

62845
IV



**OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA MEJORA DEL
CONOCIMIENTO SOBRE EL FUNCIONAMIENTO
HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO CARBONATADO DE LA
LOMA DE ÚBEDA (Expediente 442/03).**

INFORME FINAL

TOMO 4.- ANEJOS 3 a 7

NOVIEMBRE 2004

Consultor: Javier Gollonet Fernández de Trespalacios

**INTEGRACIÓN DEL ACUÍFERO
CARBONATADO PROFUNDO DE LA
LOMA DE ÚBEDA EN EL SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO A LA LOMA**

TOMO 4.- ANEJOS 2 a 7

Diciembre, 2004

ÍNDICE GENERAL

TOMO 1.- MEMORIA

TOMO 2.- FIGURAS

TOMO 3.- ANEJO 1

TOMO 4.- ANEJOS 2 A 7

TOMO 4.- ANEJOS 2 a 7

ANEJO 2.- MEDIDAS DE LAS CAMPAÑA DE PIEZOMETRÍA FLASH 2004 Y DE CONTROL DE LA EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

- 2.1.- Medidas de nivel de la campaña de piezometría flash de Marzo de 2004.
- 2.2.- Datos de control de la evolución piezométrica.
- 2.3.- Datos de registradores de nivel.
 - Tabla 1.- Sondeo Pichilín II viejo
 - Tabla 2.- Pozo Vicente

ANEJO 3.- ANÁLISIS DE AGUA

- 3.1.- Datos de campo obtenidos en el muestreo de calidad de Agosto de 2004.
- 3.2.- Análisis del acuífero carbonatado jurásico de la Loma de Úbeda (Agosto 2004).
- 3.3.- Datos analíticos del CEDES utilizados para trazado de isolíneas y análisis hidroquímico del acuífero (Mayo-Agosto de 2002).
- 3.4.- Propuesta de red de control de calidad del acuífero carbonatado jurásico y plano de situación.

ANEJO 4.- PROPUESTA DE SONDEOS PARA ESTABLECER LA RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO EN LAS MÁRGENES DEL RÍO GUADALIMAR.

- 4.1.- Cuadro resumen de piezómetros propuestos para definición geométrica y control del entorno del río Guadalimar.
- 4.2.- Croquis constructivos de los sondeos propuestos (S1 a S11).

ANEJO 5.- MODELO PRELIMINAR DE FLUJO SUBTERRÁNEO DEL ACUÍFERO CARBONATADO JURÁSICO DE LA UNIDAD HIDROGEOLÓGICA DE ÚBEDA.

ANEJO 6.- PROPUESTA DE SONDEOS DE EXPLOTACIÓN PARA CAPTACIONES DE EMERGENCIA. CROQUIS CONSTRUCTIVOS DE LOS SONDEOS A – D).

ANEJO 7.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ANEJO 2.- MEDIDAS DE LA CAMPAÑA DE PIEZOMETRÍA FLASH 2004
Y DE CONTROL DE LA EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA**

**ANEJO 2.1.- MEDIDAS DE NIVEL DE LA CAMPAÑA
DE PIEZOMETRÍA FLASH 2004**

ANEJO 2.1.- PUNTOS MEDIDOS EN LA CAMPAÑA FLASH DE MARZO 2004 EN EL ACUÍFERO CARBONATADO DE LA LOMA

N° Ref	Nombre	X utm	Y utm	Z (msnm) 1/10.000	N.E. Sonda (m)	Medidas compresor			COTA DEL AGUA (m)	Fecha medida	OBSERVACIONES A LA MEDIDA
						Prof. bomba (m)	m sobre bomba	Prof agua (m)			
FL-1	Pozo de Vicente	498.939	4224.370	712	163.31				549	18-3-04	Método medida: Sensor.
FL-13	Camino Graná	474.406	4207.876	644		405	>75	<330	>314	17-3-04	El día de la medida con la máxima presión del compresor no se estabiliza el manómetro.
FL-17	Cruz de Marina	480.921	4208.020	628		346	>65	<281	>347	17-3-04	No se mete mas presión de aire porque las tuberías no aguantan mas.
FL-21	El Porvenir I	471.094	4212.206	789		451.08	20	431.08	358	17-3-04	Bombeando desde el día 12/03/04. Se mide tras 11 horas de recuperación. Pertenece a la red piezométrica.
FL-25	Piezómetro Camino	483.394	4224.912	561	117.15				444	18-3-04	Pertenece a la red piezométrica.
FL-26	Cabeza Alba	482.180	4216.585	544	192.2				352	18-3-04	Pertenece a la red piezométrica.
FL-28	Santa Eulalia	465.822	4213.514	738		369	2	367	371	17-3-04	Según el regador la columna de agua está siempre en torno a dos metros.
FL-29	Los Carrizales	461.118	4212.323	660		328.78	30	298.78	361	17-3-04	Bombeando 5 horas al día desde el 15/03/04. Recuperando desde el día anterior.
FL-30	La Crespa	459.160	4212.957	611	246.12				365	4-3-04	Desinstalado el día de la visita, posible reinstalación en el futuro.
FL-32	Pichilín I viejo	482.637	4212.843	645	297.78				347	19-3-04	Pertenece a la red piezométrica.
FL-34	La Imagen II	478.081	4207.157	628		330	42	288	340	17-3-04	Pertenece a la red piezométrica.
FL-35	La Imagen I	478.192	4207.293	621		326	47	279	342	17-3-04	Pertenece a la red piezométrica.
FL-36	El Patronato	476.135	4213.975	615		340-350	38	302-312	303-313	17-3-04	Duda en la profundidad de la bomba.
FL-37	Ermite Sta. Rita	484.617	4222.658	461		180	>80	<100	>361	18-3-04	Máxima presión de aire y no estabiliza.
FL-38	La Peñuela I	482.417	4219.906	438	77.69				360	18-3-04	
FL-39	La Peñuela II	482.493	4219.829	441		110-120	21	89-99	342-352	18-3-04	
FL-42	Pichilín Bajo- C.R. LA SOLANA	482.851	4209.046	532		252	53	199	333	19-3-04	
FL-45	El Regajo	464.480	4207.845	711		378	24	354	357	17-3-04	
FL-47	El Puntal	466.864	4212.135	740		375	9	366	374	17-3-04	Pertenece a la red piezométrica.
FL-50	Pichilín II Viejo	483.808	4213.126	543							Método de medida: Sensor. Averiado durante la campaña de piezometría.
FL-51	C.R. Venta Las Chulapas	481.681	4214.025	678		350	31	319	359	19-3-04	La medida se hace despues de recuperar media hora un bombeo de dos horas.
FL-54	C.R. El Trueno	488.464	4212.953	561		220	35	185	376	19-3-04	
FL-55	Zorreras I	492.148	4215.558	677		340	10	330	347	17-3-04	

N° Ref	Nombre	X utm	Y utm	Z (mnm) 1/10.000	N.E. Sonda (m)	Medidas compresor			COTA DEL AGUA (m)	Fecha medida	OBSERVACIONES A LA MEDIDA
						Prof. bomba (m)	m sobre bomba	Prof agua (m)			
FL-60	El Lentiscar	476.980	4209.552	674		348	41	307	367	17-3-04	Bombeando desde el 12/03/04 algunas horas/día. El día de la medida lleva una hora recuperando.
FL-68	21362103-CASA TAVIRA	495.901	4215.387	572		230	18	212	360	18-3-04	
FL-70	Agrupación Mogón	493.656	4213.439	550		240	28	212	338	18-3-04	La medida se hace media hora despues de parar un bombeo de una hora.
FL-71	El Ahorcado	485.909	4211.469	515		212	41	171	344	19-3-04	
FL-72	El Huerto	486.435	4212.124	553	205.98				347	19-3-04	Dispone de tubería piezométrica.
FL-74	La Lancera	479.498	4213.543	798		496	41	455	343	19-3-04	
FL-75	La Rata	479.853	4214.573	740		406	18	388	352	19-3-04	
FL-76	Maria Teresa Lozano	487.241	4214.855	647	299.58				347	19-3-04	Medido 1/2 hora después de bombear 20 minutos. Dispone de tubería piezométrica.
FL-78	Úbeda Pollos Alameda	466.500	4208.262	762		450	30	420	342	17-3-04	Profundidad de la bomba dudosa. Hacen analisis químicos del agua del pozo mensuales.
FL-80	Cortijo Disgusto	479.505	4221.043	485	83.8				401	18-3-04	Medido con sonda del regador (necesita electrodo muy fino para meter por tub. piezométrica.)
FL-82	Mollinedo	470.257	4223.805	595		190	>26	<164	>431	18-3-04	Al realizar la medida se comprueba que la tubería está rota, por lo que la medida no es buena (pierde aire)
FL-85	P Noria Román	489.132	4218.363	635		290	17	273	362	Oct/03	No se pudo medir Los datos son del tesorerero de la Comunidad, con nivel a Octubre de 2003
FL-91	C.R. CORTIJO NUEVO	493.975	4216.269	685	>300				<385	9-3-04	
FL-99	CALANCHA S.A.	484.013	4217.470	515		200	32	168	347	18-3-04	
FL-111	EL AHORCADO II	485.914	4211.456	514	187.29				327	19-3-04	Sondeo desinstalado sin sacar agua.
FL-112	C.R. HERRERO-VENTA ALAMEDA	488.869	4217.818	645	293.52				351	19-3-04	Sondeo sin instalar por reciente ejecución, posible instalación en el futuro.
FL-113	TRESPUERTAS	471.951	4218.754	462		180	57	123	339	19-3-04	
FL-117	Hnos. Díaz de la Guardia (El Pocico)	488.94	4215.927	603		288	24	264	339	11-8-04	Nivel dinámico en Agosto 2004 (muestreo)

ANEJO 2.2- DATOS DE CONTROL DE LA EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

ANEJO 2-2.- MEDIDAS DE EVOLUCIÓN PEZOMÉTRICA REALIZADAS EN EL PROYECTO

Nº Flash	Nombre	26/03/2003	17/06/2003	18/07/2003	18/08/2003	02/09/2003	25/09/2003	21/10/2003	21/11/2003	23/12/2003	15/01/2004	18/02/2004	Flash (17 al 19/03/04)	Observaciones
FL-01	Pozo de Vicente	151.32	153.80	161.22	162.91		164.11	162.68	165.71	165.37	164.92	164.1	163.34	
FL-21	El Porvenir I		428.42	433.42	428.42		429.08	434.08	430.08	430.08	430.08	430.08	431.08	Medidas compresor. Incorporado a red en Junio 2003
FL-25	Piezómetro Camino	120.45	131.91	143.93	151.56		158.95	148.55	123.71	121.57	119.78	117.68	117.15	
FL-26	Cabeza Alba	186.80	193.96	196.12	198.53		199.89		193.90	192.17	191.27	190.40	192.10	
FL-29	Los Carrizales												298.78	Atascado tubo sonda desde Oct-2001. Medida 2004 con compresor (flash piezométrico)
FL-32	Pichilín I (viejo)	290.205	299.74	302.105		305.40	306.24	303.12	298.99	297.385			297.78	En campañas de riego las medidas de nivel pueden estar afectadas por bombeo a 10-15 m. Desde Marzo 2003 Medidas de sensor Pichilin 2 +87.725 m (en rojo)
FL-34	La Imagen II (Caseta)	269.02	288.21	300.00	290		310	309	297		290	286	288	Nivel = NIVEL de Imagen I+ 3'31 metros (datos en rojo)
FL-35	La Imagen I (balsa)	265.71	284.90	296.69	286		304	308	289		282	280	279	Nivel = NIVEL de Imagen II- 3'31 metros (datos en rojo)
FL-38	La Peñuela I	73.14	74.74	76.35			78.43	79.80	79.28	78.68	78.34	77.95	77.69	
FL-40	La Caleruela		133.49		135.00		145.74	141.61	135.77	132.50	130.54	128.32		Se quita la tubería piezométrica en Febrero de 2003
FL-47	El Puntal		358		361		361	360		360		360	366	Medidas compresor. Incorporado a red en Junio 2003

Observaciones: Los datos de nivel en negrita cursiva son extrapolados o deducidos de sensores en Pichilín y pozo Vicente, o extrapolados entre sí para el caso de Imagen I e Imagen II (ver observaciones de cada punto para más detalles)

ANEJO 2.3- DATOS DE REGISTRADORES DE NIVEL

RESUMEN DE DATOS DEL SONDEO PICHILIN II VIEJO (N° FL-50)			
fecha/hora	prof agua (m)	Tª °C	Observaciones/procedencia de datos
10/6/01 11:00	-200.83		Nivel extrapolado de Pichilin I viejo (evol. Piezo.)
31/7/01 11:00	-202.93		Nivel extrapolado de Pichilin I viejo (evol. Piezo.)
4/9/01 11:00	-206.86		Nivel extrapolado de Pichilin I viejo (evol. Piezo.)
10/10/01 11:00	-205.48		Nivel extrapolado de Pichilin I viejo (evol. Piezo.)
21/11/01 11:00	-197.70		Nivel extrapolado de Pichilin I viejo (evol. Piezo.)
21/12/01 11:00	-196.81		Nivel extrapolado de Pichilin I viejo (evol. Piezo.)
1/3/02 11:00	-198.81		Nivel extrapolado de Pichilin I viejo (evol. Piezo.)
5/3/02 11:18	-197.46		Inicio bombeo Pichilin 2 (tiempos bombeo en min)
5/3/02 12:18	-197.66		60 min bombeo
5/3/02 13:18	-197.74		120 min bombeo
5/3/02 14:18	-197.7725		180 min bombeo
5/3/02 15:18	-197.8		240 min bombeo
5/3/02 16:18	-197.81		300 min bombeo
5/3/02 17:58	-197.82		400 min bombeo
5/3/02 23:48	-197.65		750 min bombeo
6/3/02 7:18	-197.68		1200 min bombeo
6/3/02 12:18	-198.05		1500 min bombeo
6/3/02 12:48	-198.03		30 min recuperac
6/3/02 12:58	-197.93		40 min recuperac
6/3/02 14:50	-198.01		152 min recuperac. Afectan otros bombeos
9/4/02 11:00	-200.86		Nivel extrapolado de Pichilin I viejo (evol. Piezo.)
27/5/02 11:00	-206.07		Nivel extrapolado de Pichilin I viejo (evol. Piezo.)
28/6/02 11:00	-207.99		Nivel extrapolado de Pichilin I viejo (evol. Piezo.)
30/7/02 11:00	-210.54		Nivel extrapolado de Pichilin I viejo (evol. Piezo.)
17/9/02 11:00	-211.42		Nivel extrapolado de Pichilin I viejo (evol. Piezo.)
2/1/03 18:00	-203.21	28.9	Inicio Control Automático con sensor de presión
3/1/03 18:00	-203.07	28.9	Dato del sensor
4/1/03 18:00	-203.02	28.9	Dato del sensor
5/1/03 18:00	-202.92	28.8	Dato del sensor
6/1/03 18:00	-202.94	28.9	Dato del sensor
7/1/03 18:00	-203.57	28.9	Dato del sensor
8/1/03 18:00	-202.95	29	Dato del sensor
9/1/03 18:00	-202.84	28.9	Dato del sensor
10/1/03 18:00	-202.87	28.9	Dato del sensor
11/1/03 18:00	-203.76	28.9	Dato del sensor
12/1/03 18:00	-202.98	28.9	Dato del sensor
13/1/03 18:00	-202.98	29	Dato del sensor
14/1/03 18:00	-203.76	28.9	Dato del sensor
15/1/03 18:00	-202.89	29	Dato del sensor
16/1/03 18:00	-202.8	28.9	Dato del sensor
17/1/03 18:00	-202.74	28.9	Dato del sensor
18/1/03 18:00	-202.69	28.9	Dato del sensor
19/1/03 18:00	-202.63	28.9	Dato del sensor
20/1/03 18:00	-202.68	28.9	Dato del sensor
21/1/03 18:00	-202.52	28.9	Dato del sensor
22/1/03 18:00	-202.55		Dato del sensor

RESUMEN DE DATOS DEL SONDEO PICHILIN II VIEJO (N° FL-50)			
fecha/hora	prof agua (m)	Tª °C	Observaciones/procedencia de datos
23/1/03 18:00	-202.71		Dato del sensor
24/1/03 18:00	-202.66		Dato del sensor
25/1/03 18:00	-202.65		Dato del sensor
26/1/03 18:00	-202.59		Dato del sensor
27/1/03 18:00	-202.52		Dato del sensor
28/1/03 18:00	-202.56		Dato del sensor
29/1/03 18:00	-202.65		Dato del sensor
30/1/03 18:00	-202.36		Dato del sensor
31/1/03 18:00	-202.28		Dato del sensor
1/2/03 18:00	-202.32		Dato del sensor
2/2/03 18:00	-202.29		Dato del sensor
3/2/03 18:00	-202.28		Dato del sensor
4/2/03 18:00	-202.18	28.9	Dato del sensor
5/2/03 18:00	-202.16	28.8	Dato del sensor
6/2/03 18:00	-202.17	28.8	Dato del sensor
7/2/03 18:00	-202.14	28.9	Dato del sensor
8/2/03 18:00	-202.12	28.8	Dato del sensor
9/2/03 18:00	-202.13	28.8	Dato del sensor
10/2/03 18:00	-202.52		Dato del sensor
11/2/03 18:00	-202.28		Dato del sensor
12/2/03 18:00	-202.43		Dato del sensor
13/2/03 18:00	-202.02		Dato del sensor
14/2/03 18:00	-201.95		Dato del sensor
15/2/03 18:00	-201.92		Dato del sensor
16/2/03 18:00	-202.04		Dato del sensor
17/2/03 18:00	-201.92		Dato del sensor
18/2/03 18:00	-201.84		Dato del sensor
19/2/03 18:00	-201.75		Dato del sensor
20/2/03 18:00	-201.8		Dato del sensor
21/2/03 18:00	-201.91		Dato del sensor
22/2/03 18:00	-201.88		Dato del sensor
23/2/03 18:00	-201.87		Dato del sensor
24/2/03 18:00	-201.76		Dato del sensor
25/2/03 18:00	-201.77		Dato del sensor
26/2/03 18:00	-201.66		Dato del sensor
27/2/03 18:00	-201.74		Dato del sensor
28/2/03 18:00	-201.79		Dato del sensor
1/3/03 18:00	-201.73		Dato del sensor
2/3/03 18:00	-201.69		Dato del sensor
3/3/03 18:00	-201.72		Dato del sensor
4/3/03 18:00	-201.6		Dato del sensor
5/3/03 18:00	-201.65		Dato del sensor
6/3/03 18:00	-201.74	28.9	Dato del sensor
7/3/03 18:00	-201.78	28.8	Dato del sensor
8/3/03 18:00	-201.74	28.9	Dato del sensor
9/3/03 18:00	-201.64	28.8	Dato del sensor

RESUMEN DE DATOS DEL SONDEO PICHILIN II VIEJO (N° FL-50)			
fecha/hora	prof agua (m)	Tª °C	Observaciones/procedencia de datos
10/3/03 18:00	-201.89	28.8	Dato del sensor
11/3/03 18:00	-201.88	28.9	Dato del sensor
11/3/03 18:00	-201.88	28.9	Dato del sensor
12/3/03 18:00	-201.96		Dato del sensor
13/3/03 18:00	-202.35		Dato del sensor
14/3/03 18:00	-202.54		Dato del sensor
15/3/03 18:00	-202.26		Dato del sensor
16/3/03 18:00	-201.8		Dato del sensor
17/3/03 18:00	-202.37		Dato del sensor
18/3/03 18:00	-202.38		Dato del sensor
19/3/03 18:00	-202.58		Dato del sensor
20/3/03 18:00	-202.66		Dato del sensor
21/3/03 18:00	-202.92	28.9	Dato del sensor
22/3/03 18:00	-202.99	28.8	Dato del sensor
23/3/03 18:00	-202.19	28.8	Dato del sensor
24/3/03 18:00	-203.26	28.8	Dato del sensor
25/3/03 18:00	-203.89	28.9	Dato del sensor
26/3/03 18:00	-203.76	28.9	Dato del sensor
27/3/03 18:00	-202.46	28.8	Dato del sensor
28/3/03 18:00	-202.01	28.9	Dato del sensor
29/3/03 18:00	-202.47	28.8	Dato del sensor
30/3/03 18:00	-201.82	28.8	Dato del sensor
31/3/03 18:00	-202.31	28.9	Dato del sensor
1/4/03 18:00	-203.45	28.9	Dato del sensor
2/4/03 18:00	-203.8	28.9	Dato del sensor
3/4/03 18:00	-203.94	28.9	Dato del sensor
4/4/03 18:00	-204.25	28.8	Dato del sensor
5/4/03 18:00	-205.07	28.9	Dato del sensor
6/4/03 18:00	-203.71	28.9	Dato del sensor
15/4/03 18:00	-204.72	28.9	Dato del sensor
16/4/03 18:00	-204.91	28.8	Dato del sensor
25/4/03 18:00	-205.86	28.7	Dato del sensor
26/4/03 18:00	-206.04	28.7	Dato del sensor
27/4/03 18:00	-204.85	28.7	Dato del sensor
28/4/03 18:00	-205.69	28.8	Dato del sensor
28-04-03			Avería del equipo
06-08-03			Reinstalación del equipo
6/8/03 18:00	-215.51		Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
7/8/03 18:00	-215.94		Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
8/8/03 18:00	-216.1		Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
9/8/03 18:00	-217.1		Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
10/8/03 18:00	-216.86		Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
2/9/03 18:00	-217.74	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
3/9/03 18:00	-217.59	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
4/9/03 18:00	-217.66	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
5/9/03 18:00	-216.46	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada

RESUMEN DE DATOS DEL SONDEO PICHILIN II VIEJO (N° FL-50)			
fecha/hora	prof agua (m)	Tª °C	Observaciones/procedencia de datos
6/9/03 18:00	-216.77	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
7/9/03 18:00	-217.46	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
8/9/03 18:00	-216.67		Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
9/9/03 18:00	-217.01		Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
10/9/03 18:00	-216.74		Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
11/9/03 18:00	-217.2		Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
12/9/03 18:00	-217.24		Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
13/9/03 18:00	-218.13		Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
14/9/03 18:00	-217.99		Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
15/9/03 18:00	-216.96		Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
16/9/03 18:00	-217.12	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
17/9/03 18:00	-217.07	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
18/9/03 18:00	-217.24	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
19/9/03 18:00	-217.57	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
20/9/03 18:00	-218.74	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
21/9/03 18:00	-218.55	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
22/9/03 18:00	-218.13	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
23/9/03 18:00	-218.25	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
24/9/03 18:00	-218.44	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
25/9/03 18:00	-218.55	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
26/9/03 18:00	-218.5	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
27/9/03 18:00	-219.72	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
28/9/03 18:00	-219.1	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
29/9/03 18:00	-218.74	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
30/9/03 18:00	-219.02	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
1/10/03 18:00	-218.76	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
2/10/03 18:00	-218.83	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
3/10/03 18:00	-219.01	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
4/10/03 18:00	-219.72	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
5/10/03 18:00	-218.67	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
6/10/03 18:00	-218.2	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
7/10/03 18:00	-218.53	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
8/10/03 18:00	-218.46	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
9/10/03 18:00	-218.91	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
10/10/03 18:00	-219.16	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
11/10/03 18:00	-220.19	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
12/10/03 18:00	-218.7	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
13/10/03 18:00	-218.76	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
14/10/03 18:00	-218.05	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
15/10/03 18:00	-217.25	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
16/10/03 18:00	-216.69	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
17/10/03 18:00	-216	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
18/10/03 18:00	-217.39	30.1	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
19/10/03 18:00	-216.36	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
20/10/03 18:00	-216.08	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
21/10/03 18:00	-215.52	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada

RESUMEN DE DATOS DEL SONDEO PICHILIN II VIEJO (N° FL-50)			
fecha/hora	prof agua (m)	Tª °C	Observaciones/procedencia de datos
22/10/03 18:00	-215.39	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
23/10/03 18:00	-215.58	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
24/10/03 18:00	-215.54	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
25/10/03 18:00	-216.45	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
26/10/03 18:00	-215.97	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
27/10/03 18:00	-214.91	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
28/10/03 18:00	-214.36	30.1	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
29/10/03 18:00	-214.14	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
30/10/03 18:00	-213.95	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
31/10/03 18:00	-213.34	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
1/11/03 18:00	-213.39	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
2/11/03 18:00	-213.16	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
3/11/03 18:00	-213.19	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
4/11/03 18:00	-213.09	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
5/11/03 18:00	-212.97	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
6/11/03 18:00	-212.85	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
7/11/03 18:00	-212.7	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
8/11/03 18:00	-212.5	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
9/11/03 18:00	-212.38	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
10/11/03 18:00	-212.25	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
11/11/03 18:00	-212.18	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
12/11/03 18:00	-212.12	30.1	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
13/11/03 18:00	-212.12	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
14/11/03 18:00	-211.95	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
15/11/03 18:00	-211.79	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
16/11/03 18:00	-211.62	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
17/11/03 18:00	-211.63	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
18/11/03 18:00	-211.58	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
19/11/03 18:00	-211.53	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
20/11/03 18:00	-211.4	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
21/11/03 18:00	-211.26	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
22/11/03 18:00	-211.1	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
23/11/03 18:00	-211.04	30.2	Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
24/11/03 18:00			Sensor averiado
23/12/03 18:00			Sensor averiado
24/12/03 18:00	-209.66		Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
25/12/03 18:00	-209.6		Dato del sensor revisar cota instalacion y Tª dada
19/3/04 12:00	-210.055		Dato extrapolado de Pichilín I viejo (restar 87'725 m a medida de aquél) poco fiable pues debía estar mas alto que en diciembre 2003

RESUMEN DE DATOS DE POZO VICENTE (FL-01)				
fecha	prof agua (m)	cota del agua	Tª (°C)	observaciones
10/06/2001	124.68	587.32		medida piezométrica
31/07/2001	134.57	577.43		medida piezométrica
04/09/2001	137.53	574.47		medida piezométrica
10/10/2001	142.65	569.35		medida piezométrica
21/11/2001	144.23	567.77		medida piezométrica
21/12/2001	142.63	569.37		medida piezométrica
01/03/2002	137.72	574.28		medida piezométrica
09/04/2002	132.9	579.10		medida piezométrica
27/05/2002	141	571.00		medida piezométrica
28/06/2002	150.12	561.88		medida piezométrica
30/07/2002	156.08	555.92		medida piezométrica
17/09/2002	160.67	551.33		medida piezométrica
8/10/02 0:00	161.03	550.97		dato del sensor
1/11/02 0:00	161.91	550.09	18.30	dato del sensor
11/11/02 0:00	161.05	550.95	18.30	dato del sensor
21/11/02 0:00	159.98	552.02	18.30	dato del sensor
30/11/02 0:00	159.21	552.79	18.30	dato del sensor
10/12/02 0:00	158.33	553.67	18.30	dato del sensor
20/12/02 0:00	157.6	554.40	18.30	dato del sensor
31/12/02 0:00	156.93	555.07	18.30	dato del sensor
3/1/03 0:00	156.71	555.29	18.30	dato del sensor
10/1/03 0:00	156.2	555.80		dato del sensor
17/1/03 0:00	155.83	556.17		dato del sensor
26/03/2003	151.32	560.68		medida piezométrica
16/4/03 0:00	150.33	561.67		dato del sensor
23/4/03 0:00	149.93	562.07	18.30	dato del sensor
30/4/03 0:00	149.26	562.74	18.20	dato del sensor
7/5/03 0:00	149.22	562.78	18.30	dato del sensor
14/5/03 0:00	149.46	562.54	18.30	dato del sensor
21/5/03 0:00	150.45	561.55		dato del sensor
23/5/03 0:00	150.68	561.32		dato del sensor
22/5/03 6:00	150.81	561.19	18.30	dato del sensor
23/5/03 6:00	150.63	561.37	18.30	dato del sensor
24/5/03 6:00	150.58	561.42	18.30	dato del sensor
25/5/03 6:00	150.39	561.61	18.30	dato del sensor
26/5/03 6:00	150.11	561.89	18.30	dato del sensor
27/5/03 6:00	149.8	562.20	18.30	dato del sensor
28/5/03 6:00	150.09	561.91	18.20	dato del sensor
29/5/03 6:00	150.41	561.59	18.30	dato del sensor
30/5/03 6:00	150.5	561.50	18.30	dato del sensor
31/5/03 6:00	150.53	561.47	18.20	dato del sensor
1/6/03 6:00	150.43	561.57	18.30	dato del sensor
2/6/03 6:00	150.68	561.32	18.20	dato del sensor
3/6/03 6:00	151.09	560.91	18.30	dato del sensor
4/6/03 6:00	151.4	560.60		dato del sensor
5/6/03 6:00	151.86	560.14		dato del sensor
6/6/03 6:00	152.06	559.94		dato del sensor
7/6/03 6:00	152.37	559.63		dato del sensor
8/6/03 6:00	152.6	559.40		dato del sensor
11/6/03 6:00	152.66	559.34		dato del sensor
12/6/03 6:00	152.53	559.47		dato del sensor
13/6/03 6:00	152.61	559.39		dato del sensor
14/6/03 6:00	153.13	558.87		dato del sensor
15/6/03 6:00	153.58	558.42		dato del sensor
16/6/03 6:00	153.79	558.21		dato del sensor
17/6/03 6:00	153.85	558.15		dato del sensor
18/6/03 6:00	154.14	557.86		dato del sensor
19/6/03 6:00	154.34	557.66		dato del sensor

RESUMEN DE DATOS DE POZO VICENTE (FL-01)				
fecha	prof agua (m)	cota del agua	T° (°C)	observaciones
20/6/03 6:00	154.55	557.45		dato del sensor
21/6/03 6:00	154.75	557.25		dato del sensor
22/6/03 6:00	154.96	557.04		dato del sensor
23/6/03 6:00	155.11	556.89		dato del sensor
14/7/03 6:00	160.81	551.19		dato del sensor
15/7/03 6:00	160.90	551.10		dato del sensor
16/7/03 6:00	161.03	550.97		dato del sensor
17/7/03 6:00	161.15	550.85		dato del sensor
18/7/03 6:00	161.25	550.75		dato del sensor
19/7/03 6:00	161.35	550.65		dato del sensor
20/7/03 6:00	161.45	550.55		dato del sensor
21/7/03 6:00	161.52	550.48		dato del sensor
22/7/03 6:00	161.61	550.39		dato del sensor
23/7/03 6:00	161.70	550.30		dato del sensor
24/7/03 6:00	161.79	550.21		dato del sensor
25/7/03 6:00	161.88	550.12		dato del sensor
26/7/03 6:00	161.96	550.04		dato del sensor
27/7/03 6:00	162.03	549.97		dato del sensor
28/7/03 6:00	162.10	549.90		dato del sensor
29/7/03 6:00	162.17	549.83		dato del sensor
30/7/03 6:00	162.23	549.77		dato del sensor
31/7/03 6:00	162.29	549.71		dato del sensor
1/8/03 6:00	162.35	549.65		dato del sensor
2/8/03 6:00	162.40	549.60		dato del sensor
3/8/03 6:00	162.46	549.54		dato del sensor
4/8/03 6:00	162.52	549.48		dato del sensor
5/8/03 6:00	162.56	549.44		dato del sensor
6/8/03 6:00	162.58	549.42		dato del sensor
7/8/03 6:00	162.60	549.40		dato del sensor
8/8/03 6:00	162.63	549.37		dato del sensor
9/8/03 6:00	162.65	549.35		dato del sensor
10/8/03 6:00	162.67	549.33		dato del sensor
11/8/03 6:00	162.71	549.29		dato del sensor
12/8/03 6:00	162.75	549.25		dato del sensor
13/8/03 6:00	162.78	549.22		dato del sensor
14/8/03 6:00	162.82	549.18		dato del sensor
15/8/03 6:00	162.83	549.17		dato del sensor
16/8/03 6:00	162.85	549.15		dato del sensor
17/8/03 6:00	162.88	549.12		dato del sensor
18/8/03 6:00	162.93	549.07		dato del sensor
19/8/03 6:00	162.96	549.04		dato del sensor
20/8/03 6:00	162.99	549.01		dato del sensor
21/8/03 6:00	163	549.00		dato del sensor
22/8/03 6:00	163.03	548.97		dato del sensor
23/8/03 6:00	163.05	548.95		dato del sensor
24/8/03 6:00	163.07	548.93		dato del sensor
25/8/03 6:00	163.11	548.89		dato del sensor
26/8/03 6:00	163.13	548.87		dato del sensor
27/8/03 6:00	163.15	548.85		dato del sensor
28/8/03 6:00	163.16	548.84		dato del sensor
29/8/03 6:00	163.2	548.80		dato del sensor
30/8/03 6:00	163.25	548.75		dato del sensor
31/8/03 6:00	163.3	548.70		dato del sensor
1/9/03 6:00	163.33	548.67		dato del sensor
2/9/03 6:00	163.36	548.64		dato del sensor
3/9/03 6:00	163.41	548.59		dato del sensor
4/9/03 6:00	163.45	548.55		dato del sensor
5/9/03 6:00	163.52	548.48		dato del sensor

RESUMEN DE DATOS DE POZO VICENTE (FL-01)				
fecha	prof agua (m)	cota del agua	Tª (°C)	observaciones
6/9/03 6:00	163.56	548.44		dato del sensor
7/9/03 6:00	163.61	548.39		dato del sensor
8/9/03 0:00	163.64	548.36		dato del sensor
17/9/03 0:00	163.93	548.07		dato del sensor
18/9/03 0:00	163.94	548.06		dato del sensor
19/9/03 0:00	163.94	548.06		dato del sensor
20/9/03 0:00	163.97	548.03		dato del sensor
21/9/03 0:00	163.99	548.01		dato del sensor
22/9/03 0:00	164.02	547.98		dato del sensor
23/9/03 0:00	164.03	547.97		dato del sensor
24/9/03 0:00	164.06	547.94		dato del sensor
25/9/03 0:00	164.11	547.89		dato del sensor
26/9/03 0:00	164.16	547.84		dato del sensor
27/9/03 0:00	164.21	547.79		dato del sensor
28/9/03 0:00	164.25	547.75		dato del sensor
29/9/03 0:00	164.29	547.71		dato del sensor
30/9/03 0:00	164.35	547.65		dato del sensor
1/10/03 0:00	164.38	547.62		dato del sensor
2/10/03 0:00	164.44	547.56		dato del sensor
3/10/03 0:00	164.5	547.50		dato del sensor
4/10/03 0:00	164.57	547.43		dato del sensor
5/10/03 0:00	164.6	547.40		dato del sensor
6/10/03 0:00	164.64	547.36		dato del sensor
7/10/03 0:00	164.69	547.31		dato del sensor
8/10/03 0:00	164.75	547.25		dato del sensor
9/10/03 0:00	164.79	547.21		dato del sensor
10/10/03 0:00	164.83	547.17		dato del sensor
11/10/03 0:00	164.87	547.13		dato del sensor
12/10/03 0:00	164.9	547.10		dato del sensor
13/10/03 0:00	164.95	547.05		dato del sensor
14/10/03 0:00	164.99	547.01		dato del sensor
15/10/03 0:00	165.03	546.97		dato del sensor
16/10/03 0:00	165.08	546.92		dato del sensor
17/10/03 0:00	165.12	546.88		dato del sensor
18/10/03 0:00	165.16	546.84		dato del sensor
19/10/03 0:00	165.21	546.79		dato del sensor
20/10/03 0:00	165.00	547.00		dato del sensor
21/10/03 0:00	162.68	549.32		dato del sensor
22/10/03 0:00	163.58	548.42		dato del sensor
23/10/03 0:00	164.16	547.84		dato del sensor
24/10/03 0:00	164.55	547.45		dato del sensor
25/10/03 0:00	164.82	547.18		dato del sensor
26/10/03 0:00	165.01	546.99		dato del sensor
27/10/03 0:00	165.17	546.83		dato del sensor
28/10/03 0:00	165.28	546.72		dato del sensor
29/10/03 0:00	165.38	546.62		dato del sensor
30/10/03 0:00	165.45	546.55		dato del sensor
31/10/03 0:00	165.49	546.51		dato del sensor
1/11/03 0:00	165.51	546.49		dato del sensor
2/11/03 0:00	165.56	546.44		dato del sensor
3/11/03 0:00	165.61	546.39		dato del sensor
4/11/03 0:00	165.64	546.36		dato del sensor
5/11/03 0:00	165.66	546.34		dato del sensor
6/11/03 0:00	165.67	546.33		dato del sensor
11/11/03 0:00	165.71	546.29		dato del sensor
12/11/03 0:00	165.72	546.28		dato del sensor
13/11/03 0:00	165.73	546.27		dato del sensor
14/11/03 0:00	165.74	546.26		dato del sensor

RESUMEN DE DATOS DE POZO VICENTE (FL-01)				
fecha	prof agua (m)	cota del agua	Tª (°C)	observaciones
15/11/03 0:00	165.73	546.27		dato del sensor
16/11/03 0:00	165.71	546.29		dato del sensor
17/11/03 0:00	165.71	546.29		dato del sensor
18/11/03 0:00	165.72	546.28		dato del sensor
19/11/03 0:00	165.72	546.28		dato del sensor
20/11/03 0:00	165.73	546.27		dato del sensor
21/11/03 0:00	165.72	546.28		dato del sensor
22/11/03 0:00	165.71	546.29		dato del sensor
23/11/03 0:00	165.69	546.31		dato del sensor
24/11/03 0:00	165.69	546.31		dato del sensor
25/11/03 0:00	165.70	546.30		dato del sensor
26/11/03 0:00	165.70	546.30		dato del sensor
27/11/03 0:00	165.70	546.30		dato del sensor
28/11/03 0:00	165.69	546.31		dato del sensor
29/11/03 0:00	165.69	546.31		dato del sensor
30/11/03 0:00	165.68	546.32		dato del sensor
1/12/03 0:00	165.66	546.34		dato del sensor
2/12/03 0:00	165.63	546.37		dato del sensor
3/12/03 0:00	165.63	546.37		dato del sensor
4/12/03 0:00	165.62	546.38		dato del sensor
5/12/03 0:00	165.61	546.39		dato del sensor
6/12/03 0:00	165.61	546.39		dato del sensor
7/12/03 0:00	165.60	546.40		dato del sensor
8/12/03 0:00	165.60	546.40		dato del sensor
9/12/03 0:00	165.57	546.43		dato del sensor
10/12/03 0:00	165.54	546.46		dato del sensor
11/12/03 0:00	165.55	546.45		dato del sensor
12/12/03 0:00	165.55	546.45		dato del sensor
13/12/03 0:00	165.54	546.46		dato del sensor
14/12/03 0:00	165.52	546.48		dato del sensor
15/12/03 0:00	165.50	546.50		dato del sensor
16/12/03 0:00	165.47	546.53		dato del sensor
17/12/03 0:00	165.46	546.54		dato del sensor
18/12/03 0:00	165.44	546.56		dato del sensor
19/12/03 0:00	165.43	546.57		dato del sensor
20/12/03 0:00	165.42	546.58		dato del sensor
21/12/03 0:00	165.41	546.59		dato del sensor
22/12/03 0:00	165.38	546.62		dato del sensor
23/12/03 0:00	165.37	546.63		dato del sensor
24/12/03 0:00	165.36	546.64		dato del sensor
25/12/03 0:00	165.34	546.66		dato del sensor
26/12/03 0:00	165.32	546.68		dato del sensor
27/12/03 0:00	165.28	546.72		dato del sensor
28/12/03 0:00	165.27	546.73		dato del sensor
29/12/03 0:00	165.25	546.75		dato del sensor
30/12/03 0:00	165.24	546.76		dato del sensor
31/12/03 0:00	165.23	546.77		dato del sensor
1/1/04 0:00	165.21	546.79		dato del sensor
2/1/04 0:00	165.18	546.82		dato del sensor
3/1/04 0:00	165.16	546.84		dato del sensor
4/1/04 0:00	165.15	546.85		dato del sensor
5/1/04 0:00	165.13	546.87		dato del sensor
6/1/04 0:00	165.12	546.88		dato del sensor
7/1/04 0:00	165.09	546.91		dato del sensor
8/1/04 0:00	165.08	546.92		dato del sensor
9/1/04 0:00	165.06	546.94		dato del sensor
10/1/04 0:00	165.05	546.95		dato del sensor
11/1/04 0:00	165.03	546.97		dato del sensor

RESUMEN DE DATOS DE POZO VICENTE (FL-01)				
fecha	prof agua (m)	cota del agua	Tª (°C)	observaciones
12/1/04 0:00	164.99	547.01		dato del sensor
13/1/04 0:00	164.97	547.03		dato del sensor
14/1/04 0:00	164.95	547.05		dato del sensor
15/1/04 0:00	164.92	547.08		dato del sensor
16/1/04 0:00	164.89	547.11		dato del sensor
17/1/04 0:00	164.88	547.12		dato del sensor
18/1/04 0:00	164.86	547.14		dato del sensor
19/1/04 0:00	164.83	547.17		dato del sensor
20/1/04 0:00	164.81	547.19		dato del sensor
21/1/04 0:00	164.79	547.21		dato del sensor
22/1/04 0:00	164.77	547.23		dato del sensor
23/1/04 0:00	164.75	547.25		dato del sensor
24/1/04 0:00	164.72	547.28		dato del sensor
25/1/04 0:00	164.70	547.30		dato del sensor
26/1/04 0:00	164.67	547.33		dato del sensor
27/1/04 0:00	164.64	547.36		dato del sensor
28/1/04 0:00	164.60	547.40		dato del sensor
29/1/04 0:00	164.59	547.41		dato del sensor
30/1/04 0:00	164.56	547.44		dato del sensor
31/1/04 0:00	164.55	547.45		dato del sensor
1/2/04 0:00	164.54	547.46		dato del sensor
2/2/04 0:00	164.51	547.49		dato del sensor
3/2/04 0:00	164.49	547.51		dato del sensor
4/2/04 0:00	164.47	547.53		dato del sensor
5/2/04 0:00	164.45	547.55		dato del sensor
6/2/04 0:00	164.41	547.59		dato del sensor
7/2/04 0:00	164.38	547.62		dato del sensor
8/2/04 0:00	164.35	547.65		dato del sensor
9/2/04 0:00	164.32	547.68		dato del sensor
10/2/04 0:00	164.30	547.70		dato del sensor
11/2/04 0:00	164.28	547.72		dato del sensor
12/2/04 0:00	164.25	547.75		dato del sensor
13/2/04 0:00	164.22	547.78		dato del sensor
14/2/04 0:00	164.20	547.80		dato del sensor
15/2/04 0:00	164.17	547.83		dato del sensor
16/2/04 0:00	164.15	547.85		dato del sensor
17/2/04 0:00	164.12	547.88		dato del sensor
18/2/04 0:00	164.10	547.90		dato del sensor
19/2/04 0:00	164.05	547.95		dato del sensor
20/2/04 0:00	164.00	548.00		dato del sensor
21/2/04 0:00	163.95	548.05		dato del sensor
22/2/04 0:00	163.93	548.07		dato del sensor
23/2/04 0:00	163.94	548.06		dato del sensor
24/2/04 0:00	163.92	548.08		dato del sensor
25/2/04 0:00	163.88	548.12		dato del sensor
26/2/04 0:00	163.83	548.17		dato del sensor
27/2/04 0:00	163.81	548.19		dato del sensor
28/2/04 0:00	163.78	548.22		dato del sensor
29/2/04 0:00	163.77	548.23		dato del sensor
1/3/04 0:00	163.74	548.26		dato del sensor
2/3/04 0:00	163.72	548.28		dato del sensor
3/3/04 0:00	163.71	548.29		dato del sensor
4/3/04 0:00	163.69	548.31		dato del sensor
5/3/04 0:00	163.65	548.35		dato del sensor
6/3/04 0:00	163.61	548.39		dato del sensor
7/3/04 0:00	163.59	548.41		dato del sensor
8/3/04 0:00	163.57	548.43		dato del sensor
9/3/04 0:00	163.54	548.46		dato del sensor

RESUMEN DE DATOS DE POZO VICENTE (FL-01)				
fecha	prof agua (m)	cota del agua	T° (°C)	observaciones
10/3/04 0:00	163.52	548.48		dato del sensor
11/3/04 0:00	163.50	548.50		dato del sensor
12/3/04 0:00	163.46	548.54		dato del sensor
13/3/04 0:00	163.42	548.58		dato del sensor
14/3/04 0:00	163.42	548.58		dato del sensor
15/3/04 0:00	163.41	548.59		dato del sensor
16/3/04 0:00	163.39	548.61		dato del sensor
17/3/04 0:00	163.36	548.64		dato del sensor
18/3/04 0:00	163.34	548.66		dato del sensor
19/3/04 0:00	163.31	548.69		dato del sensor
20/3/04 0:00	163.30	548.70		dato del sensor
21/3/04 0:00	163.26	548.74		dato del sensor
22/3/04 0:00	163.23	548.77		dato del sensor
23/3/04 0:00	163.21	548.79		dato del sensor
24/3/04 0:00	163.18	548.82		dato del sensor
25/3/04 0:00	163.14	548.86		dato del sensor
26/3/04 0:00	163.12	548.88		dato del sensor
27/3/04 0:00	163.09	548.91		dato del sensor
28/3/04 0:00	163.06	548.94		dato del sensor
29/3/04 0:00	163.04	548.96		dato del sensor
30/3/04 0:00	163.02	548.98		dato del sensor
31/3/04 0:00	163.02	548.98		dato del sensor
1/4/04 0:00	163.00	549.00		dato del sensor
24/9/04 0:00	166.82	545.18		dato del sensor
25/9/04 0:00	166.82	545.18		dato del sensor
26/9/04 0:00	166.85	545.15		dato del sensor
27/9/04 0:00	166.86	545.14		dato del sensor

ANEJO 3.- ANÁLISIS DE AGUA

**ANEJO 3.1.- DATOS DE CAMPO OBTENIDOS EN EL MUESTREO
DE CALIDAD DE AGOSTO DE 2004**

Anejo 3.1.- Datos de campo obtenidos en el muestreo de calidad de Agosto 2004

Nº Flash	Nombre	Nº muestra	Fecha muestreo	Hora	Cond. 25 °C	Tª agua	Sulfídrico	Tiempo bombeo	Nivel (m)	Observaciones muestreo u otras
FL-13	Camino Graná									No se puede bombear por problemas en el transformador. Se sustituye por FL-14
FL-14	Camino del Cerro	6	10/08/2004	17:44	1740	43,6	algo de olor	15'	-	Sustituye a FL-13 para el muestreo
FL-15	La Mina									
FL-20	Piñillas-A. de Sabiote	1	10/08/2004	10:30	1630	35,4	algo de olor	27h		Prof. Bomba a 410 m. Nivel en marzo de 2004 = 333 m. Tiene tub. Piezométrica con sonda atascada.
FL-21	El Porvenir I	3	10/08/2004	12:49	1118	37,9	algo de olor	6h	430	Medida del nivel cuando lleva recuperando 1/2 hora.
FL-22	El Porvenir II									Sondeo desinstalado
FL-26	Cabeza Alba	5	12/08/2004	13:00	1200	28	algo de olor	15'	196,7	Medida de nivel estático
FL-28	Santa Eulalia	29	13/08/2004	8:30	871	-	NO	8h		Muestra recogida en botella por el regador, temperatura no significativa
FL-29	Los Carrizales									No se puede contactar
FL-30	La Crespa									Está desinstalado. A partir del 18/8/04 empezará a bombear.
FL-33	Pichilín II nuevo (II bis)	15	11/08/2004	19:40	1548	33,2	SI	4h		
FL-34	La Imagen II	2	10/08/2004	11:45	2050	45,4	SI	20'	304	Medida de nivel estático, recuperando 3 h. (26 m sobre bomba)
FL-35	La Imagen I									Sondeo en reparación el día de la visita: Sacando la bomba.
FL-36	EL Patronato	26	13/08/2004	9:55	1950	29,6	SI	8h		Muestra tomada por sustitución de FL-84 que bombea hasta las 8 de la mañana y no se ha podido contactar directamente con ellos.
FL-44	Cortijo Alto									
FL-45	El Regajo	23	13/08/2004	8:30	1151	33,9	SI	10' despues de parar un bombeo de 8 h.	359	Dato de nivel según el regador de 29/07/04 (55 m sobre la bomba que está a prof. 414 m)
FL-47	El Puntal								365	No se toma muestra porque solo arrancan el sondeo los fines de semana. Medida de nivel estático.
FL-48	Zorreras II	28	13/08/2004	12:30	1528	31,1	SI	13,5h	358	Dato de nivel según el regador (17m sobre bomba que está a 375 m)
FL-51	C.R. Venta Las Chulapas	20	12/08/2004	9:45	1155	31	SI	8h		Datos de Tª y C tomados 1/2 hora despues de tomada la muestra en botella por el regador.
FL-52	Venta del Cerro	16	11/08/2004	20:00	1106	33,2	SI	2h		
FL-55	Zorreras I	27	13/08/2004	12:45	1404	31,2	SI	15'		
FL-60	El Lentiscar	30	13/08/2004	18:15	1625	50,7	SI	25'		
FL-61	Desconocido									Sin bombear y sin contactos. Se encuentra otro punto desinstalado a unos 200 m que se marca con GPS 89 (FL-122), pero se desconoce si alguno de los 2 es el M3 del CEDEX (situado a unos 50 m del FL-61 según coordenadas del CEDEX)
FL-62	Pichilín I nuevo	19	12/08/2004	9:30	1720	33,7	SI	8 h		
FL-64	Torre del Obispo II									No se puede contactar
FL-119	VENTA EL NIÑO II	22	12/08/2004	9:00	1899		SI	6h		Nuevo, muy próximo a FL-65 y de la misma C.R. Muestra dejada en botella por el regador, temperatura no significativa.
FL-74	La Lancera	24	13/08/2004	9:15	2150	38,3	Algo de olor	9 h	464	Dato de nivel estático según el regador.El nivel dinámico (también según el regador) es de 468m
FL-75	La Rata	25	13/08/2004	9:30	2200		NO	-		Agua cogida de la balsa donde lleva 5 horas desde que se bombeó.
FL-76	María Teresa Lozano	8	11/08/2004	10:20	1390	30	NO	15'		
FL-77	Tesorero									NO se puede contactar
FL-78	Úbeda Pollos Alameda	7	10/08/2004	19:45	1038	36,1	SI	1h		
FL-79	Unión Úbeda									No quieren arrancar el sondeo, solo se usa para lavar la aceituna a partir de noviembre.
FL-83	Cerro Sta Quitéria	4	10/08/2004	14:10	1182	41,2	algo de olor	7h	337	Medida de nivel dinámico con tester en tubería piezométrica del sondeo.
FL-84	Cobatilla la Sema									No se puede contactar. Según el regador de El Patronato riegan hasta las 8 de la mañana.
FL-85	P Noria Román	10	11/08/2004	12:00	873	26,1	NO	6h		Habia un error de los nombres entre los nº Flash 85 y 86 (cambiados entre sí) que se arregla
FL-90	C.R. CAMINO VIRGEN DE LA SALUD									No da tiempo a visitarlo
FL-91	C.R. CORTIJO NUEVO	12	11/08/2004	13:10	1228	30,2	SI	¿?		No hay nadie en la zona, no se pueden aclarar las dudas.
FL-94	C.R. ESPERILLA-FUENTE REDONDA									Sigue desinstalado, aunque han construido caseta y balsa. Pronta instalación. Seguimos sin contactos.
FL-96	C.R. FUENTE DUEÑAS									Sigue desinstalado.
FL-99	CALANCHA S.A.	17	12/08/2004	8:15	1130	28,3	NO	17h		

Anejo 3.1.- Datos de campo obtenidos en el muestreo de calidad de Agosto 2004

Nº Flash	Nombre	Nº muestra	Fecha muestreo	Hora	Cond. 25 °C	Tº agua	Sulfídrico	Tiempo bombeo	Nivel (m)	Observaciones muestreo u otras
FL-108	CR CARRIZALES-CHOZA DE SANGUNI									Averiado el día de la visita y no bombea.
FL-112	C.R. HERRERO-VENTA ALAMEDA	9	11/08/2004	10:00	790		NO	8 h		Tº del agua no significativa, muestra dejada en botella antes de parar el bombeo. Recogida una hora despues.
FL-115	CALANCHA S.A.	18	12/08/2004	8:30	1137	25,3	NO	14h		La muestra se coge de un gotero de riego ya que no se puede tomar directamente del sondeo. Tº no significativa.
FL-116	Desconocido	13	11/08/2004	14:30	1383		NO	¿?		Nadie en la zona. Muestra cogida de un gotero de riego. Agua con espuma, presencia de abonos.
FL-117	S-6 del CEDEX y 2136-1038 IGME	14	11/08/2004	17:20	1242	32,5	SI	1h 20'	264	Se obtienen nuevos datos del sondeo que se incluyen en flash de piezometría
FL-118	Noria Román-Piedra Rubia	11	11/08/2004	12:25	850	27,1	NO	6,5 h		Punto Nuevo para inventario. Prof. Sondeo 336m. Sin posibilidad de medir el nivel.
FL-120	Cañadavaca-Venta del Cerro	21	12/08/2004	11:30	1250	33,2	NO	15'		Punto Nuevo para inventario, aunque debe tener expediente de CHG según propietario (Lorenzo Torrente).
FL-121	Zorreras III									Sondeo nuevo en ejecución de CR Zorreras-Barranco
FL-122	Desconocido									Sondeo desinstalado a unos 200 m del FL-61 que se marca con GPS 89 (foto). Se desconoce si alguno de los 2 es el M3 del CEDEX (situado a unos 50 m del FL-61 según coordenadas del CEDEX)

**ANEJO 3.2- ANÁLISIS DEL ACUÍFERO CARBONATADO
JURÁSICO DE LA LOMA DE ÚBEDA (AGOSTO 2004)**

Anejo 3.2.- Análisis del acuífero carbonatado Jurásico de la Loma de Úbeda (Agosto 2004)

Nº flash	T. Bombeo (horas)	DQO	CL	SO4	HCO3	CO3	NO3	NA	MG	CA	K	PH	CONDUC	CONDUC Campo	RESIDUO	NO2	NH4	P2O5	SIO2	TEMPE Campo	Sulfídrico	Observaciones
FL-14	0,25	0,9	<u>266</u>	194	294	0	0	<u>328</u>	13	26	11	7,7	1512	1740	1015,2	0,00	<u>6,3</u>	0,0	25,7	43,6	Algo de olor	
FL-20	27,00	0,9	<u>252</u>	192	292	0	0	<u>318</u>	11	28	11	7,6	1436	1630	991,6	0,00	<u>5,8</u>	0,1	26,1	35,4	Algo de olor	
FL-21	6,00	0,6	82	234	297	0	0	105	40	70	8	7,6	968	1118	683,4	<u>0,13</u>	<u>3,1</u>	0,0	20,0	37,9	Algo de olor	
FL-26	0,25	0,7	73	<u>336</u>	308	0	3	21	73	139	4	7,5	1088	1200	795,4	0,00	0,1	0,0	18,0	28	Algo de olor	
FL-28	8,00	1,4	41	98	338	0	1	52	39	67	8	7,6	787	871	527,4	<u>3,30</u>	<u>2,6</u>	0,0	20,8		NO	
FL-33	4,00	0,9	<u>292</u>	143	308	0	1	<u>300</u>	20	38	11	7,7	1510	1548	1017,0	0,00	<u>5,6</u>	0,0	18,3	33,2	SI	
FL-34	0,33	1,1	<u>344</u>	220	292	0	0	<u>383</u>	11	26	11	7,9	1750	2050	1188,0	0,00	<u>6,0</u>	0,0	28,3	45,4	SI	
FL-36	8,00	1,2	<u>278</u>	<u>260</u>	334	0	0	<u>350</u>	21	43	13	7,7	1689	1950	1141,0	0,00	<u>7,0</u>	0,0	21,8	29,6	SI	
FL-45	0,17	0,4	78	226	295	0	12	103	41	75	8	7,4	998	1151	720,6	0,00	0,0	0,0	20,3	33,9	SI	
FL-48	13,50	1,4	191	142	396	0	1	179	39	66	12	7,4	1353	1528	927,4	0,00	<u>7,2</u>	0,0	17,8	31,1	SI	
FL-51	8,00	0,9	109	145	390	0	1	<u>240</u>	13	25	9	7,8	1068	1155	758,8	<u>0,65</u>	<u>4,5</u>	0,0	17,9		SI	
FL-52	2,00	0,7	93	173	322	0	3	91	46	73	9	7,6	966	1106	655,4	<u>0,25</u>	<u>4,2</u>	0,0	18,2	33,2	SI	
FL-55	0,25	3,6	83	<u>302</u>	410	0	1	82	73	122	10	7,2	1232	1404	873,0	<u>10,80</u>	0,0	0,0	19,5	31,2	SI	
FL-60	0,42	0,9	<u>242</u>	158	280	0	0	<u>256</u>	14	28	9	7,7	1428	1625	988,6	0,00	<u>5,8</u>	0,8	27,2	50,7	SI	
FL-62	8,00	1,0	<u>280</u>	149	332	0	1	<u>330</u>	14	27	9	7,8	1512	1720	1015,8	0,00	<u>5,2</u>	0,0	17,5	33,7	SI	
FL-74	9,00	1,6	<u>402</u>	159	312	0	0	<u>408</u>	15	24	11	7,6	2053	2150	1406,8	0,00	<u>7,5</u>	0,0	18,1	38,3	Algo de olor	
FL-75		7,3	<u>402</u>	142	352	0	0	<u>408</u>	14	27	12	7,6	2083	2200	1463,4	0,07	<u>11,8</u>	3,2	19,1		NO	Agua cogida de la balsa (5 horas desde que se bombeó)
FL-76	0,25	1,9	222	90	350	0	1	190	37	66	6	7,6	1227	1390	852,6	<u>3,90</u>	0,1	0,0	19,2	30	NO	
FL-78	1,00	0,8	111	214	265	0	17	143	30	52	10	7,7	1023	1038	735,0	0,00	0,1	0,0	20,6	36,1	SI	
FL-83	7,00	3,2	100	<u>253</u>	276	0	2	88	48	84	8	7,4	1020	1182	732,0	<u>8,10</u>	0,0	0,0	19,9	41,2	Algo de olor	
FL-85	6,00	0,6	25	166	296	0	17	19	49	97	3	7,7	784	873	559,2	0,00	0,0	0,0	25,6	26,1	NO	
FL-91		1,8	67	234	412	0	4	54	69	111	9	7,5	1111	1228	801,4	<u>3,90</u>	0,0	0,0	19,4	30,2	SI	Bombeando tiempo desconocido
FL-99	17,00	3,2	81	211	322	0	1	93	49	87	9	7,4	987	1130	699,8	<u>8,80</u>	0,1	0,1	17,1	28,3	NO	
FL-112	8,00	0,4	23	109	298	0	12	18	42	83	2	7,7	698	790	488,0	0,00	0,0	0,0	25,3		NO	
FL-115	14,00	0,8	108	128	330	0	30	113	34	65	6	7,6	1002	1137	728,0	0,00	0,0	1,1	18,4		NO	La muestra se coge de un gotero de riego ya que no se puede tomar directamente del sondeo. Tª no significativa (25'3 °C)
FL-116		64,3	138	46	630	0	0	194	28	60	26	7,2	1382	1383	1014,4	<u>0,25</u>	<u>44,0</u>	25,0	31,1		NO	Muestra cogida de un gotero de riego. Agua con espuma, presencia de abonos.
FL-117	1,33	3,8	130	174	384	0	1	122	46	77	10	7,3	1134	1242	785,8	<u>12,20</u>	0,0	0,0	17,3	32,5	SI	Nº posterior a campaña piezometria 2004
FL-118	6,50	0,7	24	186	290	0	31	18	48	98	2	7,8	795	850	579,6	0,00	0,0	0,0	26,5	27,1	NO	Nº posterior a campaña piezometria 2004
FL-119	6,00	1,0	<u>340</u>	166	304	0	0	<u>372</u>	12	24	12	7,7	1744	1899	1190,8	0,00	<u>7,0</u>	0,0	20,3		SI	En envío IGME se puso como FL-65 que está a unos 20 metros de este. El nº es posterior a campaña piezométrica 2004
FL-120	0,25	0,8	192	97	316	0	1	129	37	67	5	7,7	1125	1250	761,8	<u>0,62</u>	0,0	0,0	19,9	33,2	NO	En envío IGME se puso CAÑADAVACA. El nº es posterior a campaña piezométrica 2004
LIMITES MÁXIMOS O (INDICADORES) (1*)			(250)	(250)			50,0	(200)				(6'5 a 9'5)	(2500)	(2500)		0,10	(0.5)					

(1*).- Parámetros químicos máximos (Anexo 1-B.1) y parámetros indicadores (Anexo 1-C) del R.Decreto 140/2003 de 7 de Febrero, sobre criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. Se marcan en negrita los valores que sobrepasan alguno de esos parámetros. Se muestran en cursiva y subrayados los valores que sobrepasan los límites indicadores

**ANEJO 3.3- DATOS ANALÍTICOS DEL CEDEX UTILIZADOS PARA
TRAZADO DE ISOLÍNEAS Y ANÁLISIS HIDROQUÍMICO
DEL ACUÍFERO (MAYO-AGOSTO DE 2002)**

Anejo 3.3.- Datos analíticos del CEDEX utilizados para trazado de isóneas y análisis hidroquímico del acuífero

Código CEDEX	Nombre	Fecha	Tempc	pHc	Condc	Cond	Na	K	Ca	Mg	F	Cl	NO3	SO4	HCO3	PH	Acuífero
S-2	Cerro Sta Quiteria	30-08-02			998	1218	95,3	6,7	60,9	45,1	0,7	70,5	0,3	215,4	257,4	8,0	Jurásico confinado
S-6	Hnos Díaz de la Guardia	30-08-02			1242	1495	156,3	8,4	59,8	46,5	0,6	131,8	18,3	132,6	406,3	7,9	Jurásico confinado
S-9	Mª Dolores Díaz	30-08-02			1298	1554	146,6	7,2	78,0	52,1	0,6	97,3	25,6	280,1	322,1	7,8	Jurásico confinado
S-11	P Noria Román Pz Grande	15-05-02			1070	1070	31,2	1,0	68,8	46,6	1,4	31,4	16,6	156,3	246,4	7,8	Jurásico confinado
E-3	Casa Tavira	15-05-02	27,3	7,6	1016	904	58,4	7,2	87,6	56,1	1,0	34,6	0,0	168,7	439,2	7,8	Jurásico confinado
N-15	La Peñuela	15-05-02	20,7	7,5	869	796	16,0	1,5	100,2	54,2	1,2	22,0	36,5	103,9	401,4	7,3	Jurásico confinado
N-19	Robledos I	15-05-02	22,5	7,5	905	797	13,8	2,1	118,2	45,6	0,7	17,2	13,4	151,5	395,3	7,4	Jurásico libre
N-20	Robledos II	15-05-02	24,2	7,8	907	816	17,4	4,7	119,5	48,7	0,8	22,2	6,6	236,9	346,5	7,8	Jurásico libre
N-21	Robledos III	15-05-02	23,2	7,6	936	835	13,5	4,0	127,1	50,4	0,8	17,9	18,1	200,1	369,7	7,2	Jurásico libre
N-22	Santa Rita	15-05-02	22,2	7,6	1293	1115	16,7	6,0	187,3	63,9	0,8	22,9	42,5	442,2	320,9	7,5	Jurásico libre
M-4	Doñana	15-05-02	30,5	7,4	1999	1622	329,0	8,4	49,1	29,5	1,0	400,4	0,0	64,6	402,6	7,5	Jurásico confinado
M-5	El Adobe	15-05-02	38,5	7,7	2430	1949	463,1	9,3	44,3	20,4	1,5	492,1	0,0	140,8	374,5	7,4	Jurásico confinado
M-6	El Ahorcado	15-05-02	29,2	7,8	3380	2960	622,3	10,8	60,2	38,2	1,3	609,9	0,0	53,4	463,6	8,2	Jurásico confinado
M-7	El Huerto	15-05-02	34,9	7,2	2750	2430	490,8	9,3	55,1	33,3	0,9	558,4	0,0	10,5	438,0	7,9	Jurásico confinado
M-9	El Trueno	15-05-02	33,1	7,4	1477	1274	214,7	9,6	49,4	32,3	1,1	218,9	0,0	93,6	380,6	7,5	Jurásico confinado
M-10	Flecher Cañada Armero	15-05-02			1845	1845	306,1	10,3	29,5	13,1	2,3	258,7	0,0	162,3	347,7	8,1	Jurásico confinado
M-13	La Imagen	15-05-02	52,0	7,3	2222	1738	408,7	10,6	42,4	16,1	2,0	395,2	0,0	164,3	389,2	7,5	Jurásico confinado
M-14	La Lancera	15-05-02	36,2	7,9	2090	1523	412,0	9,0	29,8	13,0	1,8	396,5	0,6	158,5	395,3	10,0	Jurásico confinado
M-15	La Rata	15-05-02	30,3	7,8	1863	1541	322,8	10,7	50,9	29,6	1,3	293,6	0,0	242,0	378,2	7,9	Jurásico confinado
M-19	Patronato	15-05-02	24,8	8,1	1686	1440	324,3	9,1	30,9	15,7	1,9	272,5	0,0	167,0	373,3	8,0	Jurásico confinado
M-20	Pichilin	15-05-02	34,3	7,5	1733	1467	302,5	9,2	43,9	24,6	1,3	315,2	0,0	136,3	366,0	7,4	Jurásico confinado
M-22	Tosaires	15-05-02			1840	1840	305,5	10,2	27,7	13,7	2,3	253,9	0,0	166,5	341,6	7,9	Jurásico confinado
F-1	Fte Ermita La Estrella	15-05-02	17,0	7,6	865	788	7,2	0,0	151,5	25,2	0,7	17,4	87,4	79,8	375,8	7,5	Jurásico libre
F-3	Fte La Cetrina	15-05-02	21,0	7,9	833	770	6,9	2,6	100,0	54,5	0,7	15,2	63,0	45,8	450,2	7,9	Jurásico libre
F-7	Fte Rosal	15-05-02	17,5	7,6	821	703	14,9	0,0	108,0	34,2	0,8	21,0	85,0	62,1	334,3	7,8	Jurásico libre

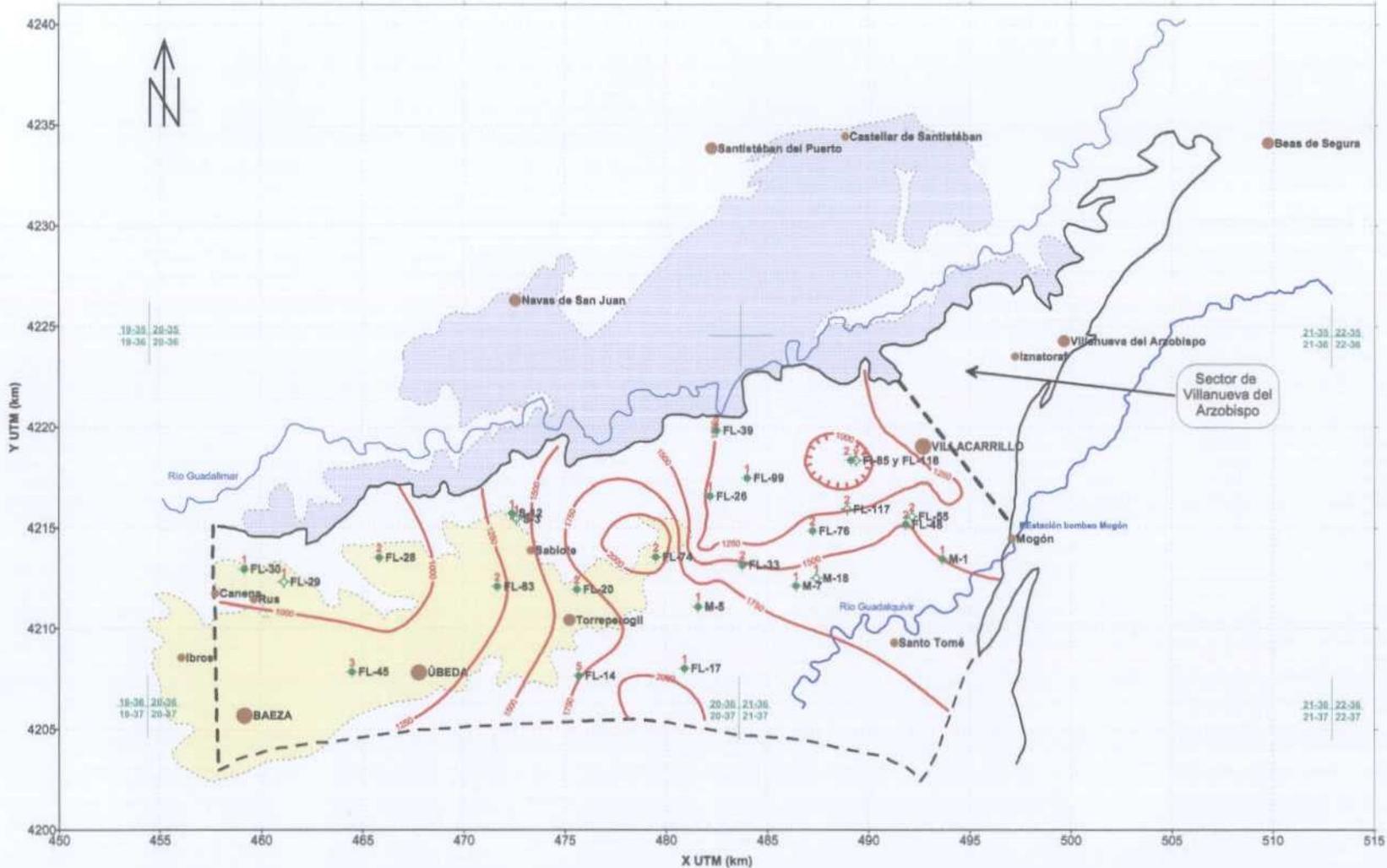
Fuente: "Realización de estudios en la Unidad Hidrogeológica 05.23 (Úbeda)", MF-MMA, informe parcial de Marzo 2003. Los datos correspondientes al acuífero captado se han deducido en función de la posición y datos de las captaciones disponibles, pues no figuran en la fuente original.

**ANEJO 3.4.- PROPUESTA DE RED DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL
ACUÍFERO CARBONATADO JURÁSICO DE LA UNIDAD DE ÚBEDA (SECTOR
CONFINADO) Y PLANO DE SITUACIÓN**

PROPUESTA DE PUNTOS PARA LA RED DE CONTROL DE CALIDAD DEL ACUÍFERO CARBONATADO JURÁSICO DE LA UNIDAD DE ÚBEDA (ZONA CONFINADA)												
Refª (1)*	Interes red	Nº análisis	Nombre	X Km	Y Km	Fecha último análisis	Tempc	Condcampo	Refª a otros inventarios	Nº Inventario original	Sulfídrico	Columna litológica
FL-14	Si	5	Camino del Cerro	475,689	4207,649	10-ago-04	43,6	1740	CEDEX	M-10	Algo de olor	No
FL-17	Si	1	CRUZ MARINA	480,921	4208,020	7-jun-01	40,2	1808	CHG 2001	2036/8108		No
FL-20	Si	2	Piñillas-A. de Sabiote	475,597	4211,944	10-ago-04	35,4	1630	---	---	Algo de olor	No
FL-26	Si	1	Cabeza Alba	482,180	4216,585	12-ago-04	28,0	1200	IGME	Sustituyó a 2036/4003 a unos metros	Algo de olor	No
FL-28	Si	2	Santa Eulalia	465,822	4213,514	13-ago-04		871	CEDEX	S-14	NO	No
FL-29	Alternativo	1	LOS CARRIZALES	461,118	4212,323	7-jun-01	30,7	1194	CEDEX	S-8		No
FL-30	Si	1	LA CRESPA	459,160	4212,957	7-jun-01	26,6	633	CEDEX	S-7		No
FL-33	Si	2	Pichilín II nuevo (II bis)	483,784	4213,157	11-ago-04	33,2	1548	CEDEX	M-20	SI	CHG-2001
FL-39	Si	2	LA PEÑUELA II	482,493	4219,829	14-jun-01	25,0	864	CEDEX	N-15		No
FL-45	Si	3	El Regajo	464,480	4207,845	13-ago-04	33,9	1151	CEDEX	O-2	SI	No
FL-48	Si	2	Zorreras II	491,844	4215,177	13-ago-04	31,1	1528	CHG 2001	2136/6101	SI	CHG-2001
FL-55	Alternativo	2	Zorreras I	492,148	4215,558	13-ago-04	31,2	1404	CEDEX	E-10	SI	CHG-2001
FL-74	Si	2	La Lancera	479,498	4213,543	13-ago-04	38,3	2150	CEDEX	M-14	Algo de olor	No
FL-76	Si	2	María Teresa Lozano	487,241	4214,855	11-ago-04	30,0	1390	CEDEX	M-16	NO	No
FL-83	Si	2	Cerro Sta Quiteria	471,670	4212,083	10-ago-04	41,2	1182	CEDEX	S-2	Algo de olor	No
FL-85	Si	2	P Noria Román	489,132	4218,363	11-ago-04	26,1	873	CEDEX	S-10	NO	IGME
FL-99	Si	1	CALANCHA S.A.	484,013	4217,470	12-ago-04	28,3	1130	---	---	NO	No
FL-117	Alternativo	2	S-6 del CEDEX y 2136-1038 IGME	488,940	4215,927	11-ago-04	32,5	1242	CEDEX	S-6	SI	No
FL-118	Alternativo	1	Noria Román-Piedra Ruta	489,391	4218,357	11-ago-04	27,1	850	---	---	NO	No
M-1	Si	1	Agrupación Mogón	493,653	4213,443	5-nov-02	30,0	2300	---	---		No
M-5	Si	1	El Adobe	481,599	4211,093	15-may-02	38,5	2430	CHG 2001	2036-8105	SI	No
M-18	Alternativo	1	Palomar y Teatinos	487,422	4212,506	5-nov-02	29,8	2110	IGME	Cerca 2136-5017/27		No
M-7	Si	1	El Huerto	486,424	4212,122	15-may-02	34,9	2750	---	---		No
S-12	Si	1	Pradillo Cuesta Ramón	472,393	4215,719	5-nov-02	25,0	1244	---	---		No
S-3	Alternativo	1	Cobatilla la Serna	472,606	4215,437	5-nov-02	27,5	1156	---	---		No

(1)* Los que comienzan por FL- corresponden a numeración flash 2001 y 2004; los que comienzan por M ó S son del muestreo del CEDEX de 2002

SITUACIÓN DE PUNTOS PROPUESTOS PARA RED DE CONTROL DE CALIDAD EN EL ACUÍFERO JURÁSICO CONFINADO DE LA UNIDAD DE ÚBEDA



	Acuífero del Mioceno		Límite del acuífero jurásico e ídem supuesto en profundidad		3	Puntos propuestos y alternativos para red de control de calidad con nº inventario (negro) y nº de análisis disponibles. FL- puntos Flash; M y S- Puntos CEDEX
	Acuífero libre del Jurásico		Posible desconexión hidráulica del sector de V. del Arzobispo		FL-25	
					20-35	Límites de hojas 1/50.000 y Nº
					1250	Isolíneas de conductividad del agua y valor (µS/cm) en Agosto de 2004

**ANEJO 4.- PROPUESTA DE SONDEOS PARA ESTABLECER LA RELACIÓN
RÍO-ACUÍFERO EN LAS MÁRGENES DEL RÍO GUADALIMAR**

**ANEJO 4.1.- CUADRO RESUMEN DE PIEZÓMETROS PROPUESTOS PARA
DEFINICIÓN GEOMÉTRICA Y CONTROL DEL ENTORNO DEL RÍO
GUADALIMAR EN EL ACUÍFERO CARBONATADO DE LA LOMA DE ÚBEDA.**

Anejo 4.1 - Cuadro resumen de piezómetros propuestos para definición geométrica y control del entorno del Río Guadalimar en el Acuífero Carbonatado de la Loma de Úbeda.

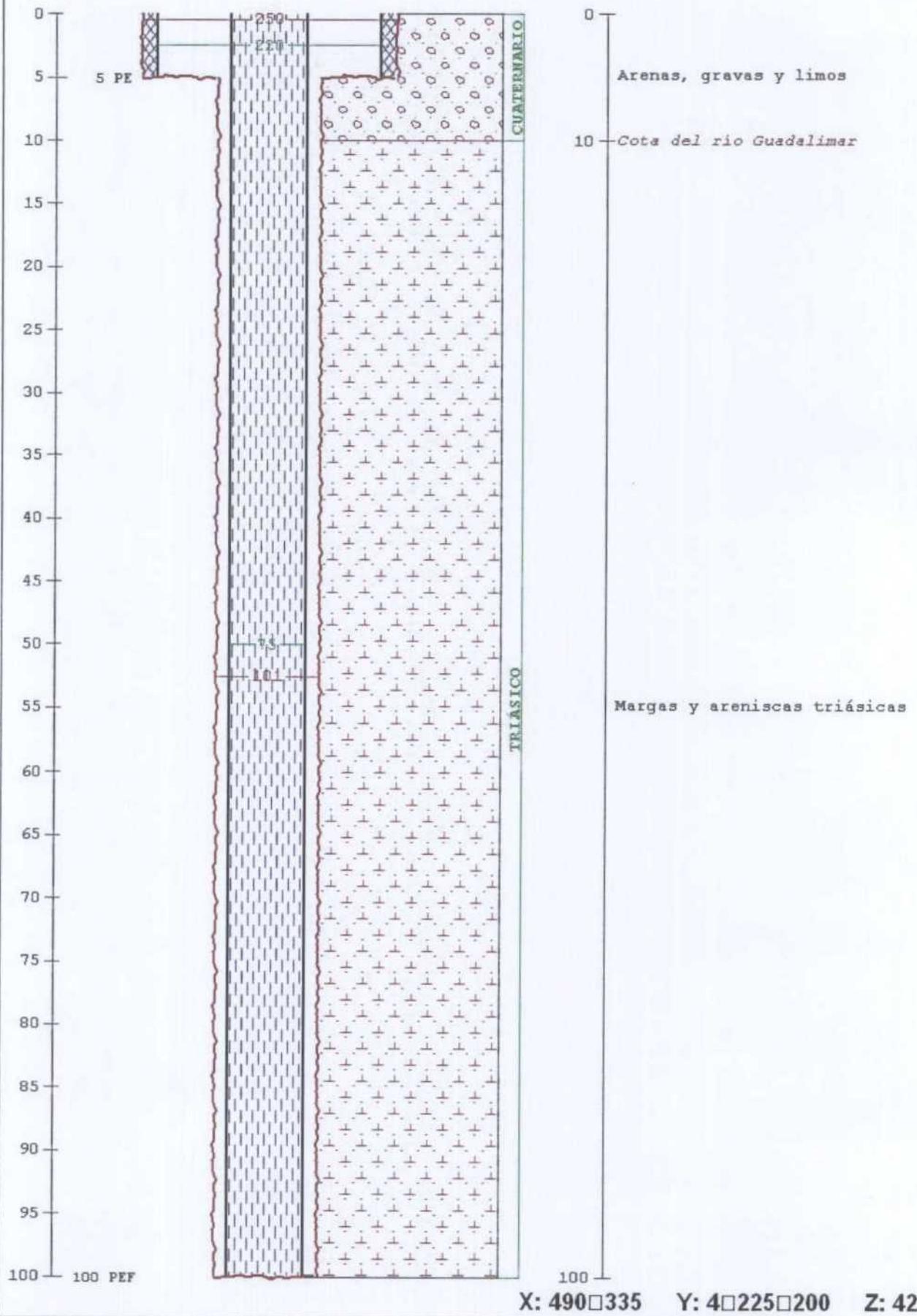
DENOM.	X	Y	COTA	PROF.	MÉTODO DE PERFORACIÓN	Ø	LITOLÓGÍA	OBSERVAC.
S-1	490335	4225200	420	100	Rotación con testigo continuo	101	Margas y areniscas triásicas.	Margen izda.
S-2	485780	4223430	465	150	Rotación con testigo continuo	101	Carbonatos jurásicos/Margas y arenis. triásicas	Margen der.
S-3	485680	4222500	475	150	Rotación con testigo continuo	101	Carbonatos jurásicos/Margas y arenis. triásicas	Margen izda.
S-4	482760	4222350	415	150	Rotación con testigo continuo	101	Carbonatos jurásicos/Margas y arenis. triásicas	Margen der.
S-5	480705	4222485	405	150	Rotación con testigo continuo	101	Carbonatos jurásicos/Margas y arenis. triásicas	Margen der.
S-6	480570	4221190	415	150	Rotación con testigo continuo	101	Carbonatos jurásicos/Margas y arenis. triásicas	Margen izda.
S-7	477590	4221730	440	150	Rotación con testigo continuo	101	Carbonatos jurásicos/Margas y arenis. triásicas	Margen der.
S-8	477030	4218650	405	150	Rotación con testigo continuo	101	Carbonatos jurásicos/Margas y arenis. triásicas	Margen izda.
S-9	472290	4220130	375	100	Rotación con testigo continuo	101	Margas y areniscas triásicas.	Margen izda.
S-10	480570	4221190	415	150	Rotopercusión	311	Carbonatos jurásicos	Junto a sondeo S-6
S-11	477030	4218650	405	150	Rotopercusión	311	Carbonatos jurásicos	Junto a sondeo S-8

Igualmente habrá de preverse la ejecución de dos ensayos de bombeo de 48 horas de duración y control en los sondeos S-10 y S-11, con control de descensos y recuperación en el propio pozo de bombeo y en los piezómetros próximos.

ANEJO 4.2- CROQUIS CONSTRUCTIVOS DE LOS SONDEOS

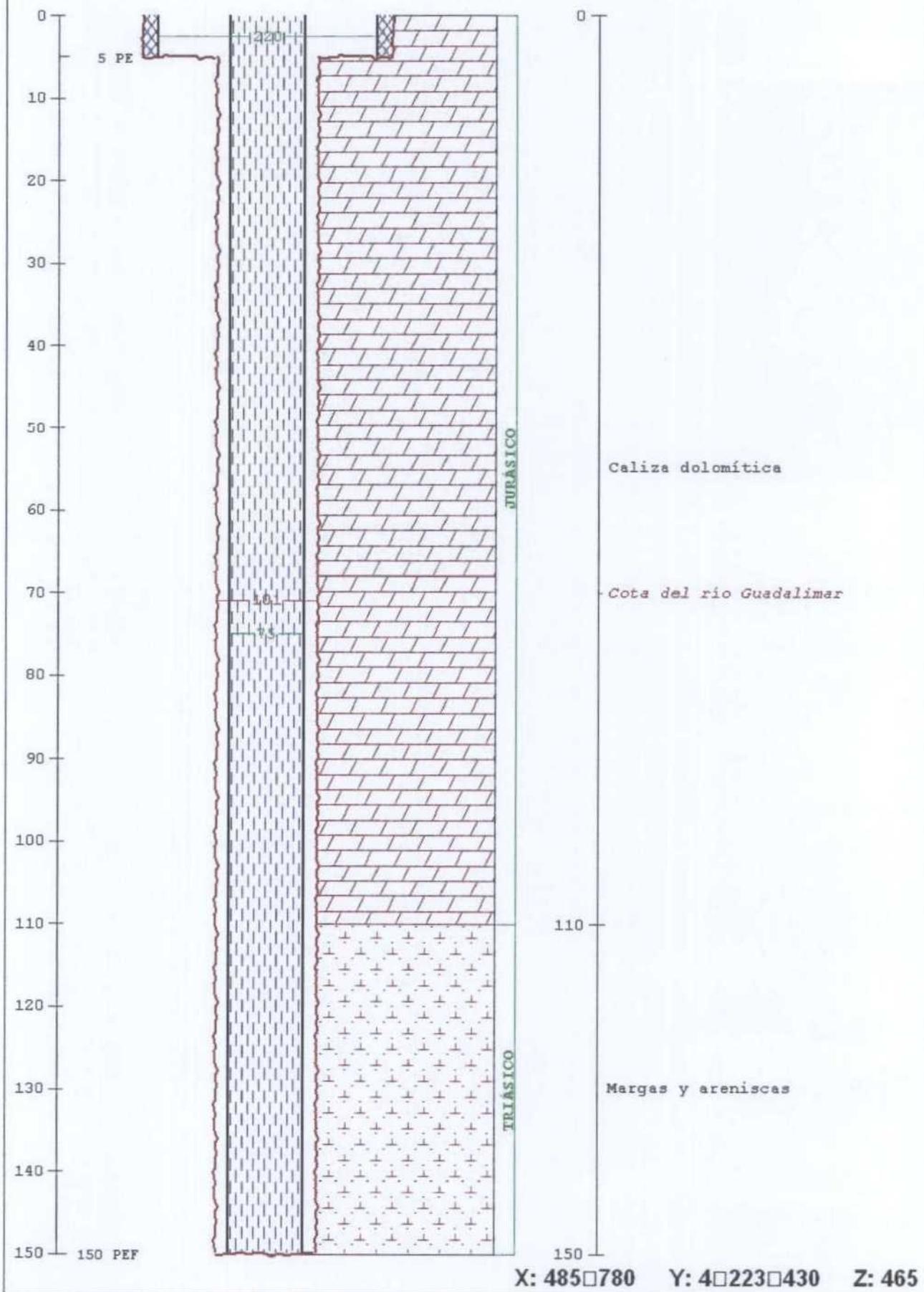
CROQUIS DE POZO

S-1



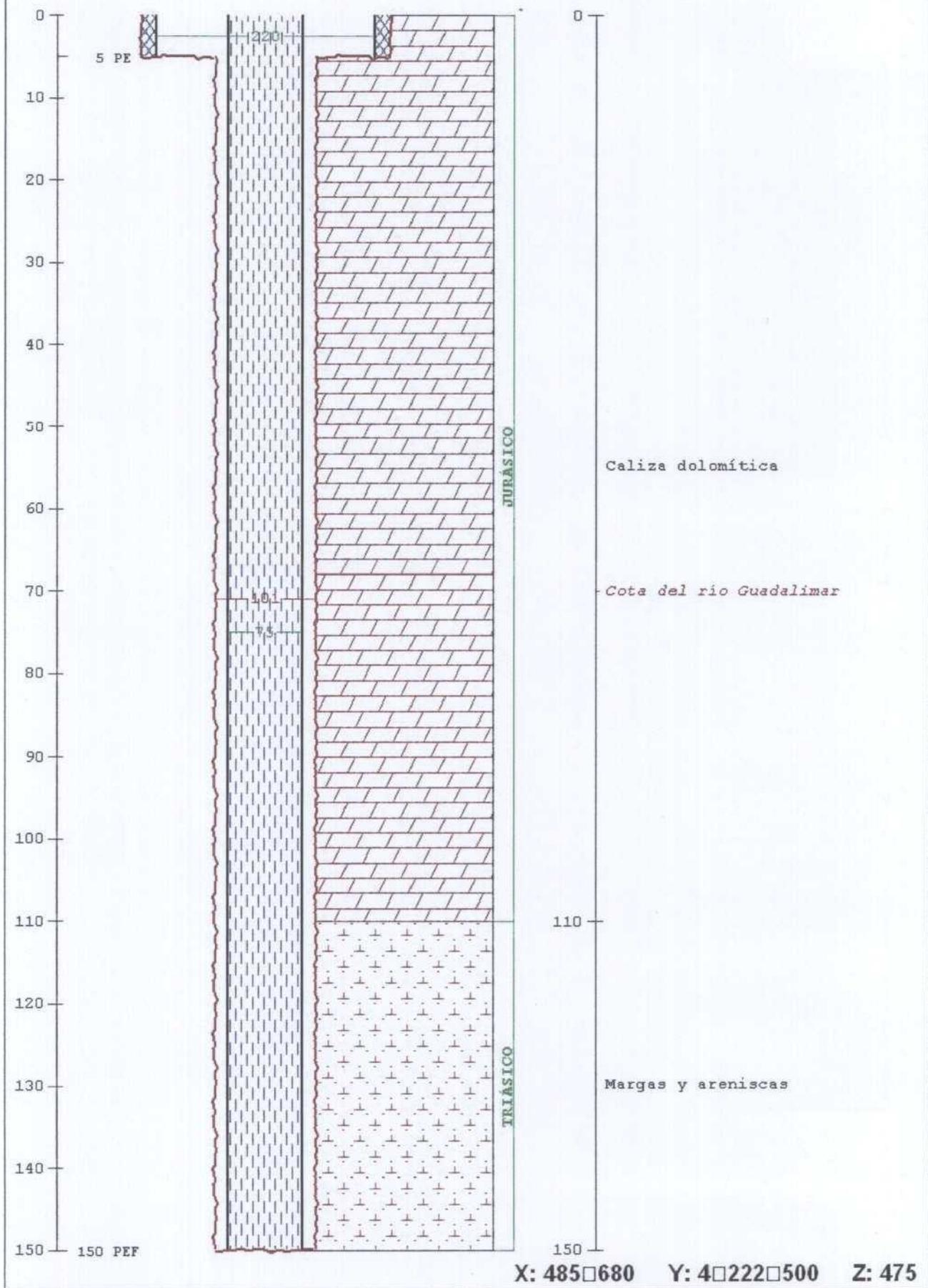
CROQUIS DE POZO

S-2



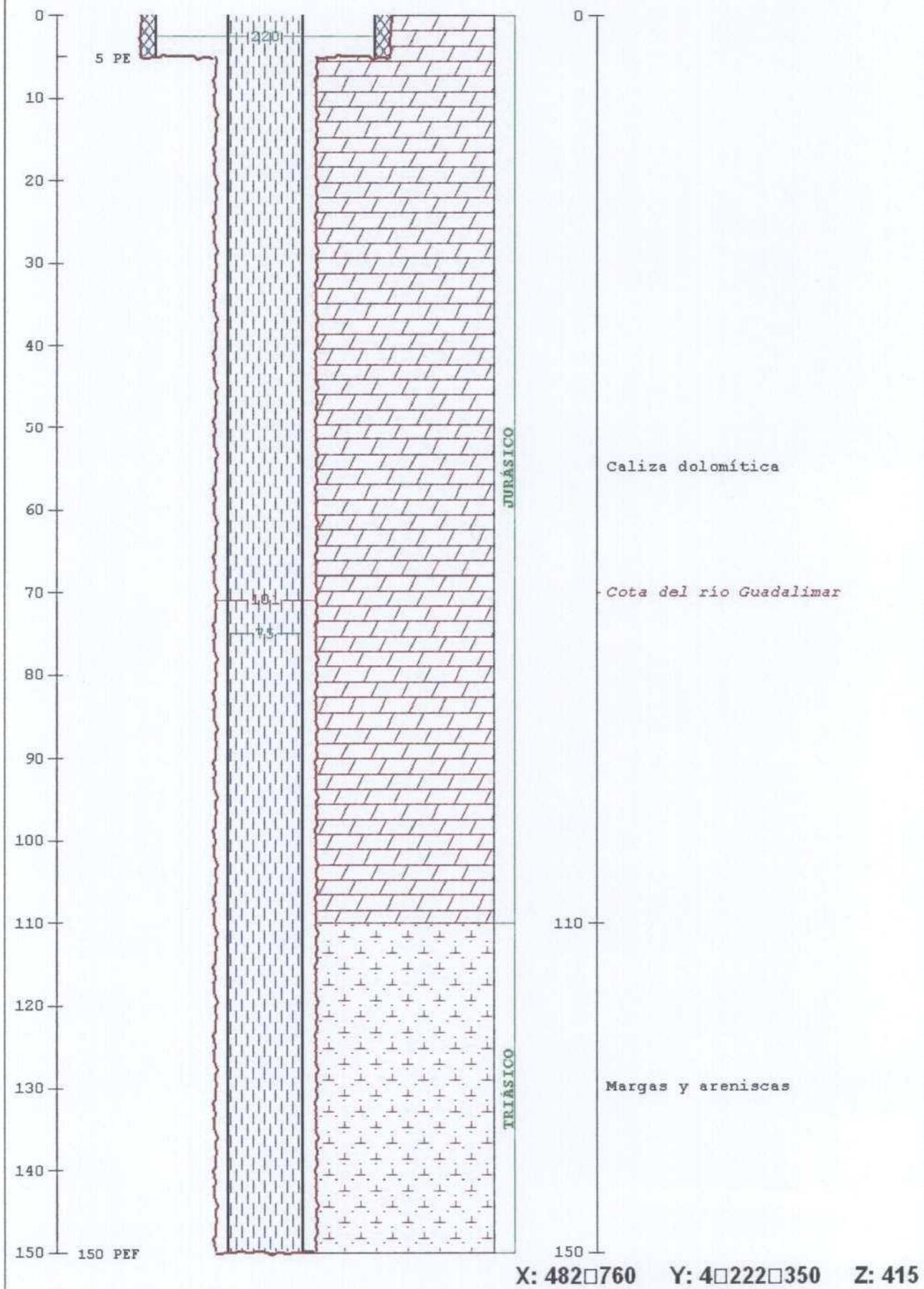
CROQUIS DE POZO

S-3



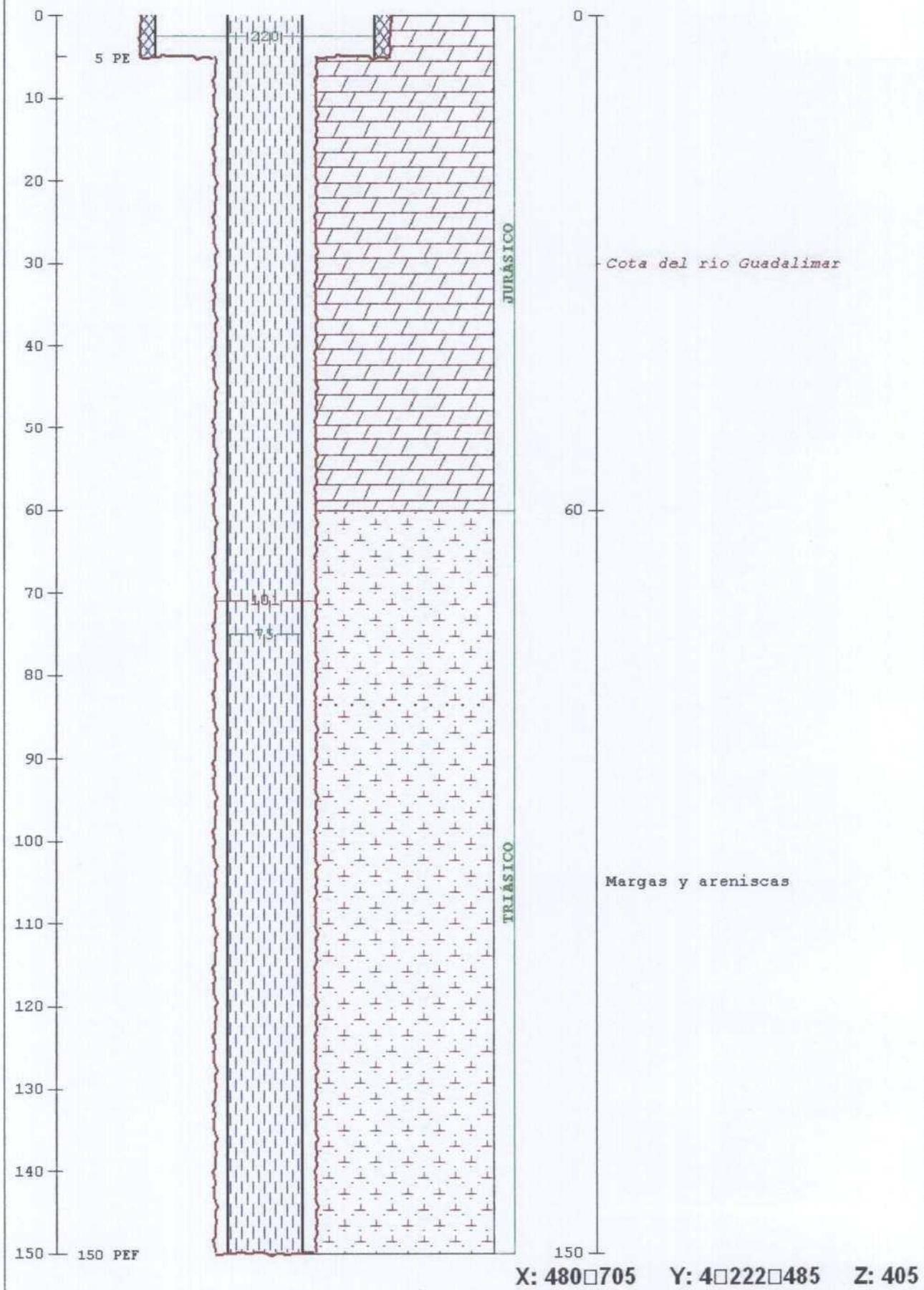
CROQUIS DE POZO

S-4



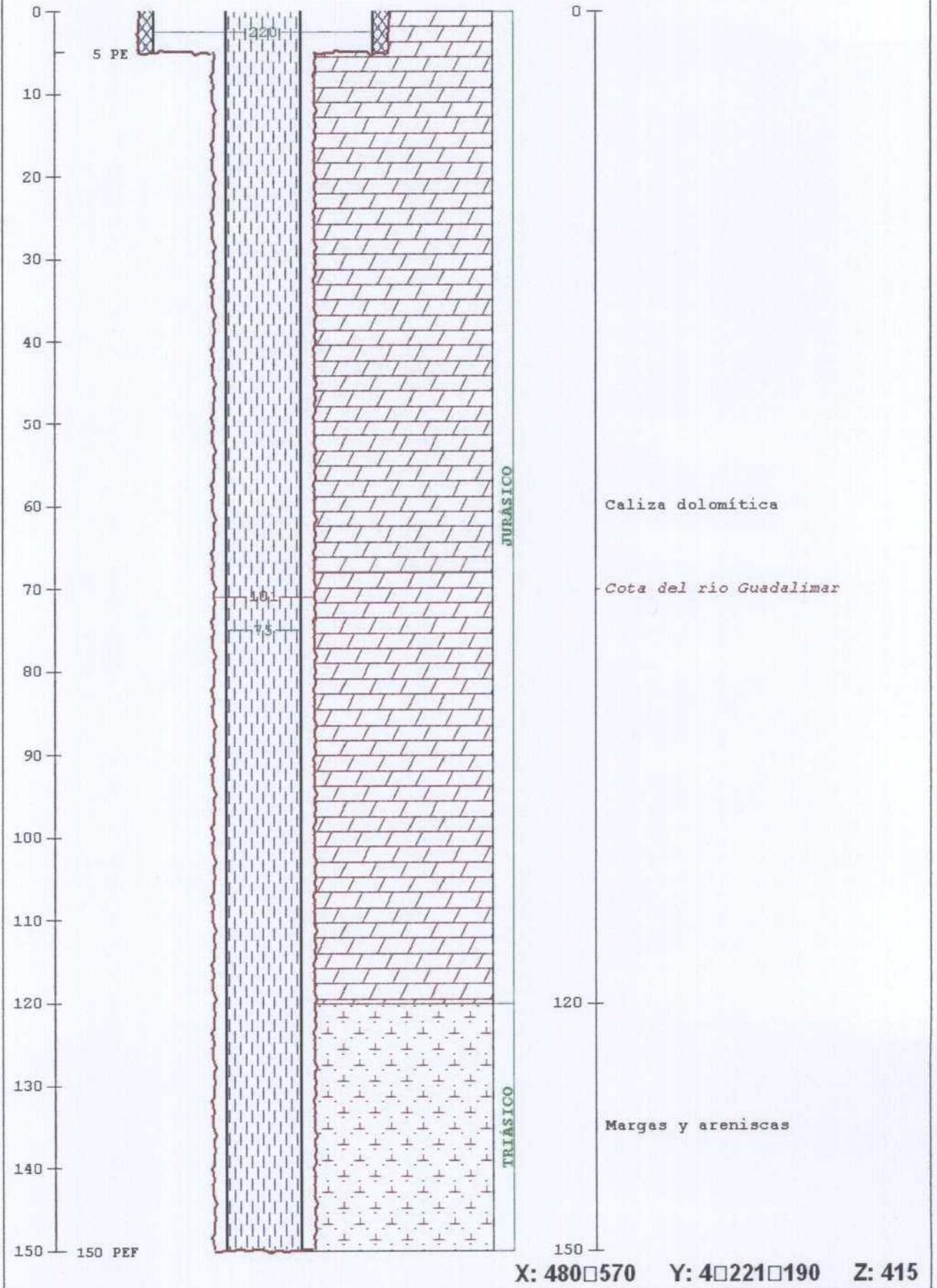
CROQUIS DE POZO

S-5



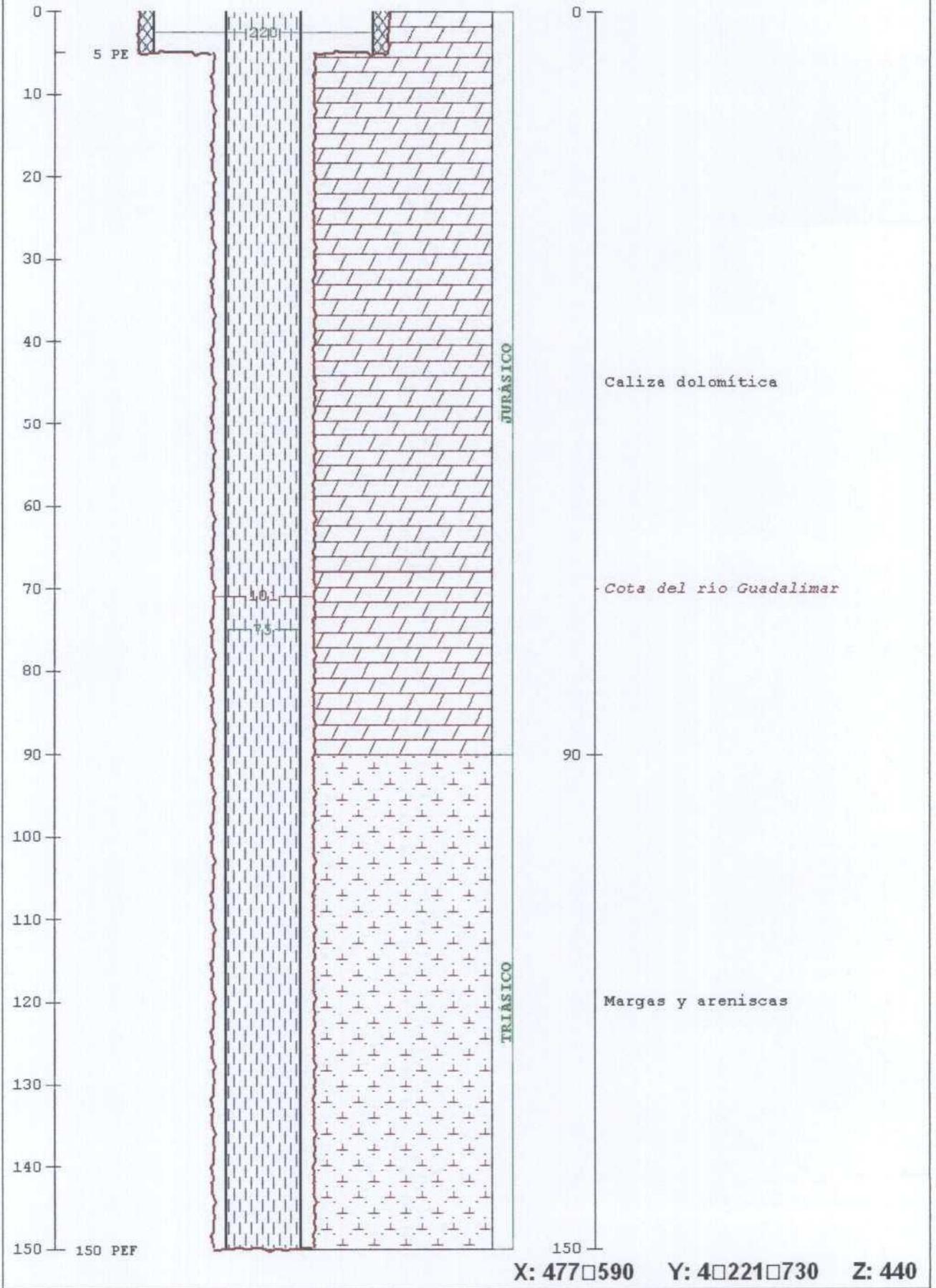
CROQUIS DE POZO

S-6



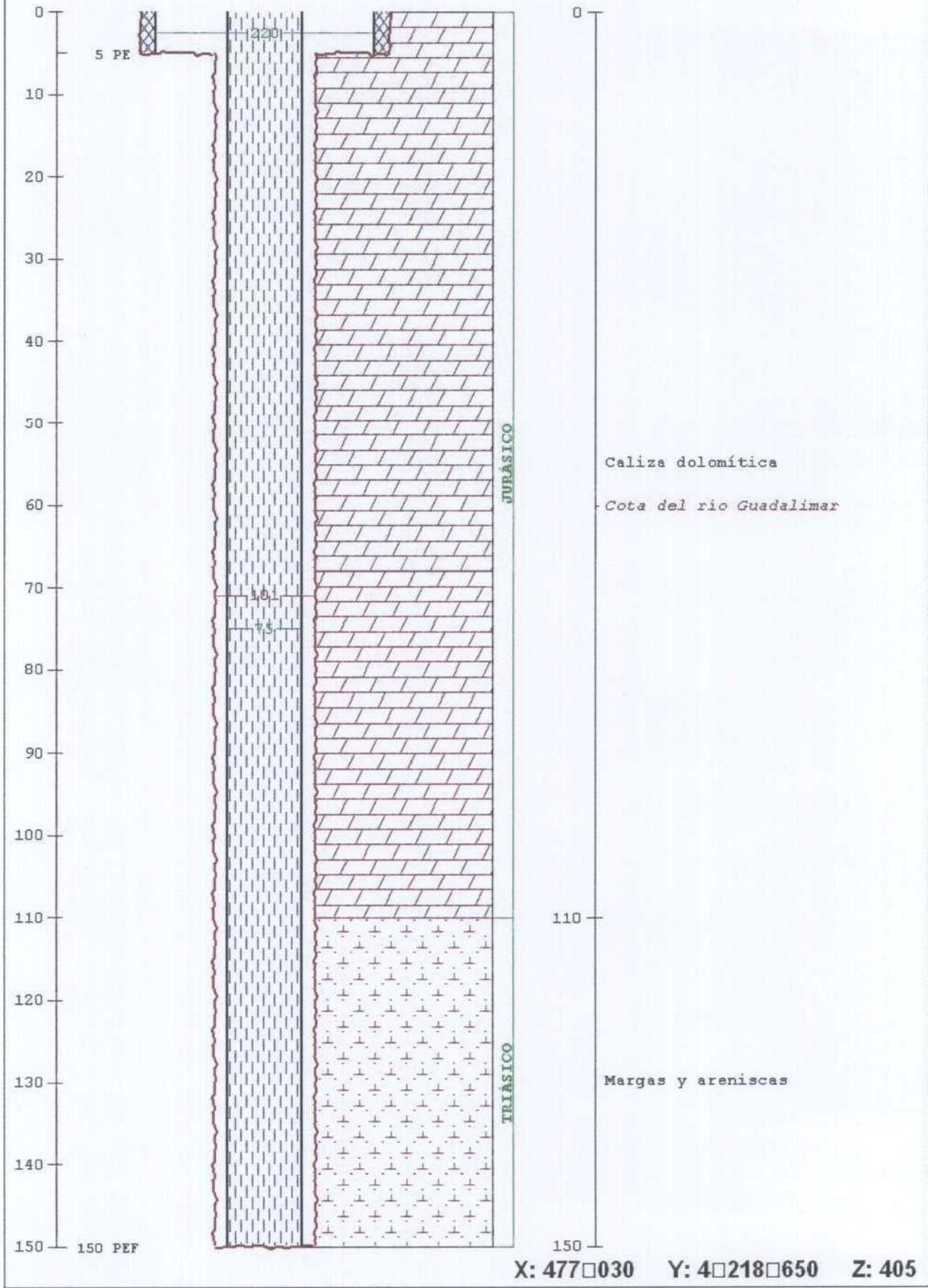
CROQUIS DE POZO

S-7



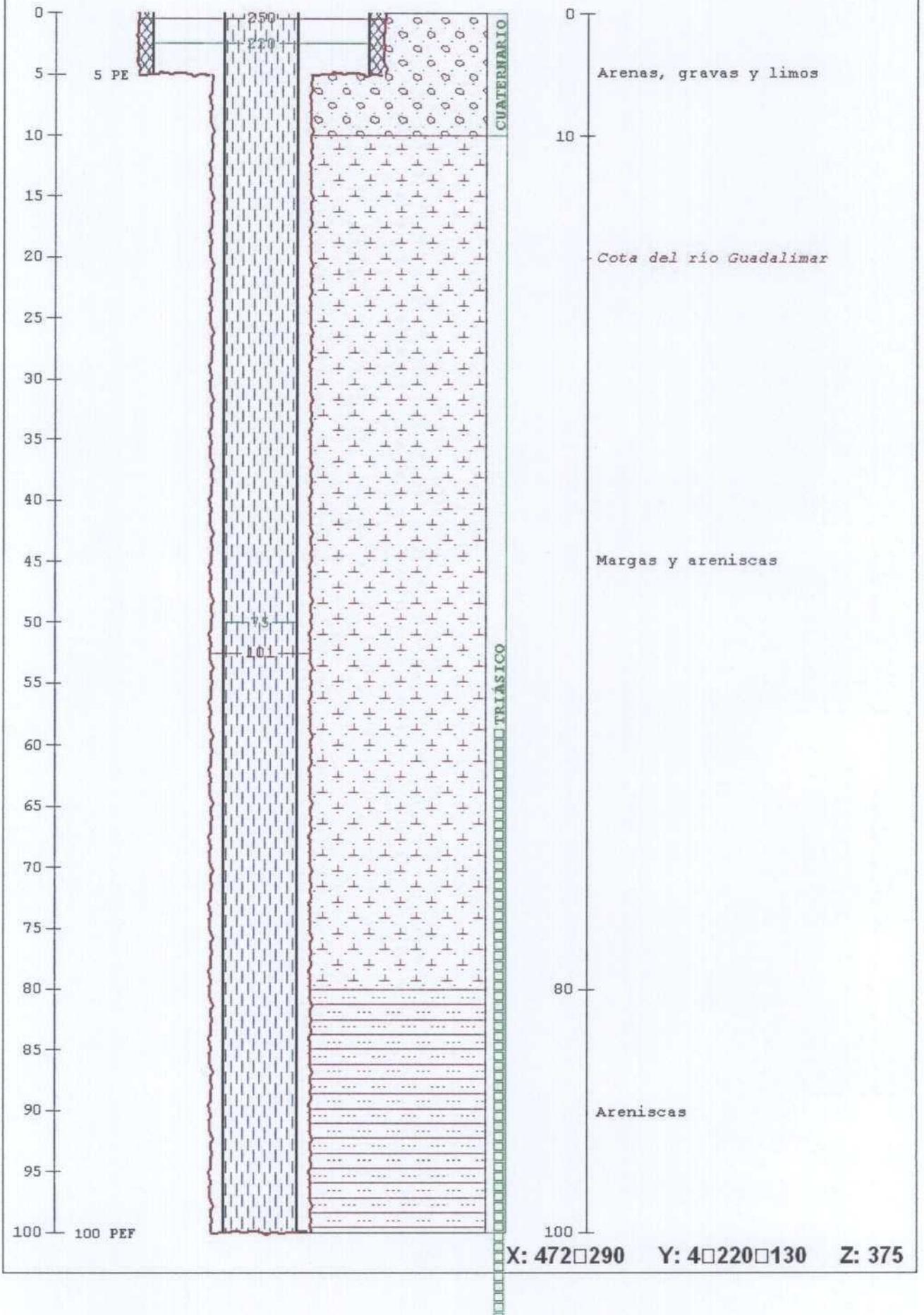
CROQUIS DE POZO

S-8



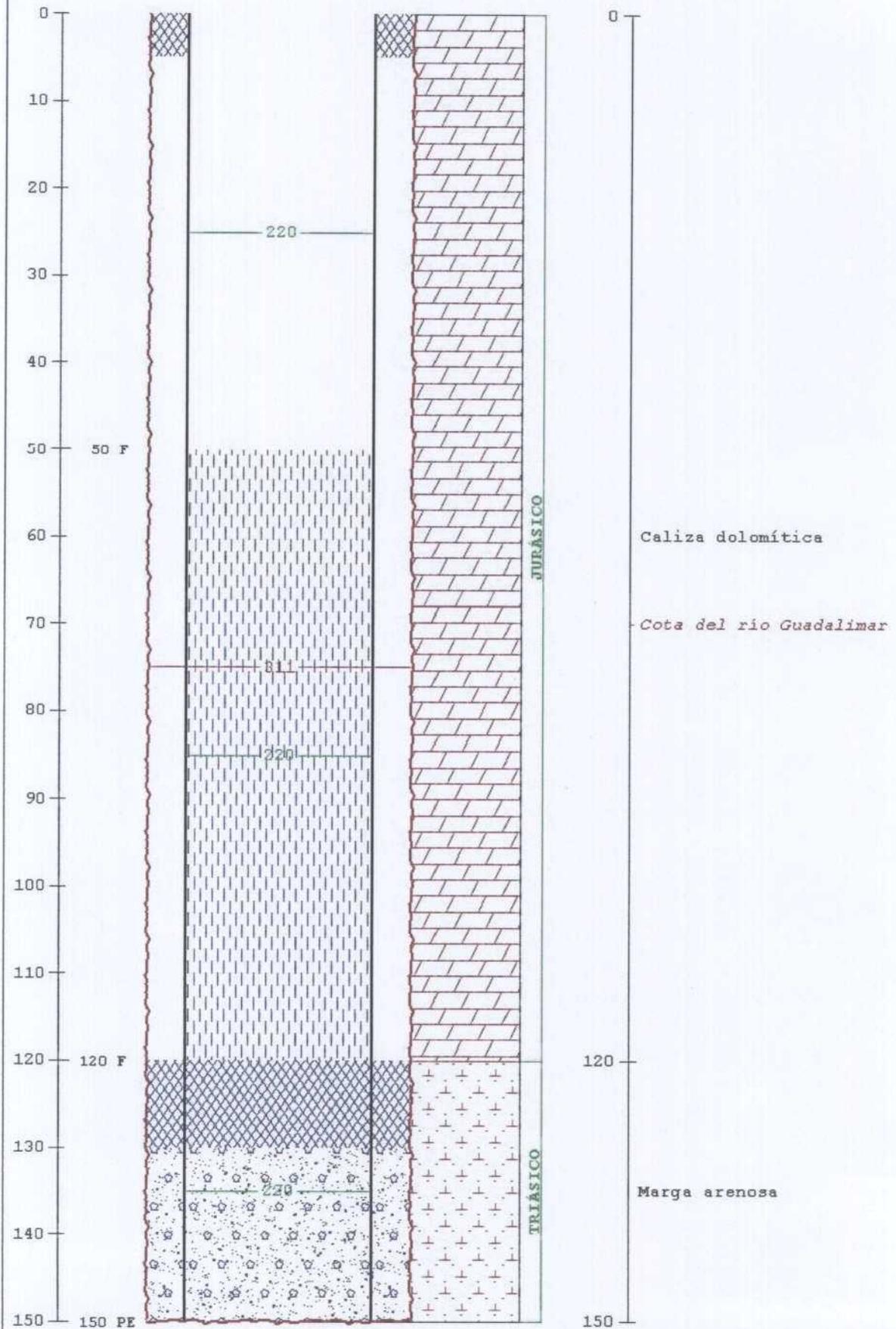
CROQUIS DE POZO

S-9



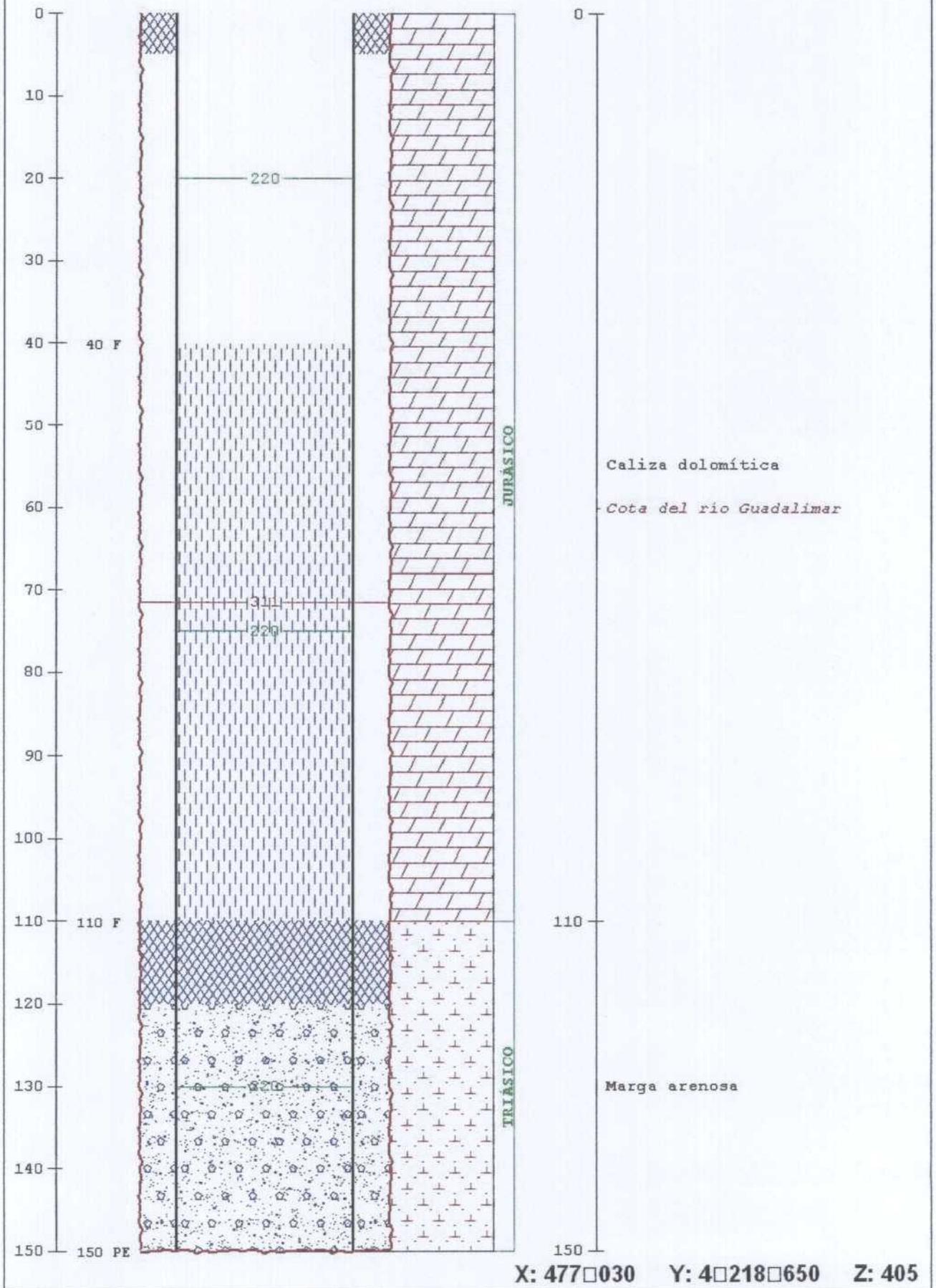
CROQUIS DE POZO

S-10



X: 480□570 Y: 4□221□190 Z: 415

CROQUIS DE POZO S-11



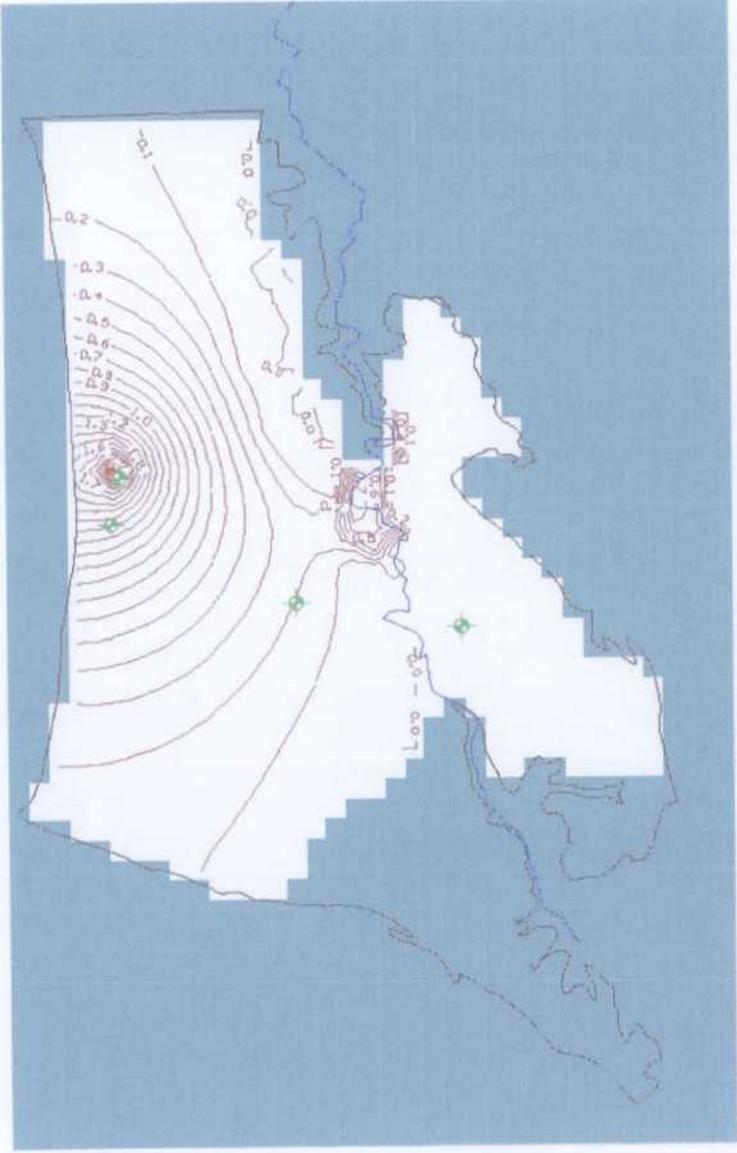
ANEJO 5

**MODELO PRELIMINAR DE FLUJO SUBTERRÁNEO
DEL ACUÍFERO CARBONATADO JURÁSICO DE LA
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA DE ÚBEDA**

Noviembre de 2004



Novembre de 2004



ÍNDICE

1.- <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2.- <u>MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEPTUAL</u>	2
3.- <u>MODELO MATEMÁTICO: CARACTERÍSTICAS Y DATOS DE ENTRADA</u>	3
3.1.- CARACTERÍSTICAS DEL MODELO DE FLUJO	3
3.2.- DISCRETIZACIÓN Y GEOMETRÍA	3
3.3.- PARÁMETROS HIDRÁULICOS	4
3.4.- RECARGA Y CONDICIONES DE CONTORNO	8
3.5.- EXPLOTACIÓN POR BOMBEO.....	8
3.6.- PIEZOMETRÍA.....	9
3.- <u>CALIBRACIÓN EN RÉGIMEN ESTACIONARIO</u>	11
4.- <u>CALIBRACIÓN DEL ENSAYO DE BOMBEO</u>	14
5.- <u>CALIBRACIÓN DEL MODELO TRANSITORIO</u>	17
6.- <u>SIMULACIÓN DE HIPÓTESIS</u>	23
7.- <u>CONCLUSIONES</u>	26

1.- INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a los trabajos de construcción de un modelo del flujo subterráneo del acuífero carbonatado de la Depresión del Alto Guadalquivir. El modelo ha sido calibrado en régimen permanente, transitorio y también se han tratado de reproducir las condiciones de un ensayo de bombeo efectuado en el sector. Asimismo se han efectuado varias simulaciones representando alternativas de recarga artificial.

Conviene insistir en que se trata de una modelización preliminar. En este sentido cabe indicar que han sido diversas las dificultades encontradas a lo largo del trabajo, especialmente derivadas de la singular geometría del acuífero y de sus condiciones de contorno, las que han impedido simular el acuífero con otras opciones que se estimaban a priori como más razonables. Tales limitaciones son expuestas a lo largo del presente informe y se indican las opciones finalmente elegidas.

El principal objetivo del modelo consiste en disponer de una herramienta para el estudio del funcionamiento del acuífero que permita establecer la coherencia entre los distintos elementos que condicionan la hidrodinámica subterránea tales como los parámetros hidrogeológicos, geometría, balance hídrico y la relación río-acuífero, algunos de los cuales son datos de entrada al modelo directos o indirectos. Tras la fase de ajuste o calibrado, que ha supuesto varias revisiones de los datos de entrada y de la conceptualización de modelo, el modelo numérico permite plantear distintas alternativas de simulación que son especialmente interesantes en su desarrollo transitorio.

Teniendo en cuenta las incertidumbres existentes, especialmente respecto a la geometría y funcionamiento, se considera que este modelo es un primer avance que reproduce con relativa certeza la mayor parte de los aspectos conocidos del acuífero y que puede y debe ser revisado en la medida que se obtengan nuevos datos.

En este trabajo se siguen las etapas usuales de construcción y aplicación de modelos que pueden agruparse en las siguientes:

- 1) Definición del modelo hidrogeológico conceptual.

- 2) Definición de las características geométricas del acuífero y diseño de la malla del modelo.
- 3) Asignación de propiedades hidráulicas.
- 4) Asignación de condiciones de contorno y recarga.
- 5) Elaboración de datos de explotación por bombeo.
- 6) Elaboración de datos de niveles piezométricos observados.
- 7) Calibración y verificación del modelo.
- 8) Sensibilidad del modelo frente a modificaciones de parámetros y condiciones de contorno y recarga.
- 9) Predicciones o simulación de hipótesis.

2.- MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEPTUAL

La definición del modelo conceptual consiste en la idealización o simplificación de las condiciones hidrogeológicas conocidas incluyendo una descripción de tales condiciones y de los procesos más importantes que ocurren. En el caso que nos ocupa, el medio subterráneo está constituido por un tramo constituido por dolomías liásicas de la cobertera tabular de la Meseta que se hunden hacia el Sur-Sureste bajo los depósitos miocenos de la Loma de Úbeda y Villacarrillo. El modelo hidrogeológico propuesto inicialmente estaba compuesto por dos capas que corresponden a tales materiales. Sin embargo durante su elaboración se decidió simplificar el sistema a una capa que representa exclusivamente el acuífero modelizado. En otras fases del estudio general de caracterización hidrogeológica fueron definidos los principales aspectos necesarios para la modelización hidrogeológica por lo que no es necesario revisarlos en este apartado.

3.- MODELO MATEMÁTICO: CARACTERÍSTICAS Y DATOS DE ENTRADA

3.1.- Características del modelo de flujo

Un modelo matemático de flujo subterráneo es una representación de la hidrología subterránea que utiliza las ecuaciones fundamentales de flujo, basándose en observaciones reales y extrapolaciones en las zonas donde no se dispone de datos suficientes o que se duda de su fiabilidad.

El modelo numérico aplicado ha sido Modflow (McDonald & Harbaugh, 1988. "A modular three-dimensional finite-difference ground-water flow model", U.S. Geological Survey Techniques of Water-Resources Investigations, Book 6, Chapter A1). Este código numérico resuelve la ecuación de flujo subterráneo mediante diferencias finitas para lo que se discretiza el medio físico en bloques y los datos requeridos por el modelo se asignan al centro de éstos. Como preprocesador y postprocesador se ha empleado el programa Visual Modflow de Waterloo Hydrogeologic Inc.

3.2.- Discretización y geometría

El acuífero ha sido discretizado con una malla de celdas cuadradas de 1 km² entre las coordenadas UTM (en metros) siguientes: X_{mín}=450.000; X_{máx.}=510.000; Y_{mín}=4.200.000; Y_{máx.}=4.240.000. El total de celdas que componen el modelo es de 2400 (60 columnas x 40 filas).

Se ha considerado una capa que representa el acuífero. Así pues existen dos superficies:

- 1) La superficie superior corresponde a la topografía en la parte libre y al techo del acuífero en la parte confinada.
- 2) La superficie inferior corresponde al muro del acuífero cuya posición se desconoce con exactitud tanto en el sector libre como en el confinado. En la parte libre, los espesores máximos observados en afloramientos no superan los 70 m y los mínimos en torno a 10 m. A efectos del modelo se

decidió considerar un espesor constante de 20 m. Respecto al sector confinado del acuífero, el muro se ha tomado con un espesor constante de 100 m. Las celdas situadas fuera del dominio modelizado (celdas inactivas) se han situado con un espesor mínimo de 1 m por debajo de la topografía. Resulta evidente que, en posteriores trabajos, uno de los aspectos a revisar debe ser la conceptualización efectuada de la geometría, una vez se disponga de datos geométricos fiables (y/o de la distribución espacial de transmisividades).

El número de celdas del modelo activas es de 714 (714 km²) de las 177 están en la parte libre y 537 en la parte confinada. En la parte libre existe una reducción de la superficie modelizada respecto a la real (unos 252 km²) lo que se debe, principalmente, a no haber considerado la parte situada en el extremo nororiental (zona del Arroyo de la Torre) que constituiría un sector con drenaje diferenciado. Asimismo, en la parte confinada no se modeliza el sector de Villanueva del Arzobispo que tiene unas cotas piezométricas indicativas probablemente de una desconexión hidráulica, y en los últimos estudios realizados se considera ya como un sector independiente.

La figura 1 muestra la discretización realizada en el acuífero así como las zonas libre y confinada, y las condiciones de contorno. En la figura 2 se muestra un corte del modelo conceptual y su relación con el modelo de flujo.

3.3.- Parámetros hidráulicos

Se ha considerado un rango de valores de transmisividad entre y 1.700 y 2.200 m²/día, y un coeficiente de almacenamiento comprendido entre $7,5 \times 10^{-6}$ y $1,5 \times 10^{-5}$ coherentes con los datos reales del único ensayo de bombeo realizado en la zona. Como se verá más adelante, dicho ensayo, realizado en el marco del presente estudio, ha sido simulado y la calibración obtenida parece indicar como valores más adecuados el de 2.200 m²/día y un coeficiente de almacenamiento entorno a 10^{-5} .

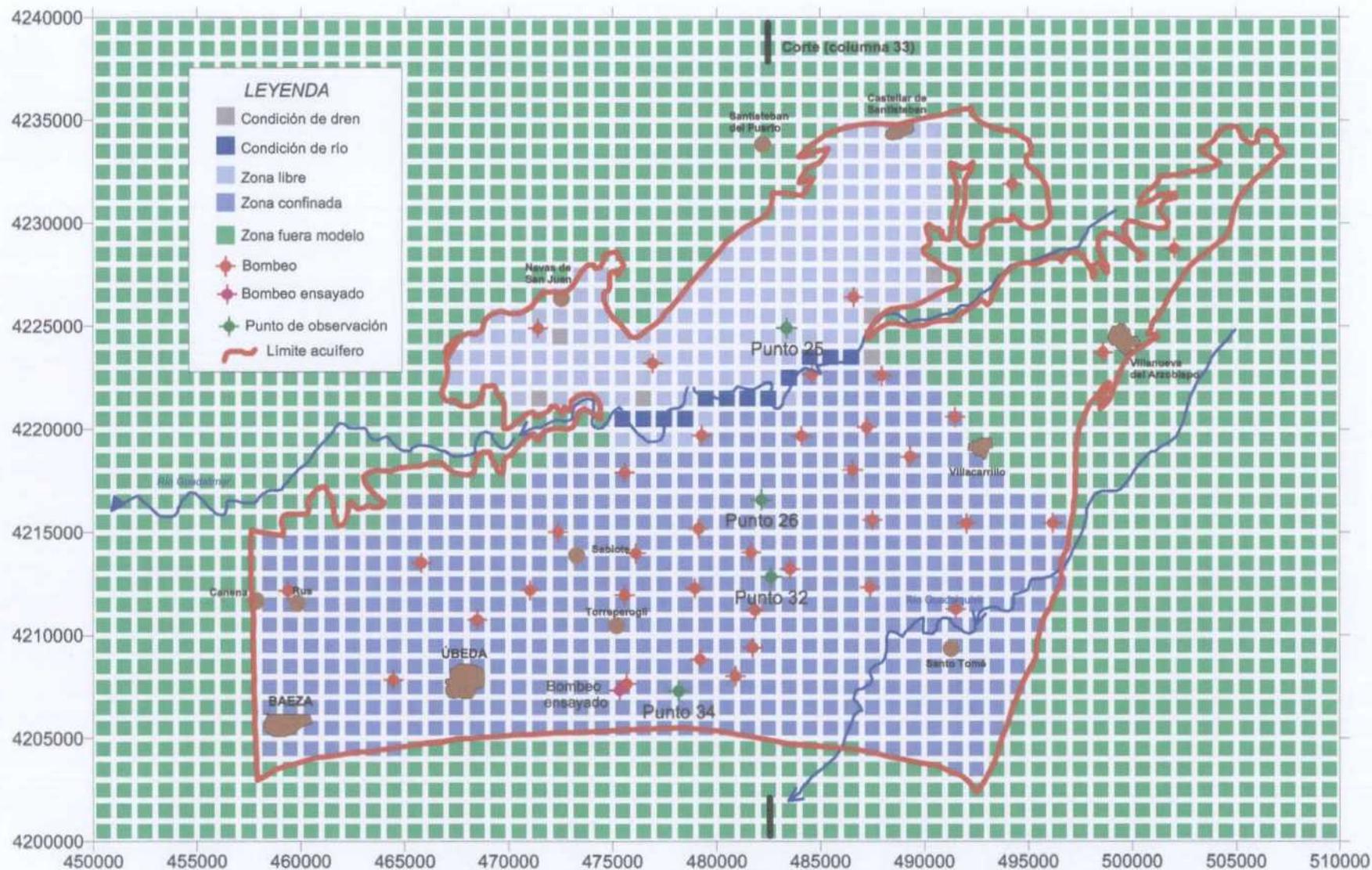
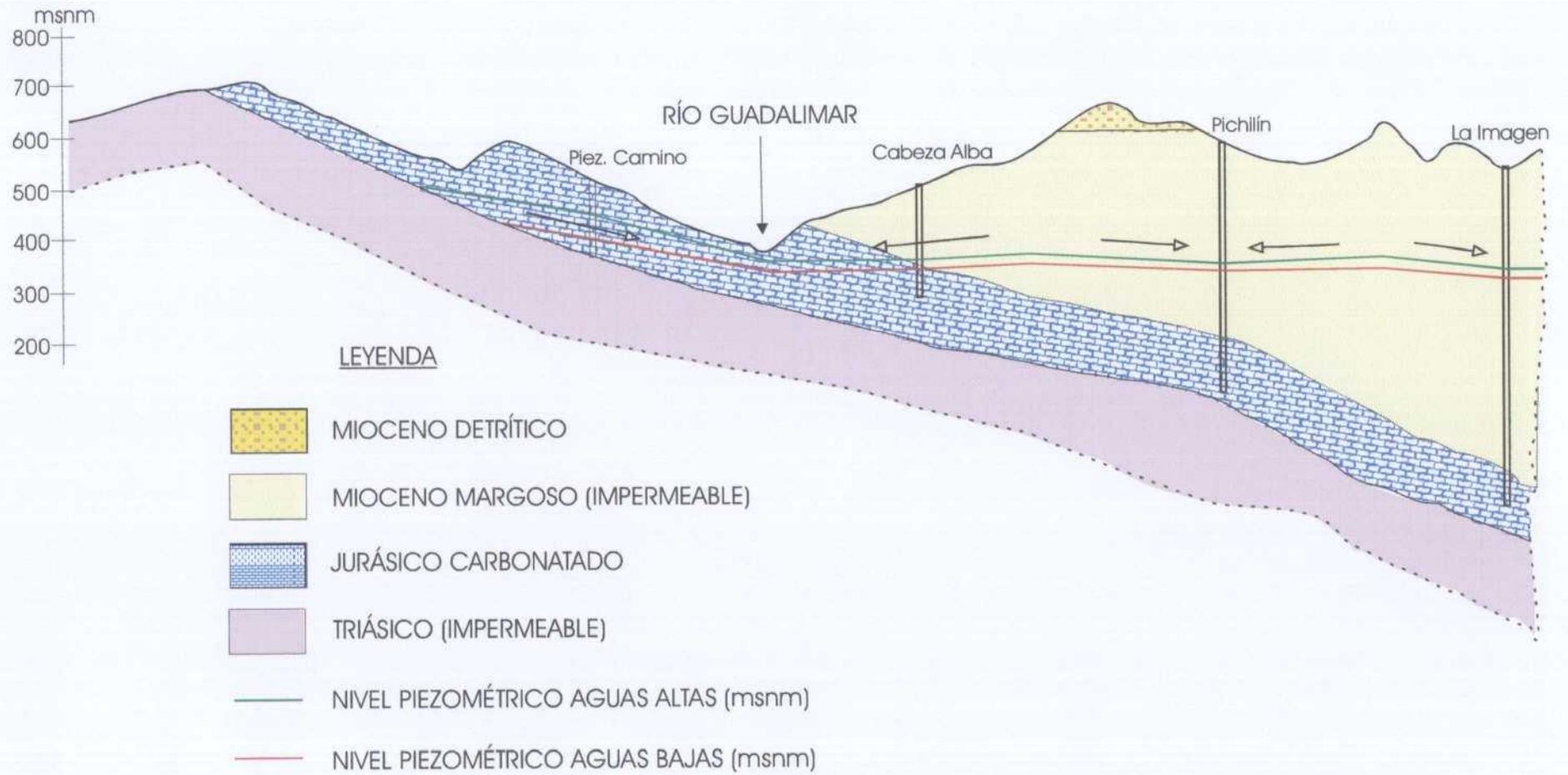


Figura 1.- Discretización, condiciones de contorno y puntos de observación.

Figura 2.a: Perfil esquemático del acuífero



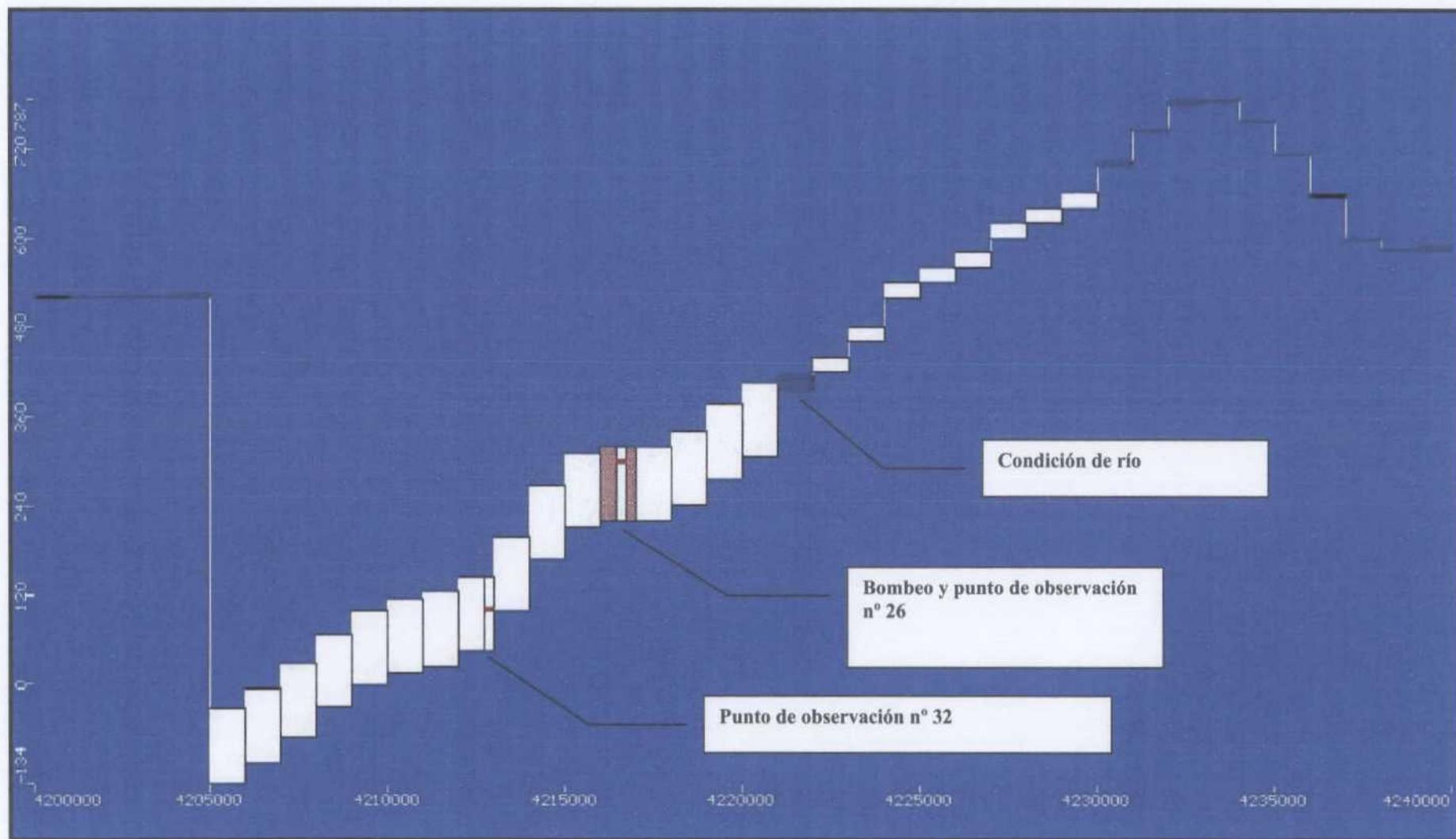


Figura 2b.- Modelo conceptual y corte en el modelo de flujo (Norte-Sur; Columna 33).

3.4.- Recarga y condiciones de contorno

La recarga se ha aplicado únicamente en la parte libre del acuífero. En régimen estacionario se ha introducido un valor de 200 mm/año (aprox. 60% de una lluvia útil de 330 mm/año según estudio hidrogeológico), lo que supone unas entradas de 35.4 hm³/año. En régimen transitorio se ha incorporado la recarga mensual procedente de la precipitación durante los dos años simulados (Mayo/01-Abril/02) cuyos valores anuales (84 y 125 mm/año) son notablemente inferiores al considerado en régimen natural. Respecto a esto último, se ha observado que la estación de Sabiote es un 14 % más seca que la media del acuífero, y el periodo estudiado es un 11 % más seco que la media de Sabiote. En consecuencia, los datos de precipitación utilizados son el 76 % de los valores normales (467 mm/año frente a 611 mm/año de media en el acuífero).

Además de la condición de contorno de flujo nulo (bordes impermeables o celdas inactivas), la condición de contorno más importante del modelo en régimen permanente es el río Guadalimar que atraviesa el acuífero de Oeste a Este con cotas entre 420 y 365 m s.n.m. respectivamente (Figura 1). En esta condición de contorno el modelo requiere que se introduzcan las cotas del fondo del cauce en cada celda, las de la lámina de agua (se ha considerado un valor de 0,5 m) y la conductancia hidráulica. Para este último parámetro se estima que los valores reales se sitúan en un amplio margen variable entre 500 y 30000 m²/día, y en los modelos calibrados se ha tomado un valor de 500 m²/día.

Las descargas por manantiales, aforadas normalmente en cauces superficiales, se han introducido como condición de dren (Figura 1). Se ha considerado un valor inicial de conductancia de 200 m²/día y se han tratado de localizar en la cota de descarga más probable (Tabla 1). Al no disponer de datos más precisos, los modelos han sido calibrados considerando unas salidas anuales de 4,6 hm³/año, correspondiente a la media de las 5 campañas de aforos realizadas hasta la fecha.

3.5.- Explotación por bombeo

Los datos de explotación por bombeo han sido estimados en el estudio hidrogeológico con un valor de 35,6 hm³/año en 233 puntos, que a efectos del

modelo se han concentrado en 40 puntos, tal como se explica en el análisis de explotaciones del informe hidrogeológico. En el modelo se han introducido 37 puntos (3 puntos quedan fuera de la zona modelizada), algunos de los cuales pueden llegar a agrupar hasta 12 captaciones. La explotación se ha considerado con la misma distribución mensual y valores para los dos años del modelo transitorio (32,9 hm³/año en 37 puntos). En la figura 1 se puede observar la localización espacial de los bombeos.

3.6.- Piezometría

Para la comparación entre valores observados y calculados se han tenido en cuenta 1 piezómetro situado en la parte libre de acuífero (punto 25) y 3 en la parte confinada (puntos 26, 32 y 34) (Figuras 1 y 2). En régimen estacionario sólo se ha tratado de reproducir una piezometría entorno a 400 m s.n.m en la parte confinada. En el modelo del ensayo de bombeo se ha tomado como punto de observación el número 34 donde fueron controlados los niveles. En régimen transitorio de dos años se han tenido en cuenta las medidas periódicas efectuadas en los citados piezómetros entre Mayo de 2001 y Abril de 2003, únicos disponibles durante la fase de calibración del modelo.

Tabla 1.- Resumen de los aforos de las descargas del acuífero consideradas en el modelo.

N° SECCION	NOMBRE	X UTM (m)	Y UTM (m)	Cota descarga (m snm)	Tipo de aforo	Caudal medio 5 campañas (l/s)	Caudal (m³/día)	Caudal (hm³/año)	Margen	Número de zona de balance en el modelo
9	Arroyo de Los Morales (en Navas)	472260	4224477	540	Estimado	40.3	3,482	1.271	Dcha	3
13	Cañada de Úbeda (tb. GPS 210)	476800	4220870	400	Molinete	16.7	1,443	0.527	Dcha	4
19	Arroyo de la Estrella (aguas abajo 193)	470748	4220602	405	Molinete	28.6	2,471	0.902	Dcha	5
25	Arroyo del Arbolón (puente camino Cjo. Stª. Marina)	489704	4223767	450	Estimado	23.6	2,039	0.744	Izda	6
28	Arroyo de la Cabañada	487647	4225433	460	Molinete	12.7	1,097	0.401	Dcha	7
31	Arroyo de la Torre	494475	4230155	560	Estimado	10.3	890	0.325	Dcha	Fuera modelo
32	Arroyo de la Cañada	491313	4227784	520	Molinete	23.7	2,048	0.747	Dcha	8
TOTAL MARGEN DERECHA						132.3	11,431	4.172		
TOTAL MARGEN IZQUIERDA						23.6	2,039	0.744		
TOTAL GENERAL						155.9	13,470	4.916		
TOTAL GENERAL CONSIDERADO PARA EL MODELO						145.6	12,580	4.592		

3.- CALIBRACIÓN EN RÉGIMEN ESTACIONARIO

De acuerdo con las condiciones propias de un régimen no influenciado (sin bombeos en este caso), se considera un modelo conceptual en el que la recarga procede únicamente de la infiltración de la lluvia útil sobre el acuífero y de la posible infiltración del agua del río Guadalimar, y la descarga se realizaría por el río Guadalimar y manantiales. El sistema modelizado tiene dos sectores, uno libre, donde afloran los materiales carbonatados y uno confinado que en condiciones naturales estaría totalmente saturado hasta alcanzar su cota de desagüe.

Se han realizado numerosas pasadas variando parámetros, condiciones de contorno e incluso se ha revisado la geometría (inicialmente con dos capas y con el sector de Villanueva del Arzobispo incluido). La conductancia de los manantiales se ha variado hasta conseguir las salidas que se producen por cada uno de ellos. Cuando se trató de simular el modelo con unas condiciones de capa con almacenamiento y transmisividad variables (tipo 3) el modelo presentó importantes problemas de convergencia, en la parte libre del acuífero, que impidió su ejecución. Los datos de entrada, condiciones de simulación y resultados se muestran de forma resumida en la tabla 2.

Los resultados obtenidos resultan razonablemente válidos para el acuífero confinado que muestra unos niveles piezométricos situados en torno a los 400 m s.n.m (Figura 3), aunque si se toman como representativos de un régimen estacionario los niveles de mayo de 2001 (al inicio de la campaña de bombeos para riego), la piezometría calculada quedaría significativamente por encima, lo que es lógico por otra parte ya que aún podía haber afecciones de años anteriores (la explotación masiva se inició a partir de 1995 y no hay datos de piezometría inicial).

El balance hídrico proporciona unas entradas procedentes de la recarga que se cifran en 35,4 hm³/año e infiltración de agua del río nula. Las salidas se producen por el río (30,7 hm³/año) y por manantiales (4,7 hm³/año).

Tabla 2. Resumen de características obtenidas en el modelo calibrado en régimen estacionario.

	MODELO CALIBRADO	
Objetivo	Se trata de reproducir un gradiente hacia el río en la parte libre, y unos niveles piezométricos por debajo de la cota 400 en la parte confinada.	
DATOS DE ENTRADA	Filas	40
	Columnas	60
	Discretización	2400 celdas. 1 capa. Malla de 1 km ²
	Superficie modelizada (km2)	714
	Superficie en la zona de acuíf. Libre	177 (252 es la superficie real)
	Superficie en la zona de acuíf. Confinado	537 (unos 627 es superficie real)
	Espesor constante en zona libre	20 m
	Espesor constante en zona confinada	100 m
	Bombeos (m ³ /día)	No interviene
	Nº de piezómetros de observación	4 (1 Libre; 3 confinado; no se considera zona Villanueva)
	NP Observado Punto-25 (Acuífero Libre) (m s.n.m.)	443
	NP Observado Punto-26 (Acuífero Confinado) (m s.n.m.)	369
	NP Observado Punto-32 (Acuífero Confinado) (m s.n.m.)	361
	NP Observado Punto-34 (Acuífero Confinado) (m s.n.m.)	371
	Kx=Ky=Kz número 1 (m/día)	22 en zona libre (x 20 m= 440 m ² /día)
	Kx=Ky=Kz número 2 (m/día)	22 en zona confinada (x 100 m=2200 m ² /día)
	Coef. Almacenamiento Específico Ss (1/m)	No interviene en régimen estacionario
	Almacenamiento Sy (%)	No interviene en régimen estacionario
	Condición de río. Nº de celdas afectadas	12
	Condición de río. Cotas del fondo	De 420 a 365 m s.n.m. con descenso de 5 m por celda
	Condición de río. Lámina de agua	0.5 m en todas las celdas
	Condición de río. Conductancia (m ² /día)	500 en todas las celdas. Podría variar entre 500 y 30000
	Cotas de manantiales	Variables según su localización
	Conductancia de manantiales (m ² /día)	100 Sin valores de referencia
	Recarga (mm/año)	200
	Nº de celdas donde se aplica (equivalente a superficie en km2)	177
Recarga (hm/año)	35.4	
Observación de recarga	La recarga real es de unos 200 mm/año (aprox. 60% de lluvia útil de 330 mm/año), que, si se considera una superficie total de 252 km ² (según estudio hidrogeológico previo) equivaldría a unos 50 hm ³ /año. En este caso la recarga expresada en hm ³ /año es menor puesto que la superficie modelizada es menor.	
Condición de barrera	Se aplicó en fases previas para diferenciar zona de Villanueva	
COND. SIMUL.	Tiempo	Régimen estacionario
	Piezometría inicial	Constante (el valor introducido sólo influye para reducir el tiempo de ejecución del modelo)
	Método de resolución	WHS Solver
	Tipo de capa	Tipo 2. Confinado/Libre. Variable S, T constante
PIEZO.	Re-humedecimiento de celdas	No aplicado
	Isopiezas zona acuífero libre	Gradiente hacia el sur (de 515 a 407 m s.n.m.)
	Isopiezas zona acuífero confinado	Aproximadamente constante a 407 m s.n.m.)
BALANCE (hm³/año)	Observaciones	Escaso gradiente
	Recarga	35.4
	Infiltración río	0.0
	TOTAL ENTRADAS	35.4
	Bombeos	0.0
	Manantiales	4.7
	Drenaje río	30.7
	TOTAL SALIDAS	35.4
Variación de almacenamiento	-2.1E-05	
Valoración general de los resultados	Los niveles piezométricos calculados por el modelo en la parte confinada (unos 400 m s.n.m.) están por encima de los valores observados supuestos (a unos 370 m s.n.m. como situación previa al bombeo del año 2001). El sistema está muy condicionado por las cotas del río y drenes. El balance parece coherente con el modelo conceptual.	

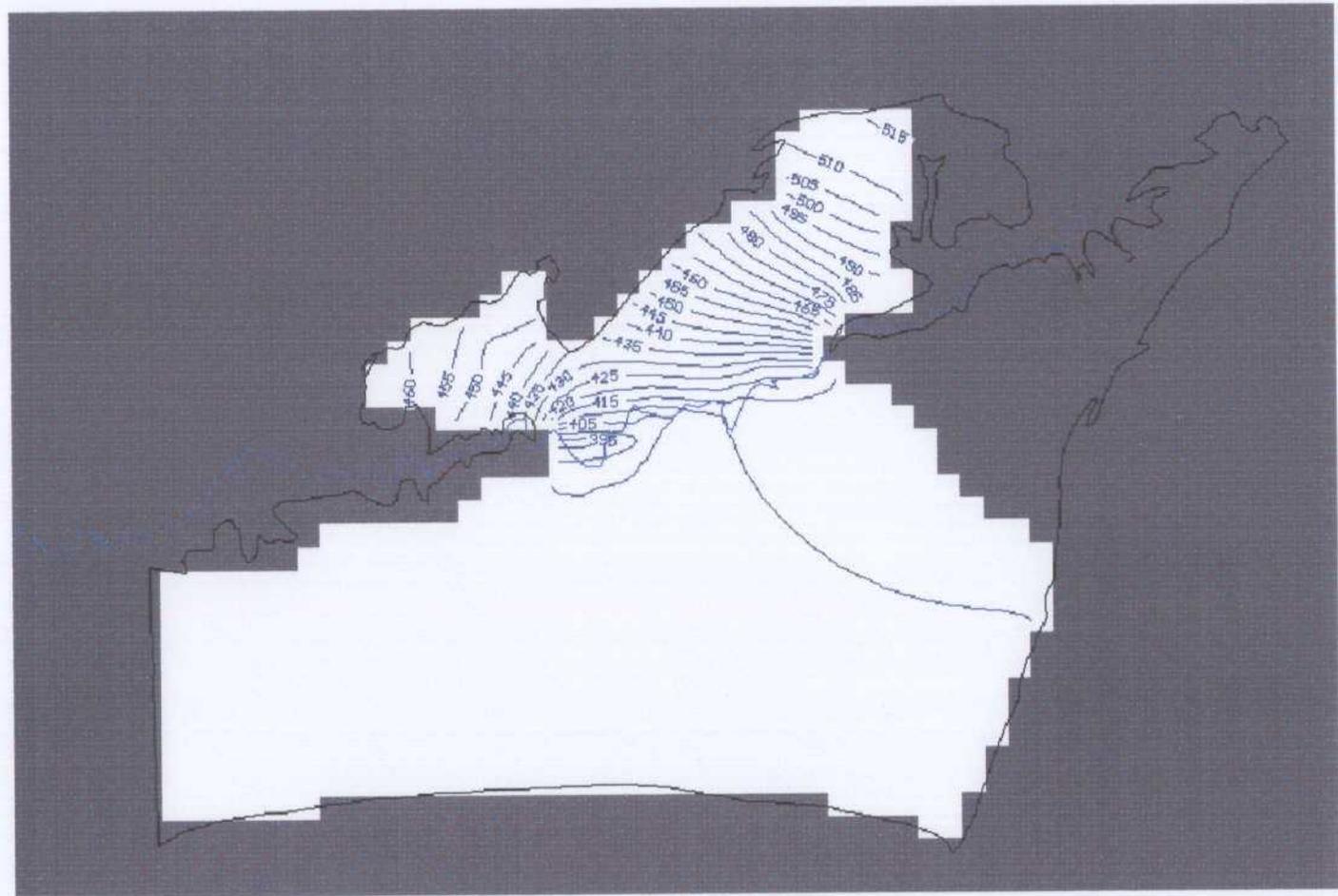


Figura 3.- Piezometría resultante en régimen estacionario.

4.- CALIBRACIÓN DEL ENSAYO DE BOMBEO

Una vez obtenida una piezometría en régimen estacionario se decidió simular el ensayo de bombeo simultáneo efectuado del 25 al 26 de marzo de 2003 en los sondeos La Mina (nº 15, 2036-7049 del IGME) y Camino del Cerro (nº 14, 2036-7101 de la CHG 2001), situados a unos 430 metros de distancia entre sí, tomando como puntos de observación los sondeos Imagen I y II, situados a unos 175 m de distancia entre sí y a distancias de 2365 y 2290 metros, respectivamente, del centro geométrico de los pozos de bombeo (puntos 34 y 35, el primero coincidente con el 2036/8111 de la CHG).

La duración de este ensayo fue de 750 minutos (0,52 días) en el bombeo con un caudal constante de 81 l/s (6.998 m³/día), y de 675 minutos en la recuperación. En el modelo se simuló 1 día con pasos de tiempo de 0,01 días.

Durante la calibración de este modelo se modificó la transmisividad y el coeficiente de almacenamiento. Los valores finalmente adoptados como válidos han sido de 2.200 m²/día de transmisividad y de $1,4 \cdot 10^{-5}$ para el coeficiente de almacenamiento, totalmente coincidentes con los obtenidos en la interpretación manual y semiautomática del ensayo de bombeo por los métodos habituales. Ambos valores fueron incorporados al modelo estacionario para obtener la piezometría inicial de la que parte el modelo transitorio. En la figura 4 se comparan los descensos observados en los piezómetros (media de los valores obtenidos en los sondeos Imagen I y II, muy similares entre sí) con los calculados por el modelo para distintos valores de transmisividad y coeficiente de almacenamiento.

En la figura 5 se muestra un mapa de isodescensos al finalizar el bombeo donde se puede apreciar que la afección se aproxima al río, lo que resulta como consecuencia, especialmente, del alto grado de confinamiento. Ello es coherente con lo observado durante el ensayo, en el que a partir de los cinco minutos del bombeo se apreció la afección en ambos piezómetros, situados a más de 2 km del centro del bombeo.

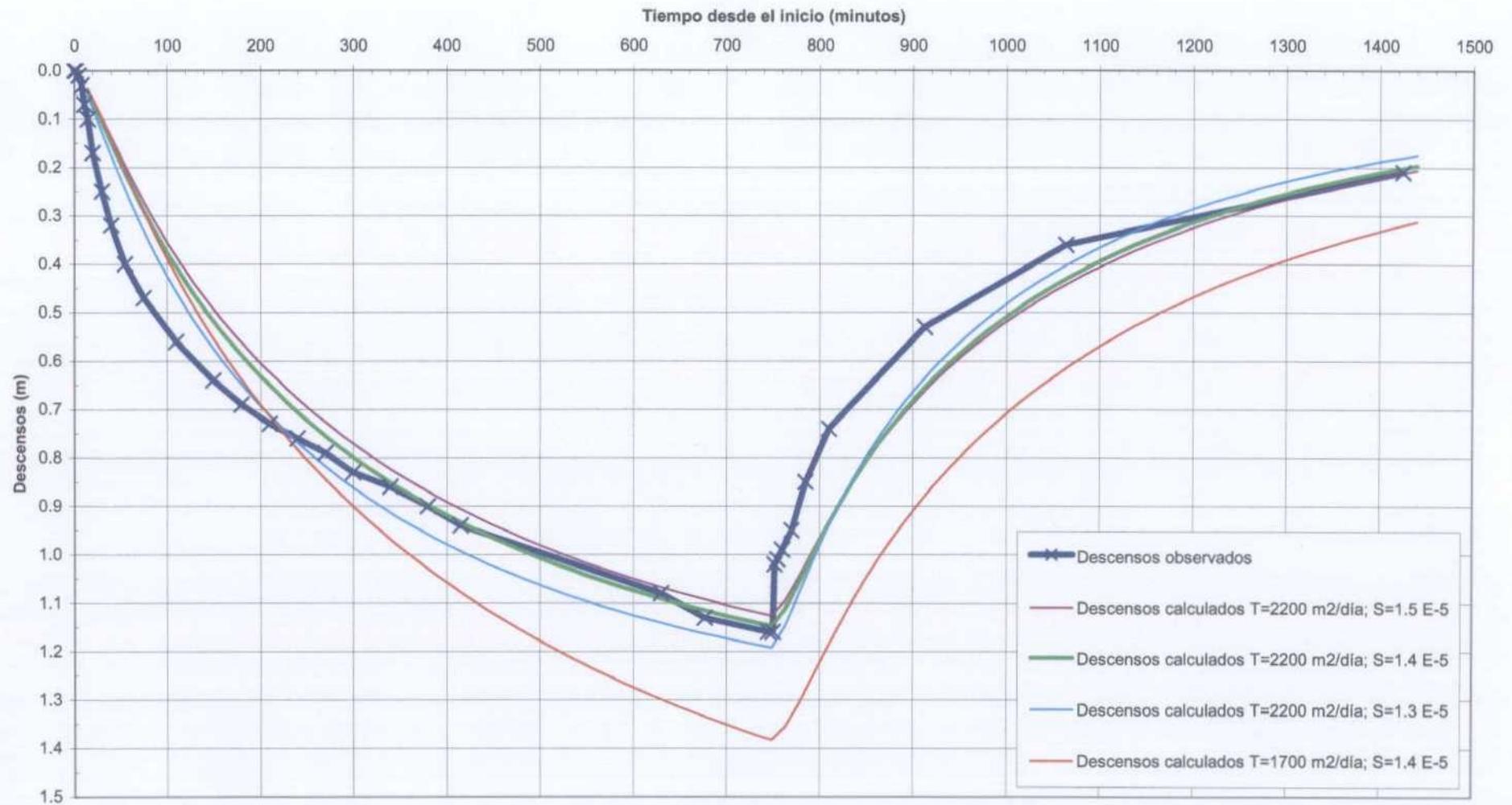


Figura 4. Ensayo de bombeo. Comparación entre descensos observados y calculados en el punto 34 (piezómetro Imagen II) para distintos parámetros hidráulicos.

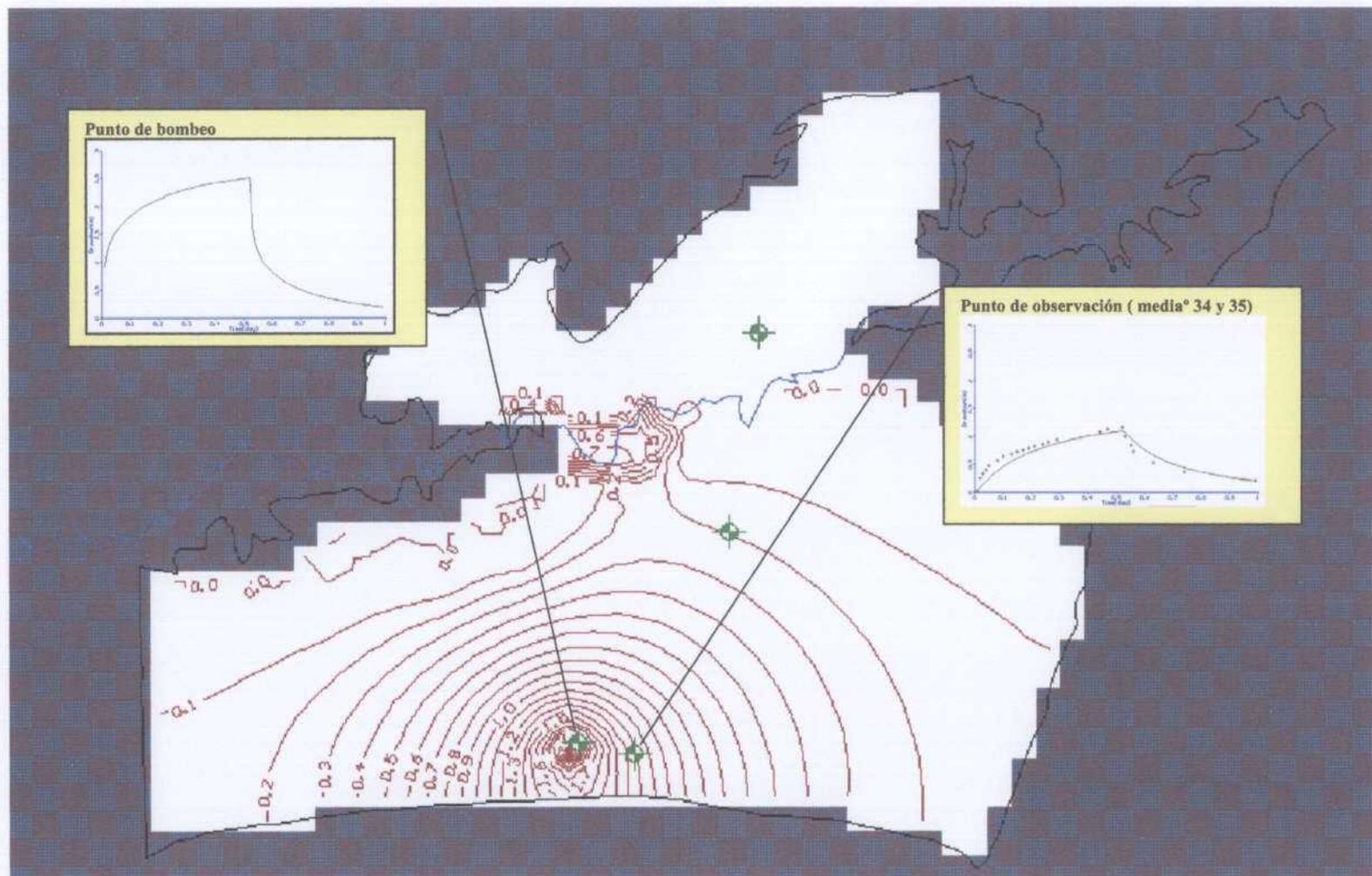


Figura 5. Ensayo de bombeo. Descensos máximos observados correspondientes a la finalización del bombeo (0,52 días; Minuto 750).

5.- CALIBRACIÓN DEL MODELO TRANSITORIO

En este régimen de funcionamiento del acuífero se ha partido de la piezometría del acuífero suministrada por el modelo en régimen estacionario y se han incorporado los bombeos y la recarga para el periodo modelizado comprendido entre mayo de 2001 a abril de 2003 (2 campañas de riego).

El modelo transitorio ha sido finalmente calibrado con un valor de transmisividad de $2.200 \text{ m}^2/\text{día}$, igual al del régimen estacionario, y un coeficiente de almacenamiento de $1,4 \cdot 10^{-3}$. Como puede observarse dicho coeficiente de almacenamiento resulta dos órdenes de magnitud mayor que el calibrado en el ensayo de bombeo ($1,4 \cdot 10^{-5}$). Respecto a esta circunstancia cabe indicar que el grado de confinamiento aumenta evidentemente de norte a sur, de manera que en el sector del ensayo de bombeo se habría determinado un valor muy bajo por su cercanía al borde, alcanzando valores propios de acuífero libre al sur del río Guadalimar. En revisiones posteriores se deberá plantear la consideración de varias zonas de coeficiente de almacenamiento una vez se disponga de datos reales.

En la figura 6 se comparan los descensos observados en los piezómetros 25, 26, 32 y 34 con los respectivamente calculados por el modelo. Salvo en el piezómetro correspondiente al sector libre (punto 25), donde sólo se consigue reproducir la tendencia pero no las oscilaciones, en el resto de los puntos (n^{os} 26, 32 y 34; sector confinado), el ajuste es razonablemente adecuado. La mejor adecuación entre descensos observados y calculados se ha obtenido en el punto 32 que, además, es el único que no contiene un pozo de bombeo en la misma celda. La imposibilidad de reproducir las condiciones del piezómetro 25 está impuesta por las limitaciones del mismo modelo, ya que como se dijo ha sido imposible lograr la convergencia con la capa modelizada de tipo 3, más adecuada al modelo hidrogeológico real, lo que en realidad implica que la zona libre se modeliza también como confinada, aunque con una transmisividad muy inferior ($440 \text{ m}^2/\text{día}$) por la reducción de espesor considerada (20 metros en el acuífero libre, que está del lado de la seguridad, frente a 100 metros en la zona confinada).

La figura 7 contiene una representación de los descensos calculados por el modelo a lo largo del periodo modelizado. La imagen correspondiente al día 540 (18 meses,

correspondiente al final de la 2ª campaña de riego) es la que mostraría los mayores descensos de los dos años simulados.

En la tablas 3 y 4 se muestran los balances acumulados en el primer y segundo año y los balances mensuales. El balance deficitario observado justificaría la evolución descendente de niveles. Una comparación cualitativa del almacenamiento y los descensos de niveles se presenta en la figura 8.

Tabla 3. Balances hídricos en los años 1 y 2.

		Balance acumulado al finalizar el AÑO 1	Balance acumulado al finalizar el AÑO 2
Entradas (hm³)	Recarga	15.6	37.5
	Río	0.0	0.1
	TOTAL	15.6	37.5
Salidas (hm³)	Bombeos	32.9	65.7
	Manantiales	4.4	8.5
	Río	28.2	54.3
	TOTAL	65.5	128.6
Variación almacenamiento		-49.9	-91.1

Tabla 4. Balances hídricos mensuales.

		AÑO 1											
		Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Entradas (hm³)	Rec.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.451	1.425	4.106	0.555	0.000	4.284	2.786
	Río	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	TOTAL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.451	1.425	4.106	0.555	0.000	4.284	2.786
Salidas (hm³)	B	4.051	4.574	6.077	5.402	5.424	3.376	0.000	0.000	0.000	0.000	1.350	2.614
	M	0.384	0.381	0.377	0.372	0.368	0.367	0.365	0.365	0.363	0.359	0.361	0.360
	Río	2.456	2.427	2.392	2.359	2.326	2.342	2.319	2.356	2.298	2.278	2.337	2.310
	TOTAL	6.892	7.382	8.846	8.134	8.118	6.085	2.684	2.722	2.661	2.637	4.048	5.284
Var. Almac.		-6.9	-7.4	-8.8	-8.1	-8.1	-3.6	-1.3	1.4	-2.1	-2.6	0.2	-2.5
		AÑO 2											
		Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	Mes 21	Mes 22	Mes 231	Mes 24
Entradas (hm³)	Rec.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.546	3.027	5.614	6.505	2.158	0.000
	Río	0.000	0.000	0.003	0.005	0.007	0.008	0.008	0.007	0.008	0.008	0.008	0.008
	TOTAL	0.000	0.000	0.003	0.005	0.007	0.008	4.553	3.035	5.622	6.512	2.165	0.008
Salidas (hm³)	B	4.408	4.976	6.612	5.877	5.901	3.673	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.422
	M	0.357	0.353	0.349	0.345	0.340	0.336	0.337	0.337	0.340	0.343	0.342	0.338
	Río	2.248	2.220	2.190	2.165	2.139	2.116	2.161	2.158	2.203	2.230	2.172	2.128
	TOTAL	7.012	7.549	9.150	8.386	8.380	6.126	2.498	2.495	2.543	2.574	2.513	3.888
Var. Almac.		-7.0	-7.5	-9.1	-8.4	-8.4	-6.1	2.1	0.5	3.1	3.9	-0.3	-3.9

A la vista de estos resultados debe hacer las siguientes consideraciones:

1).- La menor tasa de recarga se debe a las menores precipitaciones del periodo utilizado, que provoca menor infiltración (84 y 124 mm/año, frente a valores medios próximos a 200 mm/año en la serie plurianual utilizada para el régimen estacionario, como ya se indicó).

2).- A pesar de ser los bombeos muy importantes y superiores a los valores de recarga el drenaje al río sigue prácticamente similar al del régimen estacionario, lo que no es coherente con los descensos de niveles observados. Tampoco se consigue reproducir correctamente el comportamiento de los manantiales, pues como muestran los balances mensuales su cuantía es casi constante todos los meses del periodo de calibración (entre 0,34 y 0,38 hm³/mes) sin apenas verse afectados por los bombeos como sería lógico esperar y como se ha comprobado con las campañas de aforos realizadas, especialmente en la margen izquierda.

Tales anomalías pudieran deberse a que la piezometría de partida utilizada para el régimen transitorio (que es la obtenida en la calibración del régimen estacionario) es superior en la parte confinada a la real existente en aquella época, ya que se sitúa a cotas generalizadas de 400 m s.n.m. frente a valores observados de 360 a 380 m s.n.m. Por tal motivo se decidió probar una simulación de 10 años, para ver si al proseguir los descensos se conseguía reducir las descargas al río y por manantiales.

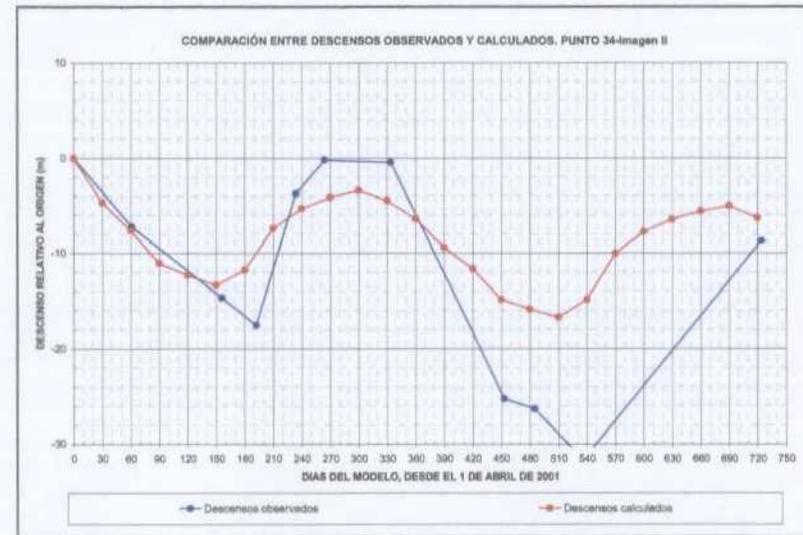
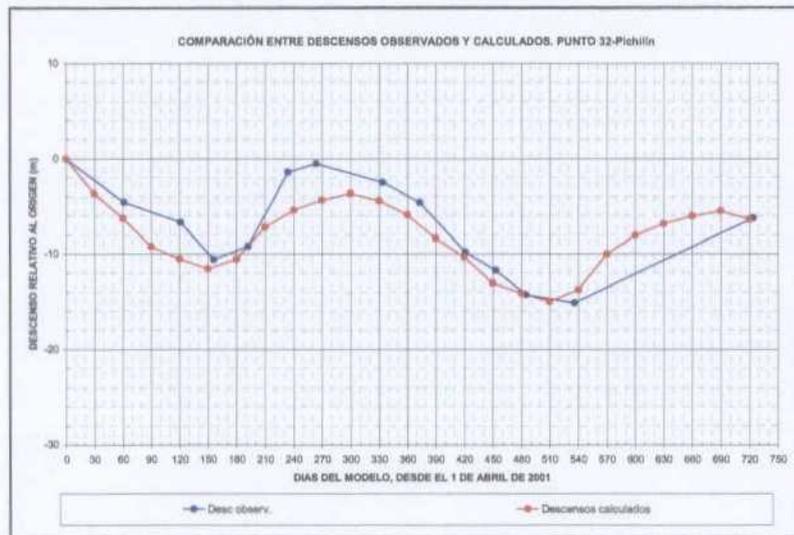
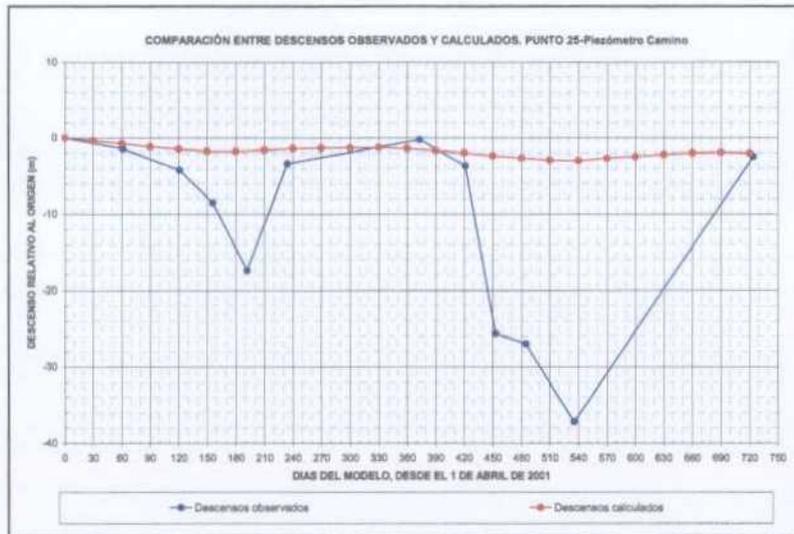


Figura 6. Comparación entre descensos observados y calculados en los dos años del modelo transitorio.

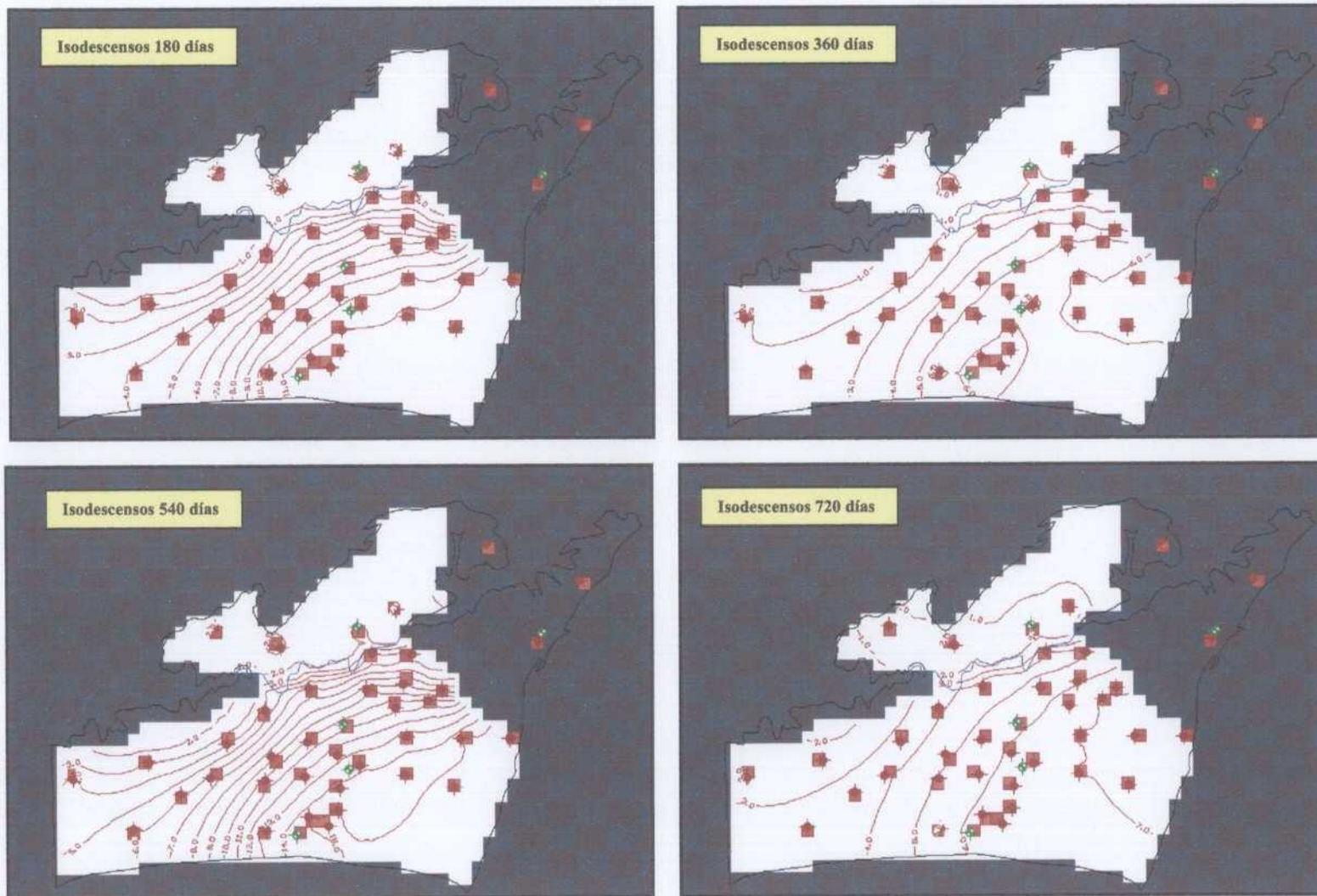


Figura 7. Mapas de isodescensos (en metros) proporcionados por el modelo a los 180, 360, 540 y 720 días.

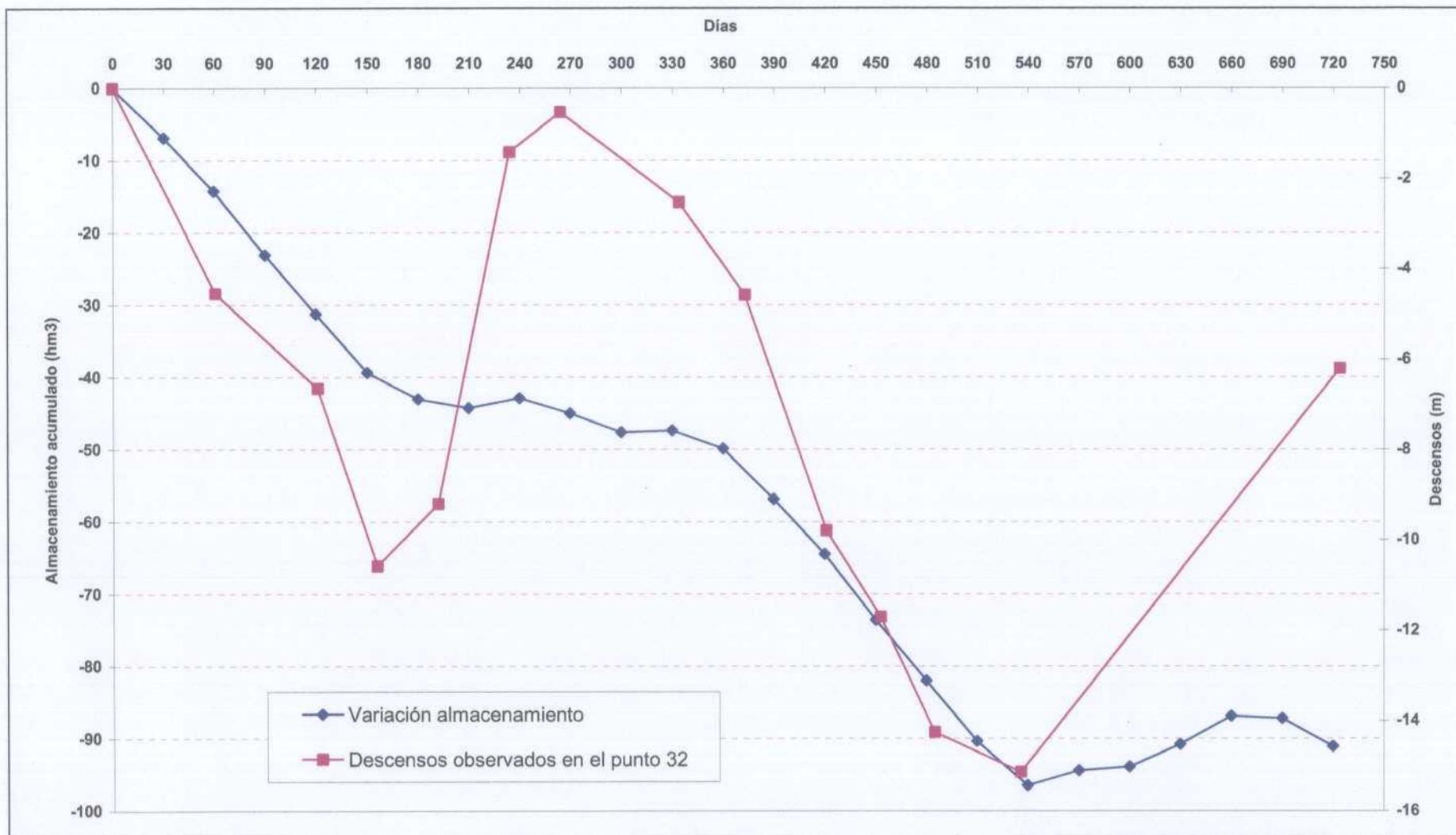


Figura 8. Comparación entre variación del almacenamiento acumulada y descensos observados en el punto 32 (Pichilín).

6.- SIMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Simulación 1:

Se ha procedido a simular el sistema durante 10 años introduciendo una serie de recarga próxima a 200 mm/año (equivalente en valor medio a la introducida en régimen estacionario) y la serie de bombeos de 2 años repetidos 5 veces para completar los 10 años. El propósito de esta simulación es observar la tendencia de niveles en el acuífero y, especialmente, como se modifica el efecto no deseado del río, que aparece como ganador a pesar de existir un bombeo significativo e incluso una disminución importante de reservas.

En la figura 9 se muestra la evolución temporal de los descensos a lo largo del periodo simulado con valores máximos hacia el sur de tal manera que en el punto 34 llegan a ser de unos 25 m, a los 9 años y medio. En la tabla 5 se presenta el balance acumulado al finalizar el periodo de simulación y la media anual del mismo, constatándose que continúa la problemática del río anteriormente señalada y la constancia también incongruente del drenaje por manantiales.

Tabla 5. Balances hídricos en la simulación 1.

		Balance acumulado resultante al finalizar los 10 años (hm³)	Media anual (hm³/año)
Entradas	Recarga	334.9	33.5
	Río	0.8	0.1
	TOTAL	335.7	33.6
Salidas	Bombeos	328.7	32.9
	Manantiales	38.3	3.8
	Río	234.1	23.4
	TOTAL	601.1	60.1
Variación almacenamiento		-265.4	-26.5

Simulación 1a:

En un último intento y para profundizar ligeramente en la influencia del río en el sistema se ha efectuado una simulación adicional aumentando únicamente los valores de conductancia en el río desde 500 a 30.000 m²/día (valor mayor del rango de valores que se deducen de datos reales con los que se calcula este parámetro). Con este valor se comienza a obtener alguna recarga del río al acuífero pero

también se elevan las salidas del mismo y en proporciones muy superiores (Tabla 6); los descensos se incrementan en unos 5 m.

Tabla 6. Balances hídricos en la simulación 1a.

		Media anual (hm ³ /año)	
		Sim-1	Sim-1a
Entradas	Recarga	33.5	
	Río	0.1	4.1
	TOTAL	33.6	37.6
Salidas	Bombes	32.9	
	Manantiales	3.8	3.3
	Río	23.4	43.6
	TOTAL	60.1	79.7
Variación almacenamiento		-26.5	-42.1

En definitiva, el modelo no consigue reproducir en modo alguno el comportamiento previsible de las relaciones río-acuífero, sin que se sepa la causa que lo provoca, aunque en ello pudiera tener influencia la consideración del acuífero como capa tipo 3, que no es el más adecuado para el modelo hidrogeológico pero que es el único que ha permitido la convergencia. En cualquier caso la escala de trabajo utilizada y las numerosas incógnitas sobre la geometría real impiden un avance más fructífero en esta etapa preliminar.

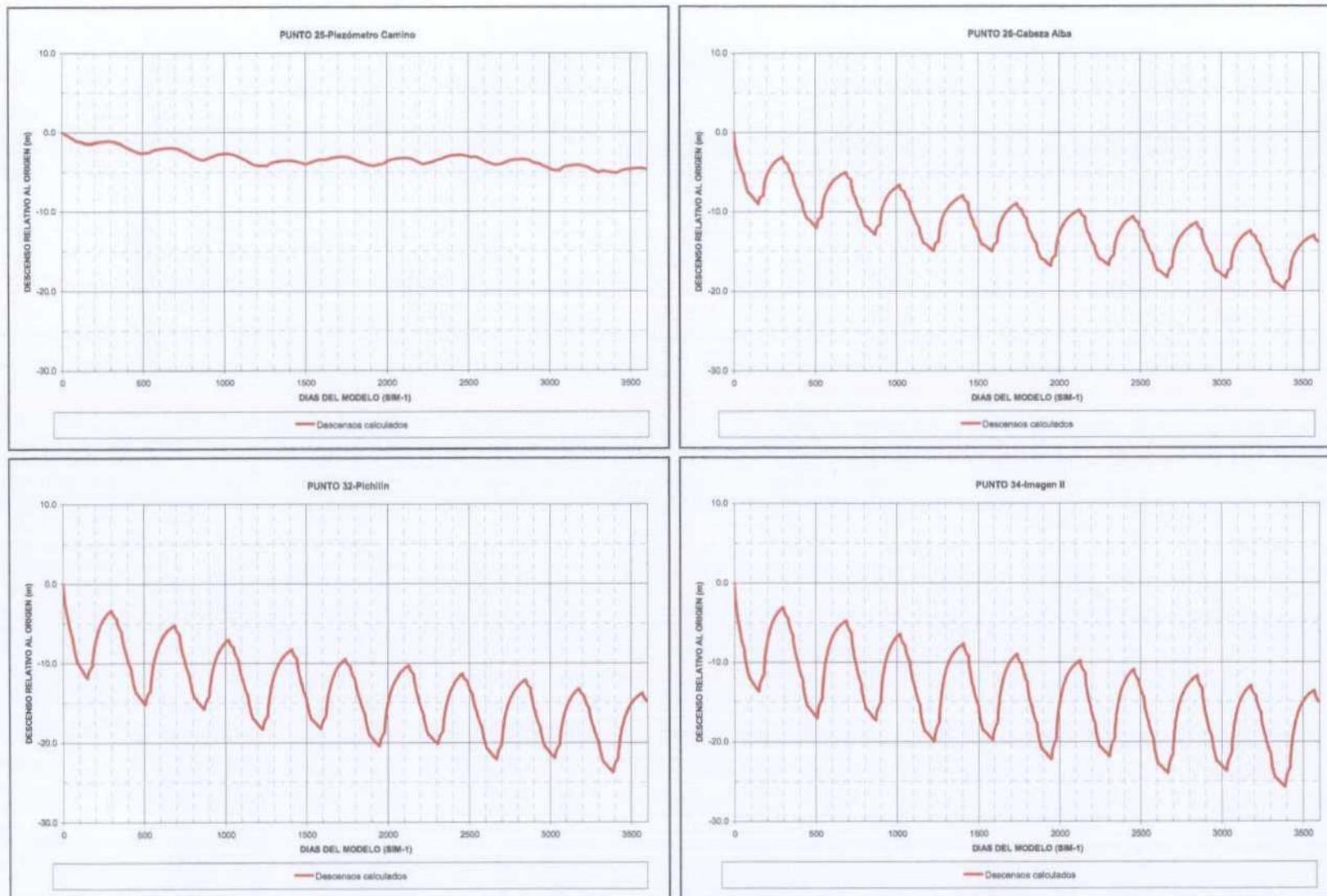


Figura 9. Evolución temporal de descensos en la Simulación-1.

7.- CONCLUSIONES

El modelo realizado se ha centrado en la comprobación de los aspectos más generales de geometría, estudio de los rangos entre los que se pueden variar razonablemente los parámetros, río, drenes, balance hídrico, etc. Se han tratado de identificar los condicionantes del modelo especialmente en la parte confinada del acuífero que es la que soporta la casi totalidad de las extracciones por bombeo.

En régimen estacionario se ha observado que las cotas del río y la conductancia controlan significativamente las cotas piezométricas. En esta situación las cotas en el río y manantiales (junto con sus caudales) han sido los únicos indicios de la piezometría estacionaria (estimada en torno a 400 m s.n.m para la zona confinada), y por tanto referencias para la calibración. El sector libre debe actuar como zona de recarga y tránsito de agua, sin apenas posibilidad de almacenamiento, lo que genera problemas insalvables en su modelización (al menos en esta fase preliminar) al quedar secas numerosas celdas cuando se toma la opción de capa tipo 3 (con T y S variable). La geometría desconocida de esta zona es asimismo una incógnita importante, igual que la existencia de manantiales a distintas cotas (que podrían drenar sectores independientes del acuífero o responder a niveles colgados o a un funcionamiento de tipo multicapa).

La problemática que plantea el río en el sistema modelizado excede a los objetivos inicialmente establecidos para el presente modelo preliminar y, además, una incorporación del mismo debe partir, entre otros, de datos fiables del carácter ganador o perdedor del mismo.

Teniendo en cuenta estas limitaciones el modelo no puede sino considerarse como un esquema preliminar del funcionamiento del acuífero, que será necesario mejorar en el futuro en cuanto se disponga de datos suficientes, como los proporcionados por los sondeos de reconocimiento previstos a corto plazo en el entorno del río Guadalimar y otras zonas del sistema.

La modelización del ensayo de bombeo ha proporcionado un ajuste muy razonable entre niveles observados y calculados y se ha calibrado con valores de transmisividad y coeficiente de almacenamiento idénticos a los deducidos del

ensayo de bombeo, si bien el coeficiente utilizado para el régimen transitorio de 2 y 10 años es dos ordenes de magnitud superior. Ello estaría plenamente justificado al existir una zonación de valores en el acuífero, de manera que en buena lógica dicho coeficiente disminuye sensiblemente de norte a sur, conforme aumenta gradualmente el espesor de materiales impermeables de techo y, por tanto, el grado de confinamiento. La transmisividad obtenida en el modelo ($2200 \text{ m}^2/\text{día}$) resulta coherente con el mayor de los rangos de los valores experimentales obtenidos, e incluso podría elevarse hasta $2800 \text{ m}^2/\text{día}$ (resultado de considerar una permeabilidad de $28 \text{ m}/\text{día}$ idéntica a la obtenida en el ensayo de bombeo y un espesor de 100 m , ya que el espesor conocido en el lugar del ensayo era de 80 m). A ese respecto el valor considerado finalmente también está del lado de la seguridad, dado el desconocimiento del espesor real del acuífero en la zona confinada.

La calibración del modelo en régimen transitorio se considera razonablemente adecuada en la parte confinada, en términos de evolución de los descensos a lo largo de los dos años simulados, de tal manera que se reproducen las tendencias generales y estacionales. Sólo en la parte libre el ajuste es deficiente, por las diversas razones ya expuestas, pero en la fase actual no vale la pena probar nuevas hipótesis hasta que se disponga de información fiable al respecto.

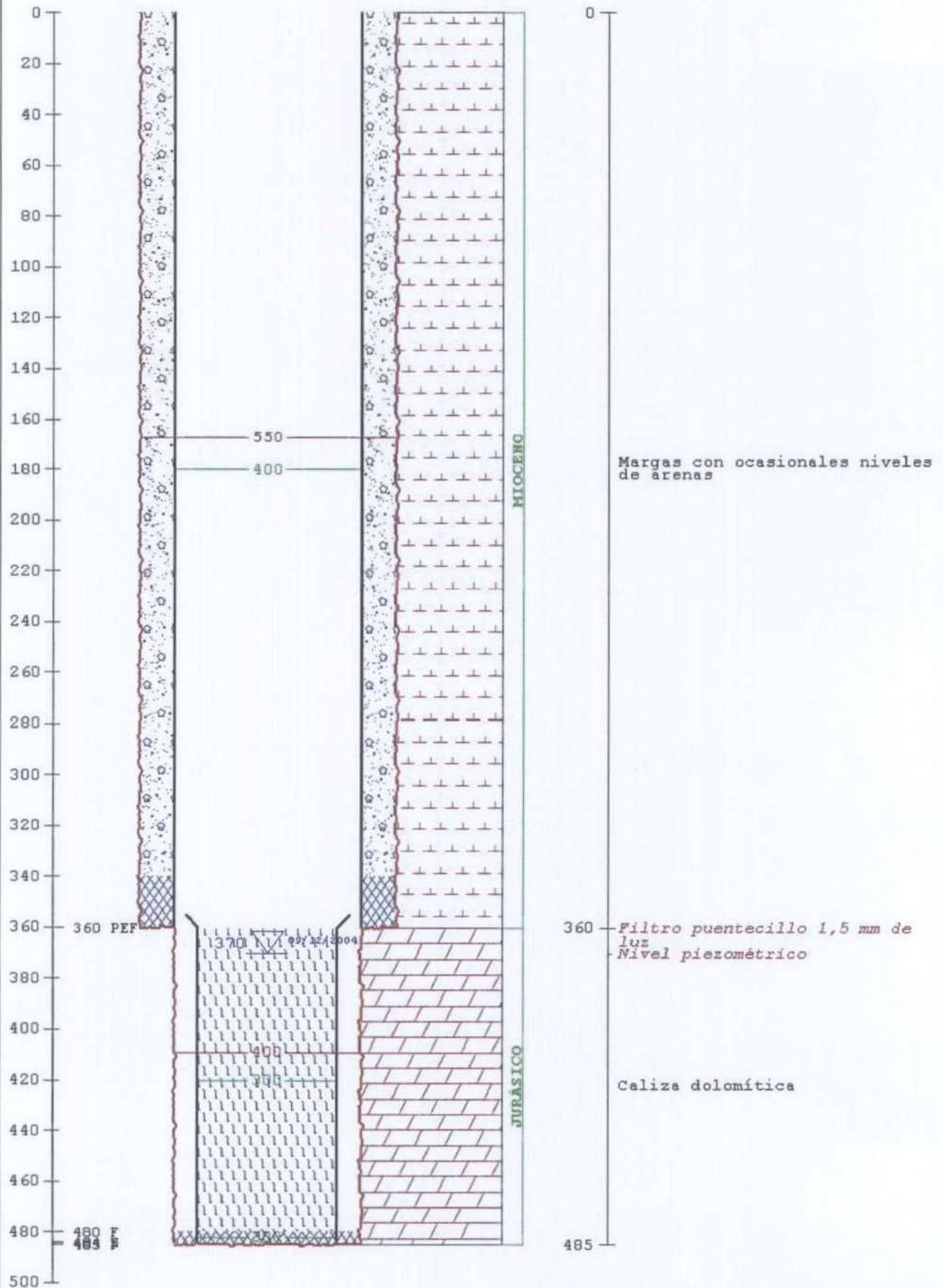
En definitiva, el modelo preliminar realizado ha cumplido plenamente sus objetivos y permitirá avanzar con mayor fluidez si se acomete un modelo más detallado (que deberá basarse en los nuevos datos de sondeos, ensayos de bombeo, evolución piezométrica, etc.) al conocerse, al menos, sus principales dificultades. Las actuaciones necesarias para obtener tal información deben emprenderse a corto plazo, si se quiere prever su evolución futura, aclarar las numerosas incógnitas que aún persisten sobre su funcionamiento hidráulico, relación con el río, recarga neta y otros extremos y para tal fin la modelización se muestra como una herramienta imprescindible.

**ANEJO 6.- PROPUESTA DE SONDEOS DE EXPLOTACIÓN
PARA CAPTACIONES DE EMERGENCIA .**

CROQUIS CONSTRUCTIVOS DE LOS SONDEOS

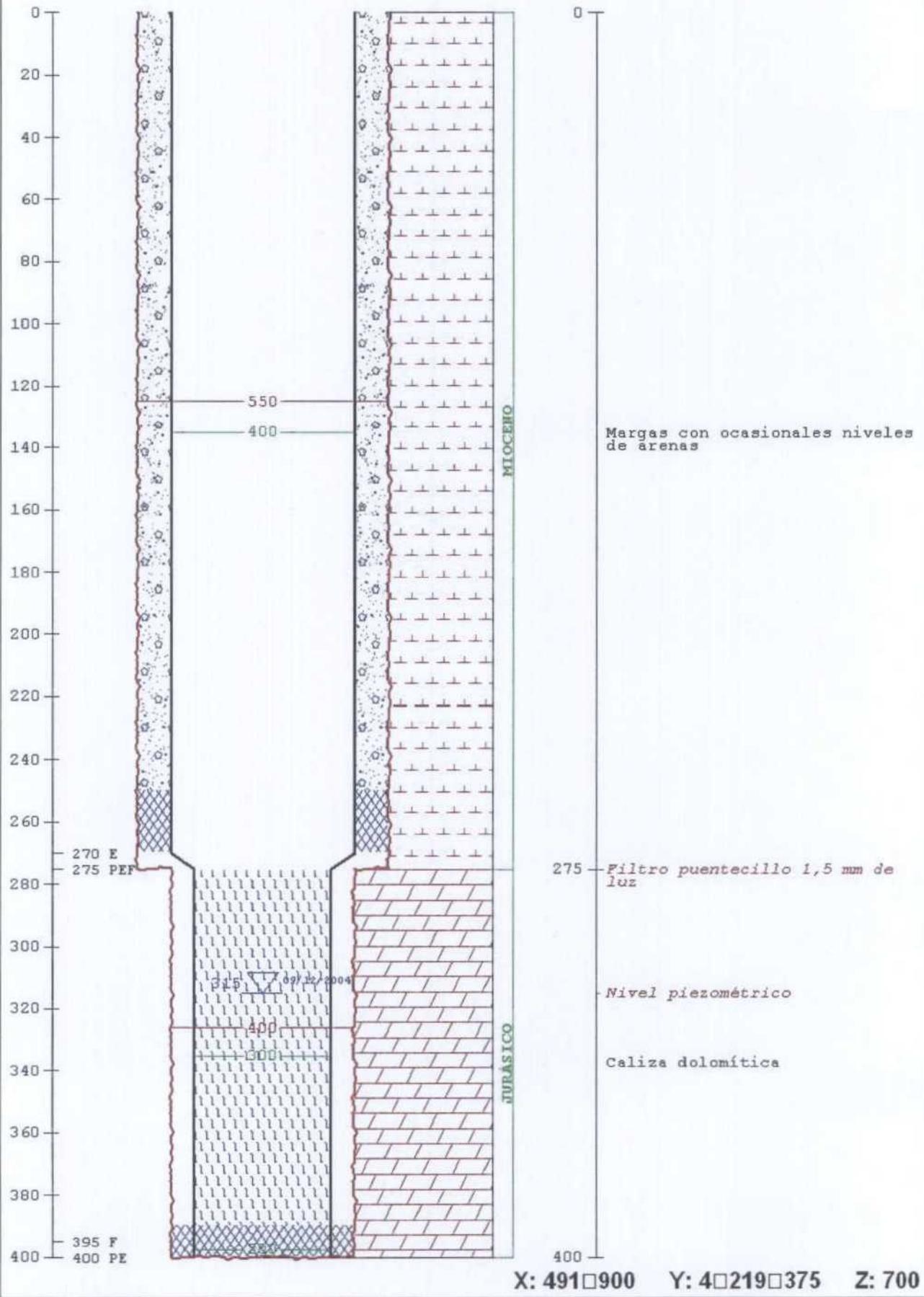
CROQUIS DE POZO

Sondeo A

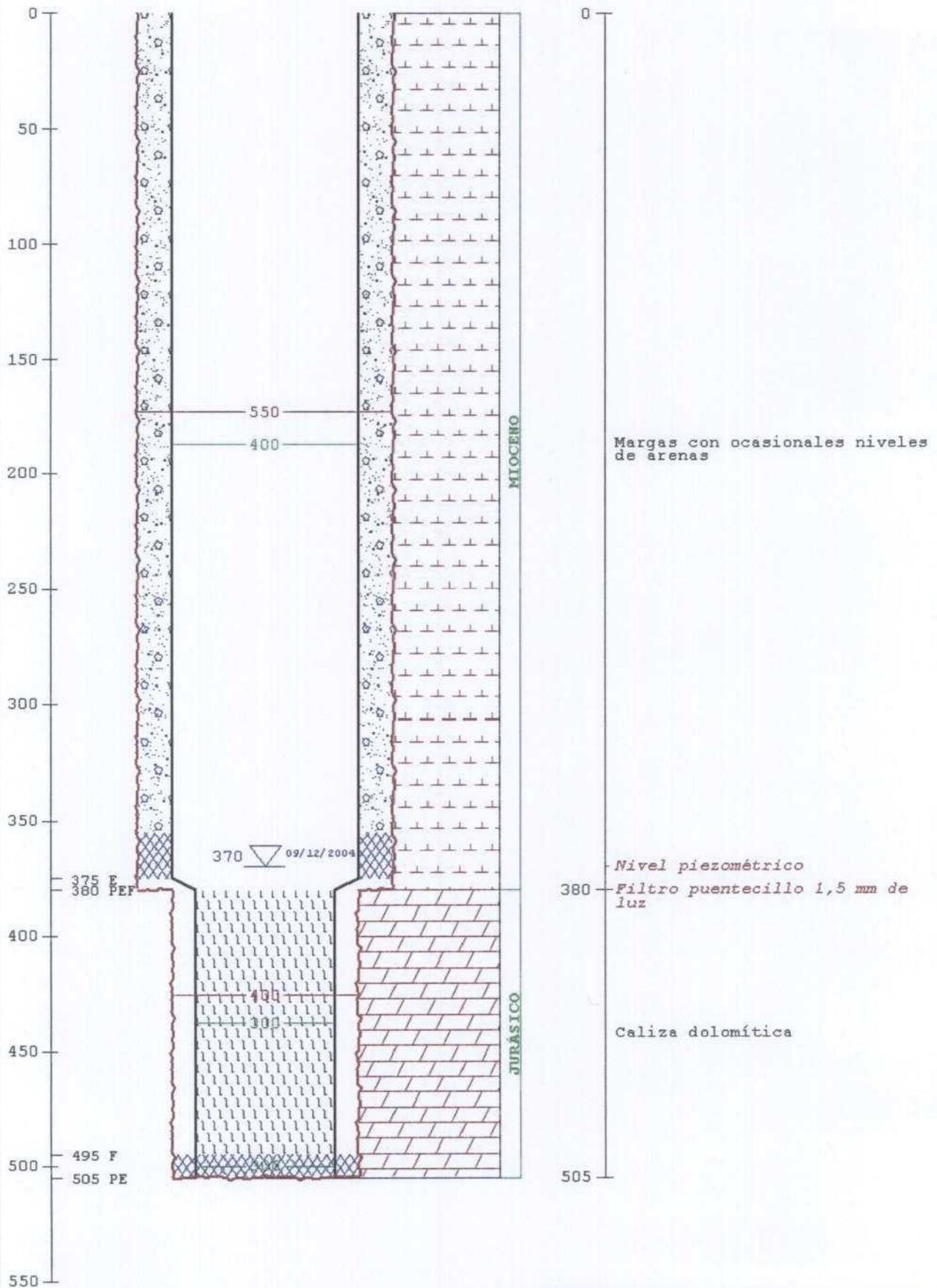


X: 491□910 Y: 4□218□990 Z: 750

CROQUIS DE POZO Sondeo A bis



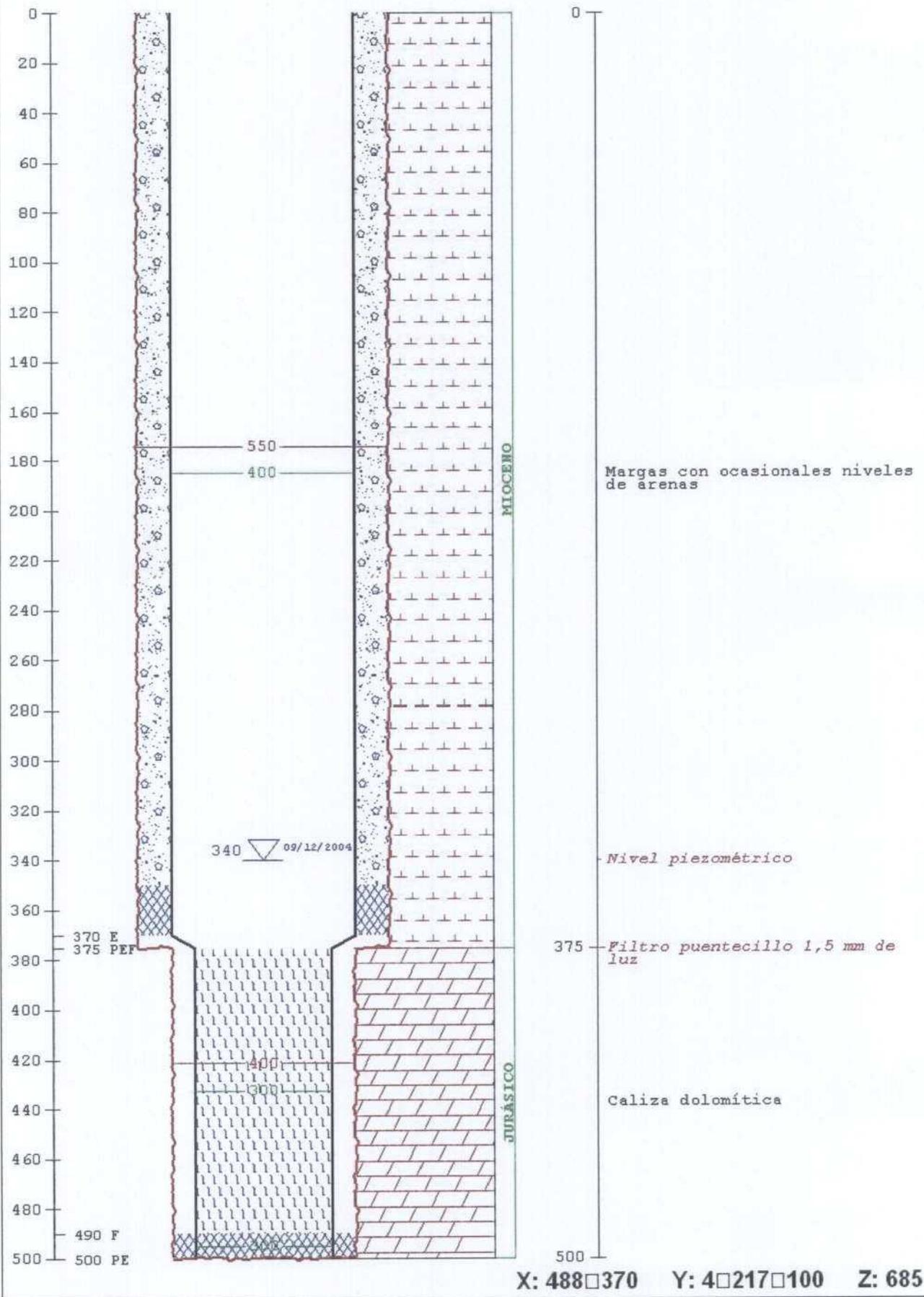
CROQUIS DE POZO Sondeo B



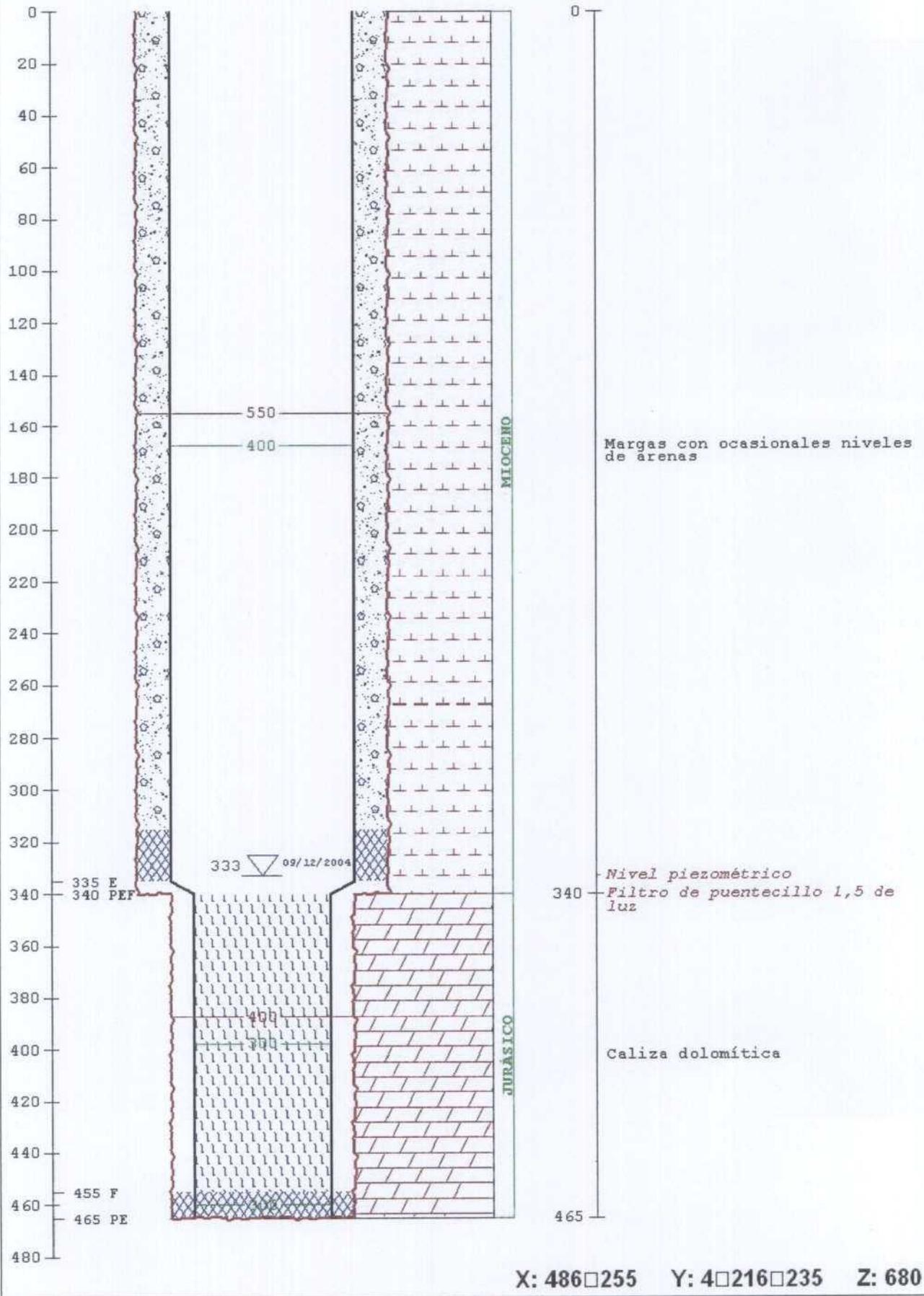
X: 490□775 Y: 4□217□735 Z: 730

CROQUIS DE POZO

Sondeo C



CROQUIS DE POZO Sondeo D



ANEJO 7.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almendral Lúcas, J.M. (1989).** Informe sobre estado actual del abastecimiento de agua potable a la Loma de Úbeda y perspectivas futuras. Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía.
- CEDEX (2003).** Realización de estudios en la Unidad Hidrogeológica 05.23 (Úbeda). Ministerio de Fomento y Ministerio de Medio Ambiente. Informe parcial de Marzo 2003.
- CHG.** Bases de datos de Planificación Hidrológica.
- CHG. (2001)** Toma de datos, inventario de puntos de agua para la caracterización y evaluación de recursos de la Unidad Hidrogeológica de la Loma de Úbeda
- CHG-IGME (2001)** Revisión y actualización de las normas de explotación de las Unidades Hidrogeológicas de la Cuenca del Guadalquivir y Guadalete-Barbate. Prouesta de normativa y definición de nuevas unidades hidrogeológicas. Norma de Explotación de la U.H. 05.23 (Úbeda).
- COPTJA-ITGE, (1997)** Informe de los sondeos de investigación y explotación realizados como apoyo al abastecimiento de la Comarca de la Loma de Úbeda. Dos tomos.
- DGOH (1994).** Normas de explotación de las unidades hidrogeológicas: 01, 08, 13, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 38, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 53, 60, 61, 62 y 63 en la Cuenca del Guadalquivir. Unidad hidrogeológica 05.23 Úbeda. Memoria y Planos.
- DGOHCA-IGME (2000).** Proyecto para la actualización de la infraestructura hidrogeológica de las Unidades 05.01, Sierra de Cazorla, 05.02 Quesada-Castril , 07.07 Sierras de Segura-Cazorla y Carbonatado de la Loma de Úbeda. (Programa P.A.I.H.).

Gollonet Fernández de Trespalacios, J.; Rubio Campos, J.C.; Martín Montañés, C.; González Ramón A. y Peinado Parra, T. (2001). Los acuíferos de la Loma de Úbeda, reserva estratégica para el desarrollo del olivar. Jornadas sobre presente y futuro de las aguas subterráneas en la provincia de Jaén. Linares (Jaén), Octubre de 2001.

IGME Archivo y base de datos de inventario de puntos de agua.

IGME, 2000 Tratamiento de diferente información relativa a la hidrogeología de los acuíferos del Alto Guadalquivir.

IGME, 2001 Asistencia técnica para la evaluación de la situación actual de diversos acuíferos en el margen derecho del Guadalquivir y en la orla carbonatada meridional de Jaén .

IGME (2002) Investigación hidrogeológica para establecer las posibilidades de realizar operaciones de recarga artificial en el acuífero carbonatado de la Loma de Úbeda. Memoria provisional de Enero 2002. Informe inédito.

IGME (2003) Investigación hidrogeológica para establecer las posibilidades de realizar operaciones de recarga artificial en el acuífero carbonatado de la Loma de Úbeda. Informe Final. Diciembre 2003. Informe inédito.

Instituto Nacional de Estadística (INE), España, 24/09/02. Datos de población.
<http://www.ine.es>. e-mail: info@ine.es

ITGE-CHG (1993) Propuesta de Normas de Explotación de la U.H. 05.23 (Úbeda).

MCDONALD Y HARBAUGH, 1988. A modular three-dimensional finite-difference groundwater flow model. U.S. Geological Survey Waters Resources Investigations.

Morientes, J. (1991). Sustitución y acondicionamiento de la conducción general Villacarrillo-Baeza del abastecimiento de agua a la Loma de Úbeda. Proyecto 8/91. Consejería de Obras Públicas de la Junta de Andalucía, Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

Ortuño Alcaraz, I.; González Ramón, A.; Santiago Martín, A.; Rubio Campos, J.C.; Rosales Peinado, M.; Gay Torres, J.J.; Delgado Pastor, J.; Castillo Pérez, E. y Padilla Benítez, A. (1996). Investigación hidrogeológica y resultados de los sondeos realizados como apoyo al abastecimiento de los núcleos de la Loma de Úbeda (provincia de Jaén). IV Simposio sobre el agua en Andalucía. 1, 317-328. Almería.

Sánchez-Pérez, F.M. (2002). Refuerzo del abastecimiento de agua potable del Consorcio de la Loma de Úbeda mediante ejecución de sondeos y su equipamiento en la zona del Aguascebas (Jaén). Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía.

Ortuño Alcaraz, I.; Martínez López, E.; Castillo Pérez, E. y Sánchez Pérez, F.M. (2002). Problemática del abastecimiento a la Comarca de la Loma de Úbeda, Papel de las aguas subterráneas. Presente y futuro de las aguas subterráneas en la provincia de Jaén. 327-330. IGME.

Rubio-Campos, J.C.; López Geta, J.A.; González-Ramón, A.; Ortuño Alcaraz, I.; Gay Torres, J.J.; Medina Vernalte, A.; Peinado Parra, T.; Santiago Martín, A. y Ortega Vargas, R. (2002). Uso sostenible de los acuíferos del Alto Guadalquivir para abastecimiento a las comarcas de la Sierra del Segura y de la Loma de Úbeda. Presente y futuro de las aguas subterráneas en la provincia de Jaén. 331-334. IGME.