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.

CAASA dispone de un sistema de gestión de la calidad certificado conforme a los requisitos de las normas ISO 9001:2008 e ISO 14001:2004.

Los ensayos marcados en este informe con (*), las interpretaciones, los comentarios y los resultados expresados en observaciones, no están amparados por la acreditación ENAC.

ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

| | <u>mg/l</u> | <u>meq/l</u> | <u>% meq/l</u> |
|--------------|-------------|--------------|----------------|
| CLORUROS | 39,84 | 1,12 | 16,55 |
| SULFATOS | 100,05 | 2,08 | 30,68 |
| BICARBONATOS | 211,28 | 3,46 | 51,00 |
| CARBONATOS | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| NITRATOS | 7,43 | 0,12 | 1,76 |
| SODIO | 16,13 | 0,70 | 10,09 |
| MAGNESIO | 27,22 | 2,24 | 32,22 |
| CALCIO | 79,43 | 3,96 | 57,03 |
| POTASIO | 1,78 | 0,05 | 0,65 |

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

OTROS DATOS DE INTERÉS

| | |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| Punto de congelación | -0,02 °C |
| Sólidos disueltos | 497,13 mg/l |
| CO2 libre | 5,21 mg/l |
| Dureza total | 31,04 °Francés |
| Dureza total | 310,43 mg/l de CO ₃ Ca |
| Dureza permanente | 137,24 mg/l de CO ₃ Ca |
| Alcalinidad de bicarbonatos | 173,28 mg/l de CO ₃ Ca |
| Alcalinidad de carbonatos | 0,00 mg/l de CO ₃ Ca |
| Alcalinidad de hidróxidos | 0,00 mg/l de CO ₃ Ca |
| Alcalinidad total | 173,28 mg/l de CO ₃ Ca |

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

| | |
|--------------------------|-------|
| $rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$ | 0,93 |
| $rNa+rK/rCa+rMg$ | 0,12 |
| rNa/rK | 15,41 |
| rNa/rCa | 0,18 |
| rCa/rMg | 1,77 |
| $rCl/rHCO_3$ | 0,32 |
| rSO_4/rCl | 1,85 |
| rMg/rCa | 0,57 |
| i.c.b. | 0,34 |
| i.d.d. | 0,07 |

Nº Registro: 41610

ANEJO N° 7: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA

FICHA DE PIEZÓMETRO

| | | | | | | |
|-------------------------|---|--|----------------------|--------------|---------------------------|--------------------|
| TOPONIMIA | | Piezometro MARM sustituto de La Manga | | | CÓDIGO IDENTIFICACIÓN | |
| CÓDIGO IPA | | 261680231 | Nº MTN 1:50.000 2616 | MUNICIPIO | Longares | PROVINCIA Zaragoza |
| CUENCA HIDROGRÁFICA | | EBRO | | | | |
| MASA AGUA SUBTERRÁNEA | | 077 MIOCENO DE ALFAMÉN | | | | |
| U. HIDROGEOLÓGICA | | Central Ibérico | | | | |
| ACUÍFERO(S) | | 07702 Detrítico terciario de Alfamén - Arenas, limos y conglomerados | | | | |
| COORDENADAS UTM HUSO 30 | X | 651288 | DATOS OBTENIDOS DE: | GIS-Oleicola | REFERENCIA DE LAS MEDIDAS | BROCAL |
| | Y | 4585497 | | | | |
| COTA DEL SUELO msnm | Z | 513 | DATOS OBTENIDOS DE: | GPS | ALTURA SOBRE EL SUELO m | 0 |
| | | | | | | |
| POLÍGONO | | 16 | PARCELA | | 5 | |
| TITULARIDAD DEL TERRENO | | Ayuntamiento de Longares | | | | |
| PERSONA DE CONTACTO | | | | | | |
| ACCESO | | Desde la carretera Alfamen-Longares. Se toma el primer desvío que sale a la izquierda una vez pasada la rotonda, hasta llegar a un camino principal donde se gira a la derecha en dirección a la depuradora de Longares y la balsa de la Manga | | | | |

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO

| METODO | | PROFUNDIDAD DEL SONDEO | | | | | EMPAQUE | | | SI | |
|-----------------|-------|------------------------|----------------|-------|-------|----------|-------------|-------|-------------|-------------|-------|
| PERFORACIÓN (m) | | | ENTUBACIÓN (m) | | | | FILTROS (m) | | | CEMENTACION | |
| DESDE | HASTA | Ø(mm) | DESDE | HASTA | Ø(mm) | NATURAL. | DESDE | HASTA | NATURALEZA | DESDE | HASTA |
| 0 | 6 | 380 | 0 | 6 | 300 | Metálica | 122 | 134 | Puentecillo | 0 | 6 |
| 0 | 140 | 324 | 0 | 140 | 250 | Metálica | 137 | 146 | Puentecillo | | |
| 140 | 191 | 250 | 0 | 191 | 180 | Metálica | 149 | 155 | Puentecillo | | |
| | | | | | | | 161 | 167 | Puentecillo | | |
| | | | | | | | 173 | 176 | Puentecillo | | |

HISTORIA

| | | | |
|------------------------------|-----------|--------------------|--|
| PERTENECE A REDES HISTÓRICAS | No | PERIODO DE MEDIDAS | |
| ORGANISMO | CHE (OPH) | | |

LOCALIZACIÓN

MAPA TOPOGRÁFICO 1.25.000

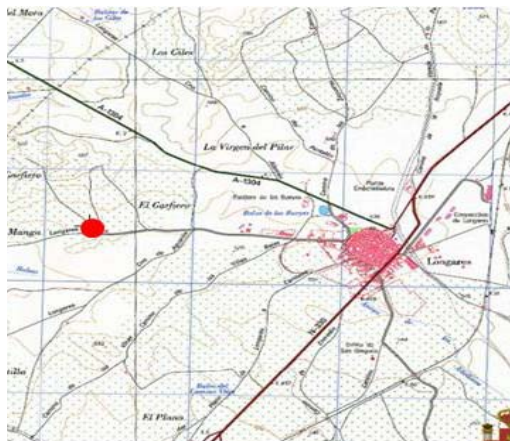
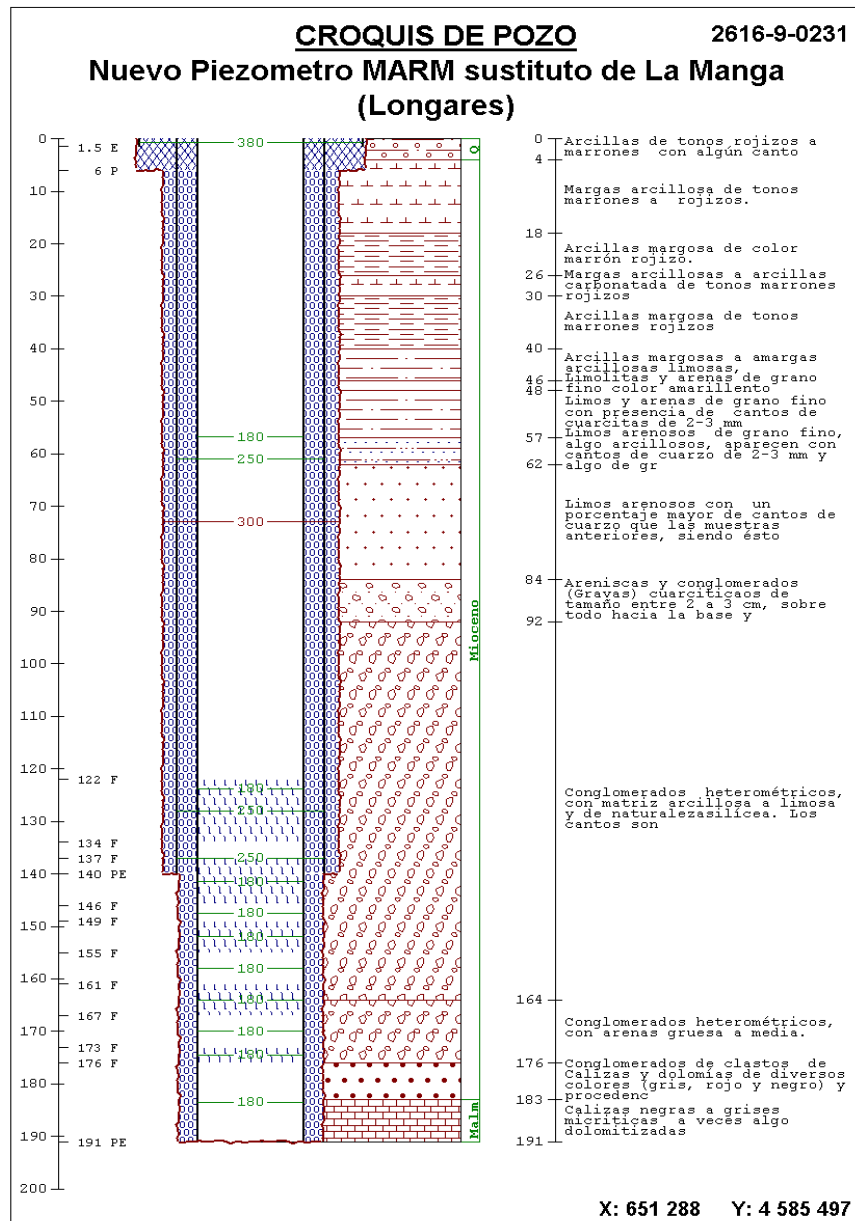


FOTO AÉREA



CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE





CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

Oficina de Planificación Hidrológica

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

Tipo: SONDEO

Fuente de información: CHE (OPH)

Mapa 1:50.000: (2616) LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA

UTMX: 651288

UTMY: 4585497

COTA: 513

Provincia: ZARAGOZA

Municipio: LONGARES

Localidad: LONGARES

Paraje: Nuevo Piezometro MARM sustituto de La Manga

Polígono: 1

Parcela: 61

Dominio Hidrogeológico: Central Ibérico

Unidad: Campo de Cariñena

Acuífero: Detrítico terciario de Alfamén

Masa Subterránea A: CAMPO DE CARIÑENA

Masa Subterránea B:

Acuífero: Detrítico terciario de Alfamén

Redes:

| PG | PL | PH | CG | CL | CH | CE | L | T | LH | I | OT |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Río: JALON

Cuenca: EBRO

Acceso: Se accede al Sondeo, desde la carretera Alfamen-Longares. Se toma el primer desvío que sale a la izquierda una vez pasada la rotonda que da acceso a la A-22 y que se encuentra indicado como de acceso a las bodegas Victoria. desde aquí se toma por un camino de servicio hasta llegar a un camino principal donde se toma a la derecha en dirección a la depuradora de longares y la balsa de la Manga. Antes de llegar a la depuradora se toma un camino a mano derecha situándose el piezómetro en la parcela sin cultivar que se encuentra encima de la depuradora.

Observaciones: OJO con los baches del camino asfaltado a la altura de las alcantarillas.



Vista general (15/03/2012)

| Nº | RealizacionFicha | Fuente de informacion | FECHA | FECHAINFO | OBSERVACIONES |
|----|------------------|-----------------------|------------|-----------|--|
| 1 | TCL | | 26/05/2011 | | |
| 15 | TCL | CHE (OPH) | 28/06/2012 | | meto ortoimagen de situación facilitada por Javier Ramajo. |

PERFORACIÓN

Contratista: CGS (Perforaciones Jiennenses Marchal S.L)

Año: 2011

Tipo perforación: ROTOPERCUSION CON CIRCULACION DIRECTA **Profundidad total:** 191

Observaciones:

| Desde | Hasta | Diámetro (mm) |
|-------|-------|---------------|
| 0 | 6 | 324 |
| 6 | 140 | 315 |
| 140 | 191 | 246 |

REVESTIMIENTO

| Desde | Hasta | Diámetro(mm) | Espesor (mm) | Tipo | Empaque |
|-------|-------|--------------|--------------|----------------------|------------------|
| 0 | 1.5 | 380 | 5 | Metálica ciega | CEMENTACION |
| 0 | 124 | 250 | 4 | Metálica ciega | EMPAQUE DE GRAVA |
| 0 | 122 | 180 | 4 | Metálica ciega | EMPAQUE DE GRAVA |
| 122 | 134 | 250 | 4 | Metálica ranurada | EMPAQUE DE GRAVA |
| 122 | 134 | 180 | 4 | Metálica puentecillo | EMPAQUE DE GRAVA |
| 122 | 134 | 180 | 4 | Metálica puentecillo | EMPAQUE DE GRAVA |
| 134 | 140 | 250 | 5 | Metálica ciega | EMPAQUE DE GRAVA |
| 134 | 137 | 180 | 4 | Metálica ciega | EMPAQUE DE GRAVA |
| 137 | 146 | 180 | 4 | Metálica puentecillo | EMPAQUE DE GRAVA |
| 146 | 149 | 180 | 4 | Plástico ciega | EMPAQUE DE GRAVA |
| 149 | 155 | 180 | 4 | Metálica puentecillo | EMPAQUE DE GRAVA |
| 155 | 161 | 180 | 4 | Metálica ciega | EMPAQUE DE GRAVA |
| 161 | 167 | 180 | 4 | Metálica puentecillo | EMPAQUE DE GRAVA |
| 167 | 173 | 180 | 4 | Metálica ciega | EMPAQUE DE GRAVA |
| 173 | 176 | 180 | 4 | Metálica puentecillo | EMPAQUE DE GRAVA |
| 176 | 191 | 180 | 4 | Metálica ciega | EMPAQUE DE GRAVA |

LITOLOGÍA

Descripción geológica: El sondeo se ubica sobre los materiales del Terciario de la depresión de Alfamén, recubiertos por un pequeño glacis, que están formados por conglomerados, areniscas y lutitas. Atraviesa completamente estos materiales hasta alcanzar el techo del Jurásico Superior infrayacente.

| Desde | Hasta | Litología | Edad | Tipo acuífero |
|--|-------|-------------------|------------------------|---------------|
| 0 | 4 | ARCILLAS Y GRAVAS | CUATERNARIO NO ALUVIAL | |
| Observaciones: Arcillas de tonos rojizos a marrones escasamente carbonatadas con algún canto. | | | | |
| 4 | 18 | MARGA ARCILLOSA | MIOCENO | |
| Observaciones: Margas arcillosa de tonos marrones a rojizos. | | | | |
| 18 | 26 | ARCILLAS | MIOCENO | |
| Observaciones: Arcillas margosa de color marrón rojizo. | | | | |
| 26 | 30 | MARGA ARCILLOSA | MIOCENO | |
| Observaciones: Margas arcillosas a arcillas carbonatada de tonos marrones rojizos que se van haciendo progresivamente mas arcillosas hacia la base. | | | | |
| 30 | 40 | ARCILLAS | MIOCENO | |

Observaciones: Arcillas margosa de tonos marrones rojizos con bastante arcilla.

| | | | |
|---|-----|-----------------|------------------|
| 40 | 46 | ARCILLAS | MIOCENO |
| Observaciones: Arcillas margosas a amargas arcillosas limosas, se van haciendo más limosas hacia la base. | | | |
| 46 | 48 | LIMOLITAS | MIOCENO |
| Observaciones: Limolitas y arenas de grano fino color amarillento a anaranjado con algo de contenido en arcilla, así como cantos de cuarzo y de cuarcitas. | | | |
| 48 | 57 | ARENAS | MIOCENO |
| Observaciones: Limos y arenas de grano fino con presencia de cantos de cuarcitas de 2-3 mm. | | | |
| 57 | 62 | ARENAS | MIOCENO |
| Observaciones: Limos arenosos de grano fino, algo arcillosos, aparecen con cantos de cuarzo de 2-3 mm y algo de gravilla. | | | |
| 62 | 84 | ARENAS Y GRAVAS | MIOCENO |
| Observaciones: Limos arenosos con un porcentaje mayor de cantos de cuarzo que las muestras anteriores, siendo éstos de mayor tamaño, y con algo de matriz arcillosa. | | | |
| 84 | 92 | ARENISCAS | MIOCENO |
| Observaciones: Areniscas y conglomerados (Gravas) cuarcíticos de tamaño entre 2 a 3 cm, sobre todo hacia la base y matriz arcillosa | | | |
| 92 | 164 | CONGLOMERADOS | MIOCENO ACUIFERO |
| Observaciones: Conglomerados heterométricos, con matriz arcillosa a limosa y de naturaleza silíceo. Los cantos son tanto de cuarcitas, como de areniscas del paleozoico. Aparecen tramos bastante lavados sobre todo a partir de los 120 metros. | | | |
| 164 | 176 | CONGLOMERADOS | MIOCENO ACUIFERO |
| Observaciones: Conglomerados heterométricos, de menor tamaño que los anteriores, los cantos son e composición cuarcítica y carbonatadas sobre todo hacia la base . así como arenas gruesa a media, a veces muy gruesa con cantos. | | | |
| 176 | 183 | CONGLOMERADOS | MIOCENO ACUIFERO |
| Observaciones: Conglomerados de clastos de Calizas y dolomías de diversos colores (gris, rojo y negro) y procedencias | | | |
| 183 | 191 | CALIZAS | MALM |
| Observaciones: Ripios de calizas negras a grises micriticas a veces algo dolomitizadas | | | |

ENSAYOS DE BOMBEO

| Fecha | Caudal (l/s) | Nivel Inicial (m) | Depresión (m) | Duración (h) | Transmisividad (m ² /d) | S | Fuente Información |
|--|--------------|-------------------|---------------|--------------|------------------------------------|---|--------------------|
| 24/03/2011 | 0 | 117.25 | 28.64 | 0 | | | CHE (OPH) |
| Observaciones: Segunda recuperación | | | | | | | |
| 23/03/2011 | 4 | 89.47 | -27.78 | 0.8 | | | CHE (OPH) |
| Observaciones: Escalón continuo | | | | | | | |
| 23/03/2011 | 0 | 162.19 | 72.72 | 0 | | | CHE (OPH) |
| Observaciones: Pimera recuperación | | | | | | | |
| 23/03/2011 | 6 | 98 | -64.19 | 0.1 | | | CHE (OPH) |
| Observaciones: Escalón 3 | | | | | | | |
| 23/03/2011 | 3 | 92.5 | -5.5 | 0 | | | CHE (OPH) |
| Observaciones: Escalón 2 | | | | | | | |
| 23/03/2011 | 1 | 87.38 | -5.12 | 0 | | | CHE (OPH) |
| Observaciones: Escalón 1 | | | | | | | |

PIEZOHIROMETRÍA

NIVEL: NIVEL1

| Nº de medidas | Máximo | Mínimo | Rango de Oscilación | Media | Desviación típica |
|---------------|--------|--------|---------------------|-------|-------------------|
| 4 | 90.42 | 87.38 | 3.04 | 89.44 | 1.4027 |

| |
|---------------------|
| HIDROQUÍMICA |
|---------------------|

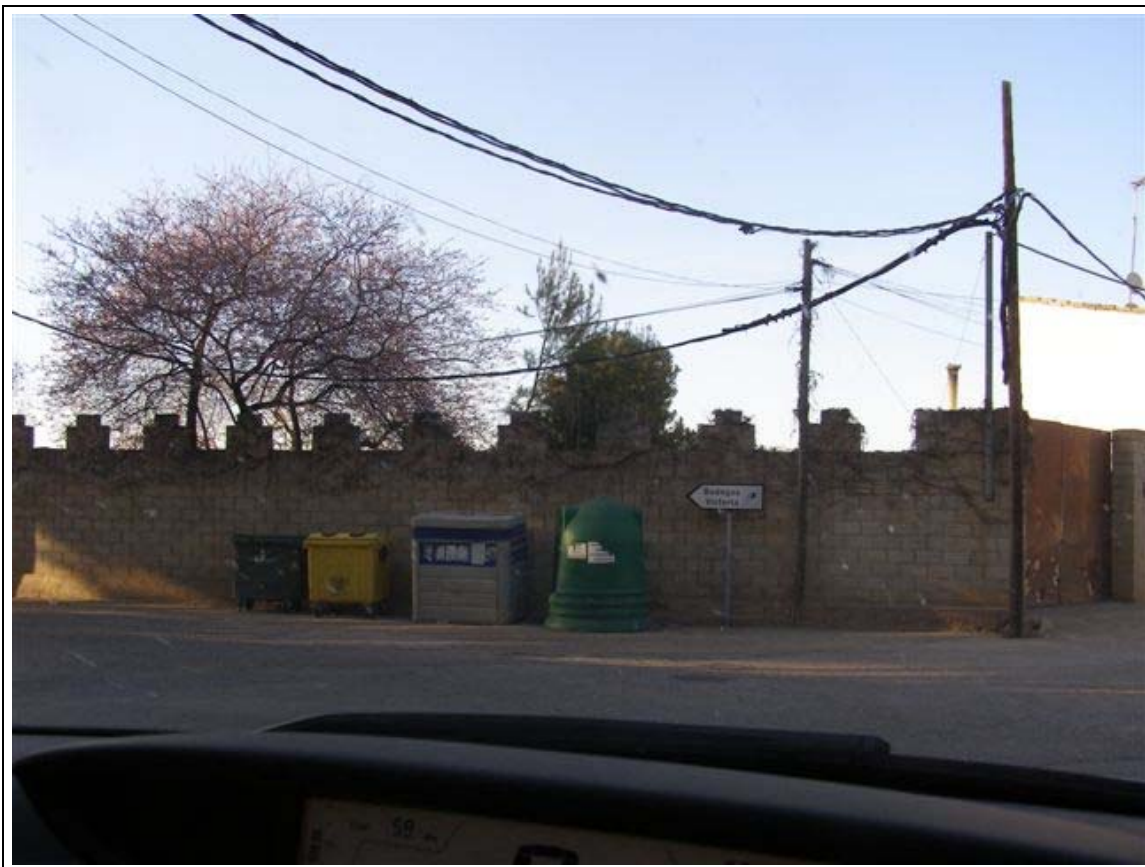
| Fecha muestreo | Cl meq/l mg/l | SO4 meq/l mg/l | HCO3 meq/l mg/l | NO3 meq/l me/l | Na meq/l mg/l | Mg meq/l mg/l | Ca meq/l mg/l | K meq/l mg/l | Cond20 campo lab. | Ph campo lab. | Error % | Fuente info. |
|----------------|---------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------------|---------------------|------------|--|
| 24/03/2011 | 1.1223 | 2.0844 | 3.4636 | 0.1198 | 0.7013 | 2.2496 | 3.9616 | 0.0455 | 623 | 7.4 | 2.4431 | PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS |
| | 39.84 | 100.05 | 211.28 | 7.43 | 16.13 | 27.22 | 79.43 | 1.78 | | | | |
| 24/03/2011 | 1.1082 | 2.1154 | 3.5423 | 0.1134 | 0.6974 | 2.5876 | 3.9421 | 0.0517 | 623 | 7.4 | 5.6439 | PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS |
| | 39.34 | 101.54 | 216.08 | 7.03 | 16.04 | 31.31 | 79.04 | 2.02 | | | | |
| 24/03/2011 | | | | | | | | | 615 | 7.5 | | PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS |
| 24/03/2011 | | | | | | | | | 628 | 7.5 | | PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS |
| 23/03/2011 | | | | | | | | | 631 | 7.4 | | PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS |
| 23/03/2011 | | | | | | | | | 672 | 7.4 | | PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS |

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|--------------|---------------|---------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-----|-----|--------|--|
| 23/03/2011 | | | | | | | | | 703 | 7.3 | | PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS |
| 18/02/2011 | 0.8915 | 3.3435 | 3.0503 | 0.0585 | 0.743 | 2.7471 | 4.1796 | 0.0619 | 723 | 7.6 | 5.1425 | PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS |
| | <i>31.65</i> | <i>160.49</i> | <i>186.07</i> | <i>3.63</i> | <i>17.09</i> | <i>33.24</i> | <i>83.8</i> | <i>2.42</i> | | | | |
| 18/02/2011 | | | | | | | | | 946 | 7.7 | | PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS |

OTRAS FOTOS



Emplazamiento original (15/03/2012)



P1010108_acceso longares MARM (15/03/2012)



P1010109_acceso longares MARM (15/03/2012)



P1010110_acceso longares MARM (15/03/2012)



P1010114_panoramica longares MARM (15/03/2012)



P1010115_panoramica longares MARM (15/03/2012)



P1010116_panoramica longares MARM (15/03/2012)



Vista general (11/05/2012)



DSCN2988-Longares (11/05/2012)



longares (28/06/2012)



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

Oficina de Planificación Hidrológica

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

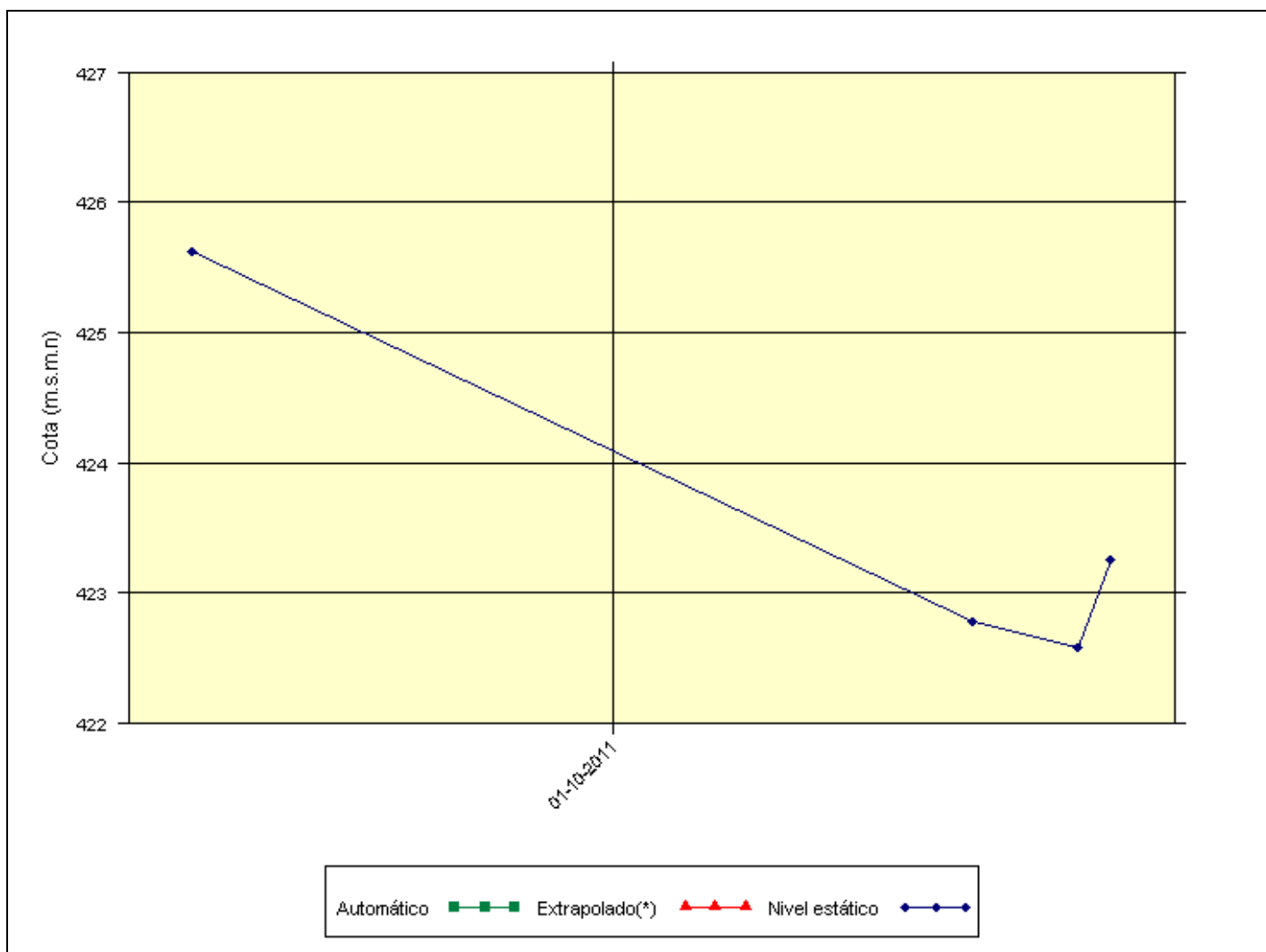
CONSIDERACIONES PARA LA MEDICIÓN

Contacto: Ayuntamiento de longares (Ayuntamiento de Longares). Tlf: 976142401. Raul lozano presidente comunidad de regantes la Manga 660037588.

Cierre: Llave MARM

Referencia:

HIDROGRAMA NIVEL 1: Detritico mioceno



ESTADÍSTICA PIEZOMÉTRICA NIVEL 1: Detritico mioceno

| Nº de medidas | Máximo | Mínimo | Rango de Oscilación | Media | Desviación típica |
|---------------|--------|--------|---------------------|-------|-------------------|
| 4 | 90.42 | 87.38 | 3.04 | 89.44 | 1.4027 |

MEDIDAS PIEZOMÉTRICAS RECIENTES NIVEL 1: Detritico mioceno

| Fecha muestreo | Nivel (m) | Observaciones |
|----------------|-----------|---|
| 16/05/2012 | 89.74 | Ricardo López Plaza |
| 01/05/2012 | 90.42 | Pablo Galan Fontenla |
| 14/03/2012 | 90.22 | Teresa Carceller. Hago fotos de acceso, se las mando a Victor Torcal. ADJUNTO FICHA |
| 23/03/2011 | 87.38 | |

ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 6:“Dominio Central-Ibérico”. en la masa de agua 090.077 denominada acuífero “Mioceno de Alfamen”.

Este piezómetro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, en la zona de recarga del Transición de acuífero Terciario, que se recarga por escorrentía superficial y precipitaciones en las estribaciones de las sierras paleozoicas. Se trata de un acuífero eminentemente detrítico y confinado a semiconfinado por debajo de los materiales del Pliocuaternario. El acuífero atravesado son los conglomerados y areniscas del terciario de edad Mioceno.

OTROS DATOS

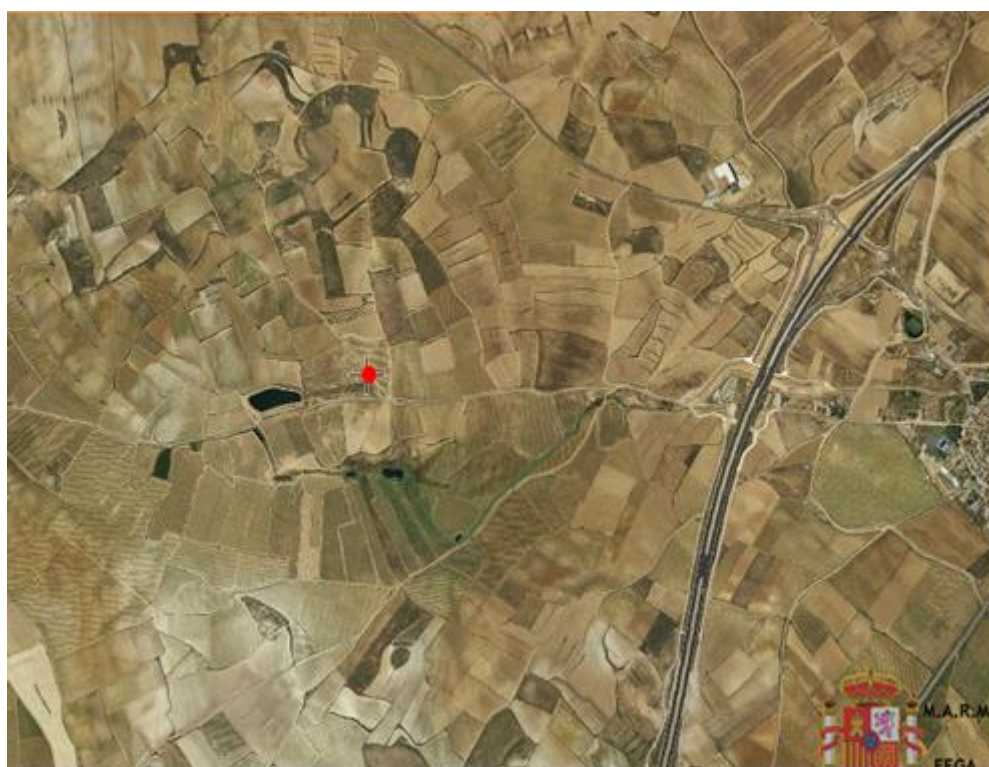
OJO con los baches del camino asfaltado a la altura de las alcantarillas.

DESCRIPCIÓN DEL ACCESO

Se accede al Sondeo, desde la carretera Alfamen-Longares. Se toma el primer desvío que sale a la izquierda una vez pasada la rotonda que da acceso a la A-22 y que se encuentra indicado como de acceso a las bodegas Victoria. desde aquí se toma por un camino de servicio hasta llegar a un camino principal donde se toma a la derecha en dirección a la depuradora de longares y la balsa de la Manga. Antes de llegar a la depuradora se toma un camino a mano derecha situándose el piezómetro en la parcela sin cultivar que se encuentra encima de la depuradora.

OJO con los baches del camino asfaltado a la altura de las alcantarillas.

ORTOIMAGEN CON LA RUTA DE ACCESO



Coordenadas UTM del punto:
X: 651288, Y:4585497 (Huso 30)

FOTOS ADICIONALES

PANORÁMICA



03/2012 Vista general

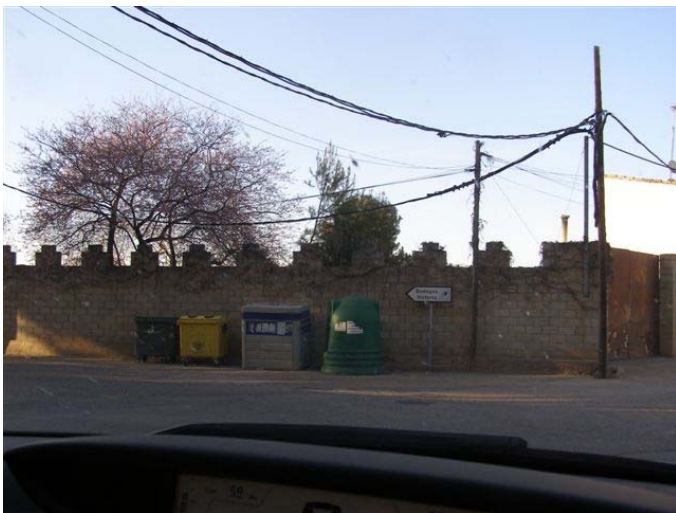
ACCESO

DETALLE



05/2012 DSCN2988-Longares

ACCESO



03/2012 P1010108 acceso longares MARM

DETALLE REFERENCIA

INSTALACIÓN

