

INVESTIGACIÓN HIDROGEOLÓGICA SOBRE MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS CON PROBLEMAS DE EXPLOTACIÓN EN LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR, PROPUESTA DE USO SOSTENIBLE (ALTO GUADALQUIVIR). 2015-2017. 2ª FASE.

INVESTIGACIÓN HIDROGEOLÓGICA SOBRE MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS CON PROBLEMAS DE EXPLOTACIÓN

Sector de Escamas de Beas de Segura-Maguillo (Alto Guadalquivir)

INFORME SOBRE EL ENSAYO DE BOMBEO DE LARGA DURACIÓN REALIZADO EN EL SONDEO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE BEAS DE SEGURA SITUADO EN EL PARAJE DEL ARAGONÉS

TOMO IV
JUNIO 2017

INFORME SOBRE EL ENSAYO DE BOMBEO DE LARGA DURACIÓN REALIZADO EN EL SONDEO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE BEAS DE SEGURA SITUADO EN EL PARAJE DEL ARAGONÉS

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Este informe se incluye en los trabajos previstos dentro del convenio de colaboración entre el IGME y la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir para los años 2015 a 2017, en el marco del proyecto: “Investigación hidrogeológica sobre masas de agua subterránea con problemas de sobreexplotación en la Cuenca del Guadalquivir. Propuesta de uso sostenible”. El informe se emite a raíz del documento previo denominado “Informe en relación con el sondeo realizado la comunidad de regantes de Beas de Segura en el paraje del Aragonés” donde se recomendaba la ejecución de un ensayo de bombeo de larga duración para evaluar con mayor precisión la existencia o no de afecciones directas a los manantiales del entorno y conocer mejor las características hidráulicas del acuífero captado.

ENSAYO DE BOMBEO

El bombeo se inició el día 31 de mayo de 2017 a las 12:05 horas con un caudal medio de 6,5 l/s y el nivel estático situado a 152,27 m de profundidad. El control del caudal se realizó mediante contador volumétrico. El 14 de junio de 2017 a las 10:55 horas se paró la extracción de agua. El control de niveles se llevó a cabo mediante un sensor CTD Diver programado para la toma de medidas cada 5 minutos, introducido en el interior de una tubería piezométrica galvanizada de 1 1/4 pulgadas. El sensor aporta datos de presión de la columna de agua, temperatura (Temp.) y conductividad eléctrica (CE) del agua. La recuperación se midió durante los 5 días posteriores a la parada del bombeo.

Previo al inicio del bombeo la guardería del Parque Natural realizó un control de caudales en los manantiales cercanos, que repitió una vez finalizado. En ninguno de los manantiales se observó afección directa. En los manantiales situados en el entorno de los cortijos de las Hacillas se estudió la posibilidad de llevar a cabo un control de nivel en el punto de descarga principal, pero se descartó debido a que se trata de un balsón continuamente utilizado para toma de aguas de cisternas. En todo caso, tampoco en estos manantiales se observó ninguna afección apreciable.

La curva de descenso y recuperación se ha tratado conjuntamente mediante el programa PIBE v3.2.2 (Programa de Interpretación de Bombeos de Ensayo) desarrollado por la empresa “ALJIBE Consultores” para la Diputación de Alicante. Este programa permite interpretar la curva completa, incluyendo el descenso y la recuperación, con la utilización de diferentes metodologías. También se ha tratado la curva de recuperación independientemente para estudiar la existencia de efectos de recarga o de vaciado.

La curva global presenta irregularidad durante el descenso debido a los ajustes de caudales realizados. La recuperación, en cambio, muestra una curva mucho más regular (Fig. 1).

El mejor ajuste se consigue mediante el método de Hantush. Este método asume que el acuífero captado está semiconfinado y separado de otro superior que drena hacia el inferior a través de un nivel semipermeable. La existencia de numerosas pequeñas intercalaciones arcillosas en la serie litológica hace que esta situación hidráulica sea probable. La Transmisividad (T) obtenida en el ajuste es de $16,2 \text{ m}^2/\text{día}$ (Fig. 1) considerablemente superior a la deducida en los ensayos realizados anteriormente de más corta duración ($7,8 \text{ m}^2/\text{día}$), a pesar de que el nivel estático previo al inicio del bombeo se situó $5,85 \text{ m}$ más bajo. Esto podría ser debido a que el bombeo se realizó con un caudal inferior ($6,5 \text{ l/s}$ frente a 8 l/s en el bombeo de 2016).

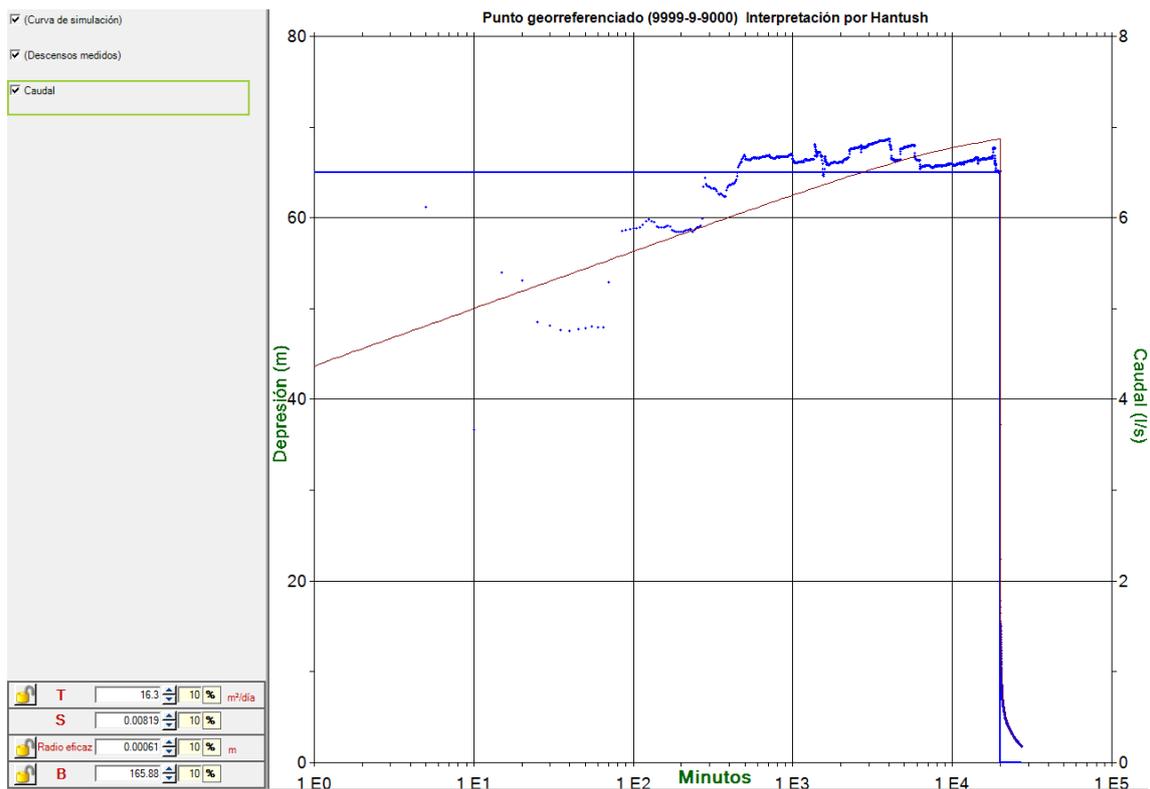


Figura 1. Captura de pantalla de la curva de descenso y recuperación (puntos azules), caudal medio bombeado (línea azul) y curva simulada obtenida (línea roja). Los datos de ajuste aparecen en la esquina inferior izquierda (Programa PIBE 3.2.2).

En la figura 2 se muestra el gráfico de la evolución de la Temp. del agua en el pozo de bombeo. Previo al inicio del bombeo la Temp. del agua tiene un valor de $15,38^\circ\text{C}$. Este valor aumenta rápidamente en el momento en que arranca la bomba y deprime el nivel, hasta situarse en torno a $17,5^\circ\text{C}$. En la curva se observa un cambio en el registro a partir del 5 de julio que es debido a que se sacó el sensor para descargar los datos y al introducirlo de nuevo no quedó exactamente en la misma posición anterior, posiblemente debido al roce con la tubería piezométrica. En el registro de nivel se produjo un pequeño escalón que fue corregido para la interpretación de los datos. Durante la recuperación los valores decrecen rápidamente al principio y más lentamente después sin llegar a alcanzar la Temp. de inicio.

El valor de la CE del agua se muestra en la figura 3. El registro es similar al de la Temp. Se observa un valor inicial de $636 \mu\text{S}/\text{cm}$ que rápidamente sube con el descenso del nivel hasta

valores en torno a $668 \mu\text{S}/\text{cm}$ también alterados por el escalón que se produjo al sacar el sensor. La recuperación es muy brusca, para situarse en valores incluso más bajos que los iniciales, aunque finalmente recuperan el mismo valor de inicio.

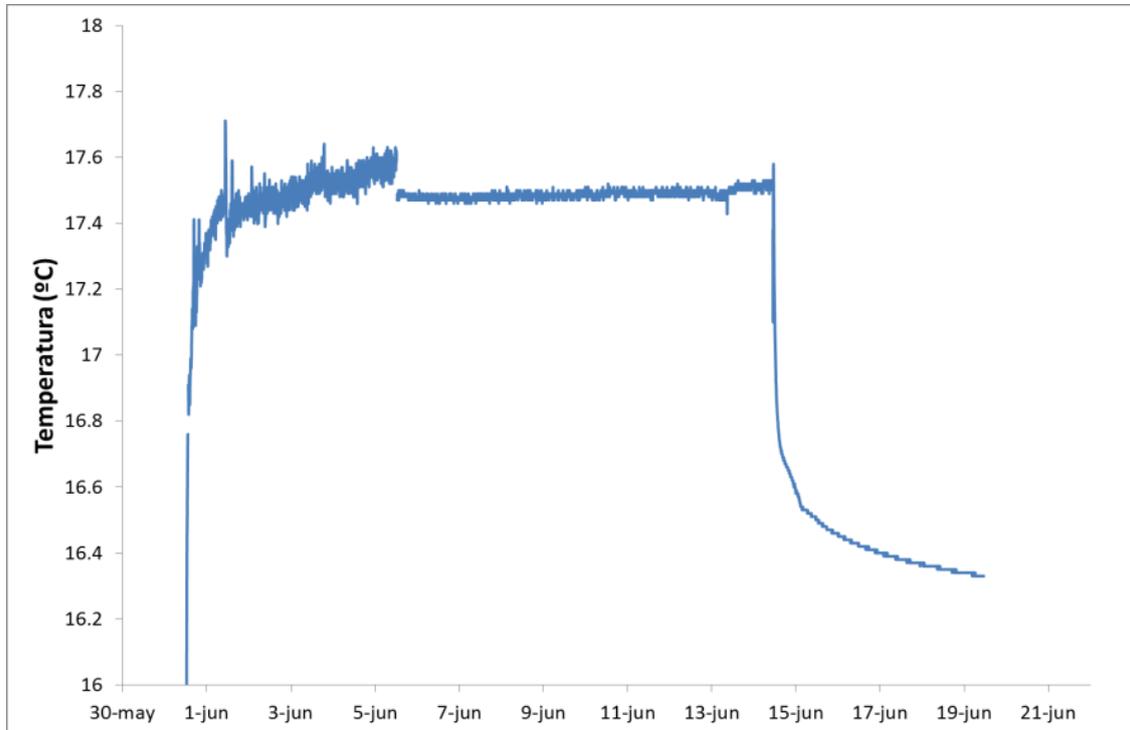


Figura 2. Curva de evolución de la temperatura del agua durante el ensayo de bombeo.

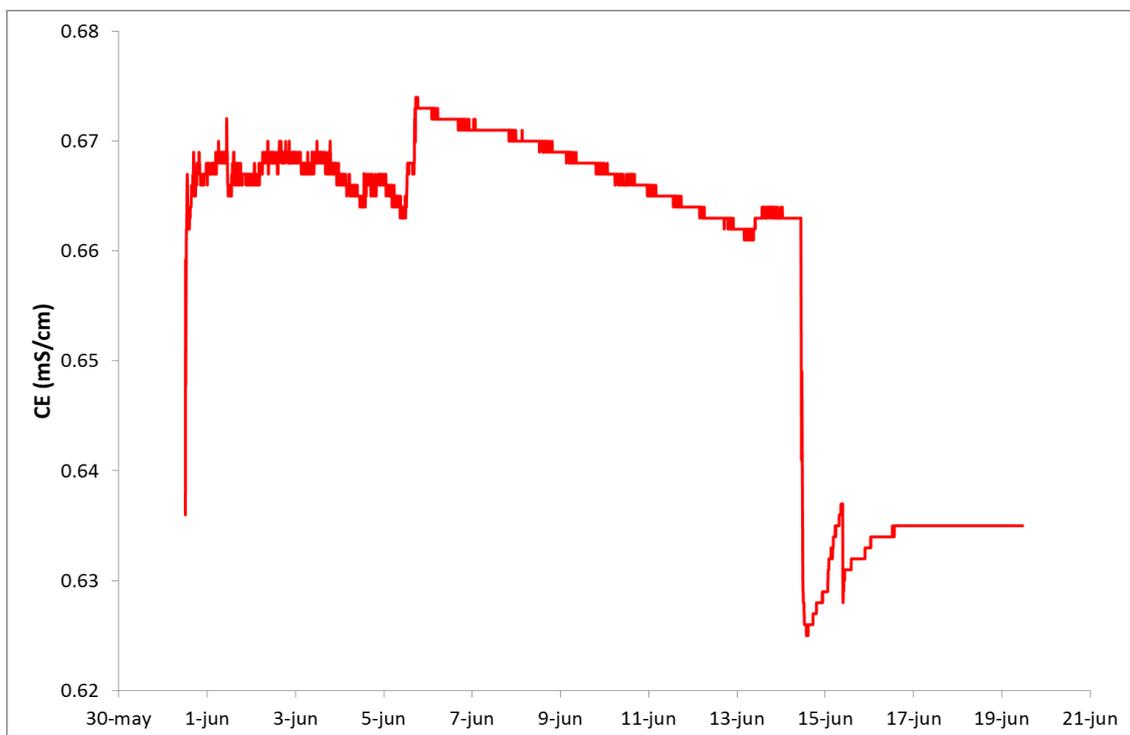


Figura 3. Curva de evolución de la conductividad eléctrica del agua durante el ensayo de bombeo

Estas curvas demuestran la existencia de, al menos, un nivel de agua superior con valores de Temp. y CE ligeramente más bajos y otro inferior que es del que principalmente se extrae el agua. La alimentación del nivel superior hacia el inferior se produce de forma diferida y lenta a favor de niveles semipermeables, lo que está de acuerdo con la interpretación de las curvas de descenso y recuperación.

Por otra parte se ha estudiado independientemente la curva de recuperación. Su estudio presenta interés pues permite conocer la posible existencia de efectos de recarga o de vaciado en el acuífero explotado. La representación de los valores del descenso residual con el tiempo ($t \cdot t' / t'$) en escala semilogarítmica permite ajustar una recta. Si esta recta corta el eje de ordenadas se estaría produciendo un efecto de vaciado en el acuífero, como consecuencia de que el almacenamiento de agua en su zona saturada es pequeño en relación con la explotación producida. En cambio, si lo hace en el eje de abscisas el efecto sería el de una recarga adicional lateral por la existencia de otro acuífero que lo alimenta. En el gráfico de la figura 5 se observa como la recta (en color negro) corta claramente el eje de abscisas, lo que demuestra la presencia de este drenaje diferido que también fue deducido con la interpretación de la curva completa.

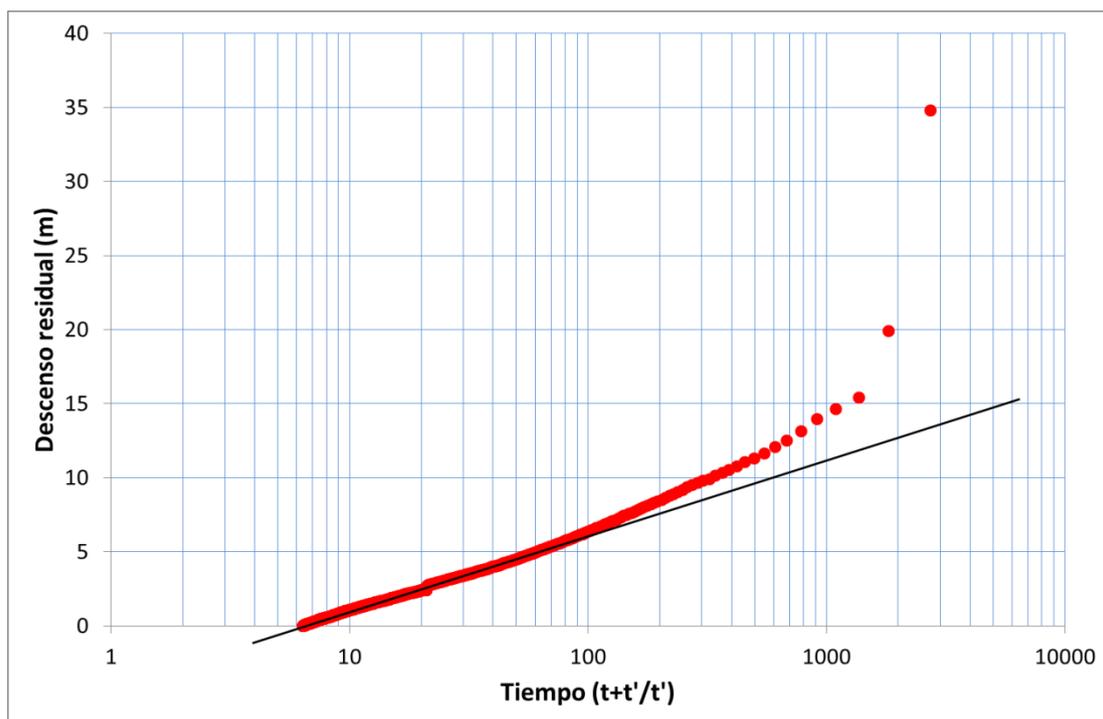


Figura 5. Curva de recuperación obtenida en el bombeo (puntos rojos) y ajuste de la recta de tendencia (en color negro).

CONCLUSIONES

- El sondeo realizado por la C.R. de Beas de Segura se sitúa en la zona de acuíferos de Beas de Segura, formados por carbonatos del Jurásico inferior, y dentro de la MASb 05.01 Sierra de Cazorla. Estos acuíferos presentan gran heterogeneidad de cotas piezométricas y baja o moderada permeabilidad en su conjunto debido a la existencia de numerosas intercalaciones arcillosas.

- El ensayo de bombeo se ha prolongado durante 15 días con un caudal de explotación de 6,5 l/s con 5 días de medidas de recuperación.
- A partir de las curvas de evolución de niveles, temperatura y conductividad eléctrica del agua se deduce la existencia de, al menos, un acuífero superpuesto que alimenta de forma diferida al acuífero inferior. El sondeo capta recursos suficientes como para sostener a largo plazo la explotación prevista por la Comunidad de Regantes.
- Durante la evolución del ensayo, a raíz de la vigilancia realizada por la guardería del parque, no se ha observado afección directa a ninguno de los manantiales situados en el entorno.

El autor del informe

Antonio González Ramón
Científico titular de la Unidad
del IGME en Granada

INFORME SOBRE EL ENSAYO DE BOMBEO DE LARGA DURACIÓN REALIZADO EN EL SONDEO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE BEAS DE SEGURA SITUADO EN EL PARAJE DEL ARAGONÉS

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Este informe se incluye en los trabajos previstos dentro del convenio de colaboración entre el IGME y la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir para los años 2015 a 2017, en el marco del proyecto: “Investigación hidrogeológica sobre masas de agua subterránea con problemas de sobreexplotación en la Cuenca del Guadalquivir. Propuesta de uso sostenible”. El informe se emite a raíz del documento previo denominado “Informe en relación con el sondeo realizado la comunidad de regantes de Beas de Segura en el paraje del Aragonés” donde se recomendaba la ejecución de un ensayo de bombeo de larga duración para evaluar con mayor precisión la existencia o no de afecciones directas a los manantiales del entorno y conocer mejor las características hidráulicas del acuífero captado.

ENSAYO DE BOMBEO

El bombeo se inició el día 31 de mayo de 2017 a las 12:05 horas con un caudal medio de 6,5 l/s y el nivel estático situado a 152,27 m de profundidad. El control del caudal se realizó mediante contador volumétrico. El 14 de junio de 2017 a las 10:55 horas se paró la extracción de agua. El control de niveles se llevó a cabo mediante un sensor CTD Diver programado para la toma de medidas cada 5 minutos, introducido en el interior de una tubería piezométrica galvanizada de 1 1/4 pulgadas. El sensor aporta datos de presión de la columna de agua, temperatura (Temp.) y conductividad eléctrica (CE) del agua. La recuperación se midió durante los 5 días posteriores a la parada del bombeo.

Previo al inicio del bombeo la guardería del Parque Natural realizó un control de caudales en los manantiales cercanos, que repitió una vez finalizado. En ninguno de los manantiales se observó afección directa. En los manantiales situados en el entorno de los cortijos de las Hacillas se estudió la posibilidad de llevar a cabo un control de nivel en el punto de descarga principal, pero se descartó debido a que se trata de un balsón continuamente utilizado para toma de aguas de cisternas. En todo caso, tampoco en estos manantiales se observó ninguna afección apreciable.

La curva de descenso y recuperación se ha tratado conjuntamente mediante el programa PIBE v3.2.2 (Programa de Interpretación de Bombeos de Ensayo) desarrollado por la empresa “ALJIBE Consultores” para la Diputación de Alicante. Este programa permite interpretar la curva completa, incluyendo el descenso y la recuperación, con la utilización de diferentes metodologías. También se ha tratado la curva de recuperación independientemente para estudiar la existencia de efectos de recarga o de vaciado.

La curva global presenta irregularidad durante el descenso debido a los ajustes de caudales realizados. La recuperación, en cambio, muestra una curva mucho más regular (Fig. 1).

El mejor ajuste se consigue mediante el método de Hantush. Este método asume que el acuífero captado está semiconfinado y separado de otro superior que drena hacia el inferior a través de un nivel semipermeable. La existencia de numerosas pequeñas intercalaciones arcillosas en la serie litológica hace que esta situación hidráulica sea probable. La Transmisividad (T) obtenida en el ajuste es de $16,2 \text{ m}^2/\text{día}$ (Fig. 1) considerablemente superior a la deducida en los ensayos realizados anteriormente de más corta duración ($7,8 \text{ m}^2/\text{día}$), a pesar de que el nivel estático previo al inicio del bombeo se situó $5,85 \text{ m}$ más bajo. Esto podría ser debido a que el bombeo se realizó con un caudal inferior ($6,5 \text{ l/s}$ frente a 8 l/s en el bombeo de 2016).

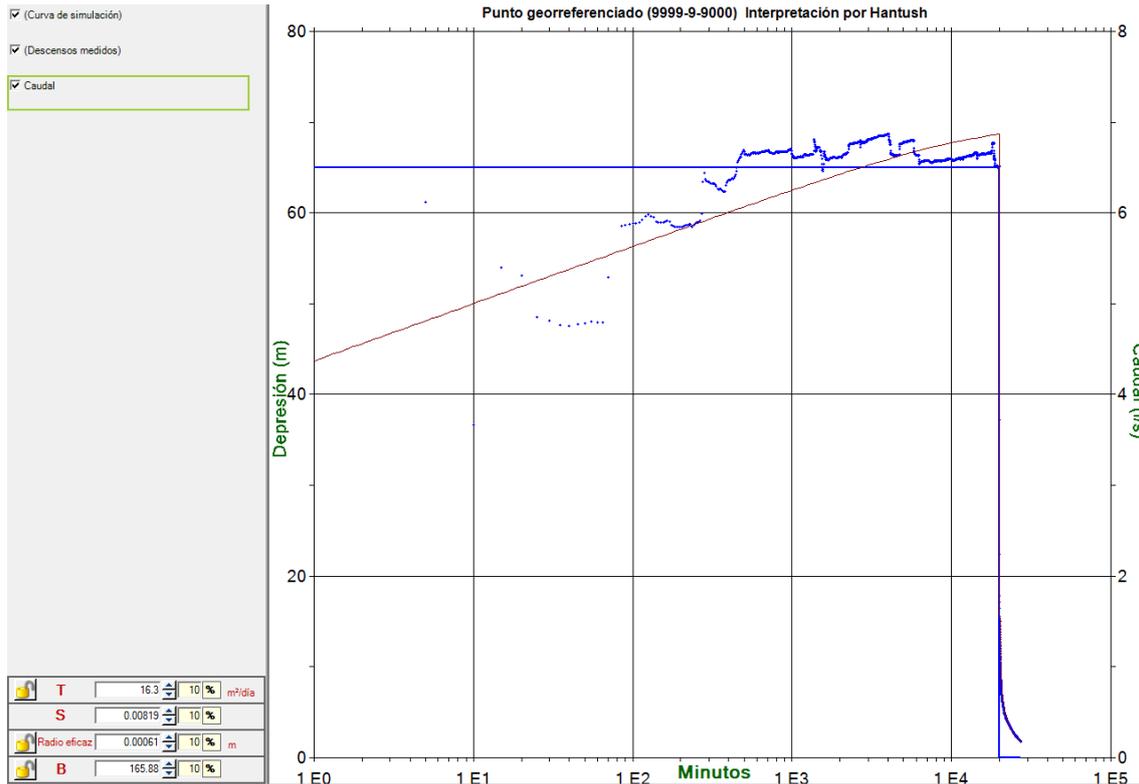


Figura 1. Captura de pantalla de la curva de descenso y recuperación (puntos azules), caudal medio bombeado (línea azul) y curva simulada obtenida (línea roja). Los datos de ajuste aparecen en la esquina inferior izquierda (Programa PIBE 3.2.2).

En la figura 2 se muestra el gráfico de la evolución de la Temp. del agua en el pozo de bombeo. Previo al inicio del bombeo la Temp. del agua tiene un valor de $15,38^\circ\text{C}$. Este valor aumenta rápidamente en el momento en que arranca la bomba y deprime el nivel, hasta situarse en torno a $17,5^\circ\text{C}$. En la curva se observa un cambio en el registro a partir del 5 de julio que es debido a que se sacó el sensor para descargar los datos y al introducirlo de nuevo no quedó exactamente en la misma posición anterior, posiblemente debido al roce con la tubería piezométrica. En el registro de nivel se produjo un pequeño escalón que fue corregido para la interpretación de los datos. Durante la recuperación los valores decrecen rápidamente al principio y más lentamente después sin llegar a alcanzar la Temp. de inicio.

El valor de la CE del agua se muestra en la figura 3. El registro es similar al de la Temp. Se observa un valor inicial de $636 \mu\text{S}/\text{cm}$ que rápidamente sube con el descenso del nivel hasta valores en torno a $668 \mu\text{S}/\text{cm}$ también alterados por el escalón que se produjo al sacar el

sensor. La recuperación es muy brusca, para situarse en valores incluso más bajos que los iniciales, aunque finalmente recuperan el mismo valor de inicio.

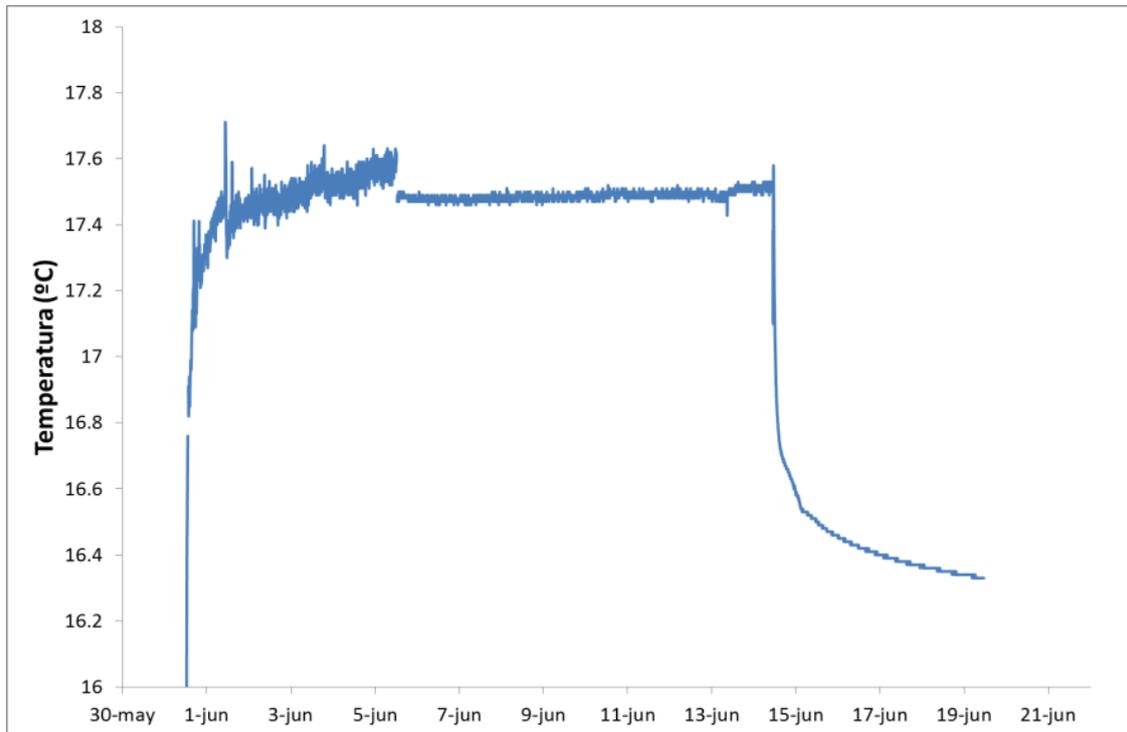


Figura 2. Curva de evolución de la temperatura del agua durante el ensayo de bombeo.

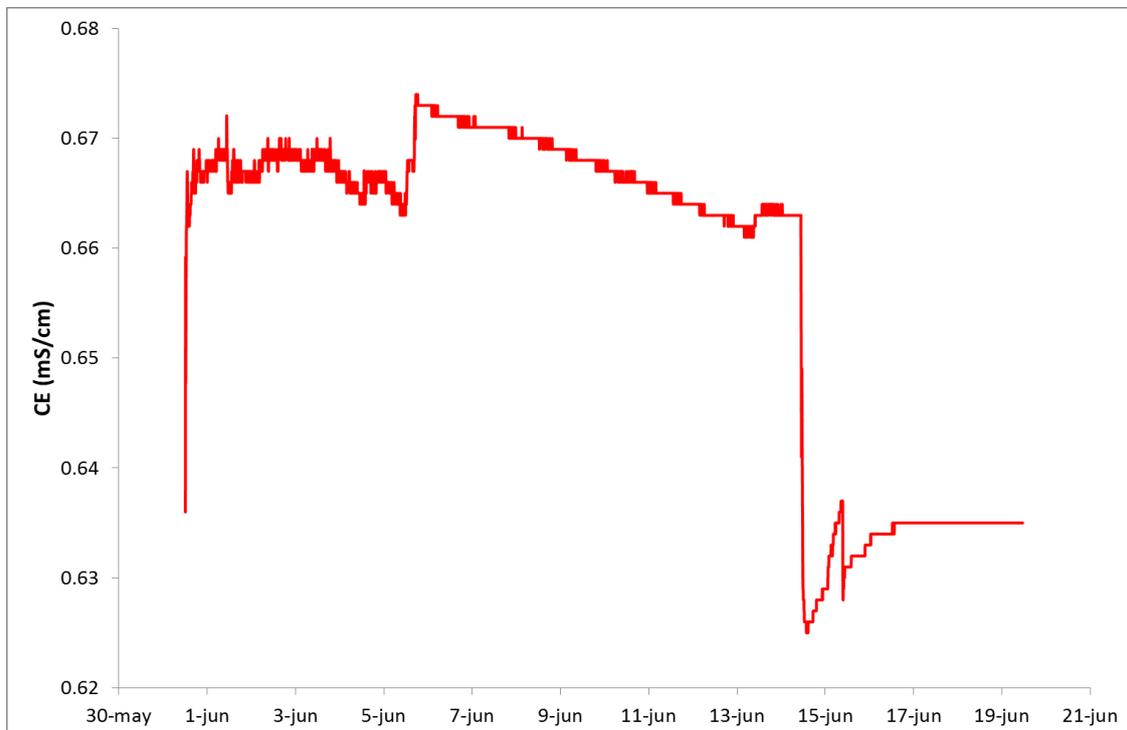


Figura 3. Curva de evolución de la conductividad eléctrica del agua durante el ensayo de bombeo

Estas curvas demuestran la existencia de, al menos, un nivel de agua superior con valores de Temp. y CE ligeramente más bajos y otro inferior que es del que principalmente se extrae el

agua. La alimentación del nivel superior hacia el inferior se produce de forma diferida y lenta a favor de niveles semipermeables, lo que está de acuerdo con la interpretación de las curvas de descenso y recuperación.

Por otra parte se ha estudiado independientemente la curva de recuperación. Su estudio presenta interés pues permite conocer la posible existencia de efectos de recarga o de vaciado en el acuífero explotado. La representación de los valores del descenso residual con el tiempo ($t \cdot t' / t'$) en escala semilogarítmica permite ajustar una recta. Si esta recta corta el eje de ordenadas se estaría produciendo un efecto de vaciado en el acuífero, como consecuencia de que el almacenamiento de agua en su zona saturada es pequeño en relación con la explotación producida. En cambio, si lo hace en el eje de abscisas el efecto sería el de una recarga adicional lateral por la existencia de otro acuífero que lo alimenta. En el gráfico de la figura 5 se observa como la recta (en color negro) corta claramente el eje de abscisas, lo que demuestra la presencia de este drenaje diferido que también fue deducido con la interpretación de la curva completa.

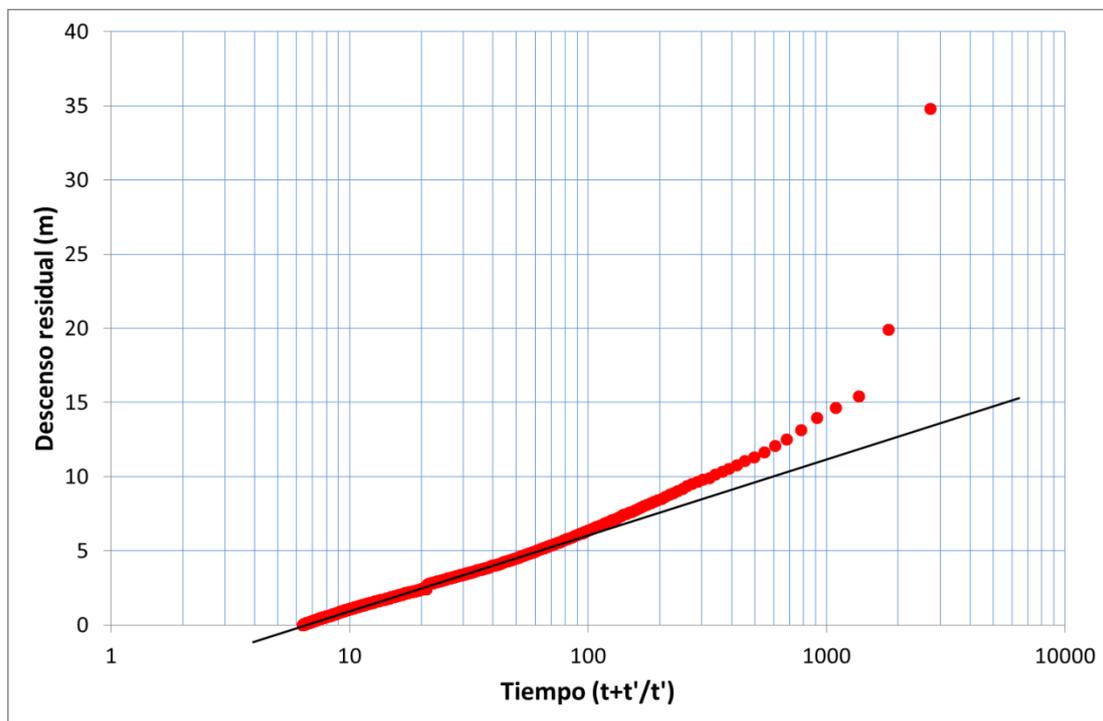


Figura 5. Curva de recuperación obtenida en el bombeo (puntos rojos) y ajuste de la recta de tendencia (en color negro).

CONCLUSIONES

- El sondeo realizado por la C.R. de Beas de Segura se sitúa en la zona de acuíferos de Beas de Segura, formados por carbonatos del Jurásico inferior, y dentro de la MASb 05.01 Sierra de Cazorla. Estos acuíferos presentan gran heterogeneidad de cotas piezométricas y baja o moderada permeabilidad en su conjunto debido a la existencia de numerosas intercalaciones arcillosas.
- El ensayo de bombeo se ha prolongado durante 15 días con un caudal de explotación de 6,5 l/s con 5 días de medidas de recuperación.

- A partir de las curvas de evolución de niveles, temperatura y conductividad eléctrica del agua se deduce la existencia de, al menos, un acuífero superpuesto que alimenta de forma diferida al acuífero inferior. El sondeo capta recursos suficientes como para sostener a largo plazo la explotación prevista por la Comunidad de Regantes.
- Durante la evolución del ensayo, a raíz de la vigilancia realizada por la guardería del parque, no se ha observado afección directa a ninguno de los manantiales situados en el entorno.

El autor del informe

Antonio González Ramón
Científico titular de la Unidad
del IGME en Granada