



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

INTERPRETACION DEL ENSAYO DE  
BOMBEO DEL SONDEO EL OSET 2  
ANDILLA (Valencia)

Abril 1992

---



## 1. - INTRODUCCION

Este informe se emite a petición de la Excm. Diputación Provincial de Valencia, que solicitó del Instituto Tecnológico Geominero de España la dirección y control de un ensayo de bombeo, con objeto de determinar las condiciones de explotación de un sondeo realizado en las proximidades de la aldea de El Oset, perteneciente al término municipal de Andilla (Valencia). Mediante esta captación se pretende abastecer a la localidad mencionada, cuya población de hecho es de 53 habitantes, incrementándose durante el periodo estival hasta rondar las 500 personas según estimaciones facilitadas por el Ayuntamiento. Estas cifras traducidas a consumos teóricos, con una dotación de 250 litros por persona y día, corresponden a unos consumos de 13,2 m<sup>3</sup>/día y 125 m<sup>3</sup>/día.

Por otra parte, y como información complementaria, es conveniente decir que el núcleo urbano dispone de un depósito de distribución con capacidad para 30 m<sup>3</sup>. La información recogida en el Ayuntamiento indica que en periodo de máxima demanda, las necesidades no superan los 90 m<sup>3</sup>/día (3 llenados del depósito).

Por último, es de reseñar el hecho de que la prueba de bombeo se ha realizado bajo condiciones hidrogeológicas muy adversas dada la pertinaz sequía sufrida en este área en el momento de su ejecución.

## 2. - CARACTERISTICAS DEL SONDEO

Las características de la perforación son las siguientes:

Situación en coordenadas U.T.M. (Hoja nº 667 Villar del Arzobispo. 1:50.000)

X = 690.840

Y = 4.409.850

La cota topográfica aproximada del punto es de 873 m.s.n.m., a unos 150 m. al NE de El Oset, junto al camino que se dirige a Canales.

La profundidad del sondeo es de 208 metros y ha sido perforado en dos fases, la primera a percusión hasta los 130 metros, y la segunda a rotopercusión desde esta cota hasta el final.

La entubación de la obra es la siguiente:

De 0 a 180 m	Tubería de 400 mm. de $\phi$
De 108 a 115 m	Tubería de 350 mm. de $\phi$
De 115 a 130 m	Tubería de 250 mm. de $\phi$
de 130 a 208 m	Sin entubar con 250 mm de $\phi$ de perforación

El sondeo se encuentra emboquillado en depósitos cuaternarios de espesor reducido compuestos por conglomerados, arenas y limos, que recubren una formación constituida por una alternancia de margas, arenas, areniscas, calizas y arcillas pertenecientes al Portlandiense. Es en estos niveles donde se instala el acuífero captado.

La columna litológica atravesada, deducida según la información suministrada por el sondista, es la siguiente:

De 0 a 18 m	Gravas y arenas aluviales (Cuaternario)
De 18 a 155 m	Areniscas y calizas negras con capas de 1-2 metros de arcillas negras exfoliables y micáceas. Presentan venillas negras y blancas.
De 155 a 165 m	Areniscas amarillentas
De 165 a 208 m	Margas

El nivel del agua se encontraba el 27 de enero del presente año a 25,35 m. de profundidad, según la misma fuente de información.

La estructura hidrogeológica del sector es la de una pequeña cubeta que conforma un acuífero colgado, formado por los materiales anteriormente citados, y elevado sobre el nivel piezométrico regional que se encuentra a una profundidad mucho mayor.

### **3. - EQUIPO DE BOMBEO UTILIZADO**

El equipo utilizado para la prueba ha contado con los siguientes elementos:

- Grupo generador de 60 KVA
- Grupo motobomba marca GRUNDFOS, modelo SP-17-16 de 20 C.V. de potencia.
- Tubo de Pitot, y bidón complementario.
- Sonda eléctrica.
- Material auxiliar.

### **4. - PLANTEAMIENTO DEL ENSAYO Y PRUEBAS DE BOMBEO**

El ensayo de bombeo comenzó a las 10 horas 45 minutos del día 16 de marzo de 1992, con un nivel estático inicial localizado a 29,40 metros de profundidad.

Se realizó en primer lugar, ya que el sondeo había sido desarrollado previamente, un bombeo escalonado a caudales crecientes de 2,6 l/seg, 4,0 l/seg, 6,3 l/seg y 7,3 l/seg; los tres primeros fueron mantenidos durante 60 minutos, mientras que el cuarto se prolongó durante 5 horas con objeto de aprovechar este escalón para la prueba de larga duración; sin embargo el acusado descenso apreciado a partir de las 4 horas de iniciado éste hizo aconsejable no continuar con la extracción.

Se esperó a la recuperación del pozo durante las 14 horas y 50 minutos siguientes, quedando el nivel a 33,10 metros de profundidad.

La prueba de larga duración definitiva dió comienzo a las 9 horas y 35 minutos del día 17 con un caudal constante en torno a los 5,3 l/seg., prácticamente constante durante toda la prueba, hasta aproximadamente las 11 horas del día 18, momento en el que el nivel alcanzó las proximidades de la rejilla, descendiendo el caudal de extracción hasta los 2,5 l/seg., con el que el nivel se mantuvo entre los 99 y los 105 metros de profundidad. A las 8,15 horas del día 19, se paró el bombeo durante 5 minutos por fallo mecánico, reemprendiéndose a continuación hasta las 9 horas, este hecho ha sido obviado dadas las características de la prueba, y con toda seguridad no modificará los resultados finales interpretados. Durante este último lapso de tiempo el nivel dinámico se mantuvo en torno a la rejilla de la bomba (104,79 m), con aspiración parcial de aire y un caudal aproximado de 2,5 l/seg.

A partir de las 9 horas se toman las medidas de recuperación hasta las 9 horas del día 20, momento en que el nivel se encontraba a 48,3 metros de profundidad.

Se realizó una posterior comprobación el día 23 a las 11,45 horas, situándose el nivel a 42,58 metros de profundidad.

Durante la realización del aforo se tomó una muestra de agua para análisis.

## 5. - ENSAYO DE BOMBEO. ANALISIS E INTERPRETACION.

### 5.1. INTERPRETACION DE LOS DESCENSOS

Los datos de los descensos obtenidos en la prueba de larga duración muestran que para el caudal de bombeo (5,3 l/seg) se produce una depresión que alcanza la rejilla de la bomba en torno a las 38 horas de iniciado éste, lo que equivale a una depresión de 71,7 metros.

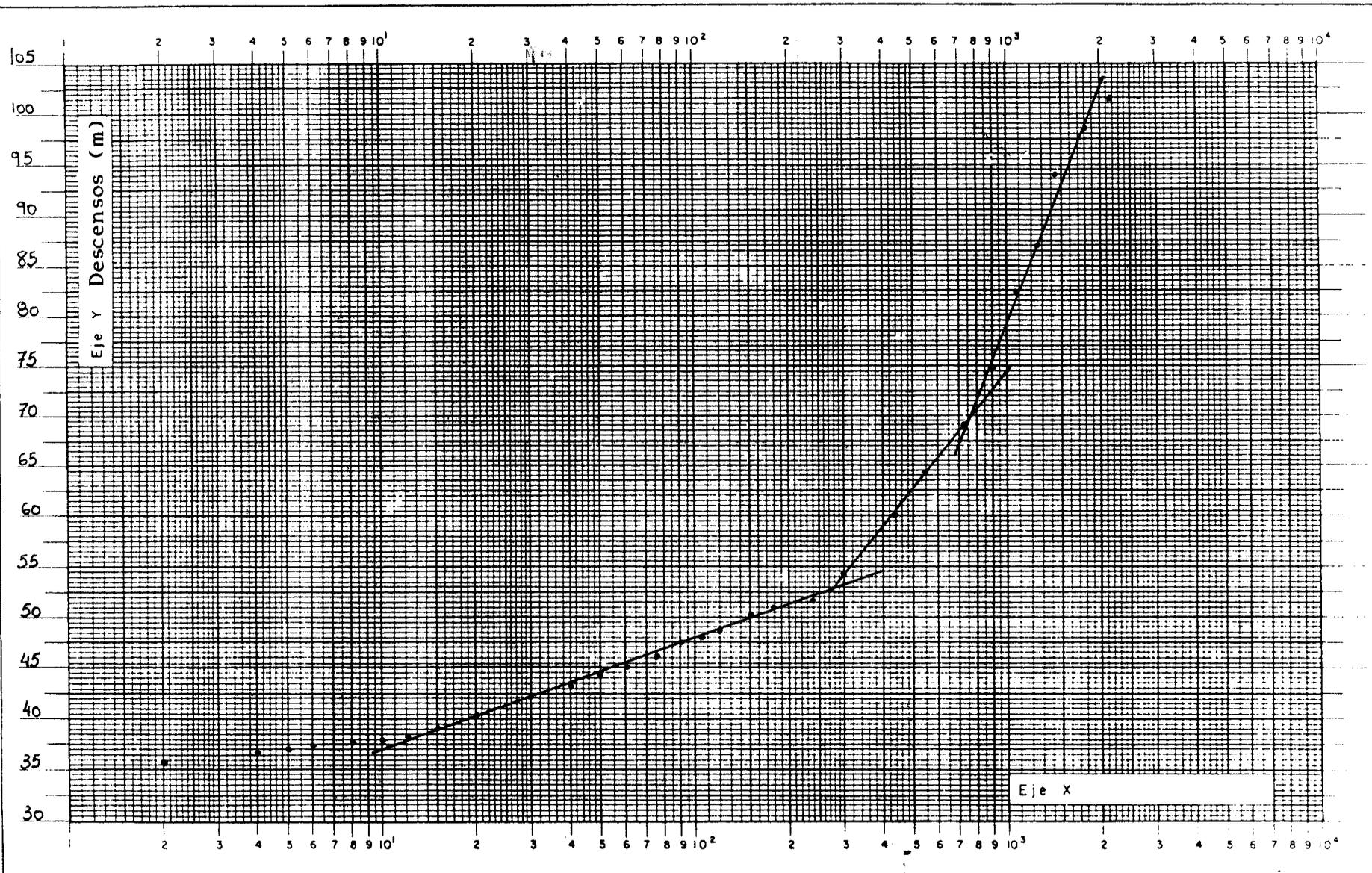
Como método interpretativo se ha utilizado el de Jacob, que es una simplificación de Theiss, considerando que el acuífero se encuentra en estado libre. En papel semilogaritmico se representa el descenso en metros en función del logaritmo del tiempo en minutos (gráfico nº 1).

La representación de las medidas de los descensos se han ajustado perfectamente a tres rectas con pendiente creciente que evidencian la presencia de barreras impermeables en el acuífero captado y que ponen de manifiesto unas reducidas dimensiones de éste.

La transmisividad (T) del acuífero se ha calculado para las tres rectas mencionadas, cuyas pendientes o caídas por ciclo logarítmico son  $m_1=11$ ,  $m_2=38$  y  $m_3=77$ , según estos datos y mediante la aplicación de la fórmula de Jacob:

$$T = 0,183 Q/m$$

donde: T : Transmisividad en  $m^2/día$   
Q : Caudal bombeado ( $m^3/día$ ). En este caso 458  $m^3/día$ .




 Instituto Tecnológico  
 GeoMinero de España  
 TOPONIMIA  
 OSET 2

GRAFICO DE BOMBEO LARGA DURACION  
 CAUDAL: 458 m<sup>3</sup>/día  
 FECHA 17/03/92

VALORES OBTENIDOS:  
 $\Delta_1 = 11 \text{ m.}$        $T = 7,2 \text{ m}^2/\text{día}$   
 $\Delta_2 = 38 \text{ m.}$        $T = 2,1 \text{ m}^2/\text{día}$   
 $\Delta_3 = 77 \text{ m.}$        $T = 1,0 \text{ m}^2/\text{día}$

GRAFICO  
 N<sup>o</sup>  
 1

m : Pendiente de la recta

Así para los diferentes tramos se obtienen:

$$T_1 = 7,2 \text{ m}^2/\text{día}$$

$$T_2 = 2,1 \text{ m}^2/\text{día}$$

$$T_3 = 1,0 \text{ m}^2/\text{día}$$

Como transmisividad real del acuífero se tomará la correspondiente a  $T_1$ , es decir,  $7,2 \text{ m}^2/\text{día}$ ; ya que este tramo no se encuentra influenciado por el efecto barrera.

## 5.2. INTERPRETACION DE LA RECUPERACION

A partir de las medidas de la recuperación puede obtenerse también un valor de T, que será contrastado con el hallado mediante el gráfico de descensos, según la ecuación:

$$dr = 0,183 (Q/T) \cdot \log (t+t'/t')$$

donde:

dr : descenso residual o descenso producido desde el inicio del bombeo menos el ascenso producido desde su parada.

Q : Caudal de bombeo constante o caudal medio ponderado, en este caso.

T : Transmisividad.

t : Tiempo de bombeo real

t' : Tiempo transcurrido desde que se paró el bombeo.

En el gráfico nº 2 se han representado los datos del nivel dinámico en ordenadas, y el tiempo en función del logaritmo de  $t+t'/t'$  en abscisas.

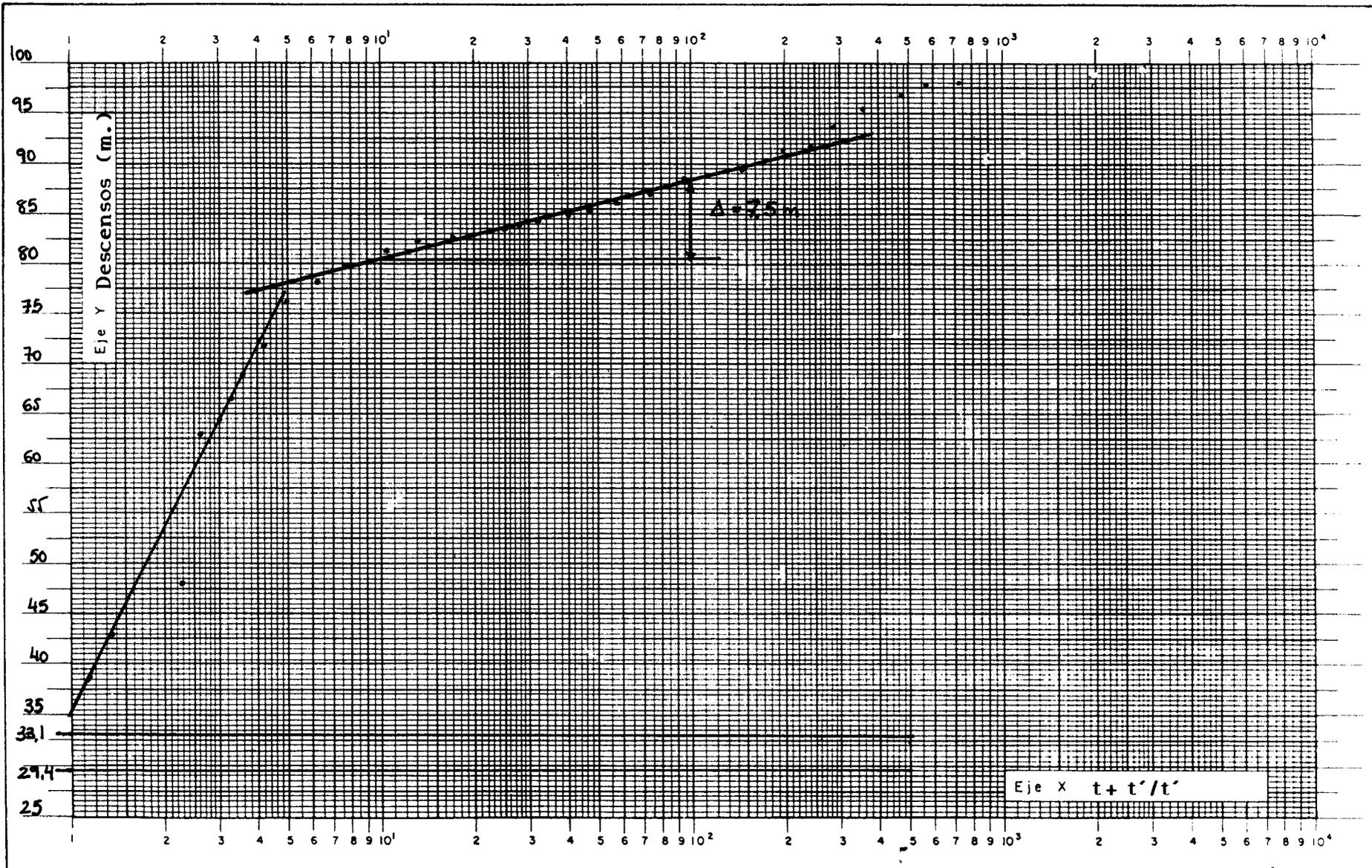
Al igual que en el caso anterior se obtienen dos rectas, de las dos se tomará como más próxima a la realidad la primera por encontrarse en el tramo más fiable de la representación. La transmisividad obtenida es:  $T = 9,95$  m<sup>2</sup>/día, valor muy próximo al calculado para los descensos.

Es de resaltar el hecho de la falta de recuperación que presenta el nivel, ya que éste se localizaba 99 horas después de finalizada la prueba (dos veces el tiempo bombeado) a 42,58 metros de profundidad, es decir 9,48 metros por debajo del nivel inicial, lo que implica la existencia de un fenómeno de vaciado del acuífero. Para confirmar este hecho se realizó una última medida el día 31 de marzo a las 12 horas del mediodía que indicó que el nivel estaba a 37,68 metros de profundidad, todavía 4,9 metros por debajo del inicial, correspondiente al bombeo de larga duración (33,1 m.) y 8,28 metros por debajo del nivel correspondiente al primer bombeo (29,4 m.).

### 5.3. VALOR DE LA TRANSMISIVIDAD

El valor de la transmisividad tomado finalmente será la media de los hallados por ambos métodos, es decir:

$$T = 8,6 \text{ m}^2/\text{día}$$




 Instituto Tecnológico  
 GeoMinero de España  
 TOPONIMIA  
**EL OSET 2**

**GRAFICO DE RECUPERACION**  
 CAUDAL: **408 m<sup>3</sup>/día**      FECHA **19/03/92**

VALORES OBTENIDOS:  
 $\Delta = 7,5$  m.  
 $T = 9,95$  m<sup>2</sup>/día

GRAFICO  
 N<sup>o</sup>  
**2**

## 6. - ANÁLISIS DEL BOMBEO ESCALONADO

En el gráfico nº 3 aparecen representadas las medidas obtenidas por el bombeo escalonado.

Este se ha realizado a caudales crecientes de forma continuada y sin recuperación, con un tiempo de 60 minutos de duración para todos ellos, excepto para el último, que fue de 5 horas. Los resultados obtenidos, referidos a 60 minutos y corregidos sus valores según el método elegido son:

	Caudales (m <sup>3</sup> /día)	Descensos (m.)
1er. escalón	225	3,1
2º escalón	346	5,7
3er. escalón	544	13,1
4º escalón	630	20,9

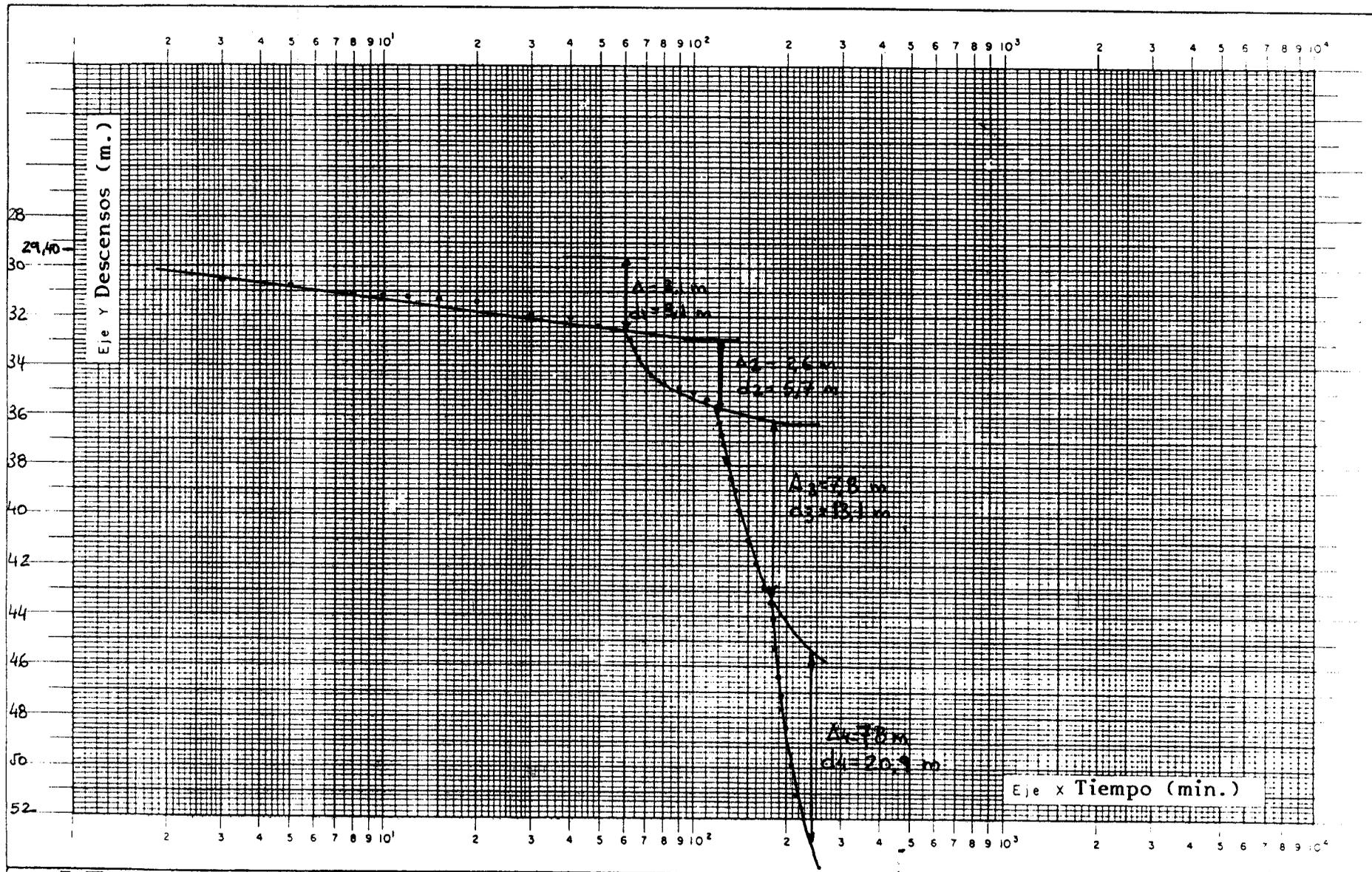
Para el cálculo de los coeficientes B y n necesarios para definir la curva característica se ha de resolver el siguiente sistema de tres ecuaciones, seleccionados los escalones 1º, 3º y 4º.

$$d1/Q1 = A + B.Q^{n-1}$$

$$d3/Q3 = A + B.Q^{n-1}$$

$$d4/Q4 = A + B.Q^{n-1}$$

donde Q y d son los caudales y descensos correspondientes a cada escalón.




 Instituto Tecnológico  
 GeoMinero de España  
 TOPONIMIA  
 EL OSET 2

GRAFICO DE BOMBEO ESCALONADOS  
 225 m<sup>3</sup>/día  
 346 m<sup>3</sup>/día  
 544 m<sup>3</sup>/día  
 CAUDAL: 630 m<sup>3</sup>/día  
 FECHA 16/03/92

VALORES OBTENIDOS:  
 d<sub>1</sub> = 3,1 m  
 d<sub>2</sub> = 5,7 m  
 d<sub>3</sub> = 13,1 m  
 d<sub>4</sub> = 20,9 m

GRAFICO Nº  
 3

Sustituidos los valores reales y resuelto el sistema se obtiene:

$$n = 3,14$$

$$A = 1,19 \times 10^{-2} \text{ día/m}^2$$

$$B = 1,65 \times 10^{-8} \text{ día}^2/\text{m}^5$$

El valor de  $n > 2$  indica que el régimen es turbulento en los alrededores de la captación.

## 8. - APROXIMACION A LAS CARACTERISTICAS DEL ACUIFERO CAPTADO

Las particulares condiciones del acuífero captado en el que se detecta un vaciado del mismo condicionan totalmente el caudal de explotación, ya que lo que se tiene es un acuífero de muy reducidas dimensiones, las cuales van ha tratar de ser estimadas, así como los volúmenes de agua almacenados.

\* Superficie del acuífero.

Una aproximación de la superficie se puede estimar según la siguiente expresión:

$$S = \frac{V}{pe.h}$$

donde:

$$V = 981 \text{ m}^3 \text{ (volumen total extraido para los dos bombeos)}$$

$h = 8,28$  m. (diferencia entre el nivel estático inicial  $29,4$  m. y el final, tomado éste el día 23)

$pe =$  porosidad eficaz (estimada para un valor mínimo de  $1.10^{-3}$ ).

Se obtiene por tanto una extensión máxima de acuífero:

$$S = 118.450 \text{ m}^2$$

superficie extremadamente pequeña, que incluso podría ser algo más reducida. No obstante, este hecho concuerda con el modelo hidrogeológico existente en el sector.

\* Estimación del volumen total de agua extraíble del acuífero

A partir de los datos anteriores y conociendo también la columna litológica del sondeo, características de éste y profundidad del acuífero se puede hacer una estimación del volumen almacenado en el mismo, según la expresión:

$$V = S \cdot pe \cdot H$$

donde  $H$  es la altura total de la zona saturada del acuífero que puede ser drenado.

Esta, con la información disponible y para un vaciado correspondiente a 60 metros de roca saturada (90 metros de profundidad) con una depresión máxima del nivel dinámico de 90 metros (120 m. de profundidad), se obtendrá una aproximación del volumen total extraíble de agua cifrada en:

$$V = 7.100 \text{ m}^3$$

**\* Aproximación a la posible alimentación del acuífero**

Como estimación se ha tratado de calcular la posible alimentación del acuífero.

Se ha establecido a partir de las medidas del nivel de recuperación tomadas entre el 23 de marzo y el 1 de abril, periodo en el que se considera que la influencia del bombeo ha dejado de existir.

La diferencia entre ambas medidas es de 4,9 m., recuperación que puede ser atribuida a una recarga natural del acuífero.

En función del volumen de llenado, y para un cierto rango de la porosidad (entre  $1.10^{-3}$  y  $1.10^{-2}$ ) se puede estimar "grosso modo", y de manera casi anecdótica ya que son necesarios más datos, una alimentación del acuífero inferior a 0,7 l/s en caudal continuo

**9. - CONDICIONES DE EXPLOTACION**

Tal y como se ha comentado en el capítulo anterior el caudal de explotación de este sondeo no vendrá impuesto por las características hidrodinámicas del mismo, sino que, fundamentalmente, está condicionado por las reducidas dimensiones del acuífero captado.

Debido al vaciado del acuífero que se produce durante la explotación, el sondeo no puede ser utilizado de forma continua, sino sólo de forma coyuntural, y mediante la oportuna administración del volumen de de agua almacenado por el mismo, estimada en  $7.100 \text{ m}^3$ , a dichos volúmenes se

podría adicionar la alimentación natural del acuífero, pero ésta es muy difícil de estimar y, en todo caso, habría de ser confirmada "a posteriori".

Ello podría traducirse, y nuevamente a modo orientativo, en una explotación exclusivamente durante el verano (no más de dos meses) con un caudal máximo de extracción de 3,0 l/s y un tiempo máximo de bombeo de 8 horas diarias.

La profundidad de la bomba debería situarse a 120 metros de profundidad y, por otra parte, sería lógicamente obligatoria para esta explotación la instalación en el sondeo de un contador volumétrico y un tubo piezométrico de medida de niveles.

## **10. - CONCLUSIONES**

- 1) El sondeo capta un acuífero de dimensiones muy reducidas, hecho que ha podido observarse en la detección de barreras impermeables muy próximas y a la confirmación de un fenómeno de vaciado del propio acuífero, para unos volúmenes bombeados muy pequeños.
- 2) Debido a lo anterior, la captación no puede ser explotada de manera continua, sino solamente de manera puntual, y con unas condiciones de control muy estrictas, en todo caso, y a falta de datos más fiables en cuanto a la posible recarga natural del acuífero, no puede recomendarse una explotación superior a 7.100 m<sup>3</sup>/año.
- 3) De realizarse la explotación podría efectuarse durante los dos meses de verano de mayor demanda, y según los criterios expuestos en el capítulo 9 (caudal inferior a

3 l/s y tiempo de bombeo inferior a 8 horas diarias).

- 4) La explotación definitiva, y dadas las particularidades existentes, requeriría obligatoriamente el control continuado del sondeo, tanto de volúmenes extraídos como de evolución de los descensos, con objeto de determinar de forma más fiable la explotación de la captación.
- 5) Si a pesar de las malas características del sondeo se decidiese finalmente a su utilización, dados los condicionantes tan negativos que existen en el sector para la captación de aguas subterráneas, su explotación deberá ser rigurosamente controlada por técnicos especializados en la materia, que deberán corroborar y establecer con una mayor precisión, las hipótesis planteadas en este informe. Al mismo tiempo se deberán llevar a cabo acciones tendentes a evitar el consumo no estrictamente necesario de agua. Sin el cumplimiento de estos requisitos se desaconseja totalmente el uso de la captación.

LOS AUTORES DEL INFORME:

Bruno J. Ballesteros Navarro  
ITGE-Oficina de Valencia

Enrique Aroca Luján  
ITGE-Oficina de Valencia

ANEXO

P A R T E D E B O M B E O

Hoja nº 1

 <p>Instituto Tecnológico GeoMinero de España</p>	<p>TOPONIMIA:  EL OSET 2</p>
<p>TIPO DE ENSAYO <u>BOMBEO ESCALONADO</u></p> <p>Tabla de medidas en <u>metros</u></p> <p>Distancias al pozo de bombeo _____ mts Profundidad bomba: 105 mts. Técnico responsable <u>Bruno J. Ballesteros</u></p>	<p>N.E. <u>29,40</u> mts (0,33 sobre el suelo)</p> <p>COTA <u>873</u> mts ( _____ )</p> <p>Q <u>crecientes</u></p> <p>FECHA <u>16/03/92</u></p>

Fecha	Hora	Tiempo (min)	Prof. agua (mts)	Descenso d (mts)	Q (l/s)	t+t'/t' (min)	Ascenso	Descenso residual	Observaciones
16/3/92	10,45	0	29,40		2,6				
		3	30,45		-				
		5	30,75		-				
		8	31,02		-				Agua clara
		10	31,17		-				
		12	31,23		-				
		15	31,27		-				
		20	31,38		-				
		30	31,92		-				
		40	32,14		-				
		50	32,36		-				
	11,45	60	32,50		-				
		2	32,94		4,0				
		3	33,10		-				
		4	33,32		-				
		6	33,70		-				
		8	33,95		-				
		10	34,10		-				
		12	34,44		-				
		17	34,47		-				
		20	34,67		-				
		30	34,90		-				
		40	35,14		-				
		50	35,37		-				
	12,45	60	35,56		-				
		2	36,26		6,3				
		3	36,81		-				
		4	37,19		-				
		5	37,66		-				
		6	37,76		-				
		8	37,98		-				
		10	38,00		-				
		12	38,46		-				
		15	38,96		-				
		20	39,82		-				
		30	41,00		-				
		40	41,02		-				





P A R T E D E B O M B E O

Hoja nº 4

 Instituto Tecnológico GeoMinero de España	TOPONIMIA:  EL OSET 2
	TIPO DE ENSAYO <u>BOMBEO LARGA DURACION</u> Tabla de medidas en <u>metros</u> Distancias al pozo de bombeo _____ mts Técnico responsable <u>Bruno J. Ballesteros</u>

Fecha	Hora	Tiempo (min)	Prof. agua (mts)	Descenso (mts)	Q (l/s)	t+t'/t' (min)	Ascenso	Descenso residual	Observaciones
17/3/92	9,35	0	33,1		5,6				Agua sucia
		2	35,92		-				-
		4	36,73		-				-
		5	37,05		-				-
		6	37,45		-				-
		8	37,6		-				-
		10	38,00		-				-
		12	38,40		-				-
		15	39,18		-				-
		20	40,47		-				-
		30	42,14		-				-
		40	43,25		-				-
		50	44,3		-				-
		60	45,08		-				-
		75	46,20		-				-
		90	47,3		-				-
		105	48,02		-				-
		11,35	13,35	120	48,7				
150	50,16				5,3				
180	51,00								
240	51,77								
300	54,40								
430	60,25								
14,35	21,35	540	64,44						
		720	68,95						
		900	74,80						
18/3/92	0,35	1080	82,46						
		1260	87,00						
		1440	94		5,1				
		1800	98,60						
		2160	98,90(?)						
19/3/92	3,35	2520	99(?)		2,5				
		2845	104,79						Reducción caudal Nivel en la rejilla Aspiración aire Parada de 8,15-8,20 h

