

**"ACTUACIONES DE USO CONJUNTO Y RECARGA ARTIFICIAL
ENCAMINADAS A MEJORAR LA GESTIÓN MEDIO AMBIENTAL
Y EL USO SOSTENIBLE DE LOS ACUÍFEROS
LIGADOS A LA ARTERIA TRANSVERSAL
DE LA ISLA DE MALLORCA"**

**INFORME SOBRE EL BOMBEO DE ENSAYO
REALIZADO EN EL ACUÍFERO DE CRESTATX (MALLORCA)**

Mayo de 2007

INDICE

- 1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS
- 2.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA
- 3.- HIDROGEOLOGÍA Y GEOLOGIA
- 4.- EQUIPOS UTILIZADOS
- 5.- CARACTERÍSTICAS DE LOS POZOS
- 6.- DESARROLLO DE LOS BOMBEO
- 7.- INTERPRETACIÓN DEL BOMBEO DE ENSAYO
- 8.- CÁLCULO DE LAS CONSTANTES HIDRÁULICAS
 - 8.1.- MÉTODO DE THEIS POR MEDIO DEL PROGRAMA DE INTERPRETACIÓN DE BOMBEO DE ENSAYO PIBE 2.0
 - 8.2.- MÉTODO DE JACOB
 - 8.3.- RADIO DE ACCIÓN DEL BOMBEO
 - 8.4.- CONCLUSIONES
- 9.-ANEXOS
 - ANEXO I: FICHAS DE INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA DEL IGME.
 - ANEXO II: DATOS DE DESCENSOS Y ASCENSOS EN POZO DE BOMBEO Y "OUT-PUT" DEL PROGRAMA DE INTERPRETACIÓN DE BOMBEO DE ENSAYO PIBE 2.0
 - ANEXO III: DATOS DE DESCENSOS Y ASCENSOS EN PIEZOMETRO DE OBSERVACIÓN 1 Y "OUT-PUT" DEL PROGRAMA DE INTERPRETACIÓN DE BOMBEO DE ENSAYO PIBE 2.0
 - ANEXO IV: DATOS DE LOS DESCENSOS Y ASCENSOS EN PIEZOMETRO DE OBSERVACIÓN 2 Y "OUT-PUT" DEL PROGRAMA DE INTERPRETACIÓN DE BOMBEO DE ENSAYO PIBE 2.0
 - ANEXO V: CURVA DE DESCENSOS Y RECTA DE JACOB
 - ANEXO VI: "DOSSIER" DE FOTOGRAFÍAS

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Entre los fines y funciones que otorga al Instituto Geológico y Minero de España (IGME), como Organismo Público de Investigación, el artículo 3º del Real Decreto 1953/2000, de 1 de diciembre, figuran las siguientes:

- a) El estudio, investigación análisis y reconocimiento en el campo de las Ciencias y Tecnologías de la Tierra.
- b) La creación de infraestructuras de conocimiento.
- c) La información, la asistencia técnico-científica y el asesoramiento a las Administraciones públicas, agentes económicos y a la sociedad en general, en geología, hidrogeología ciencias geoambientales, recursos geológicos y minerales.
- d) Las relaciones interdisciplinares con otras áreas del saber, contribuyendo al mejor conocimiento del territorio y de los procesos que lo configuran y modifican, al aprovechamiento sostenido de sus recursos y a la conservación del patrimonio geológico e hídrico.

Elaborar y ejecutar los presupuestos de I+D y de desarrollo de infraestructuras de conocimiento en programas nacionales e internacionales, en el ámbito de sus competencia.

El Instituto, por sus competencias institucionales y por las obligaciones emanadas de la Ley de Aguas, realiza estudios encaminados a mejorar el conocimiento de los acuíferos y a proteger la calidad de las aguas subterráneas. De esta forma cumple con sus objetivos y obligaciones institucionales.

En consecuencia y dentro del Convenio Específico entre el Instituto Geológico y Minero de España y la Comunidad Autónoma de Les Illes Balears para la realización de trabajos y estudios hidrogeológicos en las islas, vigente hasta el año 2008, el IGME está desarrollando en la actualidad el proyecto titulado "Actuaciones de uso conjunto y recarga artificial encaminadas a mejorar la

gestión medioambiental y el uso sostenible de los acuíferos ligados a la arteria transversal de la Isla de Mallorca”.

Uno de los objetivos de dicho proyecto es la construcción y puesta en marcha de la recarga artificial del acuífero de Crestatx. Dicha instalación de recarga tomará el agua de los excedentes provenientes de las Ufanés de Gabellí, y lo conducirá a una instalación de almacenamiento y decantación intermedia, que será una cantera abandonada conocida con el nombre de coma de S´ Aigua, dentro del termino municipal de Campanet, desde donde será posteriormente enviada a los sondeos profundos de recarga.

Dentro de los trabajos de diseño de la instalación, es imprescindible conocer las características hidráulicas del acuífero de Crestats. Y realizar un bombeo de ensayo de 72 horas en el sondeo de 250 m de profundidad conocido como Ca Na Mora II con NPA 392631726.

2.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA

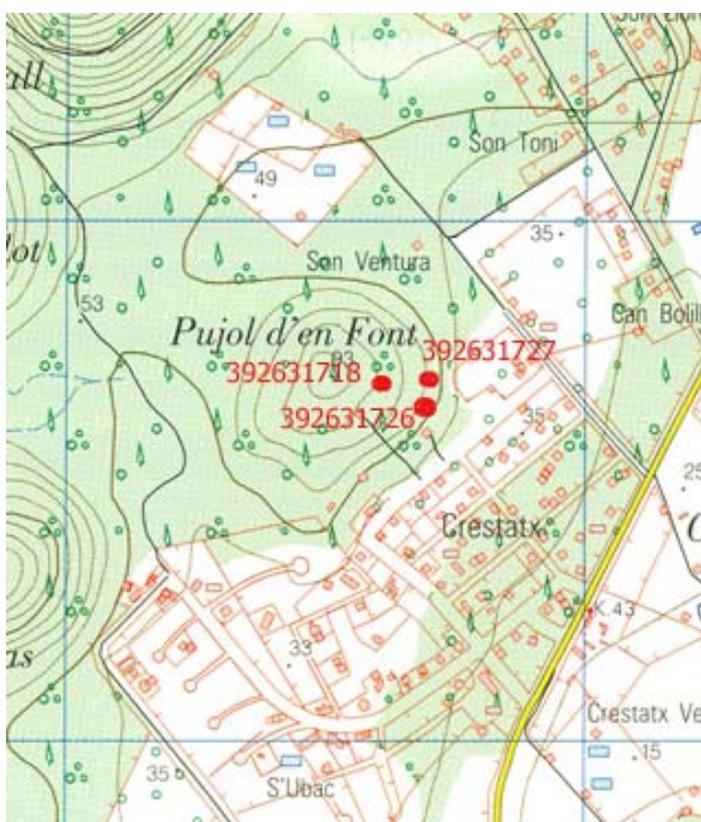
Como se puede constatar en la hoja nº 671 (Inca) del Mapa Topográfico 1:50.000 de Instituto Geográfico Nacional (1:25.000 Hoja 671 II de Sa Pobla), dentro del cual se encuentran los dos sondeos utilizados como piezómetros de observación, y un tercero para el bombeo de ensayo. Según se describe en tabla adjunta.

	Nº IPA	TOPONÍMIA	COORD. X	COORD. Y	COORD. Z
Pozo de bombeo	392631726	Cane More II	501.762	4.406.729	37,90
Piezómetro 1	392631718	Cane More	501.754	4.406.695	36,40

Piezómetro 2	392631727	Naranjos	501.838	4.406.712	37,90
--------------	-----------	----------	---------	-----------	-------



Panorámica del pozo de bombeo y piezómetros de observación



Hoja 671 II Escala 1:25.000 de Sa Pobra

3.- HIDROGEOLOGÍA Y GEOLOGIA

El acuífero de Crestatx, situado en el sector nororiental de la isla de Mallorca, constituye un sistema imbricado de cabalgamientos con dos niveles de despegue principales, la base del Keuper y del Retiense.

La práctica totalidad del acuífero está compuesta por materiales carbonáticos, dolomías y calizas del Lías (Jurásico Inferior) principalmente, que se encuentran en forma masiva en la base y estratificados en el techo de la unidad. Asimismo, localizados en ciertos tramos del acuífero, pueden distinguirse afloramientos de otros materiales de edades distintas; así, en el noreste del acuífero existen afloramientos de dolomías y calizas dolomíticas con intercalaciones de margas y arcillas propias del Triásico Retiense, mientras que hacia el suroeste afloran materiales más modernos como las margas y margocalizas jurásicas y cretácicas, e, incluso, las margas grises y calizas del Paleógeno, éstas situadas más hacia el sureste del acuífero.

De todas las formaciones que constituyen la geología del acuífero de Crestatx, únicamente los materiales del Retiense, del Lías y del Cuaternario pueden considerarse permeables. El resto de ellos, los materiales del Keuper, del Jurásico Medio y Superior y los de la parte inferior del Retiense, se suponen conjuntos de escasa permeabilidad no pudiendo constituir, por tanto, ningún nivel acuífero.

El acuífero de Crestatx se encuentra dividido en dos unidades hidrogeológicas distintas, conectadas hidráulicamente en profundidad y separadas en superficie por materiales impermeables del Retiense y del Keuper que, a su vez, constituyen la superficie de despegue del cabalgamiento del Puig de María. Estas unidades reciben el nombre de María-Caselles y Crestatx respectivamente, siendo en esta última unidad donde se encuentran ubicadas en la actualidad las captaciones destinadas a la extracción de agua para el abastecimiento urbano de la Bahía de Alcudia.

La recarga del acuífero de Crestatx se realiza directamente a partir de la infiltración del agua de lluvia que tiene lugar a través de su zona no saturada. El área de recarga del acuífero superior (Unidad de Crestatx), de unos 3,5 Km², se

corresponde con el Puig de Son Vila, mientras que el del acuífero inferior (Unidad de María-Caselles) incluye Son Vila, el Puig de Caselles, el Puig de María y el Puig des Fangar, con una superficie de 8 Km².

Como la topografía en el acuífero que se encuentra en explotación (acuífero superior) no es abrupta, se intuye un cierto basculamiento de todos sus materiales hacia el suroeste, de lo que se deduce que el flujo del agua subterránea se produce también en esa dirección. De este modo, la descarga en este acuífero se produce, además de por los bombeos de abastecimiento, de forma natural por el suroeste hacia el Llano de Inca-Sa Pobla.

4.- EQUIPOS UTILIZADOS

El material utilizado para llevar a cabo las pruebas de bombeo fue el siguiente:

- Electrobomba de 60 C.V. de potencia situada a 117 m
- Tubería de impulsión de 4" de diámetro interior
- Tubo guía de 1 " para dirigir sonda hidronivel
- Caudalímetro y contador de volumen marca ADMG
- Regulador de frecuencia electrobomba marca VTC
- Hidroniveles eléctricos para las medidas de evolución en el pozo de bombeo y en los de observación.

En los pozos de observación situados a 35 m y 85,7 m del de bombeo, se realizaron los registros de evolución de nivel directamente a través de la tubería de revestimientos de los sondeos ya que ninguno de los dos pozos estaban equipados.

5.- CARACTERÍSTICAS DE LOS POZOS

Pozo de bombeo

Profundidad total250 m

Diámetro de perforación	.....≤ 400 mm
Método de perforación	.....RotoperCUSión
Diámetro de entubación	.....300 mm. En toda su longitud en acero de 4 mm de espesor
Filtros	.....Ranurado con soplete en toda su longitud
Material atravesado	.....Dolomías del Lias

Piezometro de observación 1

Profundidad total	.....200 m.
Diámetro de perforación	.....≤ 300 mm
Método de perforación	.....RotoperCUSión
Diámetro de entubación	.....200 mm. En toda su longitud en acero de 4 mm de espesor
Filtros	.....Ranurado con soplete en toda su longitud
Material atravesado	.....Dolomias del Lias

Piezometro de observación 2

Profundidad total	.....100 m
Diámetro de perforación	.....≤ 300 mm
Método de perforación	.....RotoperCUSión
Diámetro de entubación	.....200 mm. En toda su longitud en acero de 4 mm de espesor
Filtros	.....Ranurado con soplete en toda su longitud
Material atravesado	.....Dolomías del Lias

6.- DESARROLLO DE LOS BOMBEOS

El día 16 de abril de 2007, a las 10:10 h comienza el bombeo a caudal constante de 30 l/s en el pozo de toponimia Cane More II. El nivel estático referenciado a boca

de sondeo era de 53,55 m, y en el piezómetro de observación 1 y 2, de 51,58 m y 49,75 m respectivamente.

Las evoluciones de los niveles hidrodinámicos, tanto en el pozo de bombeo como en los de observación, se midieron de una forma sistemática a lo largo de toda la prueba que tubo una duración de 4.305 minutos. Los valores puntuales de los descensos en los referidos pozos pueden observarse en el ANEXO II, III y IV, y su representación en los gráficos correspondientes. Al final de esta prueba el descenso total ocasionado en el pozo de bombeo, fué de 3,71 m. y de 2,53 m en el piezómetro de observación 1, y 2,62 m en el piezómetro de observación 2.

Finalizado el anterior ensayo, se procede a la observación de niveles en su fase de ascenso. Al término de los 2.204 minutos de observación en recuperación del pozo de bombeo, el descenso residual era de -73 cm; mientras que dicho descenso para el piezómetro de observación 1 era de -81 cm también a los 2.204 minutos, y de -52 cm en el piezómetro de observación 2.

7.- INTERPRETACIÓN DEL BOMBEO DE ENSAYO

Tratándose el presente caso de un acuífero libre, emplearemos para la interpretación de los datos obtenidos los métodos de *THEIS* y *JACOB* mediante el programa de interpretación de bombeos de ensayo *PIBE 2.0*. No siendo necesario aplicar la corrección de DUPUIT, dado que la depresión es inferior al 15 % de H_0 (388 m).

8.- CÁLCULO DE LAS CONSTANTES HIDRÁULICAS

8.1.- MÉTODO DE THEIS POR MEDIO DEL PROGRAMA DE INTERPRETACIÓN DE BOMBEO DE ENSAYO PIBE 2.0

El programa de interpretación de bombeos de ensayo PIBE 2.0., permite calcular el descenso producido por un bombeo de caudal Q , en un punto situado a una distancia r , transcurrido un tiempo t , en un acuífero con una transmisividad T y un coeficiente de almacenamiento S . La depresión del cálculo dependerá del número de términos utilizados en la serie de la función $W(u)$.

El programa PIBE realiza esta estimación calculando términos de la serie hasta que estos son menores de 1×10^{-9} .

Introducidos todos los datos de descenso observados en los 4.305 minutos De bombeo, y los datos observados en la recuperación durante 2.204 minutos, según ANEXOS II, III y IV.; en la siguiente tabla se sintetiza los resultados obtenidos aplicando la ecuación de THEIS.

PARÁMETROS OBTENIDOS CON DATOS DE DESCENSO			
	T (m ² / día)	S	DISTANCIA A POZO DE BOMBEO (m)
POZO POMBEO	636,4	0,03	0,2
PIEZOMETRO 1	450,9	0,018	34,9
PIEZOMETRO 2	373,9	0,004	85,7

8.2.- MÉTODO DE JACOB

Para valores de $u < 0,03$ se puede emplear con suficiente aproximación el método de JACOB, en la practica basta con que "u" sea menor de 0,1 para obtener resultados aceptables. En el caso que nos ocupa se cumplen perfectamente los límites impuestos de aplicación del método.

Los descenso originado en un punto de observación donde se efectua un bombeo a caudal constante de 30 l / s, viene dado según JACOB por la fórmula:

$$d = 0.183 Q / T \quad (1)$$

d= descenso en metros.

Q= Caudal de bombeo constante en m³ / h
T = Transmisividad en m² / día
t = Tiempo de bombeo en horas
t_o = (r² S) / (2,25 T) Período de no validez de JACOB en horas (2)
S= Coeficiente de almacenamiento
r= Distancia entre el punto de bombeo y de observación en metros

Si en unos ejes de coordenadas llevamos los descensos en ordenadas según escala aritmética y los tiempos en abcisas con escala logarítmica ANEXO V, obtendremos la representación de la ecuación (1) que es una recta.

Llamando Δd a la pendiente de la recta podemos escribir:

$$T = 0,183 Q / \Delta d$$

Descenso en el pozo de bombeo:

$$T = (0,183 \times 30 \times 86,4) / 1,8 = 263,92 \text{ m}^2 / \text{día}$$

Descenso en el piezometro 1:

$$T = (0,183 \times 30 \times 86,4) / 1,3 = 364,87 \text{ m}^2 / \text{día}$$

Descenso en el piezometro 2:

$$T = (0,183 \times 30 \times 86,4) / 1,9 = 249,65 \text{ m}^2 / \text{día}$$

Como se puede observar los valores obtenidos mediante la ecuación de Jacob son similares a los obtenidos por la ecuación de Theis mediante el programa de interpretación de bombeos de ensayo Pibe 2.0.

Conocidos los valores de la transmisividad y obtenidos los valores de "t_o", que viene dado por la intersección de la recta con el eje de descensos de la ecuación (2) obtenido en el piezómetro 2, dado que puede ser mas representativo que los tomados en el propio pozo de bombeo, y tampoco en el piezómetro 1 al estar sólo a 35 m de distancia del mismo, tenemos:

$$S = (2,25 \times T \times t_0) / r^2 = (2,25 \times 364,87 \times 26 / (86^2 \times 1440)) = 2,004 \times 10^{-3}$$

Pudiendo considerar como valores medios de almacenamiento y transmisividad ,y comparar los resultados obtenidos al interpretar mediante el programa PIBE y los obtenidos mediante Jacob de:

$$T = 400 \text{ m}^2 / \text{día} \quad \text{y} \quad S = 10^{-3}$$

8.3.- RADIO DE ACCIÓN DEL BOMBEO

Llamamos radio de acción o influencia, a la distancia entre el punto de bombeo y el extremo donde el efecto de dicho bombeo es nulo.

Este radio de acción es función del tiempo de bombeo e independiente del caudal extraído.

Ajustando la ecuación de Theis para el límite e que el descenso ocasionado sea cero, tenemos:

$$D = 0,183 \times Q/T \times \log (2,25 \times T \times t / r^2 \times S) = 0 \text{ luego}$$

$$(2,25 \times T \times t) / (r^2 \times S) = 1 \quad ; \quad r^2 = (2,25 \times T \times t) / S$$

Para nuestro caso, con una duración de 72 h. o 3 días tenemos que:

$$r = 1.5 \times ((250 \times 3) / 10^{-3})^{1/2} = \mathbf{750 \text{ m}}$$

8.4.- CONCLUSIONES

Del estudio realizado, se llega a las conclusiones siguientes:

1ª) Se puede estimar que el valor medio de la transmisividad es del orden a 4000 m² / día.

2ª) El coeficiente de almacenamiento, es del orden a 10⁻³ ; característico de una porosidad por fracturación, de las dolomías del Lias.

3º) El radio de influencia se constata de modo práctico si consideramos la rápida influencia que, sobre los piezómetros de observación tubo el bombeo realizado en el pozo Ca Na Mora II.

4º) En la recuperación del acuífero se aprecia un descenso residual de 24 h, que si bien no muy importante en magnitud, puede indicarnos la falta de vaciado del acuífero en el bombeo. Esto puede ser debido a las intensas precipitaciones días antes al comienzo del bombeo de ensayo.

5º) Cuantos cálculos y valoraciones han sido realizadas están sujetas a las condiciones existentes durante la realización del presente bombeo de ensayo.

**El autor del informe
Y responsable de los trabajos**

Fdo.: José Antonio Gómez López

**Colaboradores de campo y
gabinete**

José Maria López.....

Gema Ortiz

Almudena de la Losa

Carlos Ontiveros

9.-ANEXOS

ANEXO I: FICHAS DE INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA DEL IGME.

FICHA 2 1/2

FICHA 2 2/2

FICHA 3 1/2

FICHA 3 2/2

**ANEXO II: DATOS DE DESCENSOS Y ASCENSOS EN POZO DE
BOMBEO Y "OUT-PUT" DEL PROGRAMA DE
INTERPRETACIÓN DE BOMBEO DE ENSAYO PIBE 2.0**



DIRECCIÓN DE HIDROGEOLOGÍA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS

Instituto Geológico
y Minero de España

3926-3-1726

Can Na Mora II (Pozo de Bombeo)

Fecha	Hora	Tiempo (min)	Prof. del Agua (m)	Descenso (m)	Q (l/s)	Observaciones
19/04/07	09:55	0	53.55	0	30.3	
		1	54.00	0.45	30.3	
		2	54.07	0.52	30.3	
		3	54.11	0.56	30.3	
		4	54.15	0.6	30.3	
	10:00	5	54.18	0.63	30.3	
		6	54.21	0.66	30.3	
		8	54.25	0.7	30.3	
		10	54.29	0.74	30.3	
		12	54.33	0.78	30.3	
19/04/07		15	54.38	0.83	30	
		20	54.45	0.9	30	
		25	54.51	0.96	30	
		30	54.56	1.01	30	
		35	54.61	1.06	30	
	10:35	40	54.64	1.09	30	
		50	54.71	1.16	30	
		60	54.77	1.22	30	
	11:15	80	54.86	1.31	30	
		100	54.97	1.42	30	
19/04/07		120	55.03	1.48	30	
	12:25	150	55.10	1.55	30	
		180	55.20	1.65	30	
	13:25	210	55.29	1.74	30	
		240	55.37	1.82	30	
	14:55	300	55.44	1.89	30	
	15:55	360	55.49	1.94	30	
	16:55	420	55.60	2.05	30	
	18:15	500	55.74	2.19	29.7	
	19:55	600	55.78	2.23	29.7	
19/04/07	21:35	700	55.92	2.37	29.7	
	23:15	800	55.98	2.43	29.7	
20/04/07	00:55	900	56.03	2.48	29.7	
	02:35	1000	56.10	2.55	29.7	
	07:35	1300	56.29	2.74	29.7	
	12:35	1600	56.44	2.89	29.7	
	17:35	1900	56.55	3	29.7	
	22:35	2200	56.68	3.13	29.7	
21/04/07	00:15	2300	56.73	3.18	29.7	
	08:35	2800	56.87	3.32	29.7	
	15:35	3220	57.00	3.45	29.4	
	21:55	3600	57.14	3.59	29.4	
22/04/07	09:40	4305	57.26	3.71	29.4	
		4306	56.40	2.85	0	
		4307	56.39	2.84	0	
		4308	56.40	2.85	0	
		4309	56.39	2.84	0	
		4310	56.36	2.81	0	
		4311	56.34	2.79	0	
		4313	56.30	2.75	0	
		4315	56.26	2.71	0	



DIRECCIÓN DE HIDROGEOLOGÍA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS

3926-3-1726

Can Na Mora II (Pozo de Bombeo)

Fecha	Hora	Tiempo (min)	Prof. del Agua (m)	Descenso (m)	Q (l/s)	Observaciones
		4317	56.22	2.67	0	
22/04/07	09:55	4320	56.19	2.64	0	
	10:00	4325	56.12	2.57	0	
		4330	56.07	2.52	0	
		4335	56.01	2.46	0	
		4340	55.96	2.41	0	
		4345	55.92	2.37	0	
		4355	55.84	2.29	0	
		4365	55.76	2.21	0	
	11:00	4385	55.63	2.08	0	
		4405	55.52	1.97	0	
22/04/07		4425	55.43	1.88	0	
	12:10	4455	55.29	1.74	0	
		4485	55.19	1.64	0	
	13:10	4515	55.10	1.55	0	
		4545	55.00	1.45	0	
	14:40	4605	54.80	1.25	0	
	15:40	4665	54.70	1.15	0	
	16:40	4725	54.60	1.05	0	
	18:00	4805	54.45	0.9	0	
	19:40	4905	54.29	0.74	0	
22/04/07	21:20	5005	54.13	0.58	0	
	23:00	5105	54.00	0.45	0	
23/04/07	00:40	5205	53.88	0.33	0	
	09:00	5705	53.37	-0.18	0	
	10:25	5790	53.29	-0.26	0	
	11:40	5865	53.34	-0.21	0	
	22:25	6510	52.82	-0.73	0	



DIRECCIÓN DE HIDROGEOLOGÍA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS

Instituto Geológico y Minero de España

DATOS DEL ENSAYO

POZO DE BOMBEO

N° inventario

3926 | 3 | 1726

Nombre

Ca Na Mora II (Pozo de Bombeo)

Provincia

Municipio

ENSAYO

Nombre

Fecha

Inicio 19/04/2007 09:55

Fin 23/04/2007 22:25

Propiedad

A.C.A., S.A.

Empresa que realiza el aforo

IGME

Dirección del ensayo

Gómez López J.A., López García J.M.

Marca Grupo

Pot. Grupo (kVA)

 ϕ impulsión (mm)

0

0

Marca bomba

Pot. Bomba (CV)

Prof. aspiración (m)

160

117

Observaciones

COTA 36.46 m

Código del proyecto

DATOS DEL BOMBEO

Régimen de bombeo No cíclico

Cíclico

Caudal (l/s)

N° años

Ene

Feb

Mar

Abr

May

Jun

Jul

Ago

Sep

Oct

Nov

Dic

Horas día:

No cíclico

Inicio (min)	Final (min)	Q (l/s)
0	12	30.3
12	420	30
420	2800	29.7
2800	4305	29.4
4305	6510	0

Características hidrodinámicas

Tipo de ensayo	Medidas en Pozo de Bombeo	
Trans. (m ² /día)	636.4	Rad. Efic. (m) 4.511
Coef. Almac.	0.03	Rad. Pozo (m) 0.2
Hantush r/B		
Neuman Log (Sy/S)		β
Pér. de carga = $B \times Q^n$	B 0.00045	n 2
Corr. de Dupuit Ho (m)	64	
Efecto capacidad 1/ α	36	

Barreras

Cambio Transmisividad		Dis. imagen (m)		T (m ² /día)	
Una	Tipo				
	Tipo	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂
2					
3					
4					

Tipo de barrera
I: Impermeable
R: Recarga
X₃ Y₃

Otros bombeos

X	Y	Q (l/s)	In.(m)

CURVA PIBE DE BOMBEO

ANEXO III: DATOS DE DESCENSOS Y ASCENSOS EN PIEZOMETRO DE
OBSERVACIÓN 1 Y "OUT-PUT" DEL PROGRAMA DE
INTERPRETACIÓN DE BOMBEO DE ENSAYO PIBE 2.0



Fecha	Hora	Tiempo (min)	Prof. del Agua (m)	Descenso (m)	Q (l/s)	Observaciones
19/04/07	09:55	0	51.58	0	30.3	
		1	51.60	0.02	30.3	
		2	51.61	0.03	30.3	
		3	51.63	0.05	30.3	
		4	51.65	0.07	30.3	
	10:00	5	51.66	0.08	30.3	
		6	51.67	0.09	30.3	
		8	51.70	0.12	30.3	
		10	51.72	0.14	30.3	
		12	51.74	0.16	30.3	
19/04/07		15	51.76	0.18	30	
		20	51.80	0.22	30	
		25	51.84	0.26	30	
		30	51.86	0.28	30	
		35	51.86	0.28	30	
	10:35	40	51.84	0.26	30	
		50	51.86	0.28	30	
		60	51.89	0.31	30	
	11:15	80	51.93	0.35	30	
		100	52.07	0.49	30	
19/04/07		120	52.06	0.48	30	
	12:25	150	52.12	0.54	30	
		180	52.27	0.69	30	
	13:25	210	52.27	0.69	30	
		240	52.40	0.82	30	
	14:55	300	52.37	0.79	30	
	15:55	360	52.46	0.88	30	
	16:55	420	52.58	1	30	
	18:15	500	52.73	1.15	29.7	
	19:55	600	52.67	1.09	29.7	
19/04/07	21:35	700	52.82	1.24	29.7	
	23:15	800	52.87	1.29	29.7	
20/04/07	00:55	900	52.91	1.33	29.7	
	02:35	1000	53.04	1.46	29.7	
	07:35	1300	53.16	1.58	29.7	
	12:35	1600	53.30	1.72	29.7	
	17:35	1900	53.40	1.82	29.7	
	22:35	2200	53.53	1.95	29.7	
21/04/07	00:15	2300	53.68	2.1	29.7	
	08:35	2800	53.75	2.17	29.7	
	15:35	3220	53.97	2.39	29.4	
	21:55	3600	54.08	2.5	29.4	
22/04/07	09:40	4305	54.11	2.53	29.4	
		4306	53.94	2.36	0	Comienzo de recuperación
		4307	53.92	2.34	0	
		4308	53.91	2.33	0	
		4309	53.90	2.32	0	
		4310	53.89	2.31	0	
		4311	53.88	2.3	0	
		4313	53.86	2.28	0	
		4315	53.84	2.26	0	



DIRECCIÓN DE HIDROGEOLOGÍA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS

3926-3-1718

Ca Na Mora (Piezómetro 1)

Fecha	Hora	Tiempo (min)	Prof. del Agua (m)	Descenso (m)	Q (l/s)	Observaciones
		4317	53.82	2.24	0	
22/04/07	09:55	4320	53.80	2.22	0	
	10:00	4325	53.76	2.18	0	
		4330	53.73	2.15	0	
		4335	53.70	2.12	0	
		4340	53.67	2.09	0	
		4345	53.64	2.06	0	
		4355	53.58	2	0	
		4365	53.53	1.95	0	
	11:00	4385	53.42	1.84	0	
		4405	53.33	1.75	0	
22/04/07		4425	53.25	1.67	0	
	12:10	4455	53.14	1.56	0	
		4485	53.04	1.46	0	
	13:10	4515	52.94	1.36	0	
		4545	52.85	1.27	0	
	14:40	4605	52.67	1.09	0	
	15:40	4665	52.59	1.01	0	
	16:40	4725	52.50	0.92	0	
	18:00	4805	52.37	0.79	0	
	19:40	4905	52.20	0.62	0	
22/04/07	21:20	5005	52.06	0.48	0	
	23:02	5107	51.93	0.35	0	
23/04/07	00:40	5205	51.81	0.23	0	
	09:00	5705	51.30	-0.28	0	
	10:25	5790	51.23	-0.35	0	
	11:36	5861	51.18	-0.4	0	
	22:24	6509	50.77	-0.81	0	



DIRECCIÓN DE HIDROGEOLOGÍA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS

Instituto Geológico y Minero de España

DATOS DEL ENSAYO

N° inventario			Nombre		
3926	3	1718	Ca Na Mora (Piezómetro 1)		
Provincia			Municipio		
			La Puebla		

ENSAYO

Nombre Fecha

Inicio

Fin

Propiedad Empresa que realiza el aforo

Dirección del ensayo

Marca Grupo Pot. Grupo (kVA) ϕ impulsión (mm)

Marca bomba Pot. Bomba (CV) Prof. aspiración (m)

Observaciones
COTA 34.89 m

Código del proyecto

DATOS DEL BOMBEO

Régimen de bombeo

Cíclico

Caudal (l/s) N° años

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<input type="text"/>											

Horas día:

No cíclico		
Inicio (min)	Final (min)	Q (l/s)
0	12	30.3
12	420	30
420	2800	29.7
2800	4305	29.4
4305	6509	0

Características hidrodinámicas

Tipo de ensayo

Trans. (m²/día) Rad. Efic. (m)

Coef. Almac. Dist. Pozo (m)

Hantush r/B

Neuman Log (Sy/S) β

Pér. de carga = B x Qⁿ B n

Corr. de Dupuit Ho (m)

Efecto capacidad 1/ α

Barreras

Cambio Transmisividad		Dis. imagen (m)		T (m ² /día)	
Una	Tipo	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Tipo de barrera
I: Impermeable
R: Recarga
X₃ Y₃

Otros bombeos

X	Y	Q (l/s)	In.(m)

CURVA PIBE PUEZO 1

ANEXO IV: DATOS DE LOS DESCENSOS Y ASCENSOS EN PIEZOMETRO DE
OBSERVACIÓN 2 Y "OUT-PUT" DEL PROGRAMA DE
INTERPRETACIÓN DE BOMBEOS DE ENSAYO PIBE 2.0



DIRECCIÓN DE HIDROGEOLOGÍA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS

Instituto Geológico
y Minero de España

3926-3-1727

Naranjos (Piezómetro 2)

Fecha	Hora	Tiempo (min)	Prof. del Agua (m)	Descenso (m)	Q (l/s)	Observaciones
19/04/07	09:55	0	49.75	0	30.3	
	10:07	12		-49.75	30.3	
	11:40	105	50.27	0.52	30	
		120	50.22	0.47	30	
	12:25	150	50.24	0.49	30	
		180	50.44	0.69	30	
	13:25	210	50.46	0.71	30	
		240	50.57	0.82	30	
	14:55	300	50.54	0.79	30	
	15:55	360	50.59	0.84	30	
19/04/07	16:55	420	50.75	1	30	
	18:15	500	50.91	1.16	29.7	
	19:55	600	50.84	1.09	29.7	
	21:35	700	51.00	1.25	29.7	
	23:15	800	51.04	1.29	29.7	
20/04/07	00:55	900	51.09	1.34	29.7	
	02:35	1000	51.24	1.49	29.7	
	07:35	1300	51.35	1.6	29.7	
	12:35	1600	51.50	1.75	29.7	
	17:35	1900	51.61	1.86	29.7	
	22:35	2200	51.76	2.01	29.7	
21/04/07	00:15	2300	51.92	2.17	29.7	
	08:35	2800	52.00	2.25	29.7	
	15:35	3220	52.22	2.47	29.4	
	21:55	3600	52.35	2.6	29.4	
22/04/07	09:40	4305	52.37	2.62	29.4	
		4306	52.35	2.6	0	
		4307	52.32	2.57	0	
		4308	52.31	2.56	0	
		4309	52.30	2.55	0	
		4310	52.29	2.54	0	
		4311	52.28	2.53	0	
		4313	52.26	2.51	0	
		4315	52.24	2.49	0	
		4317	52.22	2.47	0	
22/04/07	09:55	4320	52.20	2.45	0	
	10:00	4325	52.17	2.42	0	
		4330	52.13	2.38	0	
		4335	52.10	2.35	0	
		4340	52.07	2.32	0	
		4345	52.04	2.29	0	
		4355	51.99	2.24	0	
		4365	51.94	2.19	0	
	11:00	4385	51.84	2.09	0	
		4405	51.76	2.01	0	
22/04/07		4425	51.68	1.93	0	
	12:10	4455	51.57	1.82	0	
		4485	51.47	1.72	0	
	13:10	4515	51.37	1.62	0	
		4545	51.28	1.53	0	
	14:40	4605	51.11	1.36	0	



DIRECCIÓN DE HIDROGEOLOGÍA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS

Instituto Geológico
y Minero de España

3926-3-1727 Naranjos (Piezómetro 2)

Fecha	Hora	Tiempo (min)	Prof. del Agua (m)	Descenso (m)	Q (l/s)	Observaciones
	15:40	4665	51.04	1.29	0	
	16:40	4725	50.95	1.2	0	
	18:00	4805	50.83	1.08	0	
	19:40	4905	50.66	0.91	0	
22/04/07	21:20	5005	50.51	0.76	0	
	23:00	5105	50.39	0.64	0	
23/04/07	00:40	5205	50.27	0.52	0	
	09:02	5707	49.76	0.01	0	
	10:25	5790	49.69	-0.06	0	
	11:38	5863	49.63	-0.12	0	
	22:35	6520	49.23	-0.52	0	



DIRECCIÓN DE HIDROGEOLOGÍA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS

Instituto Geológico
y Minero de España

DATOS DEL ENSAYO

Nº inventario	Nombre
3926 | 3 | 1727	Naranjos (Piezómetro 2)
Provincia	Municipio
	La Puebla

ENSAYO

Nombre Fecha

Inicio 19/04/2007 09:55

Fin 23/04/2007 22:35

Propiedad Empresa que realiza el aforo

A.C.A., S.A. IGME

Dirección del ensayo

Gómez López J.A., López García J.M.

Marca Grupo Pot. Grupo (kVA) ϕ impulsión (mm)

Marca bomba Pot. Bomba (CV) Prof. aspiración (m)

Observaciones

Cota:

Código del proyecto

DATOS DEL BOMBEO

Régimen de bombeo No cíclico

Cíclico

Caudal (l/s) Nº años

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<input type="text"/>											

Horas día:

No cíclico		
Inicio (min)	Final (min)	Q (l/s)
0	12	30.3
12	420	30
420	2800	29.7
2800	4305	29.4
4305	6520	0

Características hidrodinámicas

Tipo de ensayo Medidas en Piezómetro

Trans. (m²/día) 373.9 Rad. Efic. (m)

Coef. Almac. 0.0042 Dist. Pozo (m) 85.7

Hantush r/B

Neuman Log (Sy/S) β

Pér. de carga = B x Qⁿ B n

Corr. de Dupuit Ho (m)

Efecto capacidad 1/ α

Barreras

Cambio Transmisividad		Dis. imagen (m)	T (m ² /día)
Una	Tipo <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Tipo	X ₁ Y ₁	X ₂ Y ₂	Tipo de barrera
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	I: Impermeable
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	R: Recarga
4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	X ₃ Y ₃

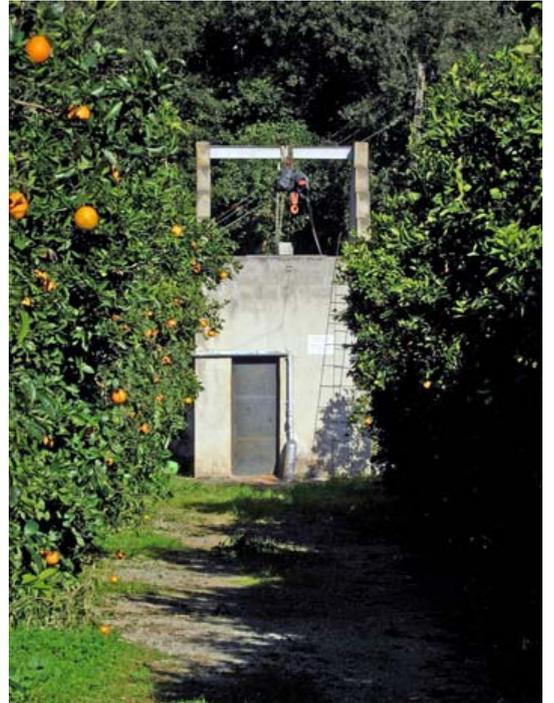
Otros bombeos

X	Y	Q (l/s)	In.(m)

CURVA PIEZO 2 PIBE

ANEXO V: CURVA DE DESCENSOS Y RECTA DE JACOB

ANEXO VI: "DOSSIER" DE FOTOGRAFÍAS



Piezómetro de observación 1 "Cane More" N° IPA 392631718



Piezómetro de observación 2
"Naranjos" N° IPA
392631727



Pozo de bombeo "Cane More Nuevo" N° IPA 392631726



Caudalímetro y contador de volumen
marca ADMG



Electrobomba de 60 C.V



Regulador de frecuencia de electrobomba VTC