



Instituto Geológico  
y Minero de España



MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL SEGURO  
  
OFICINA DE  
PLANIFICACIÓN  
HIDROLÓGICA



**Región de Murcia**  
Consejería de Turismo  
y Ordenación del Territorio

**ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO  
DE LA UNIDAD VEGA MEDIA Y BAJA DEL SEGURO  
Tomo VI**

**ANEJO 3. FUNCIONAMIENTO HIDRODINÁMICO**

## ÍNDICE GENERAL DE TOMOS

TOMO I	MEMORIA
TOMO II	ANEJO 1. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA (1)
TOMO III	ANEJO 1. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA (2)
TOMO IV	ANEJO 2. LITOLÓGÍA Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO. CARTOGRAFÍA HIDROGEOLOGÍA (1)
TOMO V	ANEJO 2. LITOLÓGÍA Y GEOMETRIA DEL ACUÍFERO. CARTOGRAFÍA HIDROGEOLOGÍA (2)
TOMO VI	ANEJO 3. FUNCIONAMIENTO HIDRODINÁMICO
TOMO VII	ANEJO 4. CARACTERÍSTICAS HIDRODINÁMICAS: ENSAYOS
TOMO VIII	ANEJO 5. RECARGA DEL ACUÍFERO
TOMO IX	ANEJO 6. EXPLOTACIÓN Y USOS DEL AGUA
TOMO X	ANEJO 7. HIDROQUÍMICA
TOMO XI	ANEJO 8. PROSPECCIÓN GEOFÍSICA
TOMO XII	ANEJO 9. EVALUACIÓN DE SUPERFICIES AGRÍCOLAS EN LAS VEGAS MEDIA Y BAJA DEL SEGURA CON IMÁGENES DE SATELITE LANDSAT ETM+
TOMO XIII	ANEJO 10. INVESTIGACIÓN DE PLAGUICIDAS
TOMO XIV	ANEJO 11. MODELO DE FLUJO SUBTERRÁNEO

## INDICE DEL ANEJO 3

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS PIEZOMÉTRICAS .....	3
3.	CIRCULACIÓN SUBTERRÁNEA .....	15
3.1.	CAMPAÑA RÁPIDA (FLASH) DE MEDIDAS DEL NIVEL PIEZOMÉTRICO .....	16
3.2.	CIRCULACIÓN SUBTERRÁNEA EN EL TRAMO ACUÍFERO SOMERO.....	23
3.3.	CIRCULACIÓN SUBTERRÁNEA EN EL TRAMO ACUÍFERO PROFUNDO .....	24
4.	PIEZOMÉTRÍA DIFERENCIAL.....	26
4.1.	ANÁLISIS EXTENSIVO .....	27
4.2.	ANÁLISIS LOCAL.....	29
4.2.1.	Baterías piezométricas.....	29
5.	ESTUDIO DE LA RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO.....	34
5.1.	PLANTEAMIENTO .....	35
5.2.	ANÁLISIS MEDIANTE BOMBEOS DE ENSAYO.....	36
5.2.1.	Características de las baterías de control .....	36
5.2.2.	Resultados de los ensayos realizados .....	44
6.	AFOROS EN CAUCES .....	46
6.1.	OBJETIVOS Y COMPOSICIÓN DE LA RED FORNÓMICA.....	47
6.2.	RESULTADOS DE LOS AFOROS .....	51
7.	NIVELACIÓN TOPOGRÁFICA DE PRECISIÓN.....	57
8.	APÉNDICE A3.1. EVOLUCIONES PIEZOMÉTRICAS.....	66
9.	APÉNDICE A.3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS CAMPAÑAS DE NIVELACIÓN.....	127

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro A3.1	Red Piezométrica General de la Vega Media .....	7
Cuadro A3.2	Control piezométrico en el acuífero de la Vega Media Campañas de control en la Red Piezométrica General .....	8
Cuadro A3.3	Red Piezométrica Urbana y Periurbana de la Vega Media.....	12
Cuadro A3.4	Control piezométrico en el acuífero de la Vega Media Campañas de control en la Red Piezométrica Urbana y Periurbana .	13
Cuadro A3.5	Campaña "flash" 11-21/12/2000. ....	17
Cuadro A3.6	Controles realizados en la batería piezométrica BP1.....	31
Cuadro A3.7	Controles realizados en la batería piezométrica BP2.....	33
Cuadro A3.8	Batería Río-Acuífero 1 (RA1). Características de los sondeos.....	38
Cuadro A3.9	Batería Río-Acuífero 2 (RA2). Características de los sondeos.....	39
Cuadro A3.10	Batería Río-Acuífero 3 (RA3). Características de los sondeos.....	39
Cuadro A3.11	Batería Río-Acuífero 4 (RA4). Características de los sondeos.....	41
Cuadro A3.12	Batería Río-Acuífero 5 (RA5). Características de los sondeos.....	41
Cuadro A3.13	Batería Río-Acuífero 6 (RA6). Características de los sondeos.....	43
Cuadro A3.14	Red Foronómica del Estudio.....	48
Cuadro A3.15	Campañas de control en la red foronómica del Estudio.....	49
Cuadro A3.16	Relación de puntos nivelados .....	59



## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1	Evolución del caudal y la conductividad eléctrica en los puntos de la red foronómica del Estudio.....	53
--------	---	----

## ÍNDICE DE PLANOS

Plano A3.1	Mapa de situación de los puntos de control
Plano A3.2	Mapa de evoluciones piezométricas
Plano A3.3	Situación de los puntos de la campaña piezométrica flash (11-22/12/2000)
Plano A3.4	Circulación subterránea en el tramo acuífero somero (Campaña de 11-21/12/2000)
Plano A3.5	Espesor de la zona no saturada (Campaña de 11-21/12/2000)
Plano A3.6	Espesor del acuífero somero (Campaña de 11-21/12/2000)
Plano A3.7	Circulación subterránea en el tramo acuífero profundo (Campaña de 11-21/12/2000)
Plano A3.8	Piezometría diferencial entre los tramos acuíferos somero y profundo (Campaña de 11-21/12/2000)
Plano A3.9	Red foronómica del Estudio

## 1. INTRODUCCIÓN

Para la mejora del conocimiento del régimen de funcionamiento hidrodinámico del acuífero de la Vega Media, se han llevado a cabo las siguientes actividades:

- Determinación de las características piezométricas del acuífero a partir de la definición de una red de control piezométrico temporal propia del Estudio, en la que a lo largo de un año (marzo 2000-abril 2001) se han efectuado medidas de profundidad de nivel con periodicidad mensual, quincenal o semanal, según las zonas. La red ha estado compuesta por dos grupos de captaciones:
  - Por una parte, la que se ha denominado Red Piezométrica General del Estudio, compuesta por pozos y sondeos distribuidos de forma homogénea por todo el acuífero.
  - Por otro lado, la que se ha denominado Red Urbana y Periurbana, compuesta por sondeos localizados en el interior o en el entorno inmediato de zonas urbanas.
- Identificación del régimen de funcionamiento hidrodinámico actual del acuífero mediante la realización de una campaña piezométrica general rápida –“flash”–, de carácter extensivo en todo el acuífero de la Vega Media y en algunos puntos localizados en acuífero limítrofes en conexión hidrodinámica con él, como es el caso del acuífero de la Cresta del Gallo.
- Nivelación de precisión de 248 referencias en captaciones de aguas y puntos representativos de cauces superficiales.
- Realización de dos baterías de sondeos de distinta penetración en el tramo acuífero somero, acondicionados como piezómetros puntuales, para la identificación de gradientes verticales en el seno del acuífero.
- Realización de seis baterías de sondeos de pequeña profundidad, para el estudio de la relación entre el acuífero y los cauces superficiales que actúan como ejes de drenaje principales de la unidad de la Vega Media.

Los resultados de los trabajos realizados en cada una de las actividades indicadas se describen en los apartados siguientes.

## **2. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS PIEZOMÉTRICAS**

Con objeto de mejorar la caracterización hidrogeológica y el conocimiento del régimen de funcionamiento hidrodinámico del sistema acuífero de la Vega Media, una vez que se hubo avanzado lo suficiente en la tarea del inventario de puntos de agua, se definió una red de control piezométrico compuesta por un conjunto de puntos distribuidos de manera homogénea en el ámbito del acuífero, representativos de los diferentes niveles acuíferos (tramo somero, intermedio o primer nivel de gravas y profundo) de la Vega Media.

La que se ha denominado Red Piezométrica General del Estudio –RPG– estaba compuesta inicialmente por 29 puntos de agua, entre los que están incluidos los puntos de la red oficial de control piezométrico del IGME, y se estableció en ella la realización de campañas de medidas de profundidad del nivel piezométrico con periodicidad quincenal. Posteriormente, a principios del otoño, y con el objetivo de registrar con la mayor precisión posible las variaciones piezométricas ocasionadas por las precipitaciones de otoño e invierno, se añadió, previa aprobación por el Director del Estudio, un nuevo punto (un pozo que capta el tramo somero) a la red y se aumentó la frecuencia de las medidas en 20 de los puntos de la red, pasando las campañas de medidas a tener periodicidad semanal en esta red reducida.

De acuerdo con lo indicado, la RPG quedó configurada definitivamente por las 30 captaciones cuya situación y principales características se indican en el cuadro A3.1: 11 puntos captan el tramo somero, 12 el primer nivel de gravas, 6 el tramo profundo (uno de ellos pertenece al acuífero del Guadalentín –2637/8/0018–), y uno el acuífero carbonatado triásico de la Cresta del Gallo –el sondeo 2737/2/0193–.

En el cuadro A3.2 se incluyen cuadros correspondientes a las medidas efectuadas en cada una de las campañas de control de la RPG, desde marzo de 2000 hasta el 9 de abril de 2001. En total se han llevado a cabo 23 campañas quincenales y 6 semanales, con un total de 798 medidas de la profundidad del nivel piezométrico.

La Red Piezométrica Urbana y Periurbana –RPU– ha estado compuesta por 30 sondeos, 8 de objetivo específico hidrogeológico, ejecutados como parte de las actividades del estudio de referencia VMyB-13, y 22 de objetivo geotécnico, llevados a cabo en el marco del Estudio del que se da cuenta en el presente documento, que fueron debidamente acondicionados para su posterior utilización en trabajos de control piezométrico, caracterización hidrodinámica y toma de muestras de agua.

Las características de los 30 puntos de la RPU se han reflejado en el cuadro A3.3, y los resultados de las medidas de nivel tomadas durante las 12 campañas mensuales efectuadas se reflejan en el cuadro A3.4.

La situación de todos los puntos de la red de control piezométrico del Estudio se ha reflejado en el plano A3.1., con indicación del tipo de captación y red a la que pertenecen, junto con los restantes elementos de control del Estudio.

En el Apéndice 3.1 se incluyen las evoluciones piezométricas observadas en los 60 puntos de control, junto con las precipitaciones diarias registradas en la estación nº 7182 Murcia "Alfonso X" del Instituto Nacional de Meteorología y unas franjas verticales de color verde que indican el inicio de las campañas de riego con aguas superficiales, y en el plano A3.2 se han representado las evoluciones más significativas con objeto de identificar visualmente las oscilaciones piezométricas observadas en los distintos sectores del acuífero de la Vega Media. Las evoluciones registradas se caracterizan por los siguientes rasgos principales:

- Máximos correspondientes a las tandas de riegos con aguas superficiales. Son muy nítidos los picos subsiguientes a las tandas de riego de los meses de abril y julio de 2000, y, al final de las evoluciones, apunta la recuperación piezométrica correspondiente a la primera tanda de 2001.
- Mínimos piezométricos que preceden y siguen a los máximos, originados, por un lado, por el descenso natural que se produce al asimilar el acuífero la recarga procedente de la infiltración del exceso de riegos, y, por otra parte, por el efecto de los bombeos que se efectuaron en todo el acuífero para completar las dotaciones de los riegos tradicionales ante la falta de aportaciones de agua del Segura causada por el carácter fuertemente deficitario en precipitaciones de los años hidrológicos 1998/99, 1999/2000 y, especialmente 2000/2001. En este último periodo se registraron importantes bombeos en la segunda mitad del año, a pesar de las fuertes lluvias del mes de octubre. El efecto de los bombeos se observa más acentuado en los piezómetros que captan los niveles de gravas de tramo acuífero profundo.
- Entre octubre y noviembre de 2000 vuelve a aparecer un máximo piezométrico causado por las importantes lluvias registradas en la región a finales de octubre, y especialmente el 23/10/2000, día en el que las precipitaciones alcanzaron valores de 90 mm. Este efecto, como es lógico, se manifiesta con mayor intensidad en el acuí-

fero somero, e incluso en el primer tramo de gravas, provocando un efecto similar al del primer riego de 2000 (mes de abril): como evolución más representativa se puede señalar la del piezómetro 2736/6/0612, que capta exclusivamente el tramo somero.

- El rango de las variaciones observadas varía entre 2 y 4 m por término medio, siendo más tendidas con carácter general las que pertenecen a puntos que captan tramos profundos, aunque en los sectores más afectados por bombeos, las variaciones registradas en los tramos profundos son de similar amplitud que las observadas en el tramo acuífero somero.

Los periodos de ausencia de riegos con agua superficial se caracterizan por la manifestación de las afecciones causadas por los bombeos, que llegan a provocar descensos continuados desde el segundo riego de 2000 hasta el primero de 2001, tal como se refleja en el registro del piezómetro 2737/1/0453. Los efectos de recarga y descarga del acuífero se ven atenuados con la profundidad, aunque también se ponen de manifiesto los efectos de los riegos y de los bombeos en el acuífero, como indican las evoluciones de los piezómetros 273710179 y 2737/1/0291, de 236 y 263 m de profundidad respectivamente, en los que las amplitudes máximas son del orden de 2 m.

En los piezómetros que controlan los acuífero vecinos –el 263780018, el acuífero del Medio y Bajo Guadalentín, y el 273720193, el acuífero de la Cresta del Gallo–, se observa una evolución con descenso continuado del nivel piezométrico hasta el otoño de 2000, reflejo de bombeos, y un cambio de tendencia a partir de ese momento, con recuperación incompleta del nivel en el resto del periodo de control, debido seguramente al efecto combinado de las precipitaciones y del cese de los bombeos.



Cuadro A3.1. Red Piezométrica General de la Vega Media

Cód. IGME	Naturaleza	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Prof. (m)	Cota RM	Tramo acuífero captado
263780018	Pozo	656372	4198078	130,35	130,25	Profundo
273650069	Sondeo	665970	4208720	32,00	38,41	Gravas
273660357	Sondeo	670511	4211083	31,00	33,42	Gravas
273660405	Sondeo	670912	4212886	261,00	30,79	Profundo
273660407	Sondeo	673525	4209091	269,00	37,63	Somero
273660491	Pozo	673050	4212600	3,90	34,72	Somero
273660555	Sondeo	670487	4209463	58,00	38,40	Gravas
273660591	Sondeo	666850	4209840	14,00	37,55	Somero
273660605	Sondeo	672930	4214510	25,00	32,90	Gravas
273660612	Sondeo	667355	4208190	16,00	36,43	Somero
273660620	Sondeo	667655	4208820	25,00	38,10	Gravas
273660777	Pozo	671150	4210850	4,00	35,45	Somero
273670088	Pozo	674836	4210196	4,92	31,52	Somero
273670285	Sondeo	673866	4210254	60,00	33,67	Gravas
273670289	Sondeo	676350	4211000	95,00	28,50	Profundo
273710179	Sondeo	663076	4202822	236,00	46,66	Profundo
273710291	Sondeo	659719	4205127	163,00	50,92	Profundo
273710311	Sondeo	660080	4203850	45,00	55,67	Gravas
273710332	Sondeo	662040	4207105	10,00	45,79	Somero
273710338	Sondeo	662252	4204820	12,00	46,56	Somero
273710345	Sondeo	663770	4202555	42,00	46,44	Gravas
273710346	Pozo	663770	4202555	5,45	46,44	Somero
273710453	Sondeo	661380	4207215	32,00	46,59	Gravas
273710792	Sondeo	663440	4204660	39,00	45,39	Gravas
273711039	Sondeo	660300	4204870	14,00	52,98	Gravas
273720193	Sondeo	672203	4206476	63,00	56,28	Triásico
273720203	Sondeo	671899	4207199	50,00	37,49	Gravas
273720220	Sondeo	667770	4206670	13,00	42,35	Somero
273720315	Sondeo	667490	4207625	50,00	39,42	Gravas
273720369	Pozo	666875	4204065	10,00	45,62	Somero

RM: Referencia de medidas de profundidad del nivel piezométrico

Cuadro A3.2. Control piezométrico en el acuífero de la Vega Media. Campañas de control en la Red Piezométrica General (1)

Cód. IGME	Tramo acuífero captado	13/4-3/5/00		22-24/5/00		8-9/6/00		20-21/6/00		6-7/7/00		26-27/7/00		17-18/8/00		4-5/9/00	
		Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)
2637/8/0018	Profundo	79,10	51,15	79,28	50,97	79,42	50,83	79,43	50,82	-		80,00	50,25	80,10	50,15	80,23	50,02
2736/5/0069	Gravas	2,00	36,41	0,00	38,41	REBOSA		0,00	38,41	1,70	36,71	REBOSA		REBOSA		0,80	37,61
2736/6/0357	Gravas	2,00	31,42	REBOSA		0,45	32,97	1,35	32,07	2,50	30,92	0,10	33,32	1,10	32,32	1,65	31,77
2736/6/0405	Profundo	1,90	28,89	2,12	28,67	2,17	28,62	2,05	28,74	2,64	28,15	2,53	28,26	2,70	28,09	2,94	27,85
2736/6/0407	Somero	4,24	33,39	4,40	33,23	4,36	33,27	4,35	33,28	4,32	33,31	-		4,48	33,15	4,40	33,23
2736/6/0491	Somero																
2736/6/0555	Gravas	3,65	34,75	0,80	37,60	1,20	37,20	1,80	36,60	2,62	35,78	0,90	37,50	1,78	36,62	2,80	35,60
2736/6/0591	Somero	2,38	35,17	2,27	35,28	2,36	35,19	2,50	35,05	2,65	34,90	2,34	35,21	2,51	35,04	2,63	34,92
2736/6/0605	Gravas	-		2,88	30,02	3,19	29,71	2,99	29,91	3,26	29,64	3,43	29,47	3,33	29,57	3,52	29,38
2736/6/0612	Somero	2,60	33,83	1,70	34,73	2,05	34,38	2,17	34,26	2,70	33,73	1,89	34,54	1,72	34,71	2,20	34,23
2736/6/0620	Gravas	3,20	34,90	0,95	37,15	1,36	36,74	1,71	36,39	2,17	35,93	1,06	37,04	1,63	36,47	2,93	35,17
2736/6/0777	Somero			2,17	33,28	2,67	32,78	2,50	32,95	2,86	32,59	1,86	33,59	2,66	32,79	2,55	32,90
2736/7/0088	Somero	3,10	28,42	3,35	28,17	3,34	28,18	3,30	28,22	3,50	28,02	3,52	28,00	3,39	28,13	3,45	28,07
2736/7/0285	Gravas	2,25	31,42	2,85	30,82	2,80	30,87	2,95	30,72	2,78	30,89	3,20	30,47	2,92	30,75	2,95	30,72
2736/7/0289	Profundo			0,90	27,60	1,15	27,35	1,74	26,76	2,90	25,60	1,55	26,95	1,56	26,94	2,63	25,87
2737/1/0179	Profundo	9,38	37,28	9,65	37,01	9,78	36,88	9,98	36,68	10,42	36,24	9,83	36,83	9,39	37,27	9,94	36,72
2737/1/0291	Profundo	13,90	37,02	13,30	37,62	13,18	37,74	13,42	37,50	13,78	37,14	13,33	37,59	12,71	38,21	13,21	37,71
2737/1/0311	Gravas	17,75	37,92	16,65	39,02	17,10	38,57	17,01	38,66	17,20	38,47	16,65	39,02	16,20	39,47	16,68	38,99
2737/1/0332	Somero	5,70	40,09	3,73	42,06	4,62	41,17	5,04	40,75	5,50	40,29	4,05	41,74	4,14	41,65	4,80	40,99
2737/1/0338	Somero	9,53	37,03	8,25	38,31	8,33	38,23	8,65	37,91	9,15	37,41	8,30	38,26	7,89	38,67	8,60	37,96
2737/1/0345	Gravas	9,00	37,44	9,05	37,39	8,90	37,54	8,92	37,52	9,52	36,92	9,10	37,34	8,76	37,68	8,78	37,66
2737/1/0346	Somero	3,83	42,61	1,92	44,52	2,14	44,30	2,69	43,75	3,33	43,11	2,00	44,44	1,83	44,61	2,69	43,75
2737/1/0453	Gravas	4,10	42,49	3,15	43,44	3,67	42,92	4,05	42,54	4,55	42,04	3,12	43,47	2,75	43,84	3,42	43,17
2737/1/0792	Gravas	9,68	35,71	7,24	38,15	7,50	37,89	7,80	37,59	8,29	37,10	7,48	37,91	7,12	38,27	7,85	37,54
2737/1/1039	Gravas			11,10	41,88	11,05	41,93	11,37	41,61	11,69	41,29	11,13	41,85	10,64	42,34	11,14	41,84
2737/2/0193	Triásico	32,30	23,98	34,50	21,78	33,50	22,78	33,83	22,45	34,30	21,98	36,05	20,23	36,26	20,02	37,50	18,78
2737/2/0203	Gravas	8,00	29,49	5,55	31,94	5,90	31,59	5,90	31,59	8,40	29,09	5,70	31,79	6,00	31,49	8,10	29,39
2737/2/0220	Somero	4,20	38,15	3,00	39,35	3,64	38,71	3,95	38,40	4,07	38,28	3,60	38,75	3,67	38,68	4,10	38,25
2737/2/0315	Gravas	4,60	34,82	2,35	37,07	2,87	36,55	3,30	36,12	3,90	35,52	2,57	36,85	3,08	36,34	3,67	35,75
2737/2/0369	Somero	2,85	42,77	1,60	44,02	2,40	43,22	2,70	42,92	2,78	42,84	2,72	42,90	-		2,68	42,94

RM: Referencia de medidas de profundidad del nivel piezométrico

Cuadro A3.2. Control piezométrico en el acuífero de la Vega Media. Campañas de control en la Red Piezométrica General (2)

Cód. IGME	Tramo acuífero captado	19-20/9/00		28-29/9/00		5-6/10/00		11-12/10/00		19/10/2000		26-27/10/2000		03/11/2000		9-10/11/2000	
		Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)
2637/8/0018	Profundo	80,27	49,98	80,50	49,75			80,45	49,80			80,31	49,94			81,14	49,11
2736/5/0069	Gravas	1,88	36,53	2,25	36,16			2,31	36,10			1,15	37,26			1,20	37,21
2736/6/0357	Gravas	3,17	30,25	2,07	31,35	2,32	31,10	2,57	30,85	2,05	31,37	0,32	33,10	0,01	33,41	0,48	32,94
2736/6/0405	Profundo	2,78	28,01	2,95	27,84			2,97	27,82			1,85	28,94			2,84	27,95
2736/6/0407	Somero	4,42	33,21	4,45	33,18	4,46	33,17	4,48	33,15	4,48	33,15	4,48	33,15	4,47	33,16	4,48	33,15
2736/6/0491	Somero					2,20	32,52	1,74	32,98	2,50	32,22	2,34	32,38	2,20	32,52	2,34	32,38
2736/6/0555	Gravas	4,60	33,80	3,75	34,65	2,96	35,44	4,04	34,36	3,65	34,75	1,03	37,37	0,91	37,49	1,83	36,57
2736/6/0591	Somero	2,74	34,81	2,89	34,66			2,99	34,56			2,13	35,42			2,13	35,42
2736/6/0605	Gravas	3,45	29,45	3,52	29,38	3,62	29,28	3,60	29,30	3,68	29,22	2,74	30,16	3,03	29,87	3,26	29,64
2736/6/0612	Somero	2,58	33,85	2,87	33,56	2,86	33,57	3,09	33,34	3,19	33,24	1,73	34,70	1,88	34,55	1,95	34,48
2736/6/0620	Gravas	2,37	35,73	3,76	34,34	2,63	35,47	2,37	35,73	2,75	35,35	1,07	37,03	1,20	36,90	1,61	36,49
2736/6/0777	Somero	2,55	32,90	2,57	32,88	2,37	33,08	2,34	33,11	2,48	32,97	2,13	33,32	2,46	32,99	2,54	32,91
2736/7/0088	Somero	3,32	28,20	3,32	28,20	3,14	28,38	3,22	28,30	3,23	28,29	2,61	28,91	3,22	28,30	3,44	28,08
2736/7/0285	Gravas	2,63	31,04	2,55	31,12	2,62	31,05	2,82	30,85	2,99	30,68	2,31	31,36	2,62	31,05	2,76	30,91
2736/7/0289	Profundo	3,44	25,06	3,12	25,38			3,70	24,80			1,92	26,58			0,92	27,58
2737/1/0179	Profundo	10,38	36,28	10,64	36,02	10,97	35,69	11,20	35,46	11,94	34,72	10,37	36,29	10,21	36,45	10,24	36,42
2737/1/0291	Profundo	13,60	37,32	13,87	37,05	14,17	36,75	14,34	36,58	14,38	36,54	14,23	36,69	14,66	36,26	14,05	36,87
2737/1/0311	Gravas	17,24	38,43	17,52	38,15	17,59	38,08	17,75	37,92	17,97	37,70	17,94	37,73	17,39	38,28	17,58	38,09
2737/1/0332	Somero	5,29	40,50	5,59	40,20	5,93	39,86	6,00	39,79	6,08	39,71	5,28	40,51	4,94	40,85	5,01	40,78
2737/1/0338	Somero	9,00	37,56	9,33	37,23			9,70	36,86			9,01	37,55			8,98	37,58
2737/1/0345	Gravas	8,89	37,55	9,01	37,43	9,25	37,19	9,28	37,16	9,40	37,04	9,46	36,98	9,34	37,10	9,33	37,11
2737/1/0346	Somero	3,06	43,38	3,36	43,08	3,37	43,07	3,29	43,15	3,49	42,95	1,52	44,92	2,13	44,31	2,57	43,87
2737/1/0453	Gravas	3,91	42,68	4,26	42,33			4,61	41,98			4,49	42,10			4,49	42,10
2737/1/0792	Gravas	8,36	37,03	8,54	36,85	8,91	36,48	8,95	36,44	8,83	36,56	7,80	37,59	7,81	37,58	7,98	37,41
2737/1/1039	Gravas	11,50	41,48	11,86	41,12	12,16	40,82	cerrado		cerrado		cerrado		cerrado		cerrado	
2737/2/0193	Triásico	39,37	16,91	39,49	16,79			39,74	16,54			39,81	16,47			37,46	18,82
2737/2/0203	Gravas	9,70	27,79	8,77	28,72			5,55	31,94			5,79	31,70			6,36	31,13
2737/2/0220	Somero	4,30	38,05	5,31	37,04			5,40	36,95			4,68	37,67			4,97	37,38
2737/2/0315	Gravas	4,85	34,57	4,70	34,72	4,56	34,86	4,37	35,05	4,42	35,00	2,65	36,77	2,66	36,76	3,27	36,15
2737/2/0369	Somero	2,88	42,74	2,91	42,71	2,81	42,81	2,93	42,69	2,93	42,69	1,70	43,92	1,95	43,67	2,17	43,45

RM: Referencia de medidas de profundidad del nivel piezométrico

Cuadro A3.2. Control piezométrico en el acuífero de la Vega Media. Campañas de control en la Red Piezométrica General (3)

Cód. IGME	Tramo acuífero captado	17/11/2000		23-24/11/2000		1-2/12/2000		07/12/2000		14-15/12/2000		22/12/2000		28-29/12/2000		11-12/01/01	
		Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)
2637/8/0018	Profundo			80,00	50,25							79,84	50,41			79,84	50,41
2736/5/0069	Gravas			1,11	37,30			1,43	36,98			1,25	37,16			1,30	37,11
2736/6/0357	Gravas	0,48	32,94	0,43	32,99	0,43	32,99	0,03	33,39	0,39	33,03					0,65	32,77
2736/6/0405	Profundo			2,66	28,13			2,77	28,02			2,90	27,89			2,71	28,08
2736/6/0407	Somero	4,48	33,15	4,48	33,15	4,47	33,16	4,48	33,15	4,44	33,19			4,46	33,17	4,45	33,18
2736/6/0491	Somero	2,16	32,56	2,12	32,60	2,36	32,36	2,41	32,31	2,46	32,26			2,51	32,21	2,50	32,22
2736/6/0555	Gravas	1,89	36,51	1,26	37,14	1,36	37,04	1,29	37,11	1,60	36,80			1,08	37,32	1,54	36,86
2736/6/0591	Somero			2,13	35,42			2,35	35,20			2,35	35,20			4,46	33,09
2736/6/0605	Gravas			2,74	30,16			3,50	29,40	3,56	29,34			3,54	29,36	3,63	29,27
2736/6/0612	Somero	1,18	35,25	1,90	34,53	2,08	34,35	1,99	34,44	2,12	34,31			1,95	34,48	2,31	34,12
2736/6/0620	Gravas	1,56	36,54	1,74	36,36	1,94	36,16	1,17	36,93	1,58	36,52			2,05	36,05	2,11	35,99
2736/6/0777	Somero	2,71	32,74	2,53	32,92	2,46	32,99	2,54	32,91	2,52	32,93			2,58	32,87	2,35	33,10
2736/7/0088	Somero	3,36	28,16	3,31	28,21	3,35	28,17	3,34	28,18	3,22	28,30			3,33	28,19	3,52	28,00
2736/7/0285	Gravas	2,75	30,92	2,77	30,90	2,71	30,96	2,75	30,92	2,88	30,79			2,79	30,88	2,43	31,24
2736/7/0289	Profundo			0,96	27,54		28,50	0,90	27,60							0,99	27,51
2737/1/0179	Profundo	10,29	36,37	10,31	36,35	10,31	36,35	10,35	36,31	10,41	36,25			10,44	36,22	10,55	36,11
2737/1/0291	Profundo	14,02	36,90	14,05	36,87	14,07	36,85	14,12	36,80	14,18	36,74			14,25	36,67	14,32	36,60
2737/1/0311	Gravas	17,57	38,10	17,44	38,23	17,64	38,03	17,67	38,00	17,59	38,08			17,73	37,94	17,70	37,97
2737/1/0332	Somero	4,99	40,80	4,93	40,86	5,04	40,75	5,37	40,42	5,66	40,13			5,82	39,97	5,88	39,91
2737/1/0338	Somero			9,06	37,50			9,10	37,46			9,18	37,38			9,37	37,19
2737/1/0345	Gravas	9,31	37,13	9,31	37,13	9,32	37,12	9,33	37,11	9,35	37,09			9,36	37,08	9,40	37,04
2737/1/0346	Somero	2,87	43,57	3,10	43,34	3,23	43,21	3,39	43,05	3,63	42,81			3,89	42,55	4,09	42,35
2737/1/0453	Gravas							5,09	41,50			5,39	41,20			5,61	40,98
2737/1/0792	Gravas	8,05	37,34	8,11	37,28	8,12	37,27	8,08	37,31	8,17	37,22			8,21	37,18	8,35	37,04
2737/1/1039	Gravas	cerrado		cerrado				cerrado								12,16	40,82
2737/2/0193	Triásico			35,28	21,00			35,55	20,73			36,09	20,19			35,55	20,73
2737/2/0203	Gravas			6,10	31,39							7,02	30,47			6,42	31,07
2737/2/0220	Somero			4,95	37,40			4,99	37,36			5,15	37,20			5,22	37,13
2737/2/0315	Gravas	3,22	36,20	2,93	36,49	2,97	36,45	2,86	36,56	3,22	36,20			3,21	36,21	3,33	36,09
2737/2/0369	Somero	2,28	43,34	2,42	43,20	2,51	43,11	2,53	43,09	2,65	42,97			2,69	42,93	2,56	43,06

RM: Referencia de medidas de profundidad del nivel piezométrico

Cuadro A3.2. Control piezométrico en el acuífero de la Vega Media. Campañas de control en la Red Piezométrica General (4)

Cód. IGME	Tramo acuífero captado	25-26/01/01		08-09/02/01		22-23/02/01		08-09/03/01		22-23/03/01		09/04/2001	
		Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)
2637/8/0018	Profundo	79,95	50,30	79,83	50,42	79,65	50,60	79,77	50,48	79,82	50,43	80,02	50,23
2736/5/0069	Gravas	1,36	37,05	1,60	36,81	1,41	37,00	1,87	36,54	1,81	36,60	REBOSA	
2736/6/0357	Gravas			0,74	32,68	0,79	32,63	0,62	32,80	0,80	32,62	REBOSA	
2736/6/0405	Profundo	2,63	28,16	2,85	27,94	2,67	28,12	2,69	28,10	2,68	28,11	2,59	28,20
2736/6/0407	Somero	4,46	33,17	4,46	33,17	4,42	33,21	4,40	33,23	4,41	33,22	4,40	33,23
2736/6/0491	Somero	2,47	32,25	2,47	32,25	2,39	32,33	2,45	32,27	2,38	32,34	2,41	32,31
2736/6/0555	Gravas	2,03	36,37	2,18	36,22	1,63	36,77	1,79	36,61	2,15	36,25	0,81	37,59
2736/6/0591	Somero	2,56	34,99	2,61	34,94	2,61	34,94	2,81	34,74	2,87	34,68	2,37	35,18
2736/6/0605	Gravas	3,86	29,04	3,63	29,27	3,51	29,39	3,48	29,42	3,48	29,42		
2736/6/0612	Somero	2,50	33,93	2,57	33,86	2,49	33,95	2,35	34,08	2,48	33,95	1,80	34,63
2736/6/0620	Gravas			2,23	35,87	1,58	36,52	2,01	36,09	2,60	35,50	1,19	36,91
2736/6/0777	Somero	2,53	32,92	2,51	32,94	1,40	34,05	2,41	33,04	2,56	32,89	1,96	33,49
2736/7/0088	Somero	3,36	28,16	3,31	28,21	3,31	28,21	3,29	28,23	3,28	28,24	3,18	28,34
2736/7/0285	Gravas	2,82	30,85	2,60	31,07	2,78	30,89	2,77	30,90	2,70	30,97	2,96	30,71
2736/7/0289	Profundo	0,81	27,69	1,60	26,90	1,04	27,46	1,25	27,25	1,50	27,00	0,16	28,34
2737/1/0179	Profundo	10,69	35,97	10,87	35,79	10,85	35,81	11,07	35,59	11,10	35,56	10,42	36,24
2737/1/0291	Profundo	14,46	36,46	14,88	36,04	14,66	36,26	14,81	36,11	14,90	36,02	14,29	36,63
2737/1/0311	Gravas	18,00	37,67	18,24	37,43	18,18	37,49	18,28	37,39	18,38	37,29	17,60	38,07
2737/1/0332	Somero	6,46	39,33	6,47	39,32	6,70	39,09	6,91	38,88	7,06	38,73	4,50	41,29
2737/1/0338	Somero	9,51	37,05	9,77	36,79	9,67	36,89	9,81	36,75	9,90	36,66	8,98	37,58
2737/1/0345	Gravas	9,53	36,91	10,38	36,06	9,65	36,79	9,72	36,72	9,82	36,62	9,78	36,66
2737/1/0346	Somero	4,15	42,29	4,36	42,08	4,33	42,11	4,43	42,01	4,61	41,83	2,19	44,25
2737/1/0453	Gravas	5,99	40,60	6,08	40,51	6,26	40,33	6,67	39,92	6,64	39,95	4,57	42,02
2737/1/0792	Gravas	8,57	36,82	9,65	35,74	8,62	36,77	9,85	35,54	8,63	36,76	7,94	37,45
2737/1/1039	Gravas	12,29	40,69	12,70	40,28	12,58	40,40			12,80	40,18	12,16	40,82
2737/2/0193	Triásico	34,06	22,22	34,51	21,77	34,68	21,60	33,40	22,88	35,89	20,39	35,10	21,18
2737/2/0203	Gravas	6,56	30,93	7,25	30,24	6,31	31,18	6,75	30,74	6,97	30,52	5,39	32,10
2737/2/0220	Somero	5,33	37,02	5,52	36,83	5,52	36,83	5,47	36,88	5,48	36,87	4,46	37,89
2737/2/0315	Gravas	3,74	35,68	4,06	35,36	3,40	36,02	3,83	35,59	4,03	35,39	2,61	36,81
2737/2/0369	Somero	2,67	42,95	2,75	42,87	2,63	42,99	2,84	42,78	2,92	42,70	1,38	44,24

RM: Referencia de medidas de profundidad del nivel piezométrico

Cuadro A3.3. Red Piezométrica Urbana y Periurbana de la Vega Media

Cód. IGME	Naturaleza	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Prof. (m)	Cota RM	Tramo acuífero captado
263740066	Sondeo	657110	4206700	10,50	55,97	Gravas
263740067	Sondeo	657160	4205180	8,50	58,00	Somero
273660774	Sondeo	668475	4209100	17,40	38,46	Gravas
273660782	Sondeo	669460	4208340	23,30	38,58	Gravas
273660785	Sondeo	670695	4208025	21,70	40,19	Somero
273660789	Sondeo	672530	4209310	19,30	41,14	Gravas
273660805	Sondeo	671330	4214540	20,50	36,92	Gravas
273710988	Sondeo	663600	4205742	11,90	47,31	Somero
273710989	Sondeo	664071	4205825	9,00	40,70	Somero
273710992	Sondeo	664162	4204909	13,70	43,93	Somero
273710993	Sondeo	664594	4205359	11,90	44,70	Somero
273710994	Sondeo	664557	4205213	12,65	44,40	Somero
273710995	Sondeo	664943	4205364	11,70	42,44	Somero
273710996	Sondeo	664252	4206769	10,50	40,50	Somero
273710997	Sondeo	664917	4206667	10,90	40,00	Somero
273710998	Sondeo	663619	4206942	14,20	44,00	Somero
273711001	Sondeo	665931	4206064	21,72	43,12	Somero
273711002	Sondeo	665115	4205039	9,50	44,21	Somero
273711003	Sondeo	665115	4205037	19,33	44,32	Gravas
273711004	Sondeo	663757	4204923	28,83	44,78	Gravas
273711005	Sondeo	663757	4204923	19,00	44,85	Somero
273711006	Sondeo	663122	4206052	28,83	40,59	Gravas
273711034	Sondeo	660985	4204000	19,80	53,36	Gravas
273711035	Sondeo	662240	4202745	31,00	51,43	Gravas
273711036	Sondeo	663400	4204540	18,50	44,83	Gravas
273711037	Sondeo	665270	4203780	25,70	45,23	Gravas
273720390	Sondeo	666950	4207150	20,90	39,97	Gravas
273720396	Sondeo	670900	4206080	22,20	40,85	Somero
273720397	Sondeo	669460	4205300	24,00	45,01	Somero
273720401	Sondeo	667640	4203150	27,10	50,03	Somero

RM: Referencia de medidas de profundidad del nivel piezométrico

Cuadro A3.4. Control piezométrico en el acuífero de la Vega Media. Campañas de control en la Red Piezométrica Urbana y Periurbana (1)

Cód. IGME	Tramo acuífero captado	23/02/2000		29-30/5/2000		28-29/6/2000		05/07/2000		19-21/7/2000		30/08/2000		28/09/2000	
		Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)
263740066	Gravas							5,81	50,16	5,60	50,37	5,62	50,35	5,59	50,38
263740067	Somero							2,60	55,40	2,20	55,80	2,63	55,37	2,79	55,21
273660774	Gravas							2,09	36,37	1,40	37,06	1,79	36,67	2,55	35,91
273660782	Gravas							4,83	33,75	3,21	35,37	3,84	34,74	4,96	33,62
273660785	Somero							4,64	35,55	4,58	35,61	4,42	35,77	4,79	35,40
273660789	Gravas							3,32	37,82	3,43	37,71	3,20	37,94	3,43	37,71
273660805	Gravas							8,56	28,36	6,69	30,23	6,74	30,18	6,90	30,02
273710988	Somero	6,36	40,95	6,70	40,61	5,50	41,81					6,84	40,47	7,55	39,76
273710989	Somero	5,22	35,48	5,83	34,87	4,22	36,48			6,05	34,65	5,90	34,80	6,32	34,38
273710992	Somero	4,87	39,06	5,00	38,93	5,48	38,45			5,60	38,33	5,13	38,80	5,91	38,02
273710993	Somero	5,58	39,12	6,58	38,12	6,70	38,00			7,06	37,64	6,34	38,36	6,69	38,01
273710994	Somero	4,88	39,52	5,76	38,64	5,43	38,97			5,90	38,50	5,07	39,33	5,41	38,99
273710995	Somero	6,39	36,05	6,52	35,92	7,95	34,49			8,1	34,34	7,8	34,64	8,25	34,19
273710996	Somero	4,29	36,21	4,32	36,18	4,80	35,70			5,02	35,48	4,31	36,19	5,05	35,45
273710997	Somero	5,20	34,80	5,05	34,95	4,75	35,25			5,35	34,65	4,85	35,15	6,17	33,83
273710998	Somero	4,21	39,79	4,28	39,72	4,72	39,28			4,82	39,18	4,31	39,69	4,87	39,13
273711001	Somero	4,53	38,59	4,96	38,16	4,35	38,77			4,10	39,02			4,44	38,68
273711002	Somero	6,50	37,71	6,79	37,42	6,91	37,30			7,20	37,01	6,73	37,48	7,40	36,81
273711003	Gravas	4,01	40,31	4,40	39,92	4,20	40,12			5,70	38,62	5,85	38,47	6,00	38,32
273711004	Gravas	8,10	36,68	8,00	36,78	8,68	36,10			8,58	36,20	8,30	36,48	9,13	35,65
273711005	Somero	7,98	36,87	7,95	36,90	8,70	36,15			8,81	36,04	8,25	36,60	9,20	35,65
273711006	Gravas	6,55	34,04	6,58	34,01	7,13	33,46			6,20	34,39	6,73	33,86	6,61	33,98
273711034	Gravas														
273711035	Gravas							12,68	38,75	12,19	39,24	11,90	39,53	12,82	38,61
273711036	Gravas							7,88	36,95	7,44	37,39	7,20	37,63	8,11	36,72
273711037	Gravas														
273720390	Gravas							5,31	34,66	4,23	35,74	4,65	35,32	5,72	34,25
273720396	Somero							4,09	36,76	4,22	36,63	4,35	36,50	4,54	36,31
273720397	Somero							2,60	42,41	10,59	34,42	10,35	34,66	10,98	34,03
273720401	Somero														

RM: Referencia de medidas de profundidad del nivel piezométrico

Cuadro A3.4. Control piezométrico en el acuífero de la Vega Media. Campañas de control en la Red Piezométrica Urbana y Periurbana (2)

Cód. IGME	Tramo acuífero captado	30-31/10/2000		4-5/12/2000		9-10/1/2000		12-14/2/2001		14-15/3/2001		9-10/4/2001	
		Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)	Prof. N.P. (m)	Cota N.P. (m s.n.m.)
263740066	Gravas	5,55	50,42	5,69	50,28	6,64	49,33	6,53	49,44	5,67	50,30	5,47	50,50
263740067	Somero	2,89	55,11	2,80	55,20	3,10	54,90	4,35	53,65	4,43	53,57	3,83	54,17
273660774	Gravas	1,25	37,21	1,73	36,73			2,10	36,36	2,11	36,35	1,28	37,18
273660782	Gravas	2,48	36,10	2,71	35,87	3,32	35,26	4,42	34,16	4,51	34,07	2,54	36,04
273660785	Somero	3,98	36,21	3,82	36,37	3,82	36,37	4,40	35,79	4,20	35,99	3,71	36,48
273660789	Gravas	3,61	37,53	3,52	37,62	3,23	37,91	3,58	37,56				
273660805	Gravas	6,60	30,32	5,91	31,01	6,90	30,02	6,92	30,00			6,65	30,27
273710988	Somero	7,19	40,12	7,27	40,04	7,49	39,82	7,74	39,57	8,06	39,25	7,58	39,73
273710989	Somero	4,48	36,22	5,13	35,57	5,28	35,42	6,16	34,54	6,46	34,24		
273710992	Somero	5,06	38,87	5,48	38,45	5,79	38,14	6,06	37,87	6,34	37,59	5,83	38,10
273710993	Somero	6,40	38,30	6,52	38,18	6,70	38,00	6,72	37,98			6,50	38,20
273710994	Somero	4,45	39,95	4,95	39,45	5,44	38,96	5,65	38,75	5,97	38,43		
273710995	Somero	5,65	36,79	5,95	36,49	8,08	34,36	8,38	34,06	8,58	33,86	5,82	36,62
273710996	Somero	4,68	35,82	4,93	35,57	5,02	35,48	5,25	35,25	5,38	35,12		
273710997	Somero	5,14	34,86	5,48	34,52	5,69	34,31	5,68	34,32	6,27	33,73	6,18	33,82
273710998	Somero	4,43	39,57	4,58	39,42								
273711001	Somero	4,58	38,54	5,16	37,96	5,36	37,76	5,49	37,63	5,61	37,51	3,20	39,92
273711002	Somero	6,72	37,49	6,85	37,36	7,04	37,17	7,26	36,95	7,56	36,65	7,48	36,73
273711003	Gravas	5,97	38,35	6,12	38,20	6,21	38,11	6,34	37,98				
273711004	Gravas	8,37	36,41	8,70	36,08	8,91	35,87	9,32	35,46	9,60	35,18	8,65	36,13
273711005	Somero	8,43	36,42	8,75	36,10	8,98	35,87	9,33	35,52	9,67	35,18	8,73	36,12
273711006	Gravas	7,10	33,49	7,15	33,44	7,47	33,12	7,86	32,73	8,11	32,48	7,36	33,23
273711034	Gravas			12,56	40,80	12,64	40,72	12,28	41,08	13,34	40,02	12,55	40,81
273711035	Gravas	12,45	38,98	12,83	38,60	13,17	38,26	13,52	37,91				
273711036	Gravas	7,31	37,52	7,51	37,32	7,89	36,94	8,29	36,54	8,55	36,28	7,48	37,35
273711037	Gravas	3,56	41,67	4,10	41,13	4,18	41,05						
273720390	Gravas	5,10	34,87	4,55	35,42	4,61	35,36	4,72	35,25	4,77	35,20	3,95	36,02
273720396	Somero	3,41	37,44	4,38	36,47	4,63	36,22	4,77	36,08	5,17	35,68	5,27	35,58
273720397	Somero	10,90	34,11	10,64	34,37								
273720401	Somero	2,98	47,05	4,00	46,03	4,37	45,66	4,42	45,61	4,52	45,51	2,90	47,13

RM: Referencia de medidas de profundidad del nivel piezométrico



**3. CIRCULACIÓN SUBTERRÁNEA**

### 3.1. CAMPAÑA RÁPIDA (*FLASH*) DE MEDIDAS DE NIVEL PIEZOMÉTRICO

Para la identificación del esquema de funcionamiento hidrodinámico del acuífero de la Vega Media correspondiente al periodo del Estudio, entre los días 11 y 22 de diciembre de 2000 se llevó a cabo una campaña generalizada de medidas de la profundidad del nivel piezométrico en un total de 189 puntos de agua, incluyendo los que componen la red de control piezométrico de la Vega Media, y 17 referencias en cauces superficiales localizadas en puentes situados a lo largo de los cauces del río Segura y de los principales azarbes – Merancho, Los Giles, Bollo Norte, Bollo Mediodía, Reguerón Chico y Landrona–. Del total de medidas piezométricas realizadas, 47 corresponden al tramo somero, 138 al tramo acuífero profundo y 4 a formaciones triásicas (2 en el borde norte de la Vega Media y 2 en el acuífero de la Cresta del Gallo).

Los puntos objeto de medición de profundidad del nivel se eligieron previamente a partir de la información recopilada en el inventario de puntos agua, de forma que proporcionaran una cobertura homogénea del acuífero, tanto del tramo somero como del tramo profundo, objetivo que se consiguió finalmente a pesar de que durante la campaña fue obligado sustituir varios de los puntos previstos originalmente porque no pudo localizarse en tiempo hábil a los propietarios o encargados de las captaciones.

En el cuadro A3.3 se incluye el listado de los puntos en que se efectuaron las medidas de profundidad de nivel en la campaña flash, cuya situación se ha representado en el plano A3.3, diferenciando los correspondientes a la red piezométrica del Estudio (RPG y RPU) y los medidos expresamente en la campaña “flash”, incluyendo la localización de los puntos de medida en los cauces superficiales.

Cuadro A3.5. Campaña flash 11-21/12/2000 (1)

Cód. ITGE	XUTM	YUTM	Prof. (m)	Cota RM	Tramo acuífero	Prof. N.P.	Cota N.P.
263740052	657500	4204700	55,00	57,92	Profundo	20,65	37,27
263740056	658600	4205870	38,00	51,28	Profundo	15,25	36,03
263740064	658400	4203800	60,00	55,05	Profundo	22,25	32,80
263740065	658900	4203800	65,00	55,05	Profundo	21,44	33,61
263740066	657110	4206700	10,50	55,97	Profundo	5,69	50,28
263740067	657160	4205180	8,50	58,00	Somero	2,80	55,20
263780018	656372	4198078	115,00	130,35	Profundo	79,84	50,51
273650008	664800	4208321	<10	40,61	Somero	0,55	40,06
273650029	663270	4207950	54,00	40,27	Profundo	6,10	34,17
273650033	661870	4209100	250,00	70,50	Triásico	18,90	51,60
273650047	664800	4208320	46,00	39,71	Profundo	0,30	39,41
273650059	665470	4211000		56,43	Profundo	13,47	42,96
273650067	664540	4209775	60,00	49,25	Profundo	12,56	36,69
273650069	665970	4208720	32,00	38,41	Profundo	1,25	37,16
273650071	665230	4207925	25,00	39,46	Profundo	3,50	35,96
273650090	666220	4210840	29,00	49,11	Profundo	11,11	38,00
273650092	666450	4210830	32,00	49,24	Profundo	12,82	36,42
273650095	666400	4209400	7,98	36,49	Somero	1,53	34,96
273660042	670800	4210800	6,00	34,68	Somero	2,75	31,93
273660357	670511	4211083	31,00	33,42	Profundo	0,39	33,03
273660386	673600	4209000	<10	36,10	Somero	2,87	33,23
273660405	670912	4212886	261,00	30,79	Profundo	2,90	27,89
273660407	673525	4209091	269,00	37,63	Profundo	4,44	33,19
273660422	672900	4210100	<10	37,71	Somero	2,60	35,11
273660491	673050	4212600	3,90	34,72	Somero	2,46	32,26
273660525	673690	4216200	93,00	40,22	Profundo	15,41	24,81
273660526	671800	4217000	100,00	112,46	Triásico	96,92	15,54
273660555	670487	4209463	58,00	38,40	Profundo	1,60	36,80
273660591	666850	4209840	14,00	37,55	Somero	2,35	35,20
273660605	672930	4214510	25,00	32,90	Profundo	3,56	29,34
273660610	666840	4208465	57,00	37,26	Profundo	2,30	34,96
273660612	667355	4208190	16,00	36,43	Somero	2,12	34,31
273660614	667970	4208020	55,00	38,53	Profundo	3,39	35,14
273660620	667655	4208820	25,00	38,10	Profundo	1,58	36,52
273660621	668255	4210025	73,00	36,53	Profundo	0,45	36,08

RM : Referencia de medidas de profundidad del nivel piezométrico

Cuadro A3.5. Campaña flash 11-21/12/2000 (2)

Cód. ITGE	XUTM	YUTM	Prof. (m)	Cota RM	Tramo acuífero	Prof. N.P.	Cota N.P.
273660622	670005	4209115	70,00	38,08	Profundo	2,58	35,50
273660623	669575	4210015	50,00	36,40	Profundo	1,50	34,90
273660624	668495	4209445	96,00	35,97	Profundo	0,57	35,40
273660664	667495	4208725	25,00	37,91	Profundo	3,23	34,68
273660666	668075	4208730	50,00	37,56	Profundo	1,68	35,88
273660700	669210	4209220	62,00	38,71	Profundo	1,76	36,95
273660742	666450	4209920	50,00	39,30	Profundo	2,36	36,94
273660759	669010	4213060	51,00	35,35	Profundo	3,83	31,52
273660764	668900	4212100	60,00	35,21	Profundo	4,35	30,86
273660765	669850	4213400	50,00	45,10	Profundo	9,62	35,48
273660768	669920	4212310	132,00	33,91	Profundo	3,40	30,51
273660770	668250	4211070	70,00	37,07	Profundo	1,36	35,71
273660773	669480	4210890	172,00	36,04	Profundo	0,83	35,21
273660774	668475	4209100	17,40	38,46	Somero	1,73	36,73
273660775	670630	4210460	77,00	36,63	Profundo	1,24	35,39
273660777	671150	4210850	4,00	35,45	Somero	2,52	32,93
273660778	671366	4211240	75,00	34,65	Profundo	1,41	33,24
273660779	672190	4210455	40,00	37,69	Profundo	2,37	35,32
273660780	672010	4210280	100,00	36,11	Profundo	4,29	31,82
273660782	669460	4208340	23,30	38,58	Profundo	2,71	35,87
273660783	670790	4209050	60,00	39,81	Profundo	4,57	35,24
273660784	670385	4208080	46,00	39,14	Profundo	3,72	35,42
273660785	670695	4208025	21,70	40,19	Somero	3,82	36,37
273660787	671500	4209100	91,50	41,71	Profundo	7,47	34,24
273660788	672370	4209060	50,00	42,15	Profundo	4,90	37,25
273660789	672530	4209310	19,30	41,14	Somero	3,52	37,62
273660790	673700	4210125	180,00	34,12	Profundo	2,84	31,28
273660793	673700	4209100	40,00	38,64	Profundo	4,64	34,00
273660795	672800	4211000	93,00	36,24	Profundo	5,04	31,20
273660796	673250	4211416	101,00	34,33	Profundo	2,77	31,56
273660797	672000	4211900	60,00	32,69	Profundo	1,72	30,97
273660798	671000	4212200	50,00	32,43	Profundo	1,35	31,08
273660799	671100	4212210	166,00	32,36	Profundo	1,91	30,45
273660803	671625	4213909	45-50	31,54	Profundo	3,30	28,24
273660805	671330	4214540	20,50	36,92	Profundo	5,91	31,01

RM : Referencia de medidas de profundidad del nivel piezométrico

Cuadro A3.5. Campaña flash 11-21/12/2000 (3)

Cód. ITGE	XUTM	YUTM	Prof. (m)	Cota RM	Tramo acuífero	Prof. N.P.	Cota N.P.
273660806	669700	4213300	36,00	35,05	Profundo	4,24	30,81
273660808	669068	4210149	3,04	36,20	Somero	1,22	34,98
273660812	668872	4210336	4,06	36,14	Somero	0,90	35,24
273660814	673676	4214193	7,99	30,46	Somero	1,50	28,96
273660815	672226	4213007	6,05	30,50	Somero	1,86	28,64
273660816	670550	4212600	4,40	31,38	Somero	1,48	29,90
273660817	670490	4207800	6,96	38,68	Somero	5,08	33,60
273660818	672225	4210360	5,45	35,50	Somero	4,20	31,30
273670088	674836	4210196	4,92	31,52	Somero	3,22	28,30
273670280	675030	4211490	90,00	31,35	Profundo	0,70	30,65
273670283	674550	4209270	116,00	39,93	Profundo	7,54	32,39
273670285	673866	4210254	60,00	33,67	Profundo	2,88	30,79
273670287	676160	4210000	38,00	28,83	Profundo	1,68	27,15
273670293	677100	4211150	100,00	27,45	Profundo	3,93	23,52
273670294	674415	4212075	50,00	31,32	Profundo	2,67	28,65
273670296	675830	4211750	81,00	27,96	Profundo	0,62	27,34
273670301	674800	4212900	76,00	32,30	Profundo	4,39	27,91
273670303	675830	4211750	7,04	28,51	Somero	1,70	26,81
273710179	663076	4202822	236,00	46,66	Profundo	10,41	36,25
273710246	663920	4206890	24,00	39,11	Profundo	5,34	33,77
273710260	662700	4204910	45,00	46,02	Profundo	9,76	36,26
273710277	665525	4207140	18,00	38,51	Profundo	4,00	34,51
273710288	662300	4205300	35,00	46,47	Profundo	9,58	36,89
273710291	659719	4205127	163,00	50,92	Profundo	14,18	36,74
273710311	660080	4203850	45,00	55,67	Profundo	17,59	38,08
273710312	659980	4203000	100,00	55,40	Profundo	19,70	35,70
273710315	661750	4206530	85,00	39,42	Profundo	9,14	30,28
273710317	666650	4205500	33,00	41,45	Profundo	7,02	34,43
273710321	661460	4203645	50,00	50,41	Profundo	11,72	38,69
273710322	662855	4203720	43,00	45,79	Profundo	9,19	36,60
273710326	660325	4205170	60,00	50,20	Profundo	11,98	38,22
273710327	662700	4203150	46,00	47,25	Profundo	10,56	36,69
273710328	661740	4205980	40,00	47,82	Profundo	10,02	37,80
273710330	661955	4205430	36,00	45,72	Profundo	9,65	36,07
273710332	662040	4207105	10,00	45,20	Somero	5,66	39,54

RM : Referencia de medidas de profundidad del nivel piezométrico

Cuadro A3.5. Campaña flash 11-21/12/2000 (4)

Cód. ITGE	XUTM	YUTM	Prof. (m)	Cota RM	Tramo acuífero	Prof. N.P.	Cota N.P.
273710333	659450	4205400	54,00	53,22	Profundo	14,68	38,54
273710335	662065	4203312	45,00	49,88	Profundo	14,71	35,17
273710338	662252	4204820	12,00	46,56	Somero	9,18	37,38
273710344	665800	4202780	52,00	45,79	Profundo	8,26	37,53
273710345	663770	4202555	42,00	46,44	Profundo	9,35	37,09
273710346	663770	4202555	5,45	46,44	Somero	3,63	42,81
273710348	666100	4206025	50,00	42,84	Profundo	7,06	35,78
273710378	660325	4205400	50,00	50,31	Profundo	12,36	37,95
273710395	662955	4204320	45,00	45,50	Profundo	8,95	36,55
273710425	661080	4206725	40,00	49,77	Profundo	9,05	40,72
273710436	661200	4206100	50,00	49,01	Profundo	10,05	38,96
273710453	661380	4207215	32,00	46,59	Profundo	5,39	41,20
273710481	662400	4204150	50,00	47,12	Profundo	9,75	37,37
273710482	661060	4204175	55,00	53,30	Profundo	13,16	40,14
273710483	660680	4203800	50,00	54,78	Profundo	14,99	39,79
273710489	661580	4204300	36,00	50,50	Profundo	11,46	39,04
273710529	666450	4207060	35,00	37,77	Profundo	4,03	33,74
273710653	665605	4203900	53,00	45,66	Profundo	5,90	39,76
273710669	666630	4204035	43,00	45,40	Profundo	6,01	39,39
273710706	666325	4203310	60,00	45,35	Profundo	6,05	39,30
273710714	665105	4203365	48,00	46,25	Profundo	6,20	40,05
273710731	664230	4204045	27,00	44,77	Profundo	5,69	39,08
273710742	664155	4203660	37,00	45,39	Profundo	5,92	39,47
273710769	663165	4203200	20,00	45,68	Profundo	8,04	37,64
273710791	665280	4204805	32,00	44,35	Profundo	7,21	37,14
273710792	663440	4204660	39,00	45,39	Profundo	8,17	37,22
273710836	665300	4201480	45,00	51,20	Profundo	8,33	42,87
273710847	665215	4201425	80,00	56,31	Profundo	13,73	42,58
273710886	664855	4201915	50,00	47,81	Profundo	5,77	42,04
273710988	663600	4205742	11,90	47,31	Somero	7,27	40,04
273710989	664071	4205825	9,00	40,70	Somero	5,13	35,57
273710990	665196	4205735		42,79		5,74	37,05
273710992	664162	4204909	13,70	43,93	Somero	5,48	38,45
273710993	664594	4205359	11,90	44,70	Somero	6,52	38,18
273710994	664557	4205213	12,65	44,40	Somero	4,95	39,45

RM : Referencia de medidas de profundidad del nivel piezométrico

Cuadro A3.5. Campaña flash 11-21/12/2000 (5)

Cód. ITGE	XUTM	YUTM	Prof. (m)	Cota RM	Tramo acuífero	Prof. N.P.	Cota N.P.
273710995	664943	4205364	11,70	42,44	Somero	5,95	36,49
273710996	664252	4206769	10,50	40,50	Somero	4,93	35,57
273710997	664917	4206667	10,90	40,00	Somero	5,48	34,52
273710998	663619	4206942	14,20	44,00	Somero	4,58	39,42
273711001	665931	4206064	21,72	43,12	Somero	5,16	37,96
273711002	665115	4205039	9,50	44,21	Somero	6,12	38,09
273711003	665115	4205037	19,33	44,32	Profundo	6,85	37,47
273711004	663757	4204923	28,83	44,78	Profundo	8,70	36,08
273711005	663757	4204923	19,00	44,85	Somero	8,75	36,10
273711006	663122	4206052	28,83	40,59	Profundo	7,15	33,44
273711019	662800	4202790	45,00	48,05	Profundo	10,44	37,61
273711020	662780	4202075	60,00	53,14	Profundo	12,21	40,93
273711021	662780	4202075	50,00	53,37	Profundo	13,06	40,31
273711022	663700	4202700	52,00	47,26	Profundo	9,69	37,57
273711034	660985	4204000	19,80	53,36	Somero	12,56	40,80
273711035	662240	4202745		51,43	Profundo	12,83	38,60
273711036	663400	4204540	18,50	44,83	Profundo	7,51	37,32
273711037	665270	4203780	25,70	45,23	Profundo	4,10	41,13
273711050	664196	4203540	6,96	46,85	Somero	5,74	41,11
273711052	664600	4206200		35,50	Somero	1,45	34,05
273720095	669200	4203250	46,00	75,40	Profundo	33,93	41,47
273720129	670150	4206660	<10	39,32	Somero	4,54	34,78
273720193	672203	4206476	63,00	56,28	Triásico	36,09	20,19
273720202	672000	4206700	60,00	39,01	Profundo	14,02	24,99
273720203	671899	4207199	50,00	37,49	Profundo	7,02	30,47
273720209	670470	4205850	45,00	44,62	Profundo	9,97	34,65
273720214	667050	4202000	114,00	67,93	Profundo	27,33	40,60
273720220	667770	4206670	13,00	42,35	Somero	5,15	37,20
273720222	668400	4206165	48,00	43,56	Profundo	7,00	36,56
273720223	667165	4206110	50,00	42,99	Profundo	6,78	36,21
273720230	668520	4207365	40,00	40,70	Profundo	5,16	35,54
273720232	669430	4207425	53,00	38,84	Profundo	5,30	33,54
273720233	667070	4207465	50,00	38,82	Profundo	2,91	35,91
273720236	669300	4205300	50,00	45,25	Profundo	11,66	33,59
273720253	669385	4206060	36,50	41,51	Profundo	7,23	34,28

RM : Referencia de medidas de profundidad del nivel piezométrico

Cuadro A3.5. Campaña flash 11-21/12/2000 (6)

Cód. ITGE	XUTM	YUTM	Prof. (m)	Cota RM	Tramo acuífero	Prof. N.P.	Cota N.P.
273720276	669050	4204100	25,00	58,83	Profundo	24,18	34,65
273720288	669965	4207125	95,00	38,62	Profundo	7,47	31,15
273720315	667490	4207625	50,00	39,42	Profundo	3,22	36,20
273720369	666875	4204065	10,00	45,62	Somero	2,65	42,97
273720390	666950	4207150	20,90	39,97	Profundo	4,55	35,42
273720393	671580	4207200	36,00	36,43	Profundo	6,64	29,79
273720395	670483	4206750	65,00	37,49	Profundo	6,36	31,13
273720396	670900	4206080	22,20	40,85	Somero	4,38	36,47
273720397	669460	4205300	24,00	45,01	Somero	10,64	34,37
273720398	668100	4204400	38,00	42,45	Profundo	7,38	35,07
273720400	669750	4204800	40,00	50,72	Profundo	15,23	35,49
273720401	667640	4203150	27,10	50,03	Somero	4,00	46,03
273720402	668055	4203305	80,00	50,61	Profundo	18,16	32,45
273720407	666890	4202680	55,00	43,00	Profundo	8,29	34,71

RM : Referencia de medidas de profundidad del nivel piezométrico

Cuadro A3.5. Campaña flash 11-21/12/2000 (7)

Código	XUTM	YUTM	Cota RM	Prof. Agua	Cota agua
Az. Beniel	671580	4207190	36,71	1,35	35,36
Az. Bollo norte	672990	4210300	35,70	2,72	32,98
Az. Horcajo	676175	4211540	28,95	3,00	25,95
Az. Landrona	669068	4210149	36,29	1,89	34,40
Az. Mayor	674960	4214560	30,09	6,77	23,32
Az. Paredon	675690	4212490	27,46	1,70	25,76
AzARBÓN	665900	4209100	37,16	2,30	34,86
Giles 3	671520	4212175	32,79	3,40	29,39
R.S.-5	672060	4209540	39,94	Segura 5	30,49
R.S.-6	672300	4210480	37,06	Segura 6	26,49
Reguerón	667400	4204025	41,48	5,86	35,62
Segura 8	675075	4213250	35,13	7,96	27,17
Segura 1	657400	4206100	56,47	8,32	48,15
Segura 2	657880	4205000	60,00	11,56	48,44
Segura 3	660250	4205250	51,85	7,77	44,08
Segura 4	671880	4209200	39,56	9,46	30,10
Segura 7	674650	4212200	35,54	7,34	28,20

RM : Referencia de medidas de profundidad del nivel piezométrico



### 3.2. CIRCULACIÓN SUBTERRÁNEA EN EL TRAMO ACUÍFERO SOMERO

Con los valores de la profundidad del agua subterránea, previamente transformadas en cotas absolutas, se ha trazado el mapa de isopiezas de la superficie libre del tramo acuífero somero, que se han representado en el plano A3.4, junto con los puntos de apoyo utilizados para el trazado de las isolíneas.

La configuración de las isopiezas indica que en el tramo acuífero somero la circulación del agua subterránea tiene lugar de sudoeste a nordeste con un gradiente hidráulico medio de  $1 \cdot 10^{-3}$  –con cotas de superficie libre que van desde los 52,5 m s.n.m., a la altura de Alcantarilla, hasta los 30 m s.n.m., en el límite oriental del acuífero– siguiendo las direcciones de los ejes de drenaje superficial –río Segura y azarbes– que fijan las directrices principales de convergencia del flujo. La morfología de las isolíneas indica un flujo levemente convergente hacia el río Segura y la red de azarbes a ambas márgenes del mismo, pero con una curvaturas muy suaves, indicativas de unos drenajes difusos a lo largo de los cauces.

A la tendencia general de la circulación subterránea somera se superpone la afectación diferida de las depresiones originadas por los bombeos en el tramo acuífero profundo, que se manifiesta en una importante deformación de las isopiezas en el sector central del acuífero desde aguas arriba de Murcia hasta la transversal de Alquerías, con retroceso evidente a partir de la cota 35 de la superficie libre. Ello da lugar a que la isolínea de cota 40 tenga una curvatura que parece indicar una descarga generalizada hacia el río Segura, cuando en realidad no es más que la respuesta de la superficie libre a la importante área deprimida del tramo acuífero profundo localizada en el sector central del acuífero, desde el oeste de la ciudad de Murcia, hasta el Llano de Brujas, donde se concentran la mayoría de las extracciones por bombeo.

Como complemento de la información derivada de la campaña “flash” se ha elaborado los planos A3.5 (espesor de la zona no saturada) y A3.6 (espesor de acuífero), que reflejan el estado del tramo acuífero somero correspondiente a la campaña flash de diciembre de 2001. En esa época, la zona no saturada variaba entre un espesor mínimo de menos de 1 m, en la franja comprendida entre la alineación Monteagudo-Santomera y el límite noroeste del AVM, y un máximo superior a los 5 metros, en el sector comprendido entre el sudoeste de Murcia y Beniaján. El espesor de acuífero alcanza su máximo (40 m) entre Alquerías y Beniel, y su mínimo en los bordes laterales de la unidad.

### 3.3. CIRCULACIÓN SUBTERRÁNEA EN EL TRAMO ACUÍFERO PROFUNDO

Al igual que para el tramo acuífero somero –con todos los valores de la profundidad del agua subterránea, previamente transformadas en cotas absolutas, de los puntos que captan los tramos de gravas del acuífero profundo, sin establecer diferencias entre ellos–, se ha trazado el mapa de isopiezas de la superficie piezométrica del tramo acuífero profundo, que se ha representado en el plano A3.7, junto con los puntos de apoyo utilizados para el trazado de las isolíneas.

Las isopiezas reflejan un esquema de la circulación del agua subterránea en el tramo acuífero profundo con sentido general de sudoeste a nordeste, desde el contacto con el acuífero del Alto y Medio Guadalentín hasta la zona de límite con el acuífero de la Vega Baja –reflejando la continuidad hidrodinámica que existe todo el relleno detrítico de la depresión Guadalentín-Segura– pero fuertemente afectado por los bombeos que se efectuaron durante todo el ejercicio 2000, con mayor intensidad durante el segundo semestre.

Se observa una importante área deprimida desde Alcantarilla hasta aguas abajo del Llano de Brujas, que da lugar a una configuración de flujo centrípeto, con dos sectores principales que actúan a modo de sumidero del flujo: uno inmediatamente aguas debajo de Alcantarilla, y otro en torno al casco urbano de Murcia. Las cotas piezométricas van desde los 50 m s.n.m. en las proximidades del límite con la Vega Alta, hasta menos de 35 m s.n.m. en los sectores más deprimidos.

La zona afectada por los bombeos tiene su límite aguas abajo a la altura de una transversal al acuífero que va aproximadamente desde Cobatillas (al norte) hasta Alquerías (al sur), a partir de la cual disminuye la cantidad y la intensidad de las extracciones. Al este de dicha línea, el flujo tiene sentido SO-NE hacia la Vega Baja, con un gradiente hidráulico medio del orden de  $2 \cdot 10^{-3}$ .

Además de los rasgos principales descritos, en el mapa de isopiezas destaca la configuración particular del flujo en la zona de conexión hidrodinámica entre los acuíferos de la Vega Media y la Cresta del Gallo. Los intensos bombeos que se efectúan en el bloque más oriental de éste –zona de Los Ramos– provocan en el acuífero dolomítico descensos que sitúan su nivel piezométrico unos 5 m por debajo del nivel en el tramo profundo del acuífero de la Vega Media, de manera que se produce una recarga lateral desde este hacia el de la Cresta del Gallo. Por el contrario, en el sector comprendido entre Los Marqués y Los Garrés –al SO de Beniján–, el flujo subterráneo se produce desde el bloque correspondiente

del acuífero de la Cresta del Gallo hacia la Vega Media, tal como ocurría en toda la zona de contacto cuando ambos acuíferos se encontraban en régimen de funcionamiento natural.

En resumen, la importante extracción de agua subterránea por bombeos – especialmente en el tramo acuífero profundo– para paliar el déficit de aportaciones de agua superficial para los riegos tradicionales en el año 2000, ha tenido como consecuencia una alteración importante en el régimen de funcionamiento hidrodinámico del conjunto del acuífero de la Vega Media, que se pone de manifiesto en la creación de una amplia zona deprimida en el sector central de la unidad, que actúa como colector principal de un flujo subterráneo que ha pasado de tener una directriz general de sentido SO-NE a tener una configuración centrípeta hacia la depresión piezométrica.

**4. PIEZOMETRÍA DIFERENCIAL**

El estudio de la diferencia entre la superficie libre del tramo acuífero somero y la superficie piezométrica del tramo acuífero profundo, considerado en su conjunto, se ha efectuado según dos procedimientos:

- Por una parte, se ha efectuado un análisis extensivo basado en los resultados de la campaña "flash", que ha permitido evaluar la cuantía y el signo de las diferencias que se han registrado en el año 2000 como consecuencia del alto régimen de bombeo a que ha estado sometido el tramo acuífero profundo.
- Por otra parte, con objeto de identificar la existencia de gradientes verticales en el sector de acuífero en que resultan surgentes los sondeos que captan el tramo acuífero profundo –una banda de unos 2 a 4 km de anchura en torno al río Segura aguas abajo de su unión con el Guadalentín–, se han realizado estudios puntuales basado en la construcción de 2 baterías de 3 sondeos puntuales que captan a diferente profundidad el tramo acuífero somero.

#### 4.1. ANÁLISIS EXTENSIVO

Las morfologías de la superficie libre del tramo acuífero somero y del nivel piezométrico del tramo acuífero profundo correspondientes a la campaña “flash” de diciembre de 2000 indican un funcionamiento hidrodinámico diferenciado en ambos tramos acuíferos como consecuencia de la explotación a que ha estado sometido el segundo, aunque es evidente que el tramo somero está afectado de forma indirecta por la depresión producida en el profundo, pero sin que haya llegado a adaptarse totalmente la superficie libre a los “sumideros” piezométricos.

Con objeto de ilustrar la distribución espacial de la diferencia entre los dos niveles acuíferos, se ha elaborado el mapa de isolíneas de piezometría diferencial entre los tramos somero y profundo, que se adjunta como plano A3.8.

Si se comparan las diferencias entre el nivel piezométrico del tramo acuífero profundo y la superficie libre del tramo acuífero somero, se observa que en la mayor parte de la vega el primero se encuentra por debajo de la segunda, acentuándose la diferencia al este de Alcantarilla, en el sector de Murcia y al suroeste de Beniaján –como consecuencia de los bombeos que se efectúan en dichas zonas– y reduciéndose en la parte central de la mitad oriental, donde se mantiene el carácter surgente del tramo profundo en una franja en torno al Segura, cuya anchura varía entre unos 2 km, al sur del río, y unos 4 km, al norte del cauce, aguas abajo de la unión con el Guadalentín.

## 4.2. ANÁLISIS LOCAL

Para llevar a cabo el estudio de la posible existencia de gradientes verticales dentro del tramo somero y con objeto de evaluar los mismos, en el marco del Estudio se construyeron *ex profeso* dos baterías de sondeos en las que se acondicionaron piezómetros puntuales que captan el tramo acuífero somero a distintas profundidades. Las baterías se construyeron en parcelas en las que existen sondeos que captan el acuífero profundo en condiciones de surgencia espontánea, al menos en los periodos en que el acuífero no está afectado por bombeos, o éstos no tienen la intensidad suficiente para anular la surgencia.

Las características de las baterías de sondeos y los resultados de los controles efectuados se describen en los subapartados siguientes.

### 4.2.1. Baterías piezométricas

Como se ha indicado, se contruyeron dos baterías piezométricas en el tramo bajo de la Vega Media, una en cada una de las márgenes del río Segura. La localización de ambas baterías se ha reflejado en el mapa general de situación de redes de control del plano A3.1.

- La batería BP1 estaba situada en la margen izquierda del Segura, en una esquina de la parcela en la que está localizado el sondeo 2736/6/0797, a unos 50 m del mismo, en un punto cuyas coordenadas UTM aproximadas son 672 050 y 4 211 900. A los 3 piezómetros se les asignó el número de registro 2736/6/0819.

La batería estaba compuesta por 3 sondeos de 1,90 m –P3–, 4,75 m –P2– y 7,25 m –P1– de profundidad, respectivamente, perforados con diámetro de 90 mm y emplazados muy próximos entre sí: las distancias desde el sondeo central –P2– a cada uno de los extremos eran de 0,60 m al P1 y 0,45 m al P2.

La columna litológica atravesada por los tres sondeos es la siguiente:

- De 0 a 1,20 m: limos arcillosos.
- De 1,20 a 7,25 m: arenas muy finas arcillosas.

Los tres sondeos se acondicionaron como piezómetros puntuales, colocando en el fondo de la perforación un lecho de unos 25 a 30 cm de gravilla silíceo de 3-5 mm, en la que se incrustó una tubería ciega de PVC de 40 mm de diámetro interior. El

resto del anular perforación-entubación se rellenó hasta la superficie con bentonita en pellets, para asegurar el aislamiento del tramo captado.

Inmediatamente después de la perforación, que se realizó a mediados de diciembre de 2000, los sondeos fueron sometidos a limpieza mediante bombeos cortos (la columna de agua se agotaba rápidamente) para evitar la colmatación del tramo captante y, posteriormente, se dejaron en reposo durante 3 semanas, antes de reiniciar los trabajos de limpieza, con el fin de asegurar la representatividad de las futuras medidas piezométricas. La segunda tanda de bombeos de limpieza se efectuó en la semana del 15 al 19 de enero de 2001 y fue el único momento en que pudieron tomarse medidas de nivel piezométrico, ya que las labores de preparación de la parcela destruyeron totalmente las tres captaciones antes de efectuar controles sistemáticos y de que pudieran ser objeto de nivelación. En la fotografía adjunta se presenta una vista general de la parcela, con el sondeo 2736/6/0797 al fondo y, en primer plano, una zona de tierra removida con algunos fragmentos de tubería aparecidos durante el intento de recuperación de los sondeos.



Vista general del emplazamiento de la batería BP1



Las únicas medidas que pudieron tomarse en esta batería se incluyen en el cuadro A3.6.

Cuadro A3.6. Controles realizados en la batería piezométrica BP1

Sondeo	Profundidad (m)	Cota RM	Control 15/1/2001	
			Prof. NP (m)	Cota NP (m s.n.m.)
P1	7,25		1,02	
P2	4,75		0,92	
P3	1,90		0,98	

Aunque los sondeos no pudieron ser nivelados, puede suponerse con bastante aproximación la misma cota para los bordes de entubación respectivos, ya que por su proximidad, se procuraba que quedasen enrasados al ser construidos.

Las únicas medidas de nivel disponibles, realizadas el 15 de enero de 2001, no son significativas, por contradictorias: por una parte, las diferencias de nivel P2-P1 y P3-P1 indicarían una disminución de la carga hidráulica con la profundidad, es decir, flujo vertical descendente que podría ser achacado a la infiltración de agua de riego, mientras que la diferencia P3-P2 reflejaría lo contrario, es decir, aumento de carga hidráulica con la profundidad. La carencia de más medidas impide un diagnóstico adecuado sobre la calidad relativa de los tres piezómetros y, en consecuencia, sobre el mayor o menor peso de las medidas realizadas en uno o en otro, lo que hubiera permitido decidir razonadamente sobre la existencia y el sentido del gradiente vertical.

- La batería BP2 está localizada en la margen derecha del río Segura, a unos 20 m del sondeo con número de registro 2736/7/0296, que es surgente en periodo de riegos. El emplazamiento corresponde a las coordenadas UTM aproximadas: X = 675 830 e Y = 4 211 750. A los 3 piezómetros se les asignó el número de registro 2736/7/0292.

La batería está compuesta por 3 sondeos perforados a profundidades de 3,70 m –P1–, 7,20 m –P2– y 8,80 m –P3–, emplazados muy próximos entre sí: las distancias desde el sondeo central –P1– a cada uno de los extremos son de 1,0 m al P2 y 1,10 m al P3. La disposición de los sondeos se refleja en las fotografías siguientes.



Vista general de la batería BP2. Al fondo, tras el estanque se observa la caseta del sondeo 2736/7/0296



La columna litológica atravesada por los tres sondeos es la siguiente:

- De 0 a 2,0 m: limos arcillosos.
- De 2,0 a 3,5 m: arcillas plásticas

- De 3,5 a 8,8 m: arenas muy finas arcillosas.

Las características constructivas y de acondicionamiento, así como los trabajos de limpieza, son idénticas a las indicadas para la batería BP1, con el añadido de que los sondeos fueron nivelados.

En la batería BP2 se realizaron 3 campañas de medidas, cuyos resultados se resumen en el cuadro A3.7.

Cuadro A3.7. Controles realizados en la batería piezométrica BP2

Sondeo	Prof. útil (m)	Cota RM	15/01/2001		15/03/2001		19/06/2001	
			Prof. NP (m)	Cota NP (m s.n.m.)	Prof. NP (m)	Cota NP (m s.n.m.)	Prof. NP (m)	Cota NP (m s.n.m.)
P1	3,12	28,51	1,25	27,26	1,20	27,31	1,23	27,28
P2	7,16	28,53	1,48	27,05	1,38	27,15	1,46	27,07
P3	6,80	28,53	4,92	23,61	4,94	23,59	5,32	23,21

Con puede observarse, la profundidad útil del sondeo P3 se redujo de los 8,8 m perforados a 6,8 m, seguramente por la colmatación producida por las finísimas arenas cortadas por debajo de los 3,5 m, debido a un deficiente acondicionamiento del tramo captado en el fondo del sondeo. Esta circunstancia invalida las medidas realizadas en él, ya que su nivel del agua corresponde exclusivamente a diferentes valores de llenado de la entubación y, por lo tanto, no tiene ninguna representatividad.

En las 3 campañas de medidas, las diferencias piezométricas observadas entre los sondeos P1 y P2 tienen siempre el mismo sentido: a mayor profundidad de captación, nivel piezométrico más profundo, incluso en las medidas de junio de 2001, realizadas en plena campaña de riegos, cuando el sondeo 2736/7/0296 era surgente. Es decir, no se ha observado en ningún caso la existencia de gradiente vertical ascendente, más bien lo que parece vislumbrarse es una recarga desde el tramo acuífero somero hacia el primer tramo de gravas que estaría deprimido por bombeos, lo cual no impediría que alguno de los tramos permeables más profundos captados por el citado sondeo tenga una carga hidráulica que justifique la surgencia.

**5. ESTUDIO DE LA RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO**

## 5.1. PLANTEAMIENTO

Para el estudio de la relación entre el acuífero de la Vega Media y los ejes de drenaje superficial se han aplicado dos metodologías diferentes:

- Por un lado, la realización de bombeos de ensayo de la duración suficiente para poner de manifiesto, caso de que exista, la conexión hidrodinámica entre el acuífero y el agua superficial. En el planteamiento inicial se había previsto la posibilidad de realizar controles simultáneos de la evolución de la superficie libre en el acuífero somero y del nivel del agua en el cauce, en los casos en que, habiéndose observado la existencia de conexión, se considerase conveniente completar el análisis, pero se observó que la infiltración de los excedentes del riego daba lugar a variaciones piezométricas que enmascaraban totalmente la posible influencia en la superficie libre del tramo acuífero somero de las variaciones de nivel en los cauces, por lo que se renunció a realizar estos controles.
- Por otra parte, la realización de campañas de aforos diferenciales que pusieran de manifiesto la pérdida o ganancia de los cauces a lo largo de su recorrido en contacto con el acuífero.

En los apartados siguientes se describen las metodologías empleadas y los resultados obtenidos en cada una de los dos métodos aplicados.

## 5.2. ANÁLISIS MEDIANTE BOMBEO DE ENSAYO

El análisis de la relación río-acuífero mediante bombeos de ensayo se ha efectuado a partir de la construcción y acondicionamiento de 6 baterías de sondeos que captan exclusivamente el tramo acuífero somero, localizadas en las proximidades de los principales cauces que recorren longitudinalmente la Vega Media.

### 5.2.1. Características de las baterías de control

Las baterías constan de un sondeo de bombeo y un número variable entre 2 y 4 de piezómetros auxiliares de observación, con la siguiente disposición espacial, siempre que ello fue posible: 3 piezómetros, como mínimo, están situados en la misma margen que el sondeo de bombeo respecto al cauce superficial, y el cuarto, en la orilla opuesta. Los sondeos que están del mismo lado respecto del cauce se disponen según una configuración en ángulo recto: 2 piezómetros están alineados con el punto de bombeo y el tercero perpendicular a la alineación anterior.



Vista general de la disposición de sondeos en las baterías río-acuífero.  
Sondeos situados del mismo lado del cauce (batería RA1).





Vista general de la disposición de sondeos en una batería río-acuífero.  
Configuración con 1 piezómetro situado al otro lado del cauce respecto al PB (batería RA2)

Las características de las 6 baterías de sondeos construidas expresamente para el Estudio, cuya localización se ha reflejado en el plano A3.1, son las siguientes:

- Batería RA1. Está localizada próxima al cauce del azarbe Merancho, en un punto cuyas coordenadas UTM son: X = 673 676, Y = 4 214 193. Está compuesta por un sondeo de bombeo y cuatro piezómetros de observación, cuyas características se describen seguidamente y se resumen en el cuadro A3.8. Al conjunto de la batería se le ha asignado el número 2736/6/0814 en el registro de puntos de agua del IGME.

El sondeo de bombeo –PB– tiene 8,10 m de profundidad, su diámetro de perforación es de 165 mm, está entubado con tubería de filtro de PVC-U Preussag de 50/60 mm de diámetro y el espacio anular perforación-entubación está acondicionado con gravilla silícea calibrada de 3-5 mm.

Los piezómetros auxiliares tienen profundidades de 4,30 m –P1–, 4,20 m –P2–, 3,70 m –P3– y 4,60 m –P4–, y están situados a distancias de 2,20 m; 5,47 m; 8,08 m y 19,5 m (en la orilla opuesta del azarbe), respectivamente de PB. Todos ellos

fueron perforados con diámetro de 90 mm, entubados con tubería de PVC ranurada de 40/50 mm de diámetro y acondicionados con macizo filtrante de grava silícea.

Cuadro A3.8. Batería Río-Acuífero 1 (RA1). Características de los sondeos

Sondeo	Prof. (m)	$\Phi_{\text{perf.}}$ (mm)	Entubación		Distancias	
			$\Phi$ (mm)	Tipo	A cauce (m)	A PB (m)
PB	8,10	165	50/60	PVC-U (0-1, ciego; 1-8,1, filtro)	10,0	
P1	4,30	90	40	PVC (0-1, ciego; 1-4,3, ranurado)	"	2,20
P2	4,20	"	"	PVC (0-1, ciego; 1-4,2, ranurado)	"	5,47
P3	3,70	"	"	PVC (0-1, ciego; 1-3,7, ranurado)	18,0	8,08
P4	4,60	"	"	PVC (0-1, ciego; 1-4,6, ranurado)		19,50

La columna litológica atravesada por el PB, representativa de la zona captada por la batería, por ser el sondeo más penetrante en el acuífero somero, es la siguiente:

- De 0 a 3 m: limos arcillosos.
- De 3 a 6 m: arcillas limosas.
- De 6 a 8,10: arcillas.

El piezómetro P4 fue destruido por las labores de preparación de la parcela, poco después de su ejecución, de modo que la batería quedó definitivamente formada por el sondeo de bombeo y 3 piezómetros.

Batería RA2. Está situada en la margen derecha del azarbe de los Molinos, a unos 150 m antes de su confluencia con el azarbe Merancho, en un punto de coordenadas UTM aproximadas  $X = 672\ 226$ ,  $Y = 4\ 213\ 007$ . La batería está compuesta por 5 sondeos, uno de bombeo y 4 piezómetros, cuyas características de acabado, en todo similares a las de la batería RA1, se resumen en el cuadro A3.9. A la batería se le ha asignado el número 2736/6/0815 en el registro de puntos de agua del IGME.



- De 0 a 2,0 m: limos arcillosos.
- De 2,0 a 7,0 m: arcillas limosas.
- De 7,0 a 8,5: arenas arcillosas.



Vista general de la parcela en la que está emplazada la batería RA3.

Casi inmediatamente después de su construcción, esta batería fue destruida casi en su totalidad de forma intencionada, pues estaba situada en una parcela poco visible desde el camino y que hace varios años que no se cultiva por desavenencias entre sus propietarios. Únicamente quedó utilizable para ensayo el punto de bombeo que, a su vez, fue destruido totalmente con posterioridad.

- Batería RA4. Está localizada en la margen izquierda del Zaraiche de Monteagudo (Azarbón), en un punto de coordenadas UTM aproximadas  $X = 666\ 400$ ,  $Y = 4\ 209\ 400$ . Se compone de un sondeo de bombeo y 3 piezómetros de observación. Sus características de construcción y acabado, que son idénticas a las indicadas para la batería RA1, se resumen en el cuadro A3.11. Se la ha asignado el número 2736/5/0095 en el registro de puntos de agua del IGME.

Cuadro A3.9. Batería Río-Acuífero 2 (RA2). Características de los sondeos

Sondeo	Prof. (m)	$\Phi_{\text{perf.}}$ (mm)	Entubación		Distancias	
			$\Phi$ (mm)	Tipo	A cauce (m)	A PB (m)
PB	6,00	165	50/60	PVC-U (0-1, ciego; 1-6,0, filtro)	8,5	
P1	3,60	90	40	PVC (0-1, ciego; 1-3,6, ranurado)	"	2,10
P2	4,70	"	"	PVC (0-1, ciego; 1-4,7, ranurado)	"	4,12
P3	4,20	"	"	PVC (0-1, ciego; 1-4,2, ranurado)	15,1	6,60
P4	4,80	"	"	PVC (0-1, ciego; 1-4,8, ranurado)	9,5	18,35

La columna litológica atravesada por el PB, representativa de la zona captada por la batería, por ser el sondeo más penetrante en el acuífero somero, es la siguiente:

- De 0 a 1,7 m: limos arcillosos.
- De 1,7 a 2,0 m: arcillas limosas.
- De 2,0 a 6,0: arcillas arenosas.

- Batería RA-3. Está situada en la margen izquierda del azarbe de Los Molinos, en un punto de coordenadas UTM aproximadas X = 670 550, Y = 4 212 600. En su configuración inicial constaba de un punto de bombeo y 3 piezómetros auxiliares, cuyas características se indican en el cuadro A3.10. Se le ha asignado el número 2736/6/0816 en el registro de puntos de agua del IGME.

Cuadro A3.10. Batería Río-Acuífero 3 (RA3). Características de los sondeos

Sondeo	Prof. (m)	$\Phi_{\text{perf.}}$ (mm)	Entubación		Distancias	
			$\Phi$ (mm)	Tipo	A cauce (m)	A PB (m)
PB	8,50	165	50/60	PVC-U (0-1, ciego; 1-7,0, filtro)	2,5	
P1	4,30	90	40	PVC (0-1, ciego; 1-4,3, ranurado)	"	1,80
P2	4,45	"	"	PVC (0-1, ciego; 1-4,45, ranurado)	"	3,20
P3	4,15	"	"	PVC (0-1, ciego; 1-4,15, ranurado)	9,3	6,90

La columna litológica atravesada por el PB, representativa de la zona captada por la batería, por ser el sondeo más penetrante en el acuífero somero, es la siguiente:

Cuadro A3.11. Batería Río-Acuífero 4 (RA4). Características de los sondeos

Sondeo	Prof. (m)	$\Phi_{\text{perf.}}$ (mm)	Entubación		Distancias	
			$\Phi$ (mm)	Tipo	A cauce (m)	A PB (m)
PB	8,20	165	50/60	PVC-U (0-1, ciego; 1-8,2, filtro)	4,8	
P1	4,20	90	40	PVC (0-1, ciego; 1-4,2, ranurado)	4,8	3,13
P2	4,10	"	"	PVC (0-1, ciego; 1-4,1, ranurado)	4,8	5,03
P3	4,00	"	"	PVC (0-1, ciego; 1-4,0, ranurado)	11,7	6,86

La columna litológica atravesada por el PB, representativa de la zona captada por la batería, por ser el sondeo más penetrante en el acuífero somero, es la siguiente:

- De 0 a 2,5 m: limos arcillosos.
  - De 2,5 a 2,8 m: arcillas limosas.
  - De 2,8 a 8,2: arenas arcillosas.
- **Batería RA-5.** El emplazamiento está localizado en una parcela de la margen izquierda del río Segura, en el Rincón de San Antón, en un punto de coordenadas UTM aproximadas X = 670 490, Y = 4 207 800. La batería consta de 4 sondeos en línea, uno de bombeo y tres piezómetros auxiliares, cuyas características se resumen en el cuadro A3.12; al conjunto se le ha asignado el número 2736/6/0817.

Cuadro A3.12. Batería Río-Acuífero 5 (RA5). Características de los sondeos

Sondeo	Prof. (m)	$\Phi_{\text{perf.}}$ (mm)	Entubación		Distancias	
			$\Phi$ (mm)	Tipo	A cauce (m)	A PB (m)
PB	8,50	165	50/60	PVC-U (0-5, ciego; 5-8,5, filtro)	20,0	
P1	7,50	165	50/60	PVC (0-5, ciego; 5-7,5, ranurado)	20,0	6,30
P2	7,30	90	"	PVC (0-5, ciego; 5-7,3, ranurado)	20,0	9,10
P3	7,10	"	"	PVC (0-5, ciego; 5-7,1, ranurado)	20,0	11,80

La columna litológica atravesada por el PB, representativa de la zona captada por la batería, por ser el sondeo más penetrante en el acuífero somero, es la siguiente:

- De 0 a 2,0 m: limos arcillosos.
- De 2,0 a 8,5 m: arenas arcillosas muy finas.



Vista general de la parcela correspondiente a la batería RA5

En esta batería quedaron disponibles únicamente los sondeos P1 y P2, con profundidades útiles de 6,86 y 5,53 m, respectivamente, ya que los dos restantes se colmataron rápidamente por la acción de las finísimas arenas situadas inmediatamente por debajo de la capa más superficial de arcillas limosas. Estas arenas forman prácticamente una masa en suspensión en el agua que dificulta enormemente los trabajos de perforación y acondicionamiento de los sondeos y son en buena medida las responsables de la anulación de muchas captaciones en la mitad oriental de la Vega Media.

- Batería RA-6. Está localizada también en la margen derecha del Segura, en las proximidades de Alquerías, en un punto de coordenadas UTM aproximadas X = 672 225, Y = 4 210 360. La batería consta únicamente de un punto de bombeo y 1 piezómetro auxiliar, cuyas características se resumen en el cuadro A3.13. A la pareja



se le ha asignado el número 2736/6/0818 en el registro de puntos de agua del IGME.

Cuadro A3.13. Batería Río-Acuífero 6 (RA6). Características de los sondeos

Sondeo	Prof. (m)	$\Phi_{\text{perf.}}$ (mm)	Entubación		Distancias	
			$\Phi$ (mm)	Tipo	A cauce (m)	A PB (m)
PB	6,00	165	50/60	PVC-U (0-4, ciego; 4-6, filtro)	20,0	
P1	6,30	90	40	PVC (0-4, ciego; 4-6, ranurado)	"	6,00

La columna litológica atravesada por el piezómetro P1, representativa de la zona captada por la batería, por ser el sondeo más penetrante en el acuífero somero, es la siguiente:

- De 0 a 2,80 m: limos arcillosos.
- De 2,0 a 6,30 m: arenas arcillosas muy finas.



Batería RA6. Al fondo el puente sobre el Segura

### 5.2.2. Resultados de los ensayos realizados

Después de las operaciones de perforación y acondicionamiento, todos los sondeos fueron sometidos individualmente a bombeos periódicos para conseguir la limpieza y el adecuado desarrollo de los tramos captados, antes de llevar a cabo los bombeos de ensayo.

Este proceso previo, que resultó considerablemente más laborioso de lo previsto debido al carácter arcilloso-limoso de las formaciones que constituyen el tramo acuífero somero, proporcionó una información de partida muy ilustrativa sobre las características hidrodinámicas de dicho nivel acuífero y la naturaleza de su conexión con los cauces.

En efecto, en todos los casos, los primeros intentos de bombeo de limpieza, realizados con bombas portátiles de pequeño diámetro capaces de suministrar caudales del orden de centésimas a unas pocas décimas de litro por segundo, tuvieron como consecuencia el vaciado de los sondeos y sólo después de una prolongada serie de bombeos intermitentes que tuvo una duración de varios días, se consiguió, y no en todos los casos, un grado de acondicionamiento suficiente para efectuar bombeos de ensayo, eso sí, con caudales de los órdenes de magnitud indicados. Esta circunstancia es indicativa de unas características hidrodinámicas francamente bajas, que ya indican una deficiente conexión con los cursos de agua, sin tener en cuenta la colmatación de los cauces, que es muy importante por la gran cantidad de sólidos en suspensión que transporta el agua superficial habitualmente.

Las baterías que quedaron en disposición de ser objeto de bombeos de ensayo fueron las RA1, RA2, RA3 y RA4.

Por el contrario, en ninguno de los sondeos de las dos baterías –RA5 y RA6– situadas a orillas del Segura fue posible mantener un bombeo mínimamente prolongado, ya que se agotan en pocos minutos, lo que obligó a realizar ensayos de tipo *bail test* para estimar las características hidrodinámicas del acuífero somero en los dos sectores captados por las baterías (ver resultados en Anejo 4). Teniendo en cuenta la baja permeabilidad del acuífero y que estas baterías se encuentra a unos 20 m del río, es evidente que no fue posible ni siquiera el intento de la valoración de la relación hidrodinámica entre el tramo acuífero somero y el río Segura.

En los bombeos de ensayo realizados en las baterías RA1, RA2, RA3 y RA4 (ver gráficos y resultado de la interpretación en Anejo 4), sólo se ha puesto de relieve la conexión río-acuífero en el caso de la batería RA3, que únicamente cuenta con el propio sondeo de bombeo como punto de observación, por lo que no es posible deducir información adicional

sobre las características de la conexión, que se produce en un sector muy localizado del cauce del azarbe de Los Molinos, a través de una junta abierta en el revestimiento del cauce, prácticamente situada frente al sondeo. En las otras 3 baterías, el seguimiento de los niveles de la superficie libre indica descensos continuados sin que en ningún caso se haya iniciado una estabilización del nivel, ni siquiera en el caso de la batería RA4, cuyo punto de bombeo se encuentra a menos de 5 m de distancia del cauce sin revestimiento, pero bastante colmatado –por él circula agua de vertidos industriales, con aceites y una elevada proporción de sólidos en suspensión–, del Azarbón.

Es indudable que debe existir conexión hidrodinámica entre los ejes de drenaje superficial –río Segura y azarbes– y el tramo acuífero somero, pero la baja permeabilidad de éste y el previsible alto grado de colmatación o el revestimiento de los cauces hacen que no sea evaluable en la práctica dicha relación.

Tomando en consideración los bajos valores de difusividad del acuífero somero, se desestimó la realización de controles simultáneos de nivel en el acuífero y en los cauces. En las medidas esporádicas realizadas durante los ensayos y en alguna campaña específica, se observa que los niveles en el acuífero están siempre por encima de la lámina de agua en los cauces, seguramente por el aporte permanente que recibe el acuífero por retorno de riegos, lo que indica la existencia de descarga de agua subterránea desde el acuífero somero a los cauces, que probablemente se pondrá de manifiesto en un rezume difuso y prácticamente invisible lo largo de la vega.

**6. AFOROS EN CAUCES**



## 6.1. OBJETIVOS Y COMPOSICIÓN DE LA RED FORONÓMICA

La segunda actividad enfocada a identificar y caracterizar la relación entre el tramo acuífero somero de la Vega Media y los cursos de agua consistió en la realización de campañas de aforos diferenciales en un periodo que incluyó la tanda de riegos con agua superficial de marzo-abril de 2001, con objeto de obtener información sobre las características de la descarga subterránea tanto en régimen no influenciado por los riegos a manta, como en los periodos anterior y posterior a los mismos.

Para ello, tras un recorrido previo a lo largo de los principales cauces de drenaje de la Vega Media, con excepción del río Segura, se identificaron 33 secciones de control repartidas en 17 cauces, que constituyen la Red Foronómica del Estudio –RFE–. La denominación y localización de las secciones se reflejan en el cuadro A3.14 y en plano de situación A3.9.

En el periodo de tiempo comprendido entre el 28 de febrero y el 25 de abril de 2001 se llevaron a cabo 7 campañas de medidas en las que se efectuó un total de 114 aforos y 164 medidas de la conductividad eléctrica del agua. En el cuadro A3.15 se adjuntan los resultados de las medidas efectuadas en cada campaña.

Cuadro A3.14. Red foronómica del Estudio

DENOMINACIÓN	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Cota (m s.n.m.)	TIPO DE CAUCE	REVESTIMIENTO
Zaraiche	674,000	4215,350	30	Acequia	Si
Rambla Salada 1	670,000	4215,420	?	Desagüe Embalse	Si
Rambla Salada 2	674,360	4214,930	?	Desagüe Embalse	Si
Rambla Salada 3	674,590	4214,590	29	Desagüe Embalse	Si
Merancho 1	672,520	4213,220	33	Azarbe	Si
Merancho 2	674,530	4214,560	29	Azarbe	Si
Merancho 3	674,670	4214,570	29	Azarbe	No
Mayor	674,680	4214,460	29	Azarbe	Si
Giles 1	670,340	4211,230	3?	Azarbe	Si
Giles 2	674,690	4214,490	29	Azarbe	Si
Azarbón 1	666,180	4209,260	36	Azarbe	No
Azarbón 2	666,520	4209,500	35	Azarbe	No
Chopos 1	666,200	4209,220	36	Azarbe	No
Chopos 2	666,550	4209,460	35	Azarbe	No
Brazal Bajo de la Cueva	668,190	4209,900	34	Azarbe	Si
La Gironda	676,370	4212,500	29	Acequia	Si (entubada)
De la Cruz	676,420	4212,410	29	Azarbe	Si (entubada)
Horcajo	676,960	4211,710	29	Acequia	No
Reguerón de Hurchillo 1	673,240	4208,630	38	Azarbe	No
Reguerón de Hurchillo 2	673,900	4209,320	37	Azarbe	No
Reguerón de Hurchillo 3	674,510	4209,900	35	Azarbe	No
Reguerón de Hurchillo 4	674,870	4210,230	34	Azarbe	No
Reguerón de Hurchillo 5	675,010	4210,360	34	Azarbe	No
Reguerón de Hurchillo 6	675,380	4210,710	33	Azarbe	No
Reguerón de Hurchillo 7	676,100	4211,340	29	Azarbe	No
Reguerón de Hurchillo 8	676,720	4211,570	29	Azarbe	No
Reguerón de Hurchillo 9	676,990	4211,995	29	Azarbe	No
Nueva Zeneta 2	677,140	4211,540	28	Acequia	Si
Nueva Zeneta 1	674,500	4209,860	35	Acequia	Si
Indiano	677,140	4211,440	28	Acequia	No
Zeneta	677,200	4211,320	29	Acequia	Si
Bollo Norte	674,920	4211,260	30	Azarbe	No
Bollo Mediodía	675,080	4211,160	30	Azarbe	No

Cuadro A3.15. Campañas de control en la red foronómica del Estudio (1)

Sección	campaña 28/2/2001			campaña 19-20/3/2001			campaña 28/3/2001			campaña 3/4/2001		
	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	C.E. (μS/cm)	Observaciones	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	C.E. (μS/cm)	Observaciones	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	C.E. (μS/cm)	Observaciones	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	C.E. (μS/cm)	Observaciones
Zaraiche		2420			1550			1910	Agua estancada		2280	Agua estancada
Rambla Salada 1		7600			13700			11800			9440	
Rambla Salada 2	0,035	8330		0,013	13330		0,047	7110		0,065	13250	
Rambla Salada 3		2910			13370			3520			14111	
Merancho 1				0,202			0,421	2220		0,380	1990	
Merancho 2		2910		0,205	3400		0,567	2150		0,633	2080	
Merancho 3	0,054	4680		0,017	6670		0,135	2940		0,589		
Mayor	0,002	2280			2440	Agua estancada		2060	Agua estancada	0,386	1530	
Giles 1				0,236			0,215	1940		0,396	2600	Vertido de tuberías
Giles 2	0,310	3460		0,425-0,270	3600		0,440	2230		0,813	2000	
Azarbón 1				0,004			0,039	2850		0,107	2940	
Azarbón 2				0,004			0,142	2980	Acequias vertiendo	0,233	2490	
Chopos 1						Seco	0,108	1050		0,088	1070	
Chopos 2						Seco	0,087	1140		0,085	1050	
Brazal Bajo de la Cueva						Agua estancada		1438	Agua estancada		1580	Agua estancada
Rio Segura (Beniel)												
La Gironda		3750			3500			3880	Agua estancada		3330	
De la Cruz			Sin agua			Sin agua			Sin agua			Sin agua
Horcajo		4590		0,132	4100		0,189	2200		0,278	2700	
Reguerón de Hurchillo 1		4330		0,001	4290		0,111	1250		0,174	1660	
Reguerón de Hurchillo 2		4230			3790		0,049	1320		0,049	1510	
Reguerón de Hurchillo 3		5460			6230			2720			2500	
Reguerón de Hurchillo 4		4430			4490			4780			4240	
Reguerón de Hurchillo 5		4450			4600			5070				Cubierto por vegetación
Reguerón de Hurchillo 6		4540			4950			5120			2820	
Reguerón de Hurchillo 7		4630			4910			4170			2490	
Reguerón de Hurchillo 8	0,070	4270			4730	Agua estancada		2540	Agua estancada		3240	
Reguerón de Hurchillo 9		4690			4450			3300	Agua estancada		3230	
Nueva Zeneta 2		4580	Estancada	0,169	2850				Sin agua	0,150	1330	
Nueva Zeneta 1		4440		0,002	3340		0,064	1520		0,070	1490	
Indiano		5280			4540			5280	Agua estancada		3640	Agua estancada
Zeneta		2940			3320		0,004	4410		0,005	1890	
Bollo Norte				0,034			0,065	2223		0,025	4380	
Bollo Mediodía				0,006			0,007			0,035	3950	

Cuadro A3.15. Campañas de control en la red foronómica del Estudio (2)

Sección	campaña 10/4/2001			campaña 18/4/2001			campaña 25/4/2001		
	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	C.E. (μS/cm)	Observaciones	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	C.E. (μS/cm)	Observaciones	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	C.E. (μS/cm)	Observaciones
Zaraiche			Sin agua	0,007	1160				Agua estancada
Rambla Salada 1		10440			5680				
Rambla Salada 2	0,016	8360		0,045	5100		0,011		
Rambla Salada 3		9540			4510				
Merancho 1	0,834	1960		0,160	2850	Agua muy turbia	0,095		
Merancho 2	1,107	2030		0,246	2670	Agua muy turbia	0,159		
Merancho 3	0,391	2500					0,068		
Mayor		1770	Agua estancada	0,314	2320		0,000		Agua estancada
Giles 1	0,585	1950		0,118	3710	Acequia vertiendo	0,074		
Giles 2	0,993	2020		0,295	3130		0,151		
Azarbón 1	0,056	3250		0,053	3290	Agua con aceite	0,010		
Azarbón 2	0,168	2260		0,084	2950	Acequia vertiendo.	0,022		
Chopos 1	0,111	1200		0,054	2340	Agua con aceite	0,000		Agua estancada
Chopos 2	0,111	1240		0,047	2470		0,000		Agua estancada
Brazal Bajo de la Cueva		1700	Agua estancada		2940		0,000		Agua estancada
Rio Segura (Beniel)									
La Girona			Sin agua		2050		0,000		Agua estancada
De la Cruz	0,002				1650		0,000		Sin agua
Horcajo	0,057	2740		0,093		Acequia vertiendo	0,052		Vertiendo 2 acequias
Reguerón de Hurchillo 1	0,144	1111		0,104	1400		0,000		Sin agua
Reguerón de Hurchillo 2	0,216	1080		0,018	2180		0,000		Agua estancada
Reguerón de Hurchillo 3		2000			3960				
Reguerón de Hurchillo 4		3870			4430				
Reguerón de Hurchillo 5		4490			4780				
Reguerón de Hurchillo 6		5330			4080				
Reguerón de Hurchillo 7		3140	Vertiendo acequia		4120	Vertiendo acequia			
Reguerón de Hurchillo 8	0,072	4340			4120	Agua estancada	0,000		Agua estancada
Reguerón de Hurchillo 9		4120	Agua estancada		4820				
Nueva Zeneta 2			Sin agua		2390	Agua estancada	0,000		Sin agua
Nueva Zeneta 1	0,124	1100		0,021	2940		0,000		Agua estancada
Indiano		3350			5980		0,000		Agua estancada
Zeneta	0,001	1980		0,014	2690		0,000		Sin agua
Bollo Norte	0,049	3250		0,033			0,011		Acequia vertiendo
Bollo Mediodía	0,094	2270		0,029			0,001		Agua casi estancada

## 6.2. RESULTADOS DE LOS AFOROS

Las evoluciones de caudal y conductividad eléctrica del agua resultantes de las mediadas efectuadas en las 7 campañas de aforos se han representado en los 16 gráficos de la fig A3.1, de los que se derivan las siguientes consideraciones:

- Seguramente, el resultado de mayor relieve es la confirmación de la escasa cuantía de los aportes subterráneos a los cauces, incluso en los que carecen de revestimiento, como los azarbes de Azarbón (Zaraiche de Monteagudo), Los Chopos y el Reguerón de Orihuela (Hurchillo):
  - En el Azarbón, el caudal medido antes del riego era de 4 l/s en las dos secciones de control, distantes unos 400 m entre sí, con unos aportes que prácticamente se pueden considerar vertidos industriales. El caudal subió hasta un máximo de 168 (en la sección de aguas arriba) y 233 l/s (en la sección de aguas abajo) hacia la mitad del periodo de riegos –que comenzó el 24 de marzo y finalizó el 18 de abril– para descender rápidamente a 10 y 22 l/s, respectivamente, una semana después del final del riego. Aún en el caso de que la diferencia de caudal pudiera atribuirse en su totalidad a descarga de agua subterránea, su valor correspondería a un drenaje específico de 0,03 l/s/m, equivalentes a 0,38 hm<sup>3</sup>/año para una longitud de 400 m, en el supuesto de que dicho caudal correspondiera al valor medio anual, lo parece una sobreestimación notoria, dado el escaso tiempo que había transcurrido entre el final del aporte de agua superficial al acuífero y el aforo. El agua corresponderá con mayor probabilidad a colas de riego.
  - En el azarbe de Los Chopos, la conclusión es mucho más evidente, ya que en la mayor parte de las medidas el caudal disminuye a lo largo del tramo controlado. Ello indica que las variaciones de caudal obedecen preferentemente al balance entre tomas y vertidos.
  - En el Reguerón de Hurchillo, que es probablemente el cauce sin revestir de mayor longitud de la Vega Media, las observaciones son similares. Antes de los riegos, el caudal era mínimo (1-2 l/s), durante el riego aumentó considerablemente, pero con balance negativo en el tramo controlado en varias campañas de medidas (es decir, el caudal era mayor en la sección de aguas arriba que en la de aguas abajo), y volvió a hacerse nulo una semana después

del final del riego, lo cual refleja una muy reducida capacidad drenante de agua subterránea.

- En los azarbes principales, revestidos en la mayor parte de su traza, las medidas de caudal realizadas indican que, en ausencia de riegos, su escorrentía corresponde a vertidos de aguas residuales urbanas e industriales. Si hubiera algún aporte subterráneo, en todo caso de pequeña cuantía, sería prácticamente indetectable.
- En general, la conductividad eléctrica del agua varía de forma inversa con el caudal debido a que el aumento de éste se debe al aporte de agua superficial del Segura, mucho menos mineralizada que las aguas residuales urbanas e industriales que en ausencia de agua de riegos constituyen la mayor parte de la escorrentía circulante por la red de avenamiento de la Vega Media.

En resumen, la campaña de aforos diferenciales llevada a cabo en el marco del Estudio ha confirmado las conclusiones obtenidas en el estudio de la relación río-acuífero mediante bombeos de ensayo: la descarga del acuífero hacia los cauces en el periodo de observaciones es muy pequeña, debido seguramente a una conjunción de factores, entre los que cabe señalar como principales los siguientes:

- La realización del Estudio ha coincidido con un periodo seco que ha dado lugar a importantes bombeos de agua subterránea para suplir el déficit de aportes superficiales, que se han traducido en un importante descenso en el tramo acuífero profundo que, a su vez, provoca una bajada general de niveles en el tramo somero, que es en el que tiene lugar el intercambio de agua con los cauces. Es muy probable que la superficie libre se ha mantenido en una posición tan baja que ni los riegos han provocado una subida de niveles suficiente para evidenciar drenajes significativos hacia los cauces, que, en general, tienen lugar de forma diferida y con un caudal específico de descarga muy pequeño debido a la baja permeabilidad del tramo acuífero somero.
- Por otro lado, los azarbes vienen sufriendo sustanciales modificaciones que inciden en la pérdida de su función de drenaje: revestimiento en la mayor parte de los ramales principales y colmatación del lecho por el vertido directo de aguas residuales de una población dispersa y en aumento. De hecho, los azarbes constituyen una parte de la red de saneamiento.

Fig. A3.1. Evolución del caudal y la conductividad eléctrica en los puntos de la red foronómica

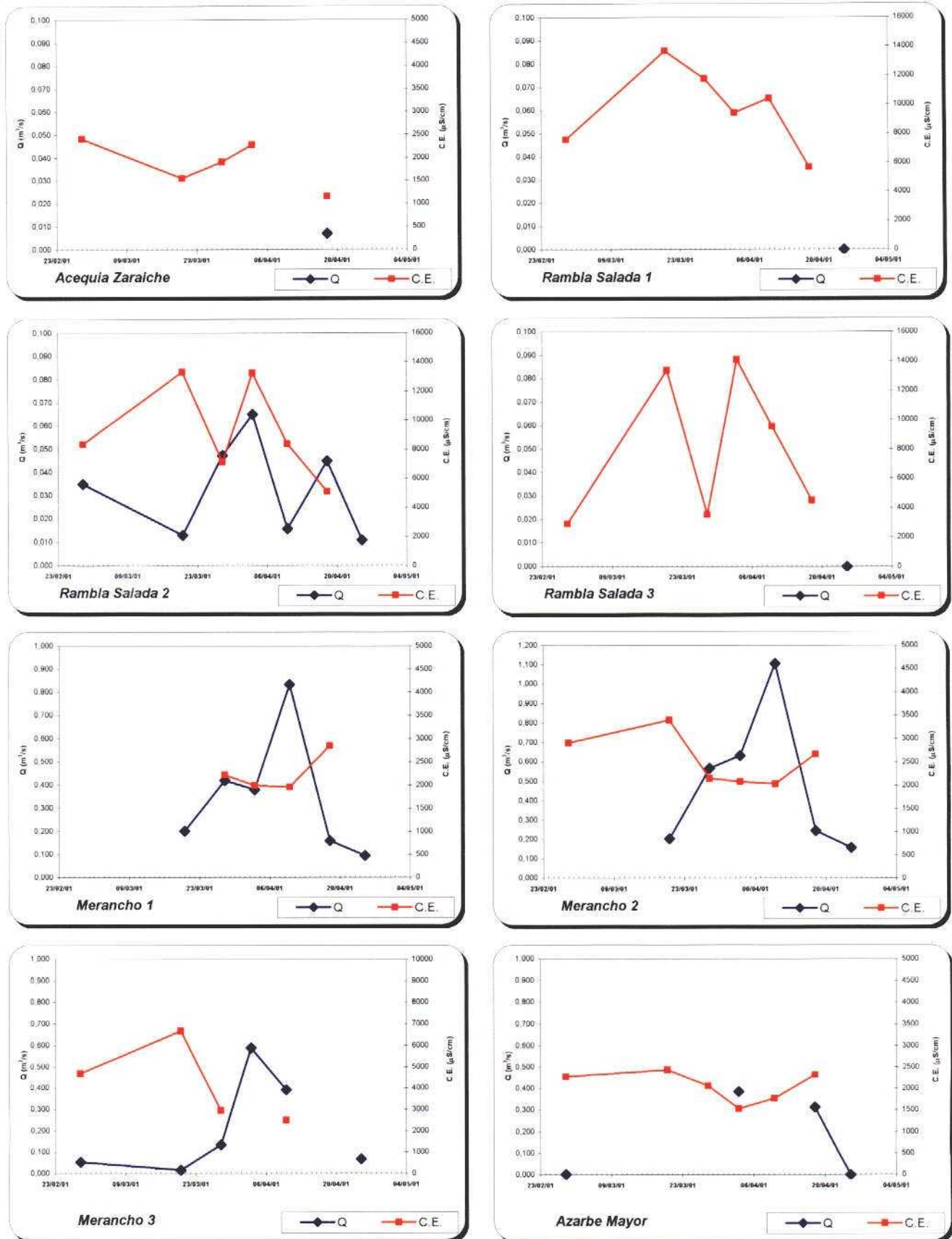


Fig. A3.1. Evolución del caudal y la conductividad eléctrica en los puntos de la red foronómica

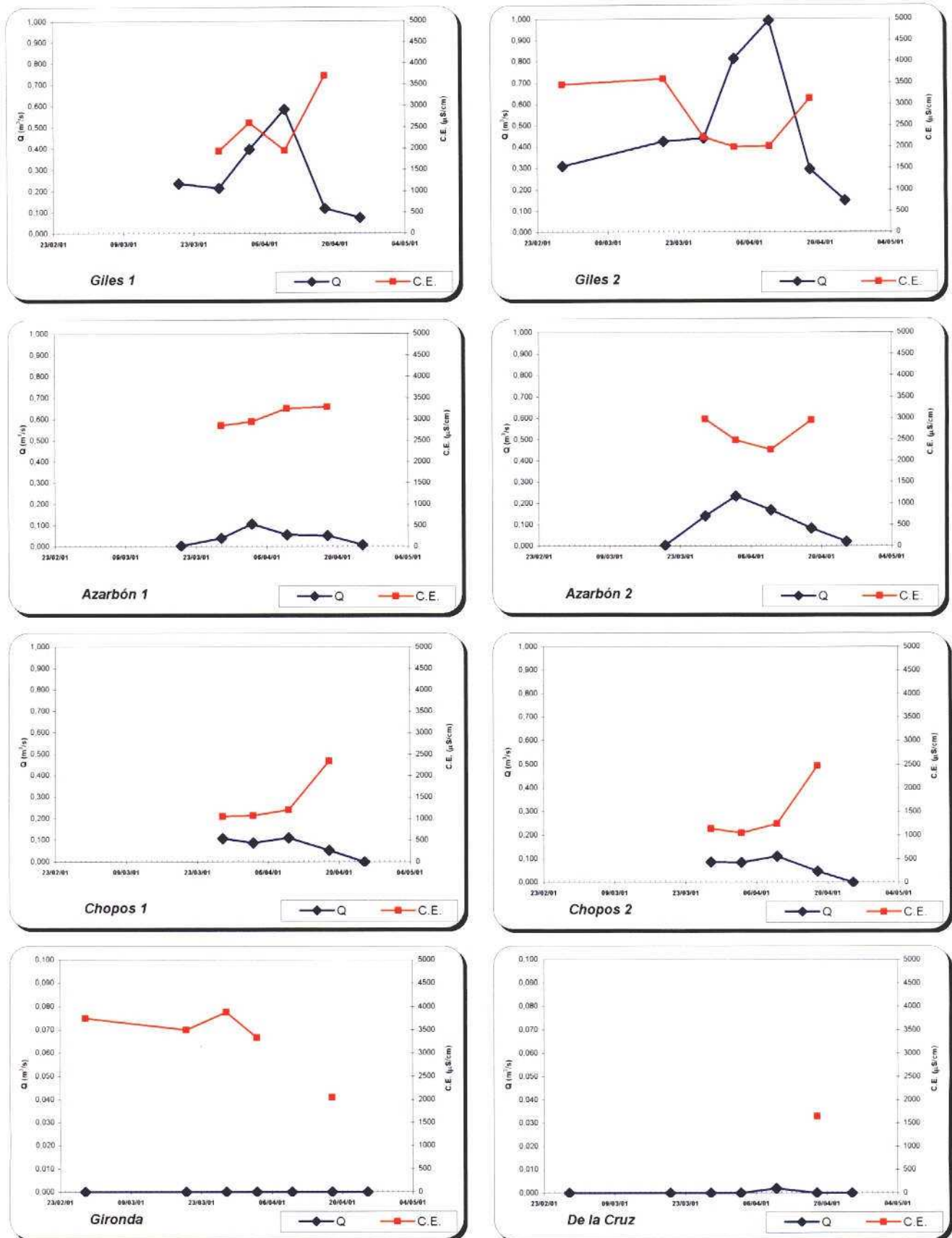




Fig. A3.1. Evolución del caudal y la conductividad eléctrica en los puntos de la red foronómica

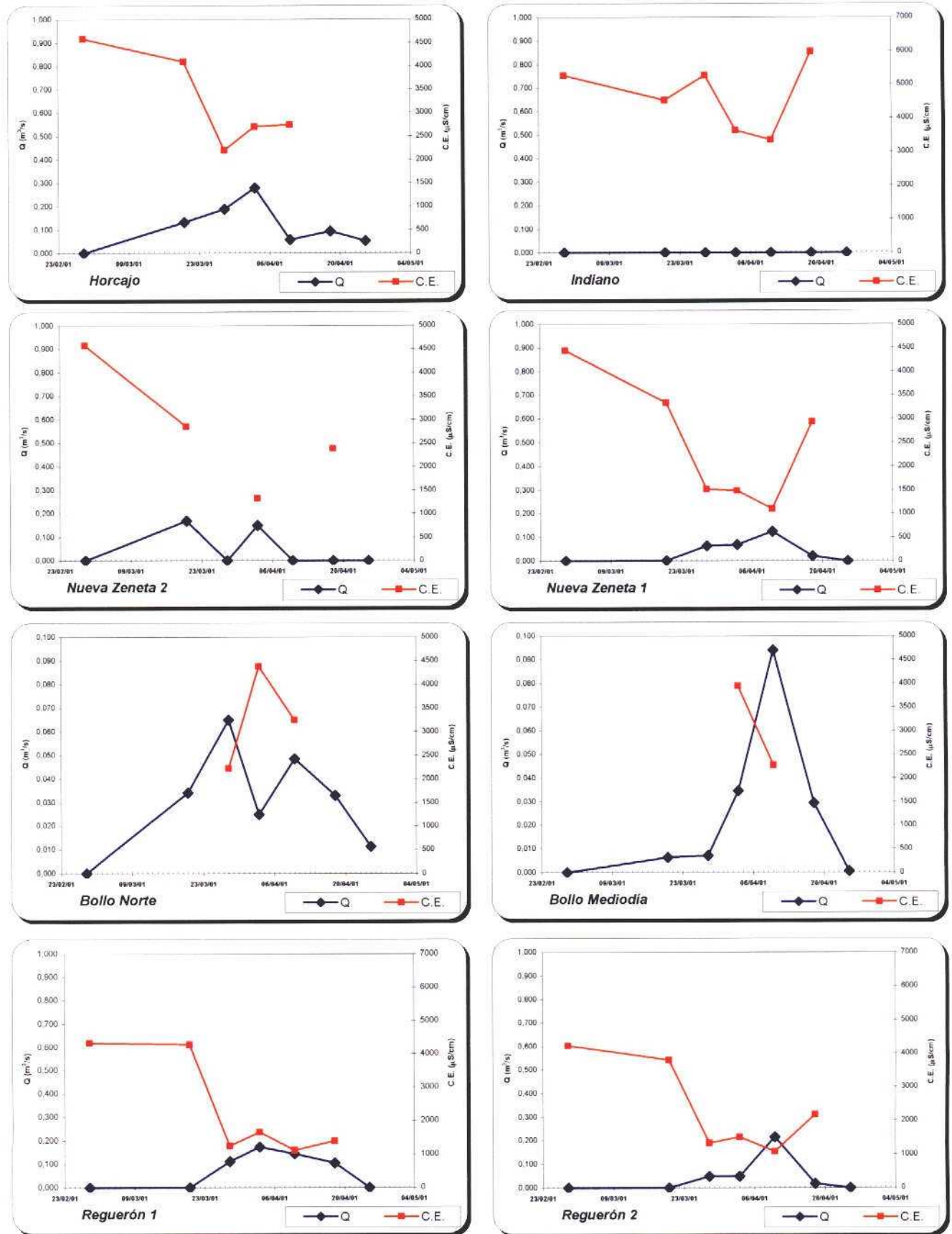
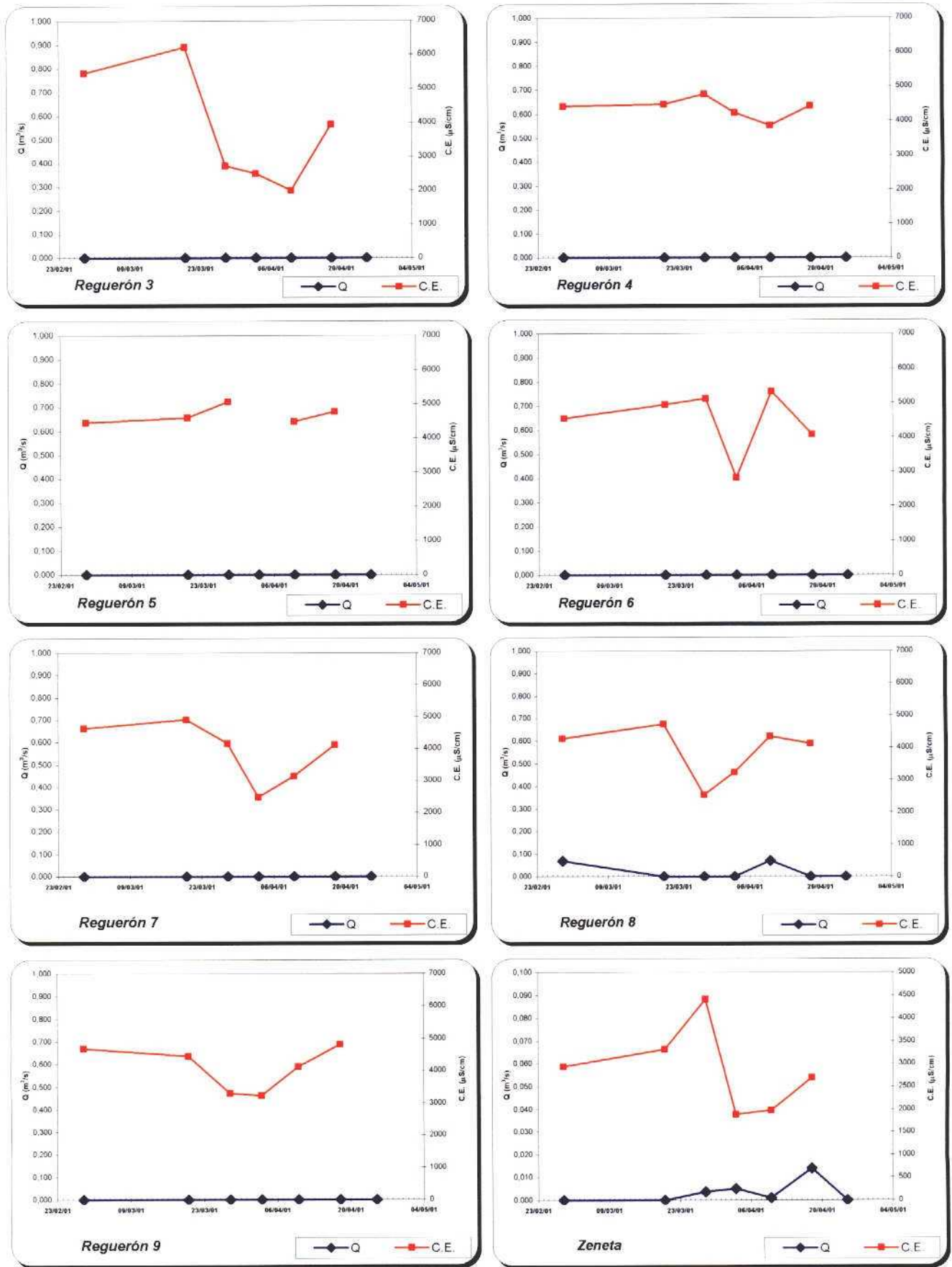


Fig. A3.1. Evolución del caudal y la conductividad eléctrica en los puntos de la red foronómica



**7. NIVELACIÓN TOPOGRÁFICA DE PRECISIÓN**

Con objeto de facilitar la localización y la interpretación de las características piezométricas del acuífero y de sus relaciones con otros acuíferos y con la red de drenaje superficial, se llevó a cabo la nivelación topográfica de precisión de un total de 200 puntos, de los cuales 168 corresponden a puntos de agua y 32 a referencias en cauces.

En cuadro A3.16 se incluye la relación de los puntos que han sido objeto de nivelación.

Cuadro A3.16. Relación de puntos nivelados (1)

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Cota RM
263740060	657500	4204700	57,92
263740056	658600	4205870	51,28
263740064	658400	4203800	55,05
263740065	658900	4203800	55,05
263740066	657110	4206700	55,97
263740067	657160	4205180	58,00
263780018	656372	4198078	130,35
273650008	664800	4208321	40,61
273650029	663270	4207950	40,27
273650033	661870	4209100	70,50
273650047	664800	4208320	39,71
273650059	665470	4211000	56,43
273650067	664540	4209775	49,25
273650069	665970	4208720	38,41
273650071	665230	4207925	39,46
273650090	666220	4210840	49,11
273650092	666450	4210830	49,24
273650095	666400	4209400	36,49
273650095-P1	666400	4209400	36,30
273650095-P2	666400	4209400	36,31
273650095-P3	666400	4209400	36,27
273660042	670800	4210800	34,68
273660357	670511	4211083	33,42
273660386	673600	4209000	36,10
273660405	670912	4212886	30,79
273660407	673525	4209091	37,63
273660422	672900	4210100	37,71
273660491	673050	4212600	34,72
273660525	673690	4216200	40,22
273660526	671800	4217000	112,46
273660555	670487	4209463	38,40
273660591	666850	4209840	37,55
273660605	672930	4214510	32,90
273660610	666840	4208465	37,26
273660612	667355	4208190	36,43

Cuadro A3.16. Relación de puntos nivelados (2)

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Cota RM
273660614	667970	4208020	38,53
273660620	667655	4208820	38,10
273660621	668255	4210025	36,53
273660622	670005	4209115	38,08
273660623	669575	4210015	36,40
273660624	668495	4209445	35,97
273660664	667495	4208725	37,91
273660666	668075	4208730	37,56
273660700	669210	4209220	38,71
273660742	666450	4209920	39,30
273660759	669010	4213060	35,35
273660764	668900	4212100	35,21
273660765	669850	4213400	45,10
273660768	669920	4212310	33,91
273660770	668250	4211070	37,07
273660773	669480	4210890	36,04
273660774	668475	4209100	38,46
273660775	670630	4210460	36,63
273660777	671150	4210850	35,45
273660778	671366	4211240	34,65
273660779	672190	4210455	37,69
273660780	672010	4210280	36,11
273660782	669460	4208340	38,58
273660783	670790	4209050	39,81
273660784	670385	4208080	39,14
273660785	670695	4208025	40,19
273660787	671500	4209100	41,71
273660788	672370	4209060	42,15
273660789	672530	4209310	41,14
273660790	673700	4210125	34,12
273660793	673700	4209100	38,64
273660795	672800	4211000	36,24
273660796	673250	4211416	34,33
273660797	672000	4211900	32,69
273660798	671000	4212200	32,43

Cuadro A3.16. Relación de puntos nivelados (3)

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Cota RM
273660799	671100	4212210	32,36
273660803	671625	4213909	31,54
273660805	671330	4214540	36,92
273660806	669700	4213300	35,05
273660808	669068	4210149	36,20
273660809-P1	669068	4210149	36,39
273660809-P2	669068	4210149	36,38
273660810	669068	4210149	36,33
273660812	668872	4210336	36,20
273660812-P1	668872	4210336	36,36
273660812-P2	668872	4210336	36,37
273660814	673676	4214193	30,46
273660814-P1	673676	4214193	30,44
273660814-P2	673676	4214193	30,45
273660814-P3	673676	4214193	30,41
273660815	672226	4213007	30,50
273660815-P1	672226	4213007	30,46
273660815-P2	672226	4213007	30,44
273660815-P3	672226	4213007	30,44
273660815-P4	672226	4213007	30,51
273660816	670550	4212600	31,38
273660816-P1	670550	4212600	31,25
273660817	670490	4207800	38,68
273660817-P1	670490	4207800	38,70
273660817-P2	670490	4207800	38,78
273660817-P3	670490	4207800	38,75
273660818	672225	4210360	35,50
273660818-P1	672225	4210360	35,55
273670088	674836	4210196	31,52
273670280	675030	4211490	31,35
273670283	674550	4209270	39,93
273670285	673866	4210254	33,67
273670287	676160	4210000	28,83
273670293	677100	4211150	27,45
273670294	674415	4212075	31,32

Cuadro A3.16. Relación de puntos nivelados (4)

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Cota RM
273670296	675830	4211750	27,96
273670301	674800	4212900	32,30
273670303-P1	675830	4211750	28,51
273670303-P2	675830	4211750	28,53
273670303-P3	675830	4211750	28,53
273710179	663076	4202822	46,66
273710246	663920	4206890	39,11
273710260	662700	4204910	46,02
273710277	665525	4207140	38,51
273710288	662300	4205300	46,47
273710291	659719	4205127	50,92
273710311	660080	4203850	55,67
273710312	659980	4203000	55,40
273710315	661750	4206530	47,89
273710317	666650	4205500	41,45
273710321	661460	4203645	50,41
273710322	662855	4203720	45,79
273710326	660325	4205170	50,20
273710327	662700	4203150	47,25
273710328	661740	4205980	47,82
273710330	661955	4205430	45,72
273710332	662040	4207105	45,20
273710333	659450	4205400	53,22
273710335	662065	4203312	49,88
273710338	662252	4204820	46,56
273710344	665800	4202780	45,79
273710345	663770	4202555	46,44
273710346	663770	4202555	46,44
273710348	666100	4206025	42,84
273710378	660325	4205400	50,31
273710395	662955	4204320	45,50
273710425	661080	4206725	49,77
273710436	661200	4206100	49,01
273710453	661380	4207215	46,59
273710481	662400	4204150	47,12



Cuadro A3.16. Relación de puntos nivelados (5)

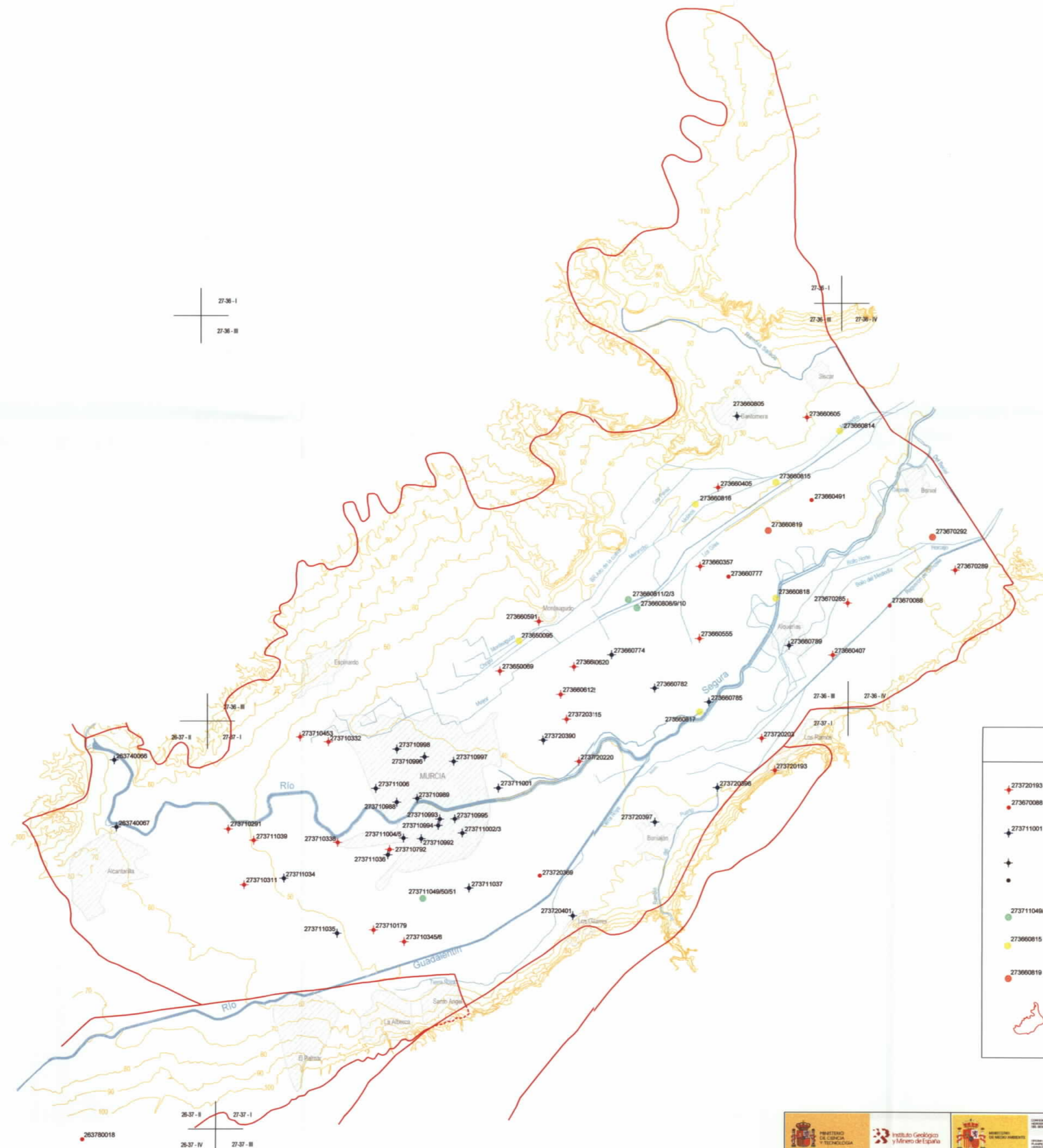
Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Cota RM
273710482	661060	4204175	53,30
273710483	660680	4203800	54,78
273710489	661580	4204300	50,50
273710529	666450	4207060	37,77
273710653	665605	4203900	45,66
273710669	666630	4204035	45,40
273710706	666325	4203310	45,35
273710714	665105	4203365	46,25
273710731	664230	4204045	44,77
273710742	664155	4203660	45,39
273710769	663165	4203200	45,68
273710791	665280	4204805	44,35
273710792	663440	4204660	45,39
273710836	665300	4201480	51,20
273710847	665215	4201425	56,31
273710886	664855	4201915	47,81
273710988	663600	4205742	47,31
273710989	664071	4205825	40,70
273710990	665196	4205735	42,79
273710992	664162	4204909	43,93
273710993	664594	4205359	44,70
273710994	664557	4205213	44,40
273710995	664943	4205364	42,44
273710996	664252	4206769	40,50
273710997	664917	4206667	40,00
273710998	663619	4206942	44,00
273710999	664772	4206025	43,00
273711000	665931	4206064	43,06
273711001	665931	4206064	43,12
273711002	665115	4205039	44,21
273711003	665115	4205037	44,32
273711004	663757	4204923	44,78
273711005	663757	4204923	44,85
273711006	663122	4206052	40,59
273711019	662800	4202790	48,05

Cuadro A3.16. Relación de puntos nivelados (6)

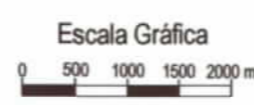
Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Cota RM
273711020	662780	4202075	53,14
273711021	662780	4202075	53,37
273711022	663700	4202700	47,26
273711034	660985	4204000	53,36
273711035	662240	4202745	51,43
273711036	663400	4204540	44,83
273711037	665270	4203780	45,23
273711039	660300	4204870	52,98
273711049	664196	4203540	46,79
273711050	664196	4203540	46,85
273711052	664600	4206200	35,50
273711050-P1	664196	4203540	46,87
273720095	669200	4203250	75,40
273720129	670150	4206660	39,32
273720193	672203	4206476	56,28
273720202	672000	4206700	39,01
273720203	671899	4207199	37,49
273720209	670470	4205850	44,62
273720214	667050	4202000	67,93
273720220	667770	4206670	42,35
273720222	668400	4206165	43,56
273720223	667165	4206110	42,99
273720230	668520	4207365	40,70
273720232	669430	4207425	38,84
273720233	667070	4207465	38,82
273720236	669300	4205300	45,25
273720253	669385	4206060	41,51
273720276	669050	4204100	58,83
273720288	669965	4207125	38,62
273720315	667490	4207625	39,42
273720369	666875	4204065	45,62
273720390	666950	4207150	39,97
273720393	671580	4207200	36,43
273720395	670483	4206750	37,49
273720396	670900	4206080	40,85
273720397	669460	4205300	45,01

Cuadro A3.16. Relación de puntos nivelados (7)

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Cota RM
273720398	668100	4204400	42,45
273720400	669750	4204800	50,72
273720401	667640	4203150	50,03
273720402	668055	4203305	50,61
273720407	666890	4202680	43,00
Az. Beniel	671580	4207190	36,71
Az. Bollo Norte	672990	4210300	35,70
Az. Horcajo	676175	4211540	28,95
Az. Landrona	669068	4210149	36,29
Az. Mayor	674960	4214560	30,09
Az. Merancho - 814	673676	4214193	30,13
Az. Paredón	675690	4212490	27,46
Az. Merancho - 815	672226	4213007	30,34
Az. Merancho - 816	670400	4212500	31,86
Azarbón - 095	666390	4209400	36,98
Azarbón - 1	665900	4209100	37,16
Bollo Mediodía	675050	4211175	30,88
Bollo Norte	674900	4211280	31,32
Chopos 1	665950	4209000	37,23
Chopos 2	666275	4209300	37,15
Giles 1	670300	4211200	33,75
Giles 2	674680	4214425	29,78
Giles 3	671520	4212175	32,79
Hurchillo 1	673250	4208650	40,31
Hurchillo 2	674500	4209830	33,83
Merancho 1	672525	4213200	30,34
Merancho 2	674250	4214490	30,67
Reguerón	667400	4204025	41,48
Segura - 1	657400	4206100	56,47
Segura - 2	657880	4205000	60,00
Segura - 3	660250	4205250	51,85
Segura - 4	671880	4209200	39,56
Segura - 5	672060	4209540	39,94
Segura - 6	672300	4210480	37,06
Segura - 7	674650	4212200	35,54
Segura - 8	675075	4213250	35,13

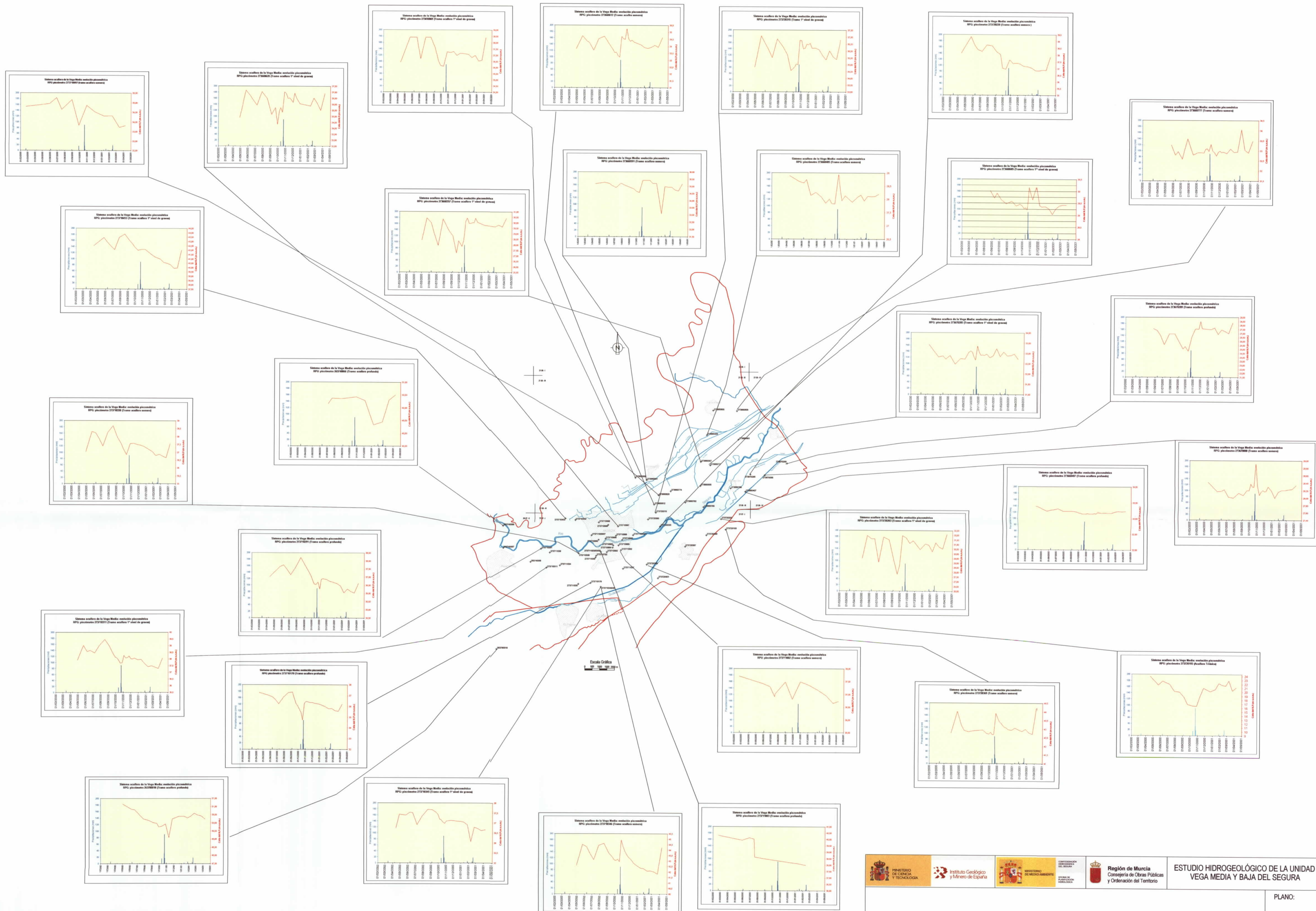


LEYENDA	
273720193 273670088	Puntos de la red piezométrica general
273711001	Puntos de la red piezométrica urbana y periurbana
+	Sondeo mecánico
•	Pozo excavado
273711049/50/51	Emplazamiento de parcelas para el estudio de la infiltración
273660015	Emplazamiento de baterías de sondes para el estudio de la relación río - acuífero
273660019	Emplazamiento de baterías de sondes para el estudio del gradiente vertical
	Límite del acuífero de la Vega Media



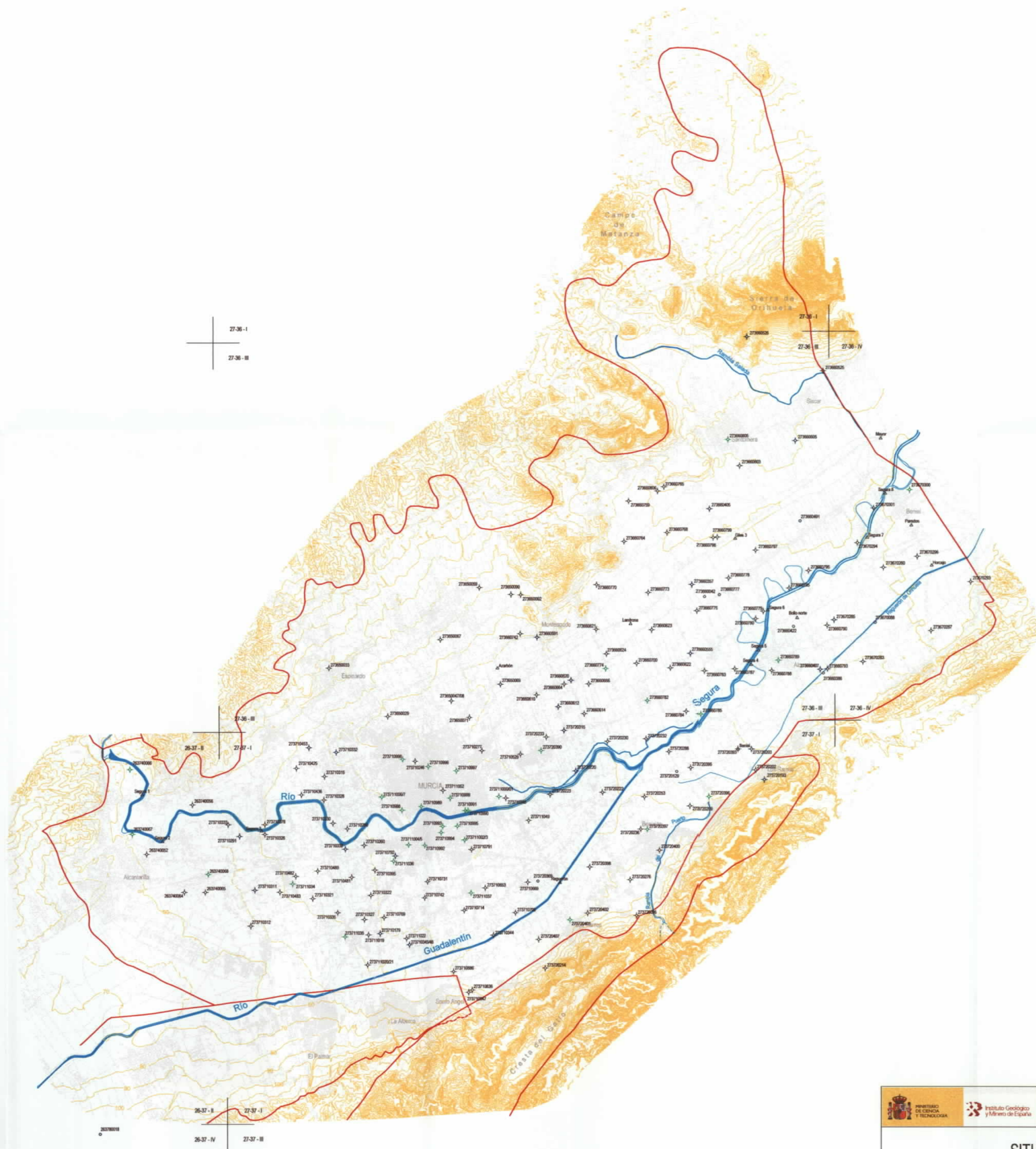
Base cartográfica: Mapa topográfico nacional a escala 1: 25 000 del Instituto Geográfico Nacional





Base cartográfica: Mapa topográfico nacional a escala 1: 25 000 del Instituto Geográfico Nacional



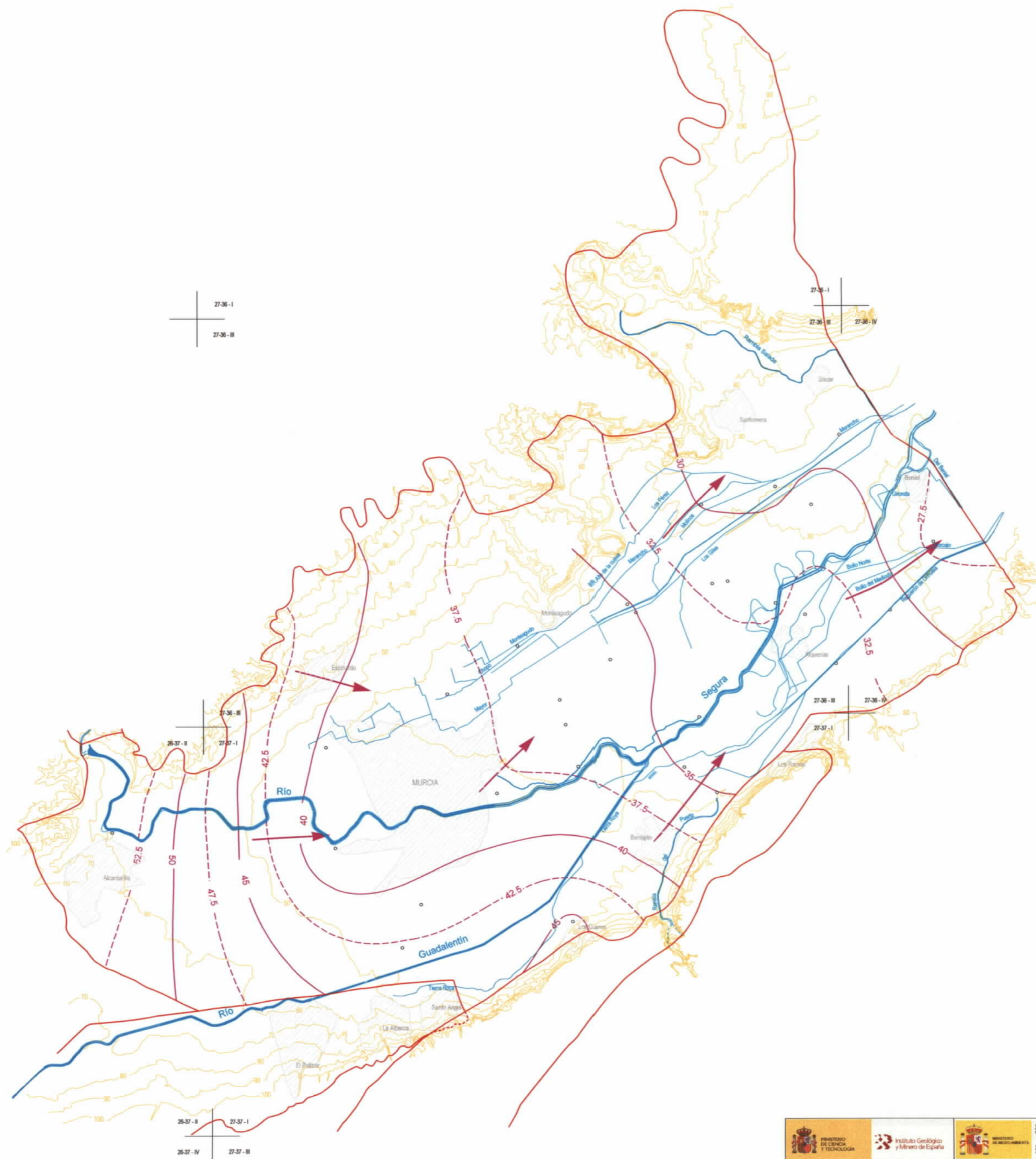


LEYENDA	
RED PIEZOMÉTRICA GENERAL	
○	Pozo excavado
⊕	Sondeo mecánico
PUNTOS MEDIDOS EX PROFESO EN LA CAMPAÑA FLASH	
○	Pozo excavado
⊕	Sondeo mecánico
△	Aguas superficiales
RED PIEZOMÉTRICA URBANA Y PERIURBANA	
⊕	Sondeo mecánico

Base cartográfica: Mapa topográfico nacional a escala 1:25 000 del Instituto Geográfico Nacional







LEYENDA	
	Línea isopieza del tramo acuífero somero y su cota en m s.n.m.
	Punto de apoyo para el trazado de las isopiezas
	Dirección preferente del flujo subterráneo
	Límite del acuífero de la Vega Media

Base cartográfica: Mapa topográfico nacional a escala 1: 25 000 del Instituto Geográfico Nacional

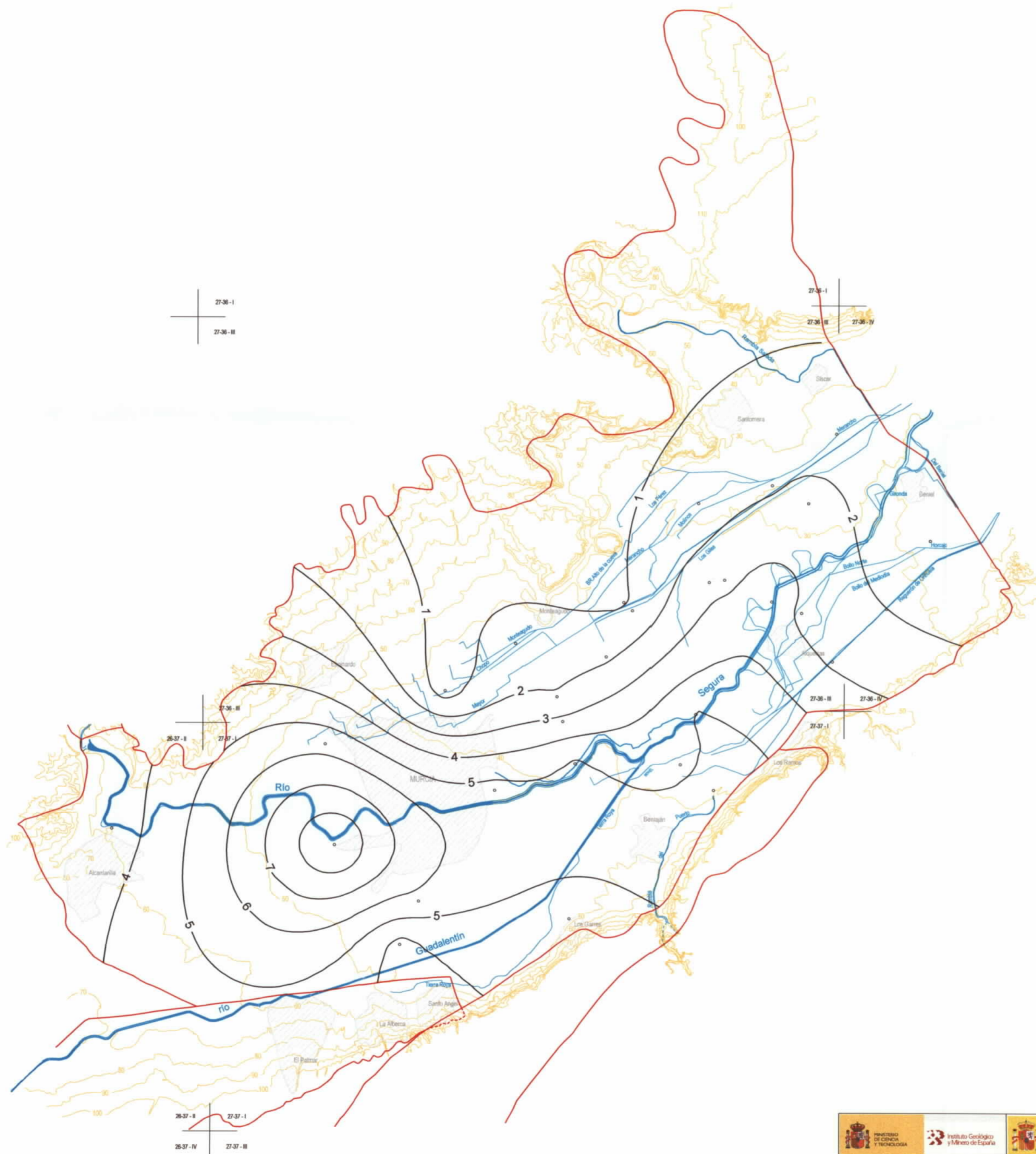
Escala Gráfica  
0 500 1000 1500 2000 m

			<b>Región de Murcia</b> Consejería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio	<b>ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE LA UNIDAD VEGA MEDIA Y BAJA DEL SEGURA</b>
--	--	--	---	---

**CIRCULACIÓN SUBTERRÁNEA EN EL TRAMO ACUÍFERO SOMERO**  
(Campana de 11-21/12/2000)

PLANO:  
**A3.4**





LEYENDA	
	5 Línea de igual espesor de la zona no saturada (m)
	Punto de apoyo para el trazado de las isolinias
	Limite del acuífero de la Vega Media

Base cartográfica: Mapa topográfico nacional a escala 1: 25 000 del Instituto Geográfico Nacional

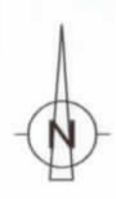


				ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA UNIDAD VEGA MEDIA Y BAJA DEL SEGURA
--	--	--	--	--

**ESPESOR DE LA ZONA NO SATURADA**  
(Campaña del 11 - 21/12/2000)

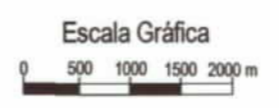
PLANO:  
**A3.5**





LEYENDA	
	Línea de isoespesor del tramo acuífero somero (m)
	Límite del acuífero de la Vega Media

Base cartográfica: Mapa topográfico nacional a escala 1: 25 000 del Instituto Geográfico Nacional

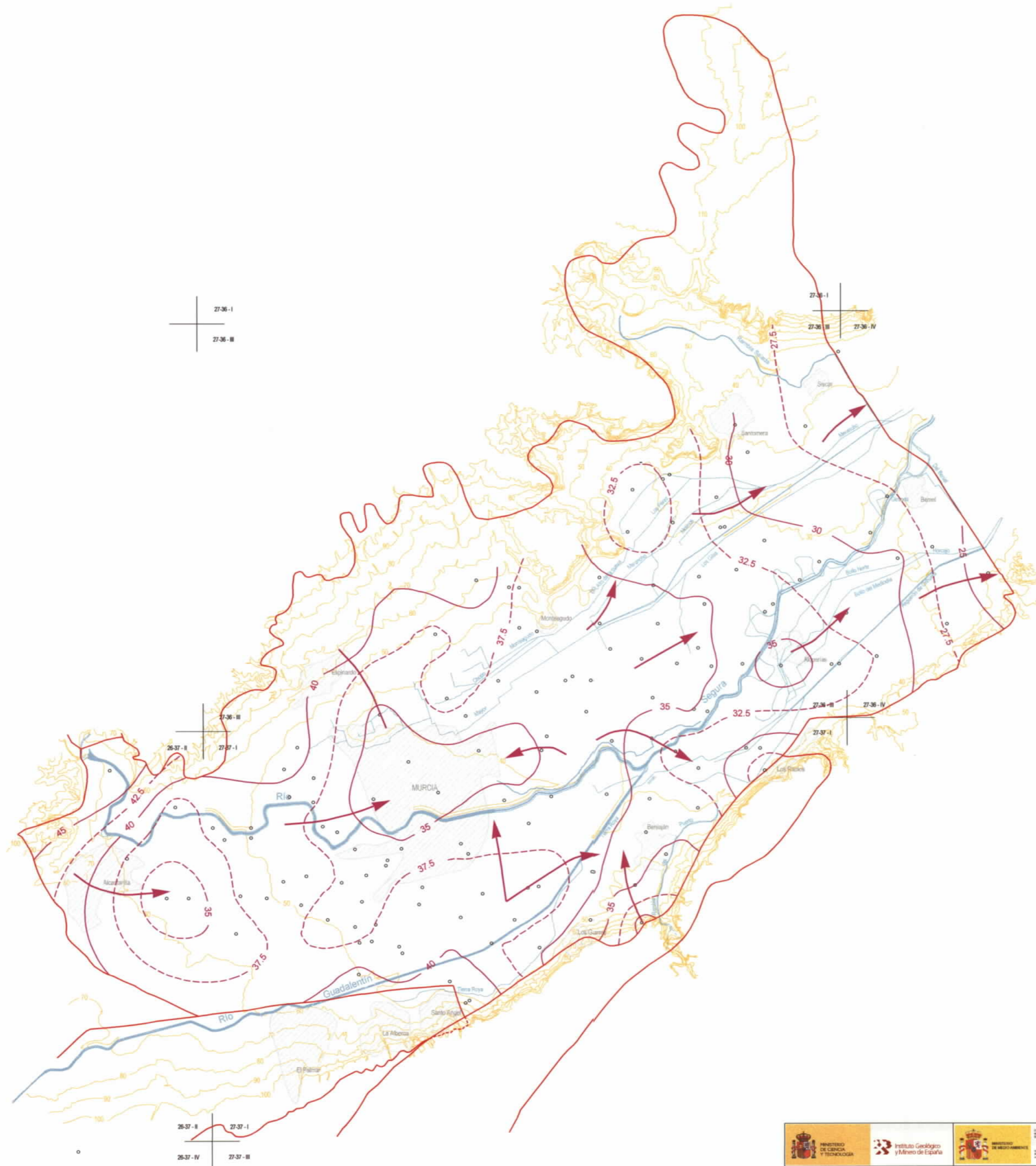


				<b>ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE LA UNIDAD VEGA MEDIA Y BAJA DEL SEGURA</b>
--	--	--	--	---

**ESPESOR DEL ACUÍFERO SOMERO**  
(Campaña 11/22 Diciembre de 2000)

PLANO:  
**A3.6**





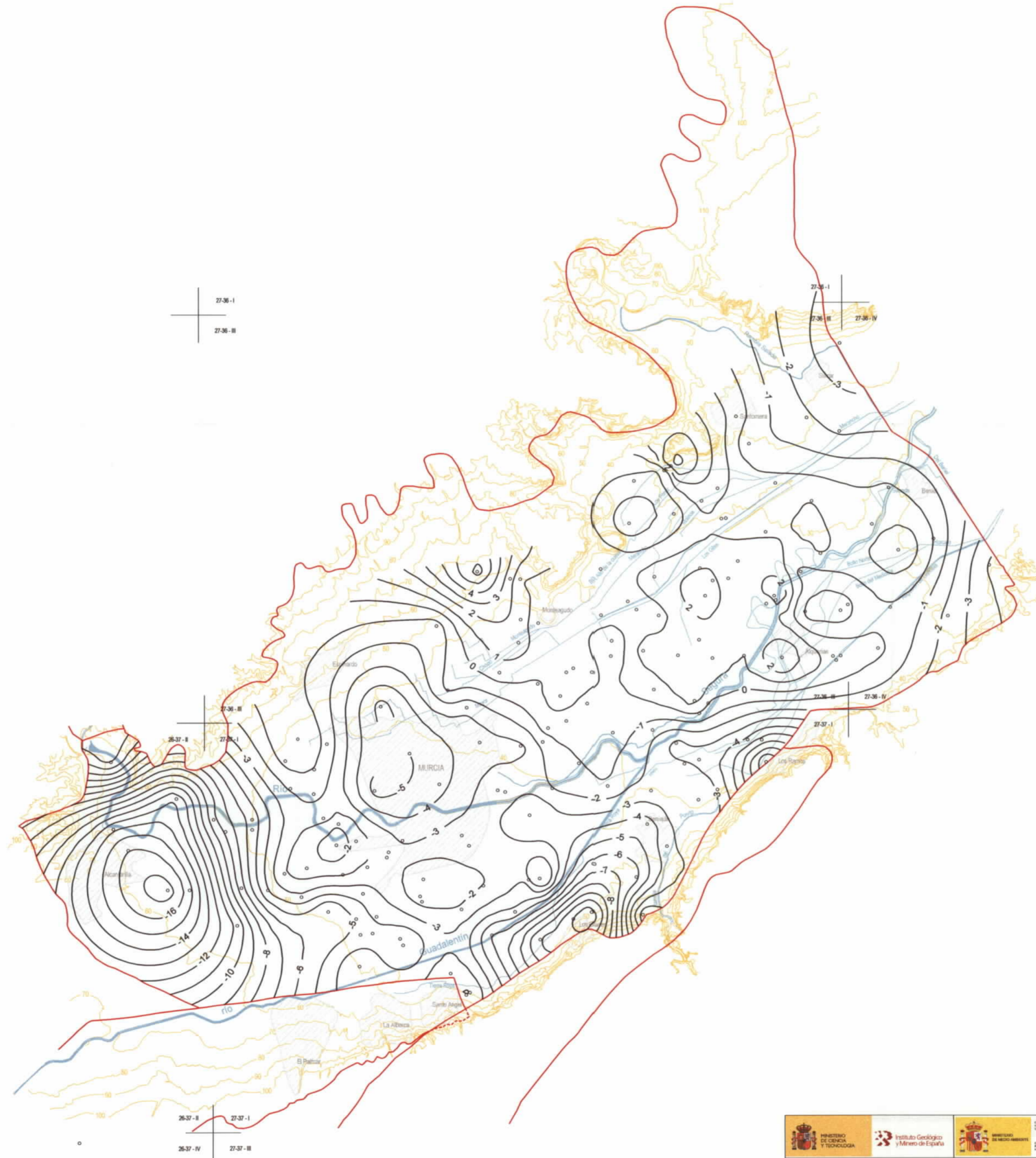
LEYENDA	
	Línea isopleza del tramo acuífero profundo y su cota en m.s.n.m.
	Punto de apoyo para el trazado de las isolinias
	Dirección preferente del flujo subterráneo
	Límite del acuífero de la Vega Media



Base cartográfica: Mapa topográfico nacional a escala 1:25 000 del Instituto Geográfico Nacional

				ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE LA UNIDAD VEGA MEDIA Y BAJA DEL SEGURA
<b>CIRCULACIÓN SUBTERRÁNEA EN EL TRAMO ACUÍFERO PROFUNDO</b> (Campaña de 21/12/2000)				PLANO: <b>A3.7</b>





**LEYENDA**

Isolneas de igual diferencia entre cota de N.P. del tramo acuífero profundo y cota de S.L. del tramo acuífero somero

Valores positivos: cota N.P. > cota S.L.  
Valores negativos: cota N.P. < cota S.L.

Límite del acuífero de la Vega Media

Base cartográfica: Mapa topográfico nacional a escala 1: 25 000 del Instituto Geográfico Nacional

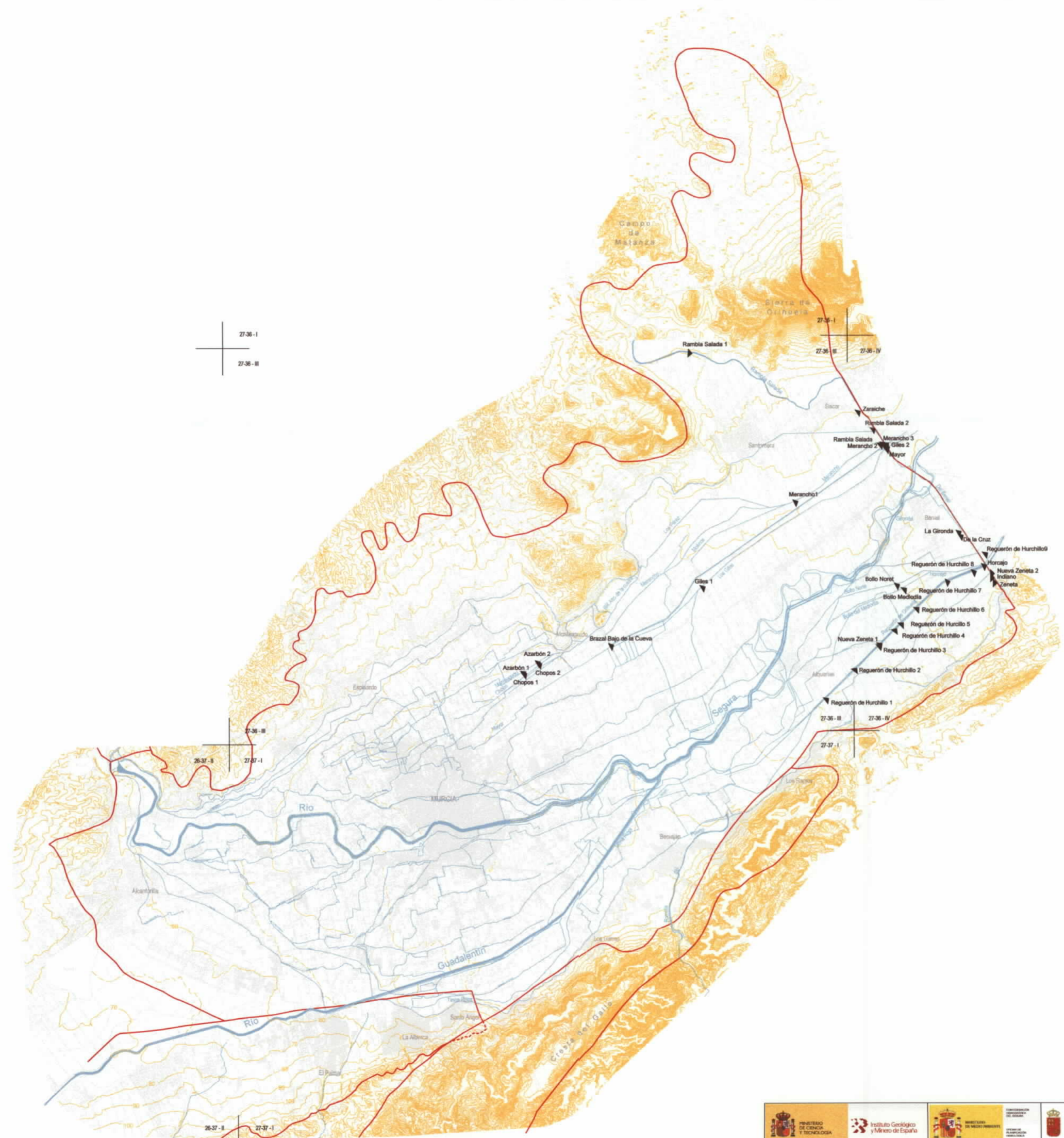


				<b>ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE LA UNIDAD VEGA MEDIA Y BAJA DEL SEGURA</b>
<b>PIEZOMETRÍA DIFERENCIAL ENTRE LOS TRAMOS ACUÍFEROS SOMERO Y PROFUNDO</b> (Campaña de 11 - 21/12/2000)				PLANO: <b>A3.8</b>





27-36-I  
27-36-II



**LEYENDA**

- ▼ Cites 1 Sección de aforo
- Límite del acuífero de la Vega Media



Base cartográfica: Mapa topográfico nacional a escala 1: 25 000 del Instituto Geográfico Nacional

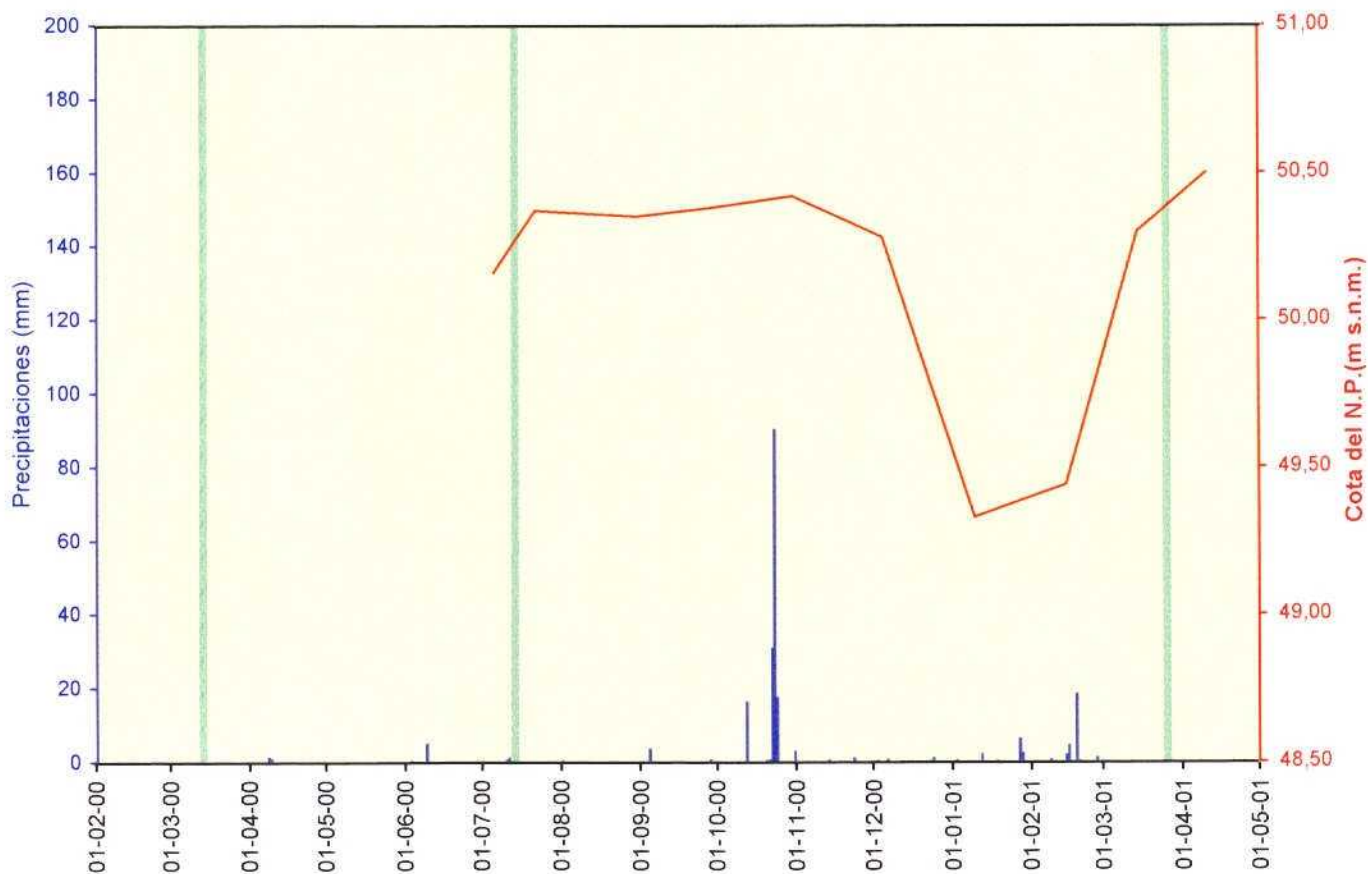
				<b>ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE LA UNIDAD VEGA MEDIA Y BAJA DEL SEGURA</b>
--	--	--	--	---

<b>RED FORONÓMICA DEL ESTUDIO</b>	<b>PLANO: A3.9</b>
-----------------------------------	--------------------

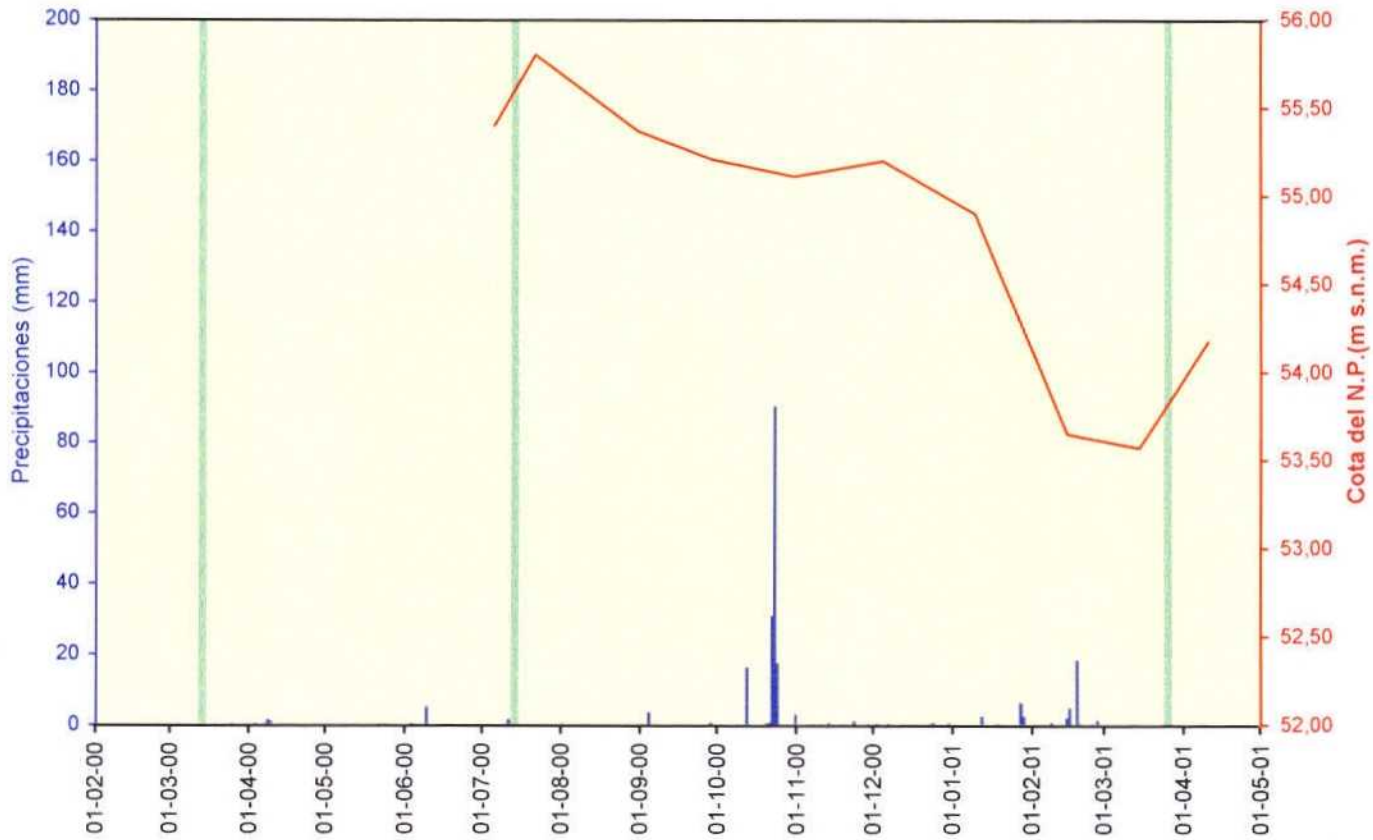


**8. APÉNDICE A3.1. EVOLUCIONES PIEZOMÉTRICAS**

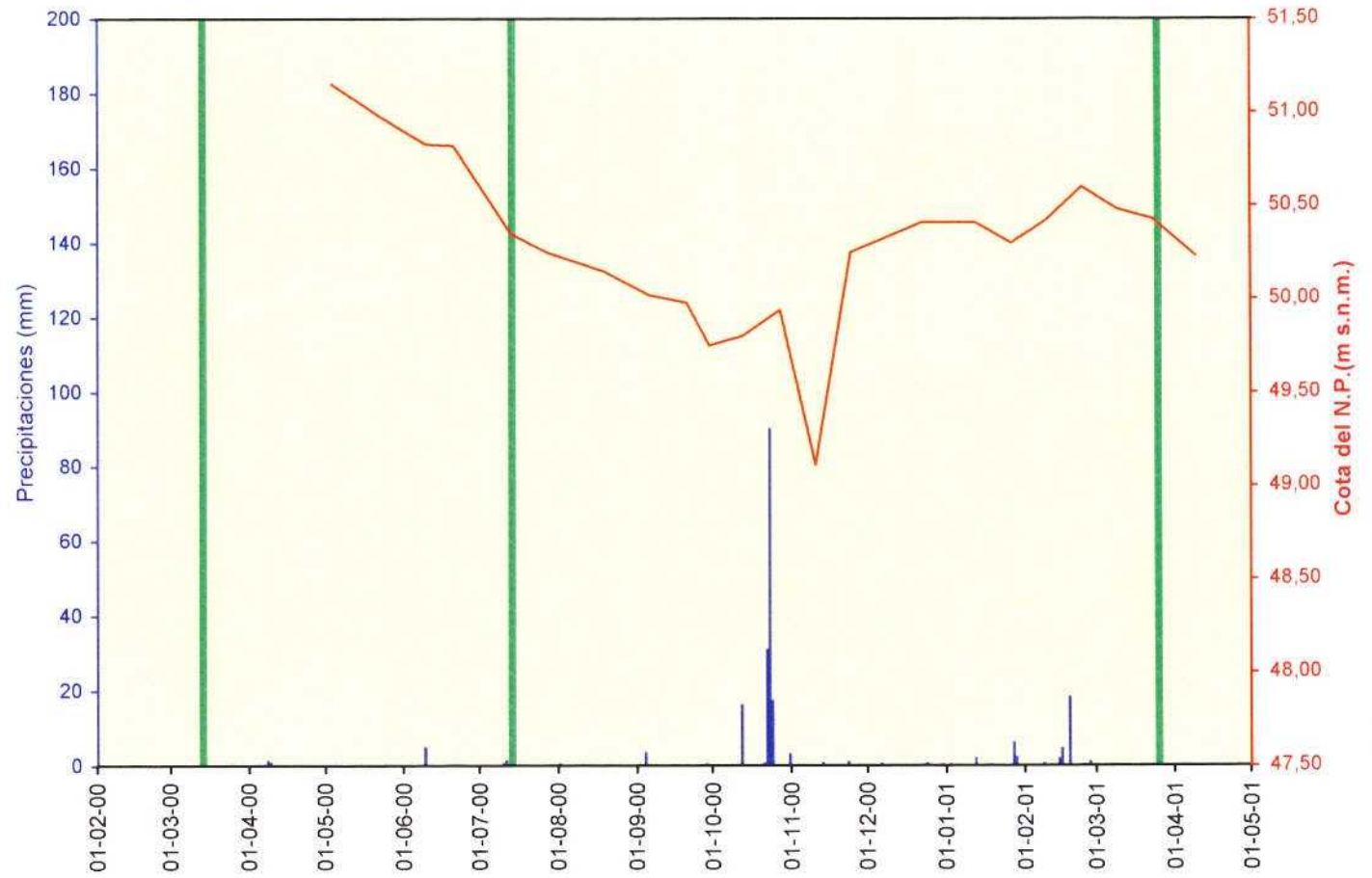
Sistema acuifero de la Vega Media: evolución piezométrica  
 RPU: piezómetro 263740066 (Tramo acuifero 1º nivel de gravas)



Sistema acuifero de la Vega Media: evolución piezométrica  
RPU: piezómetro 263740067 (Tramo acuifero somero)

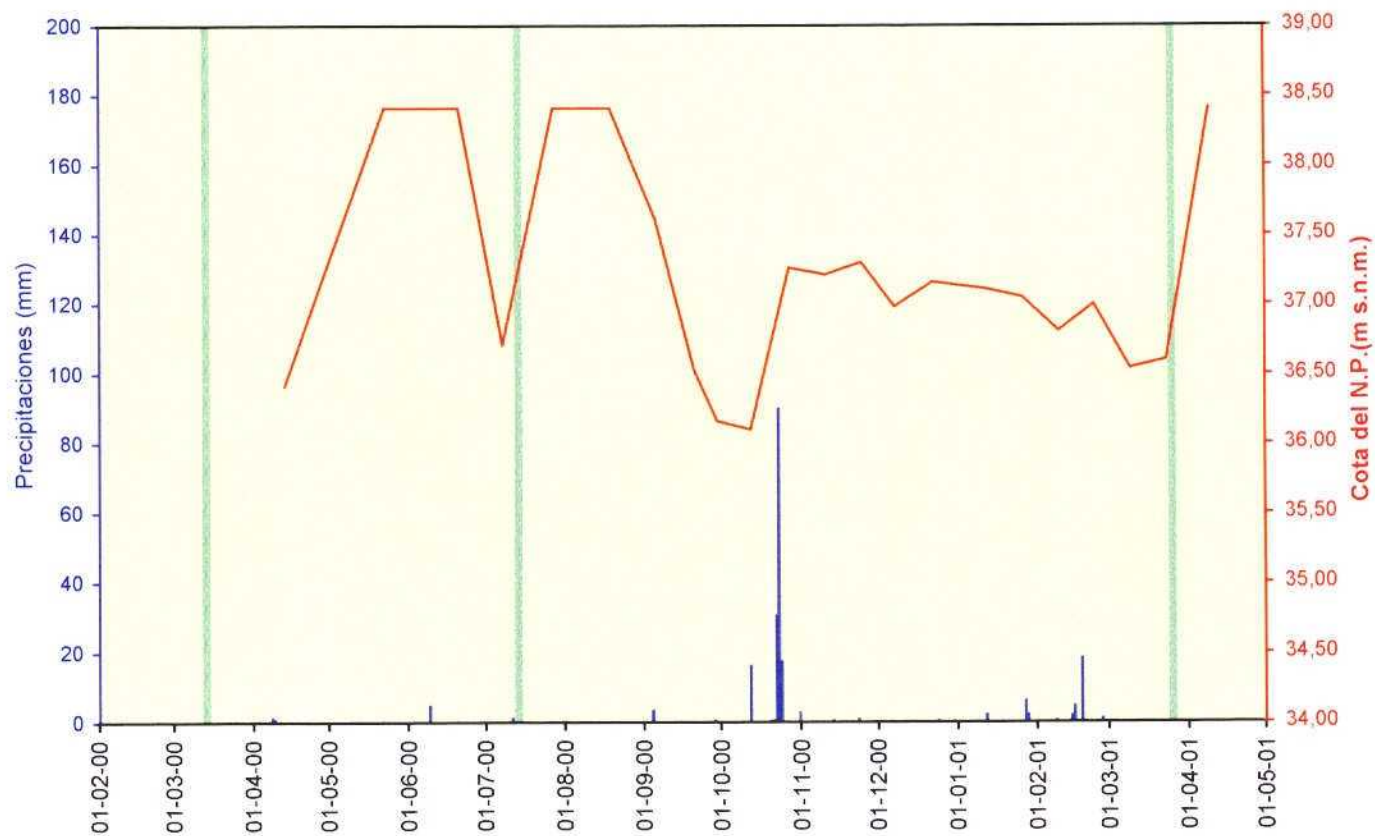


Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica  
 RPG: piezómetro 263780018 (Tramo acuífero profundo)

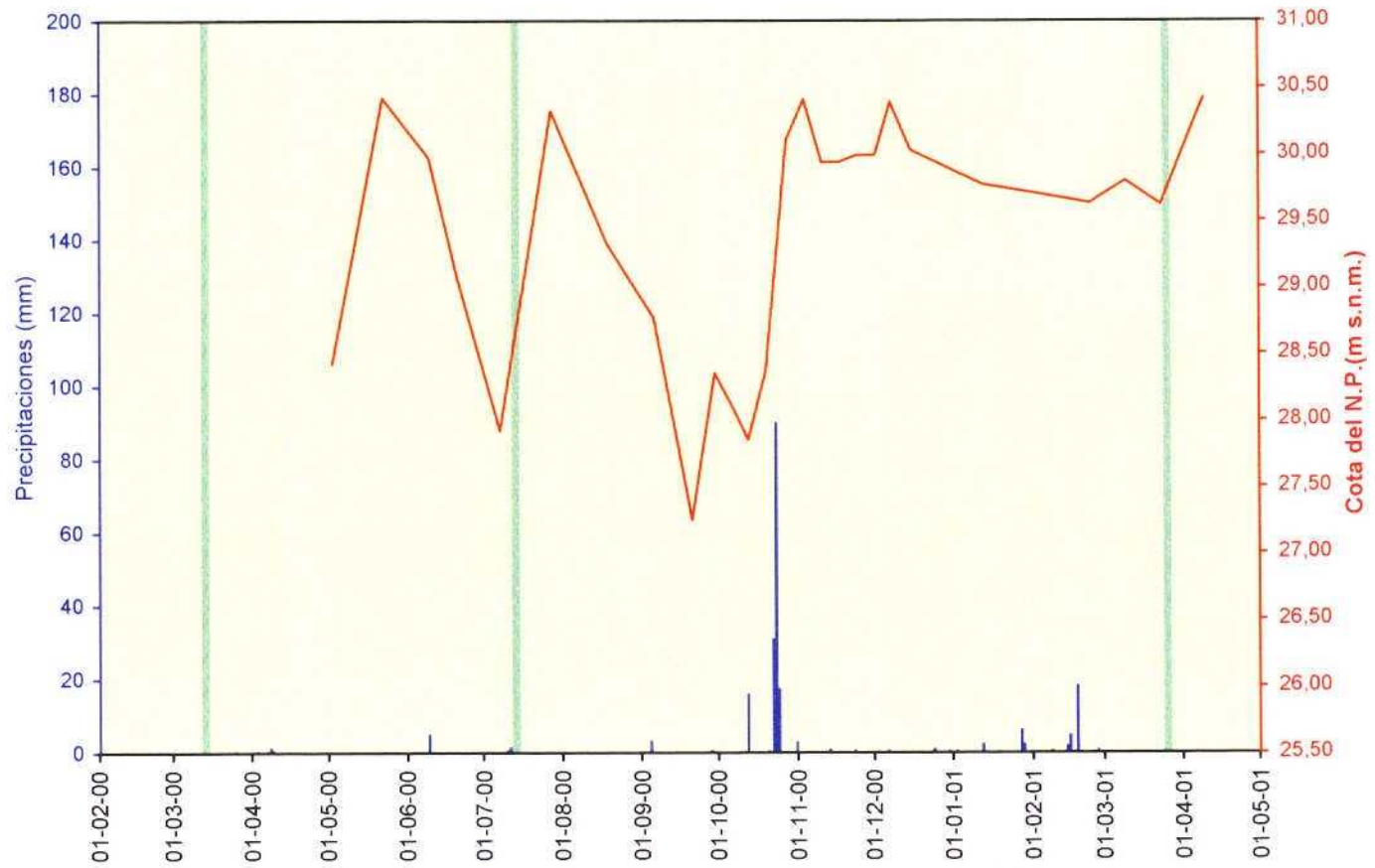




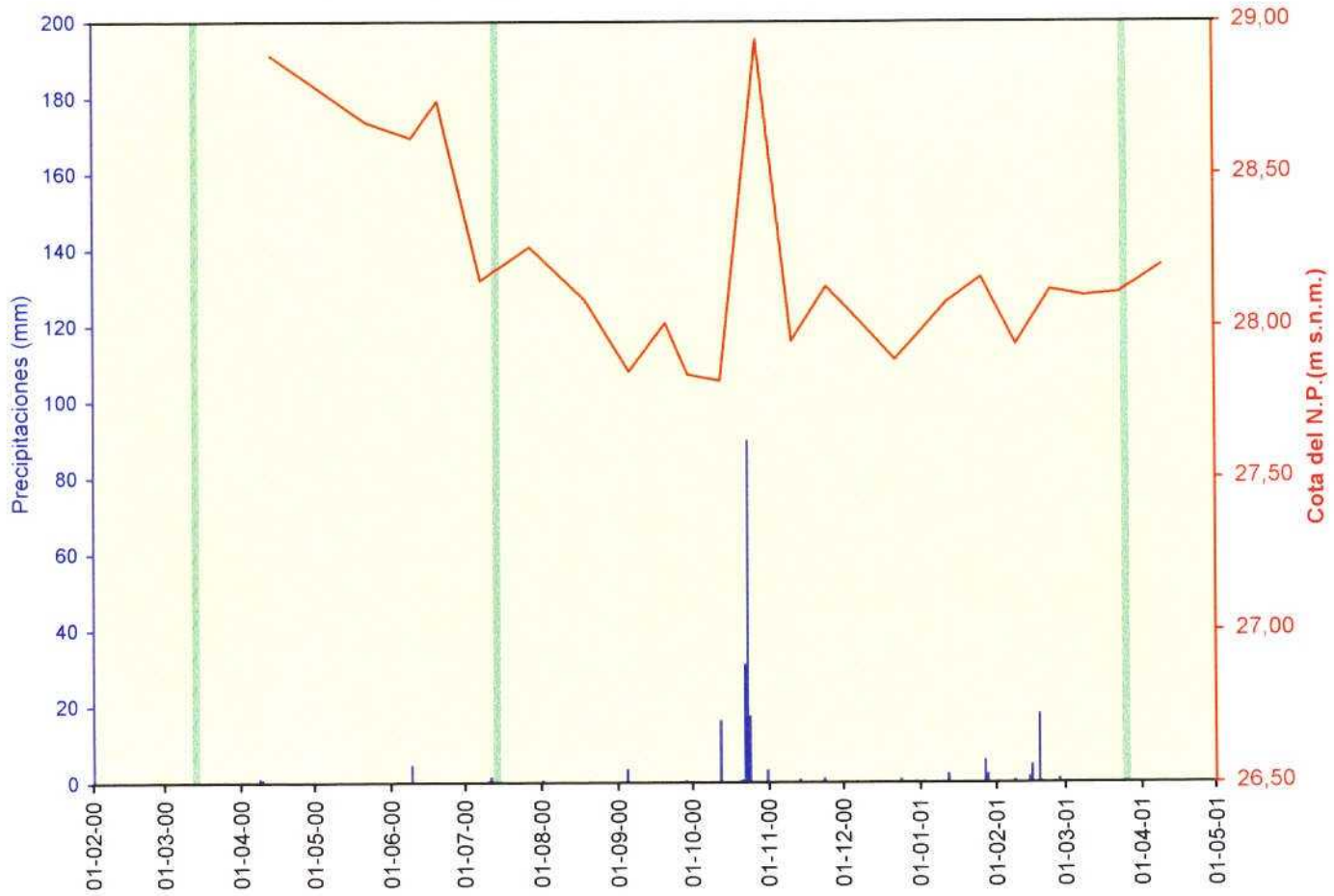
**Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPG: piezómetro 273650069 (Tramo acuífero 1º nivel de gravas)**



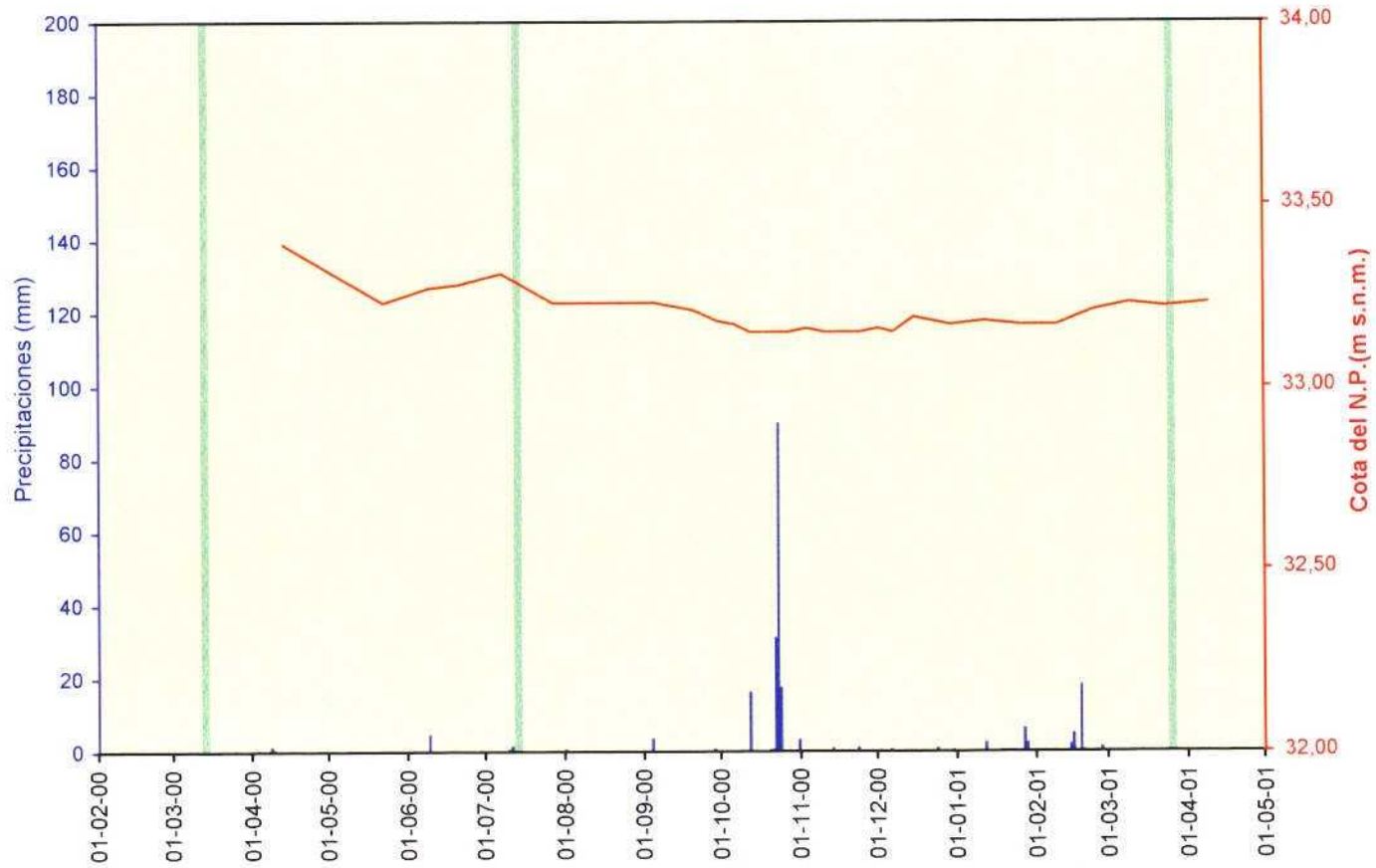
**Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPG: piezómetro 273660357 (Tramo acuífero 1º nivel de gravas)**



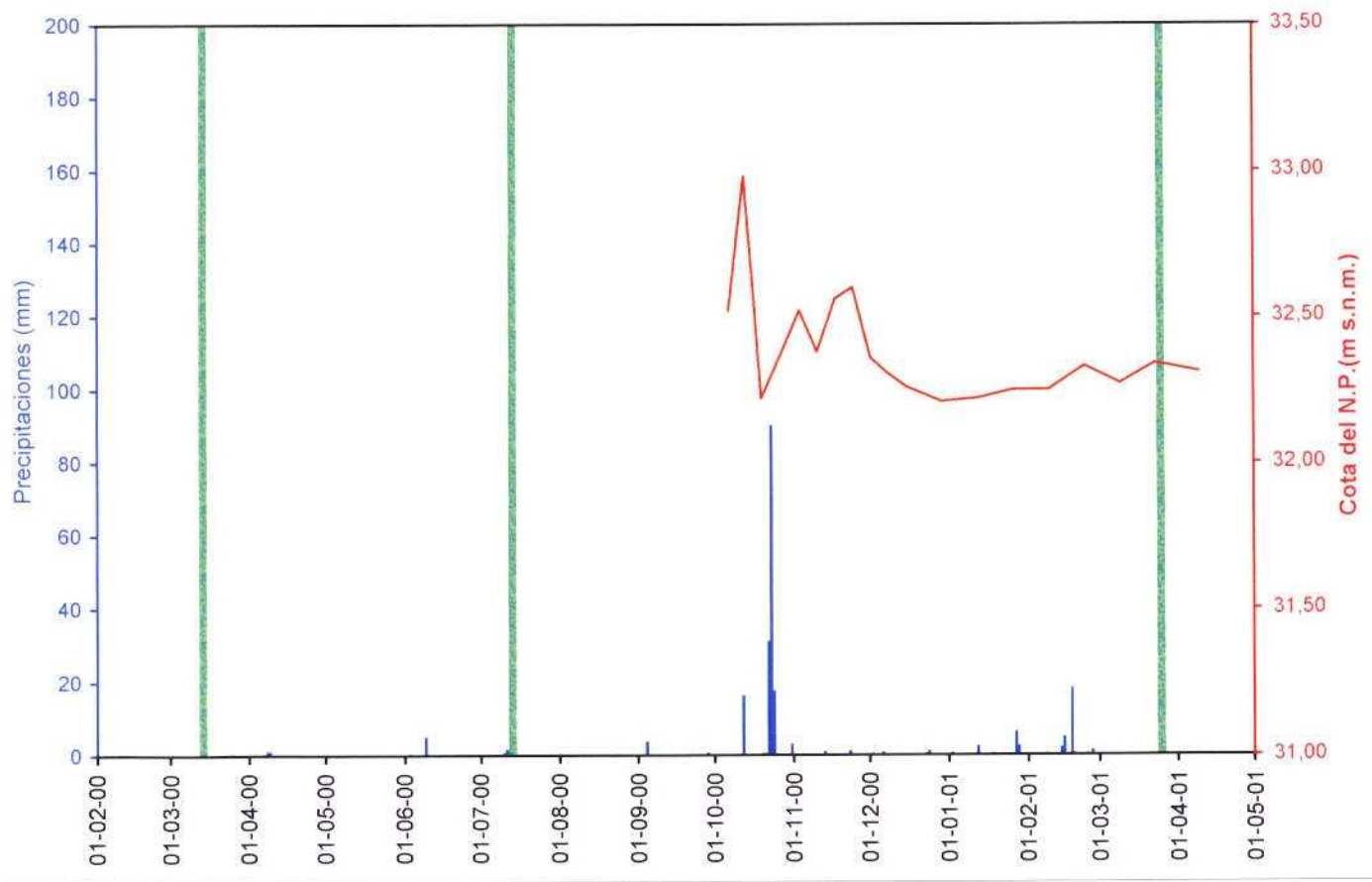
Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica  
 RPG: piezómetro 273660405 (Tramo acuífero profundo)



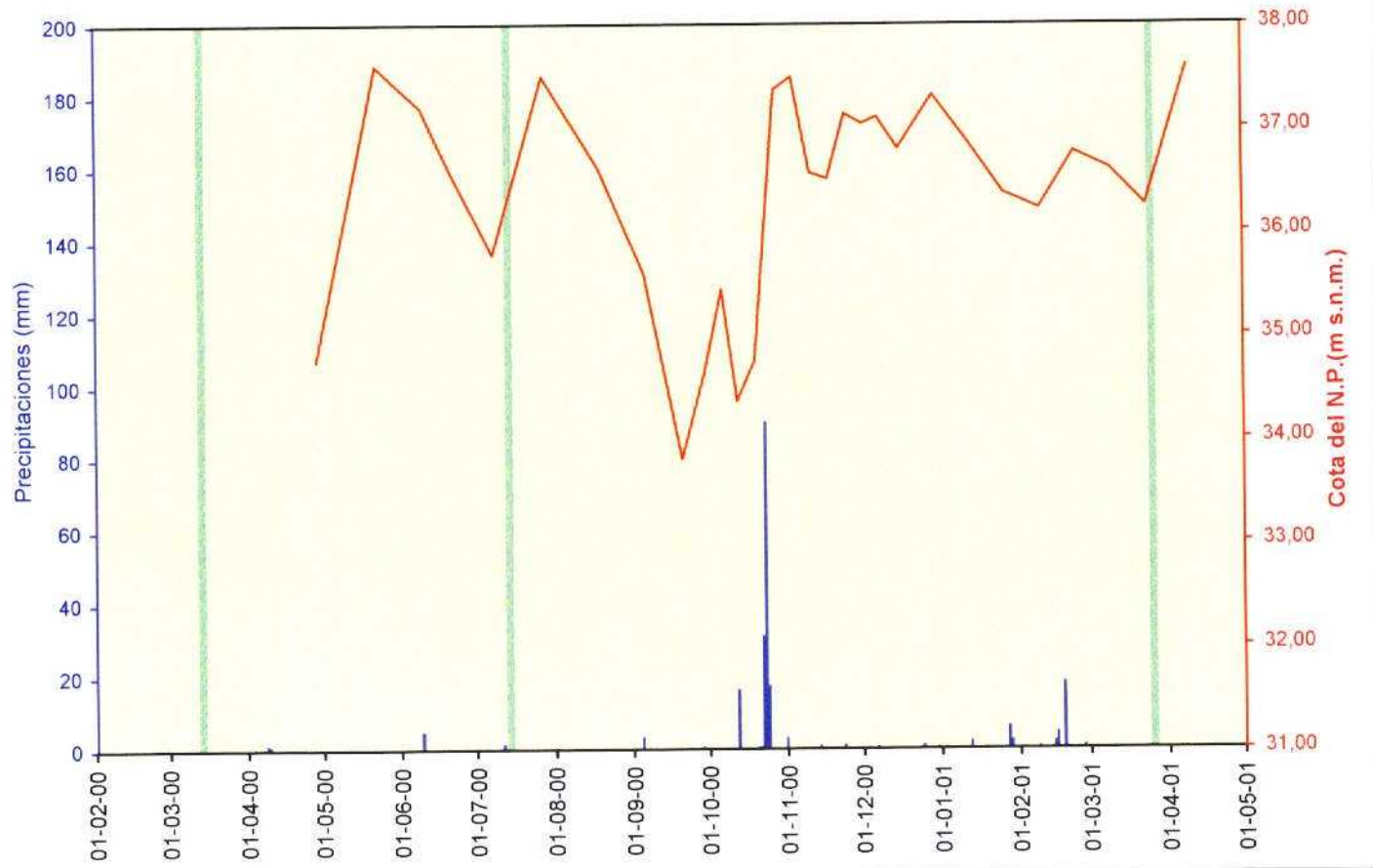
Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica  
 RPG: piezómetro 273660407 (Tramo acuífero somero)



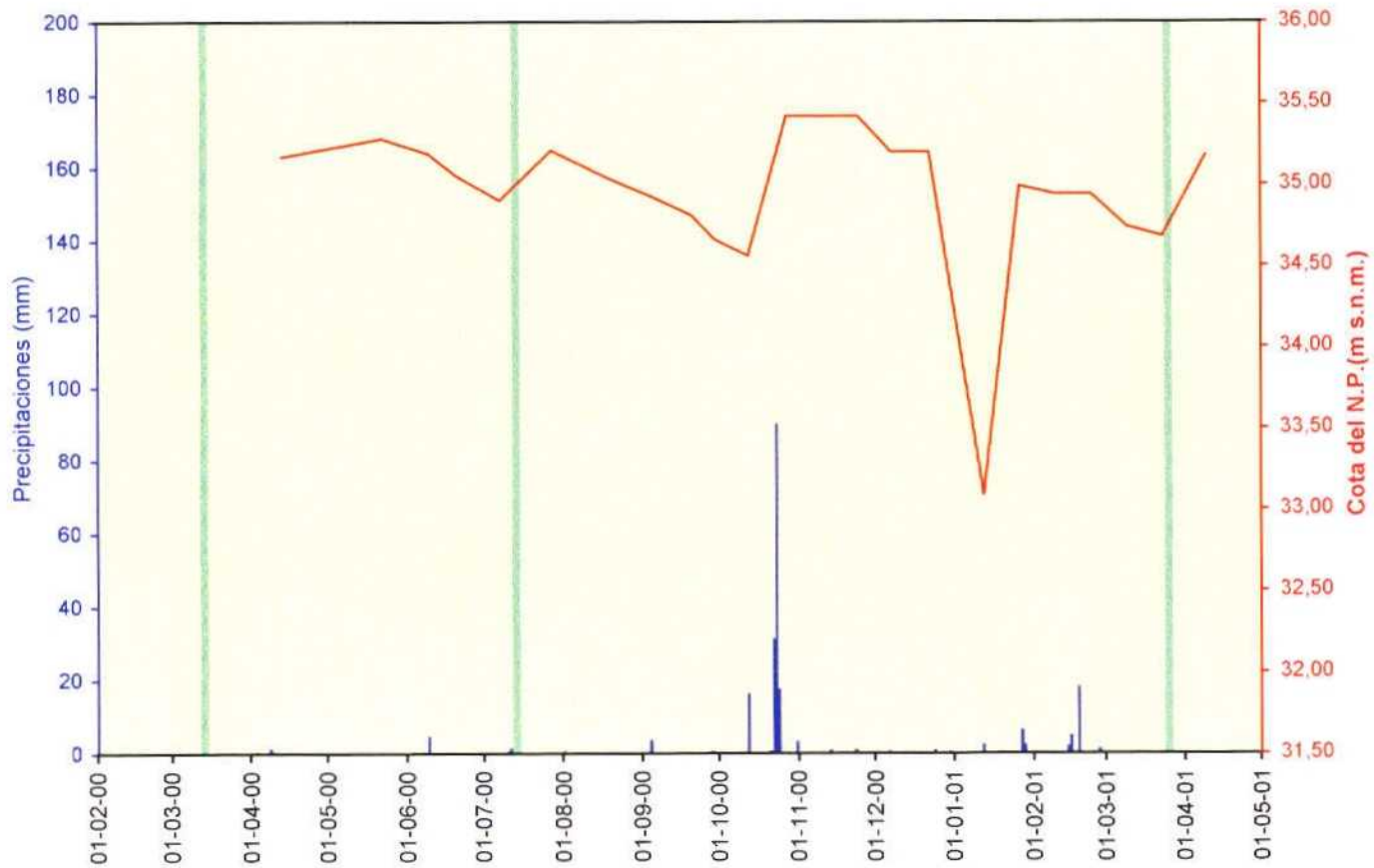
**Sistema acuifero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPG: piezómetro 273660491 (Tramo acuifero somero)**



**Sistema acuifero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPG: piezómetro 273660555 (Tramo acuifero 1º nivel de gravas)**

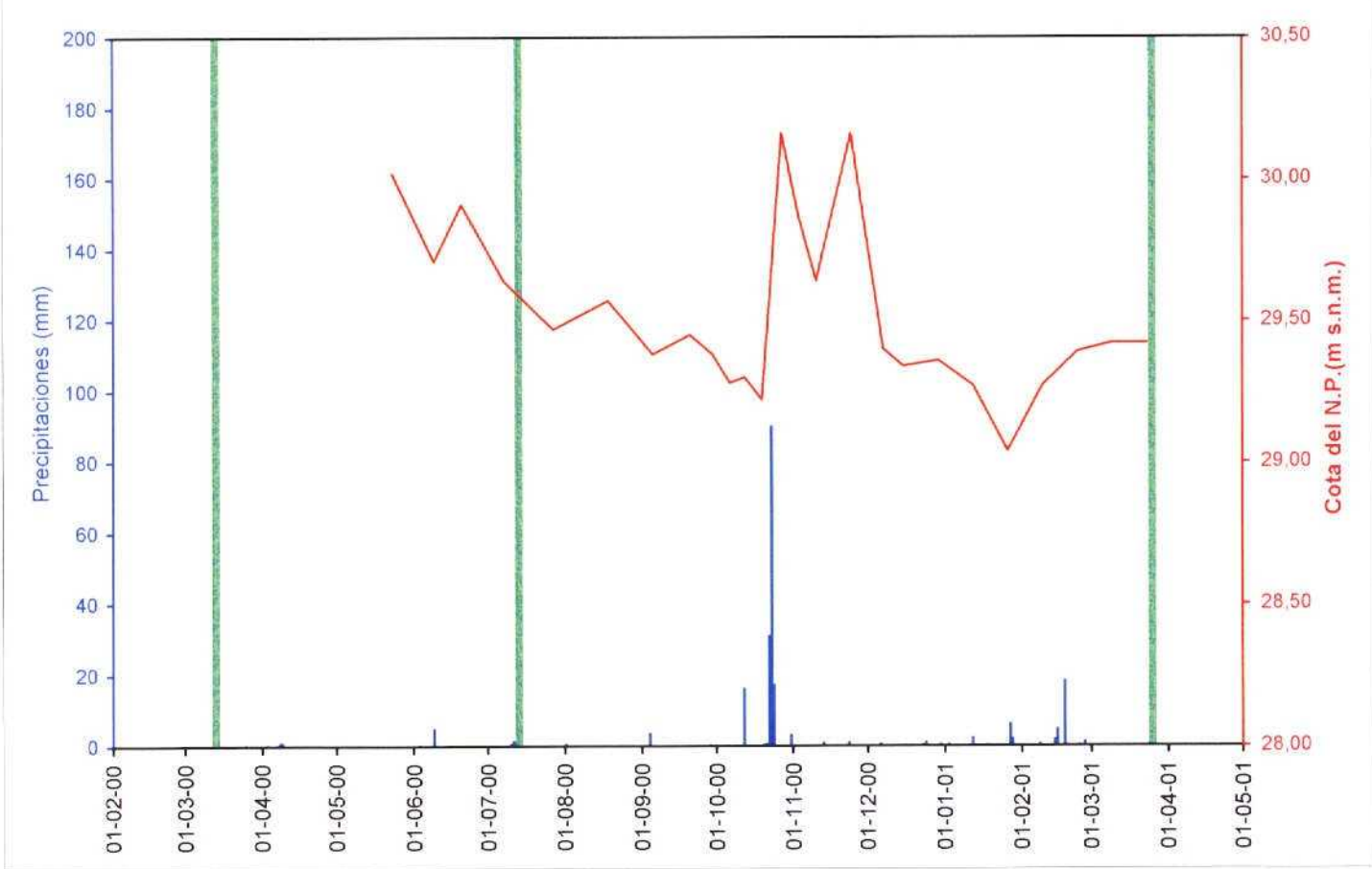


Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica  
 RPG: piezómetro 273660591 (Tramo acuífero somero)



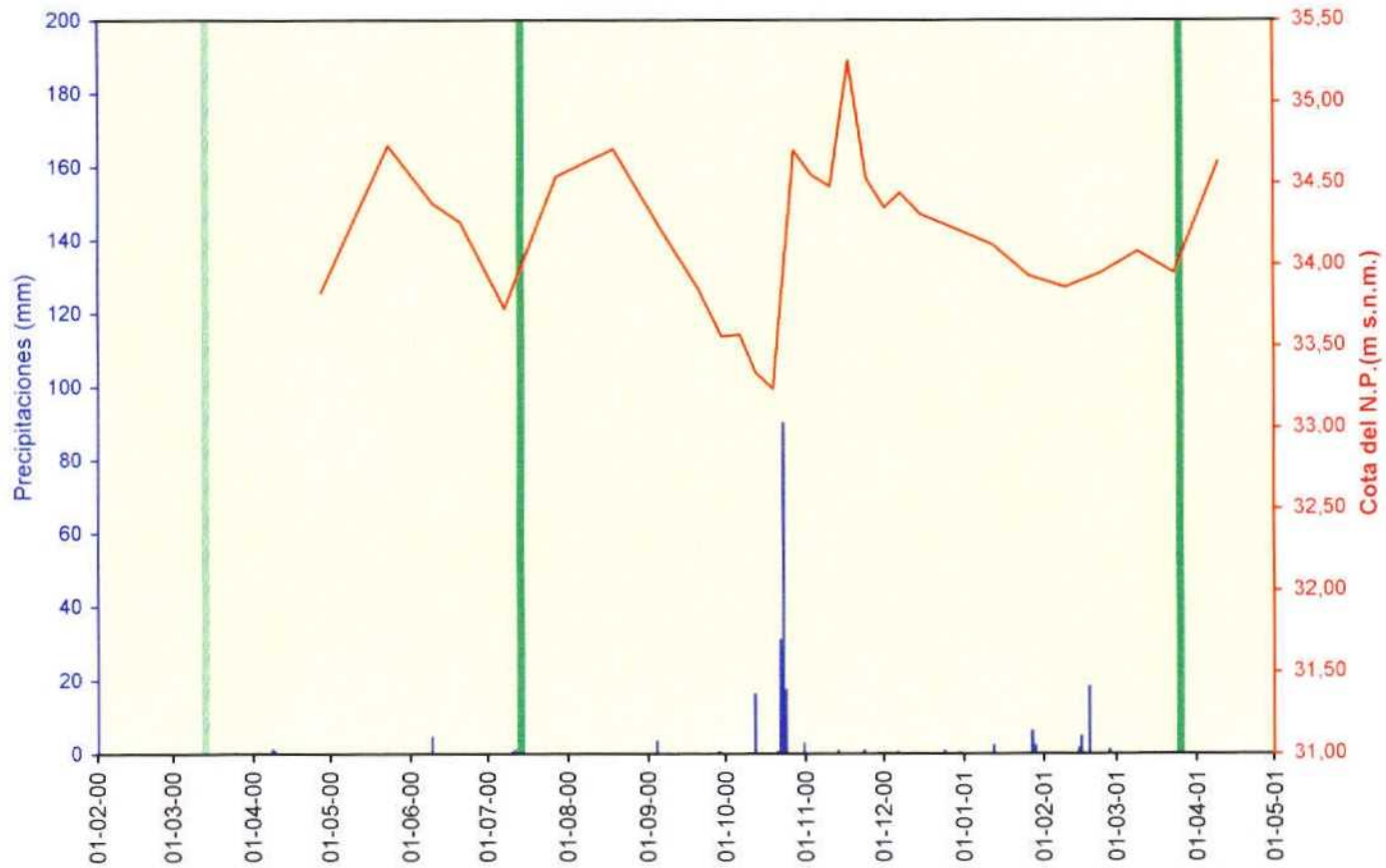


**Sistema acuifero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPG: piezómetro 273660605 (Tramo acuifero 1º nivel de gravas)**

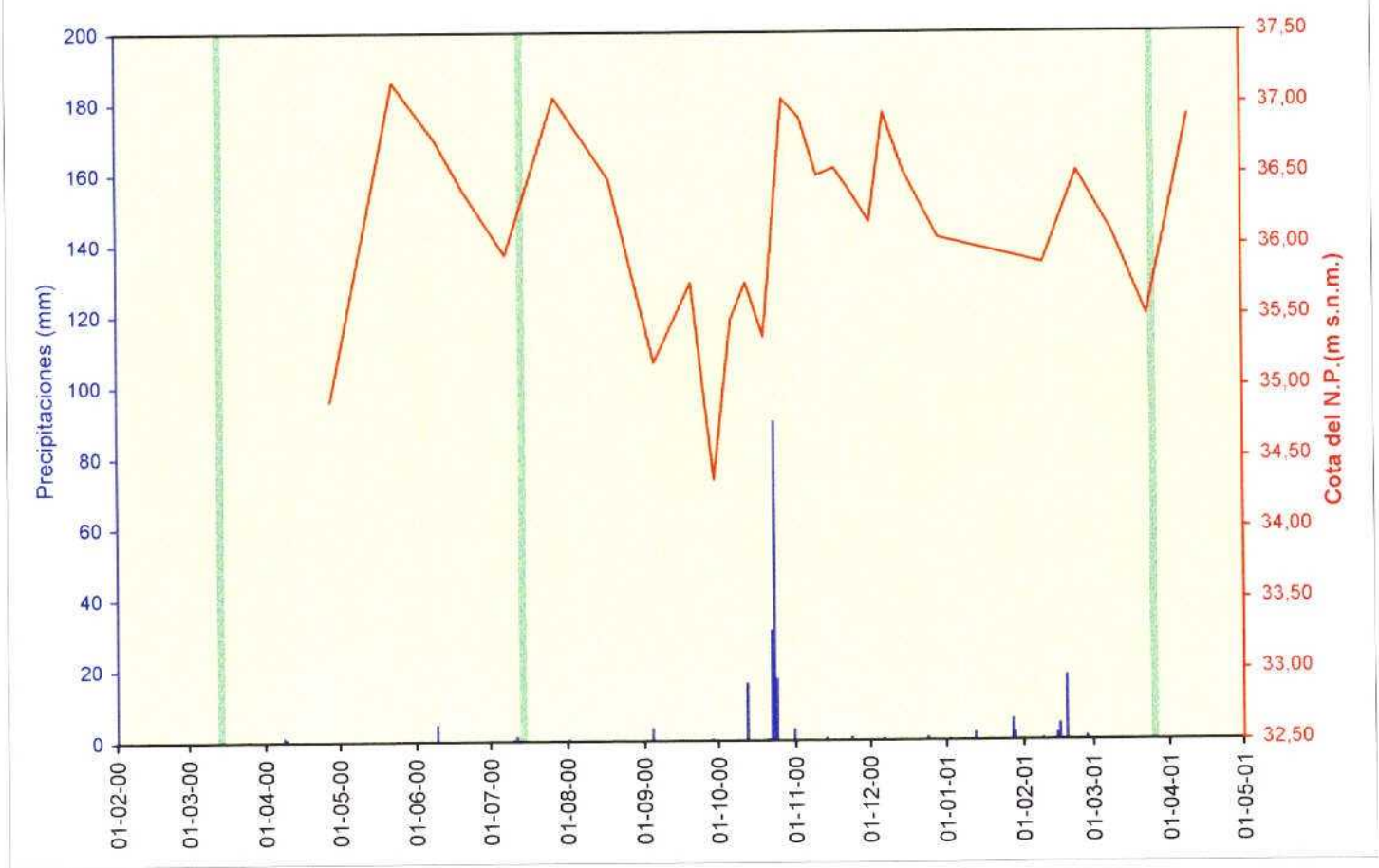




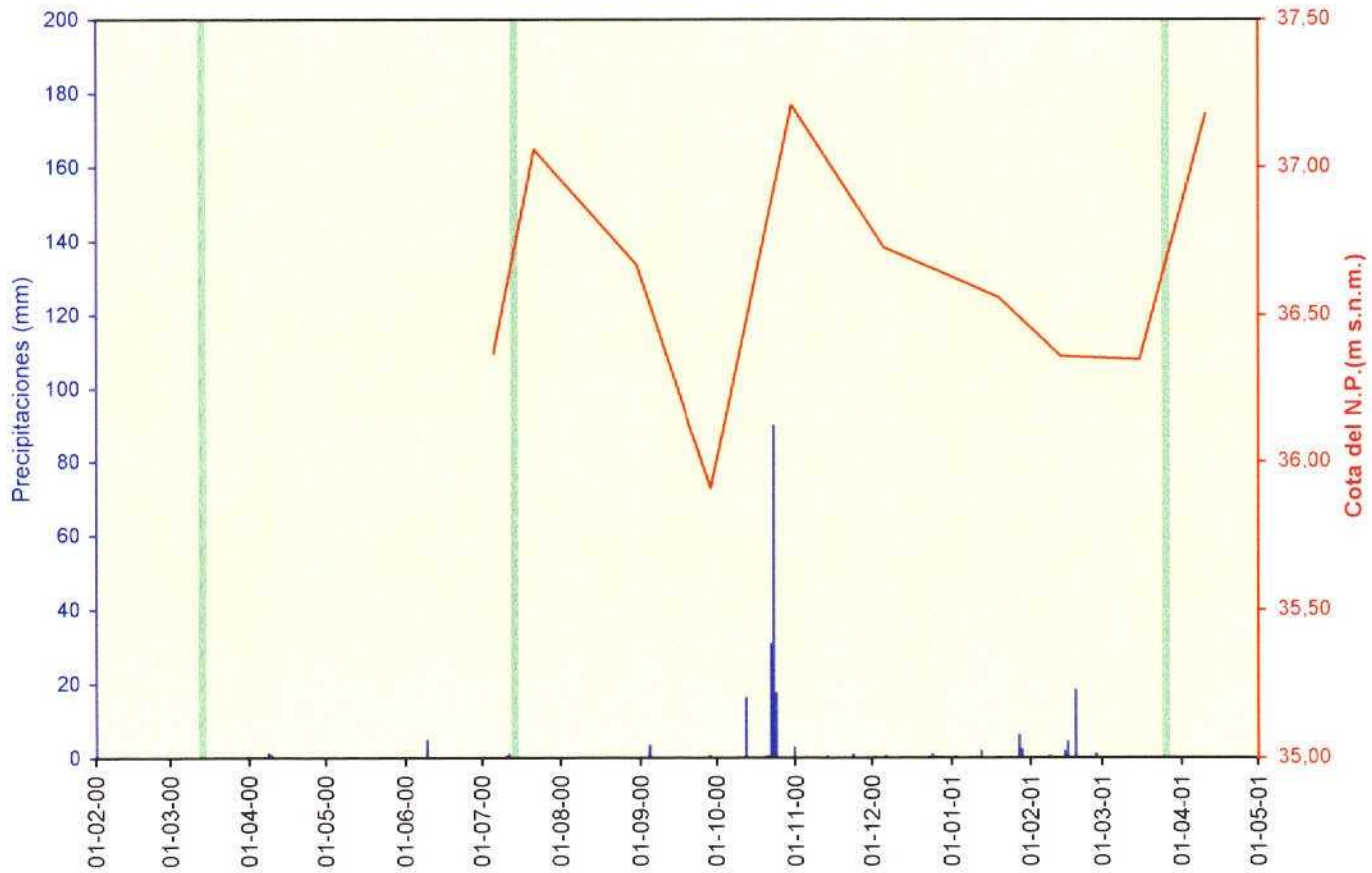
Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica  
 RPG: piezómetro 273660612 (Tramo acuífero somero)



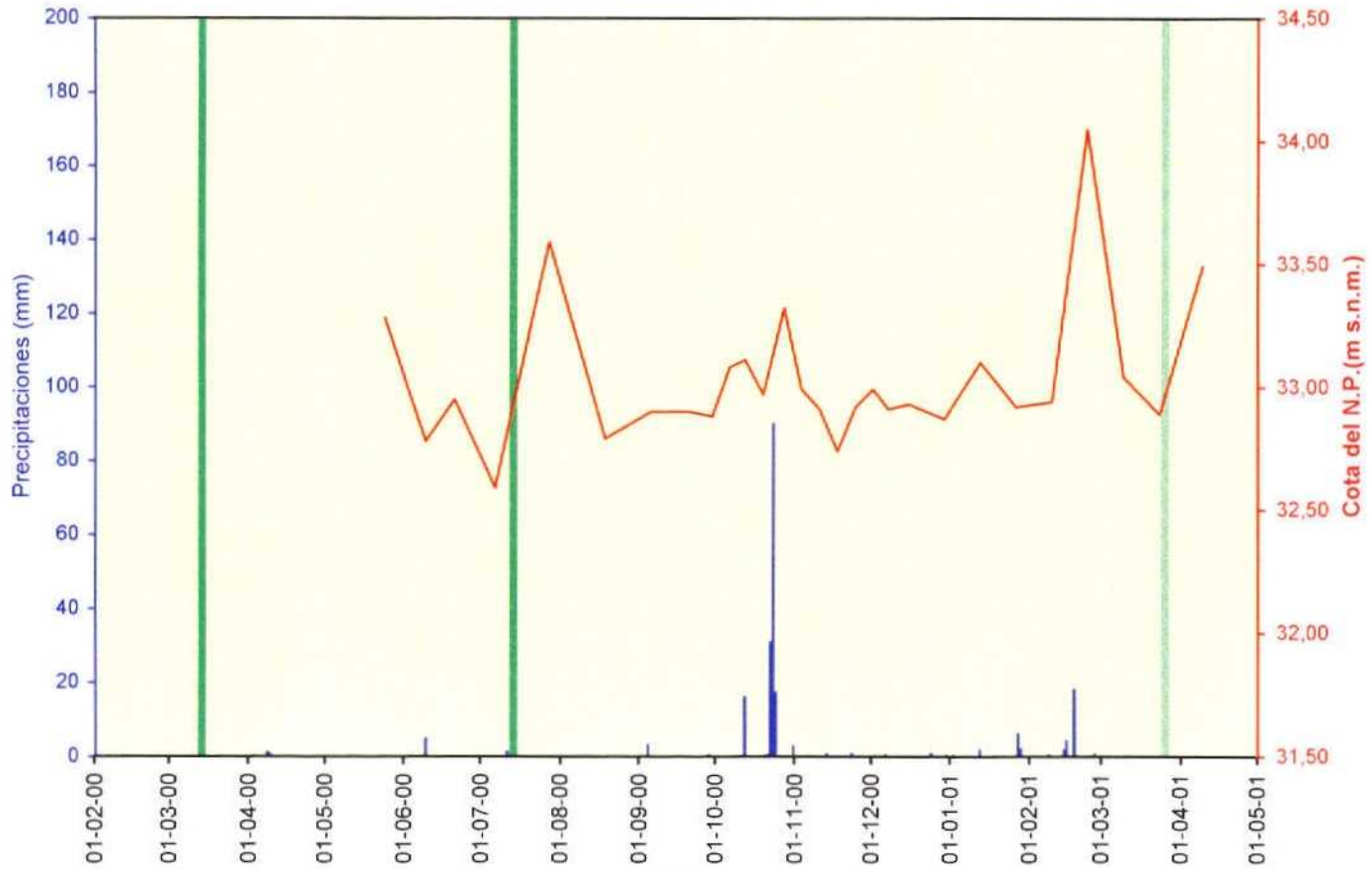
**Sistema acuifero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPG: piezómetro 273660620 (Tramo acuífero 1º nivel de gravas)**



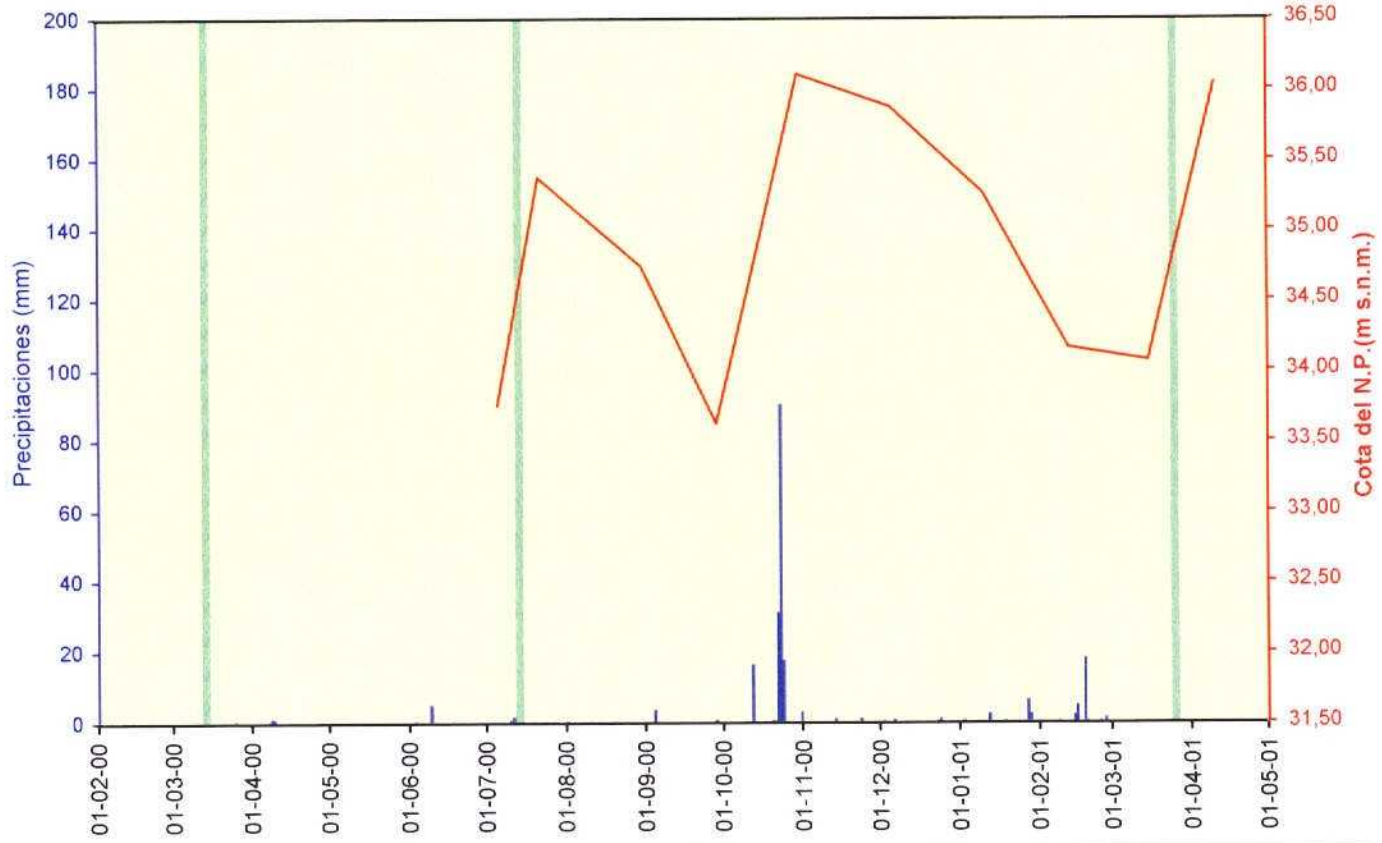
**Sistema acuifero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPU: piezómetro 273660774 (Tramo acuifero 1º nivel de gravas)**

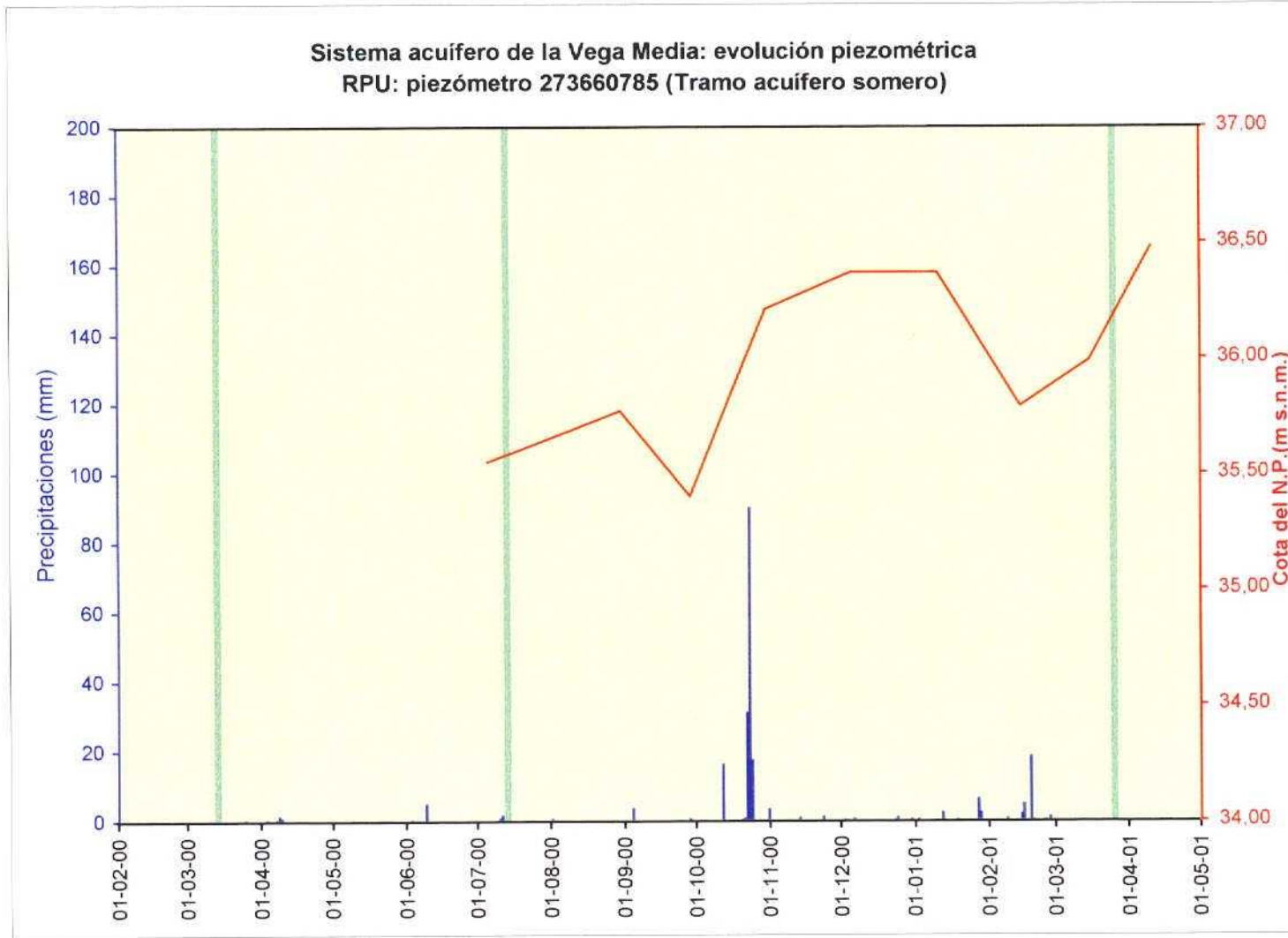


Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica  
 RPG: piezómetro 273660777 (Tramo acuífero somero)

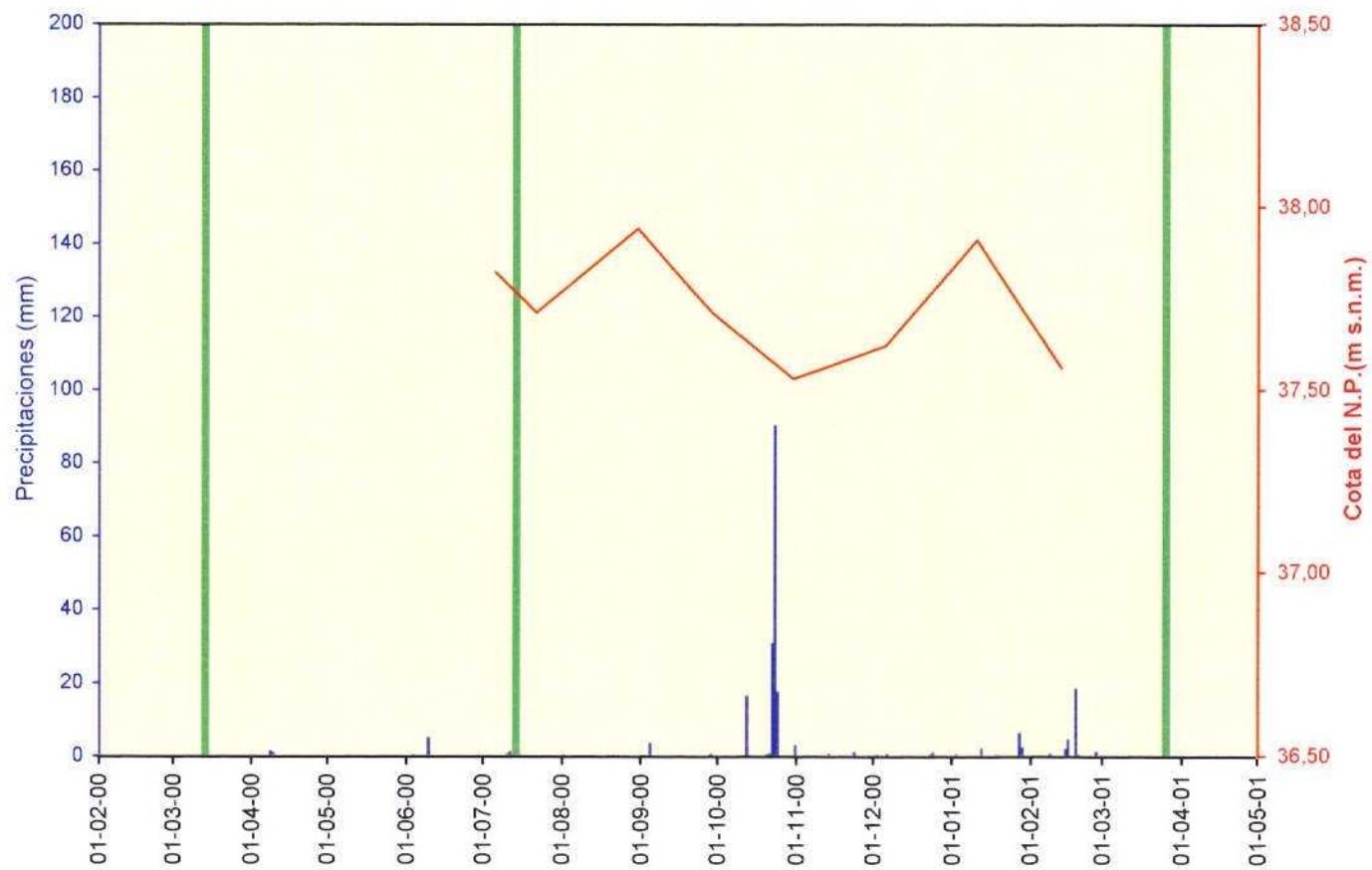


**Sistema acuifero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPU: piezómetro 273660782 (Tramo acuifero 1º nivel de gravas)**



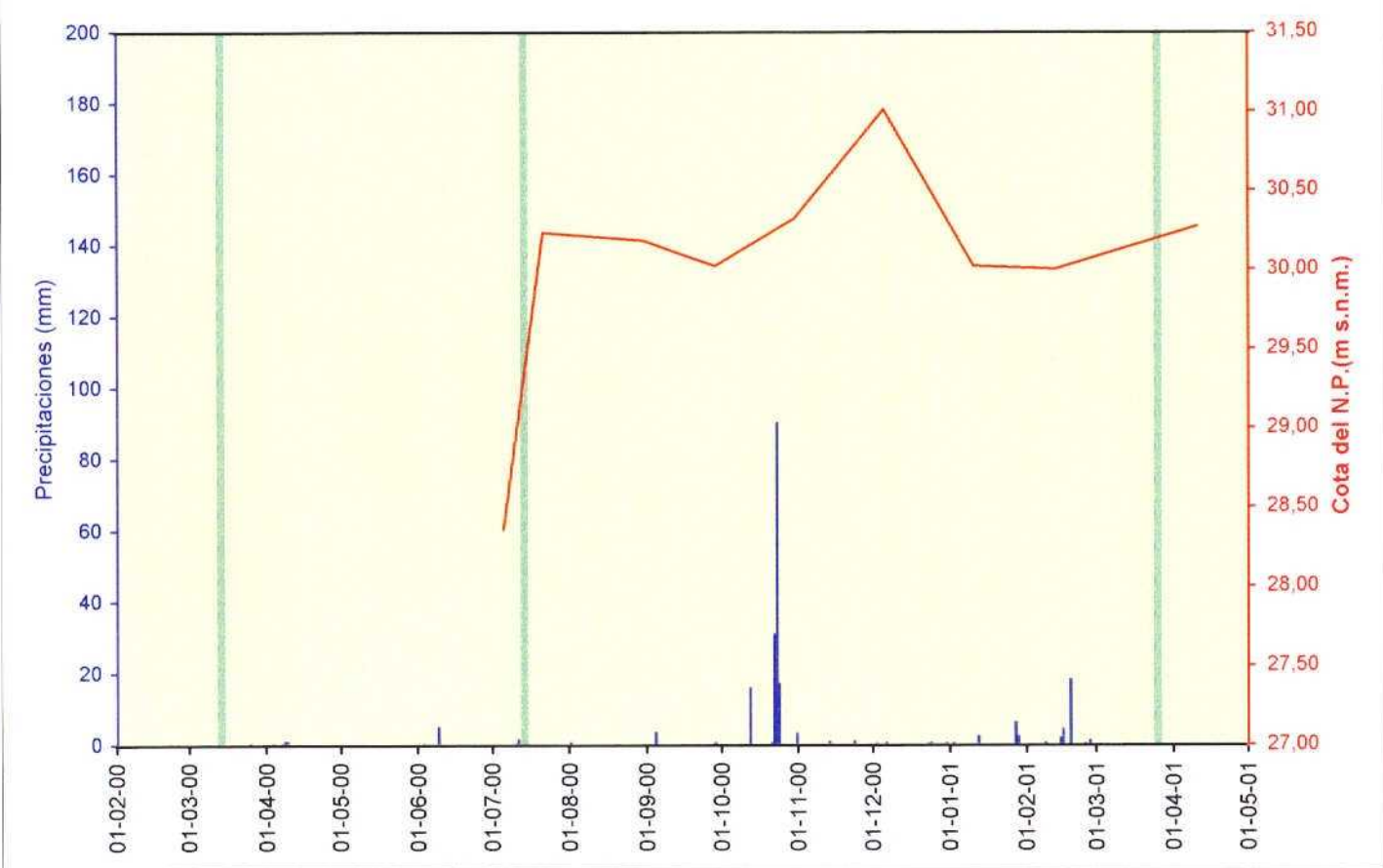


Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica  
 RPU: piezómetro 273660789 (Tramo acuífero 1º nivel de gravas)



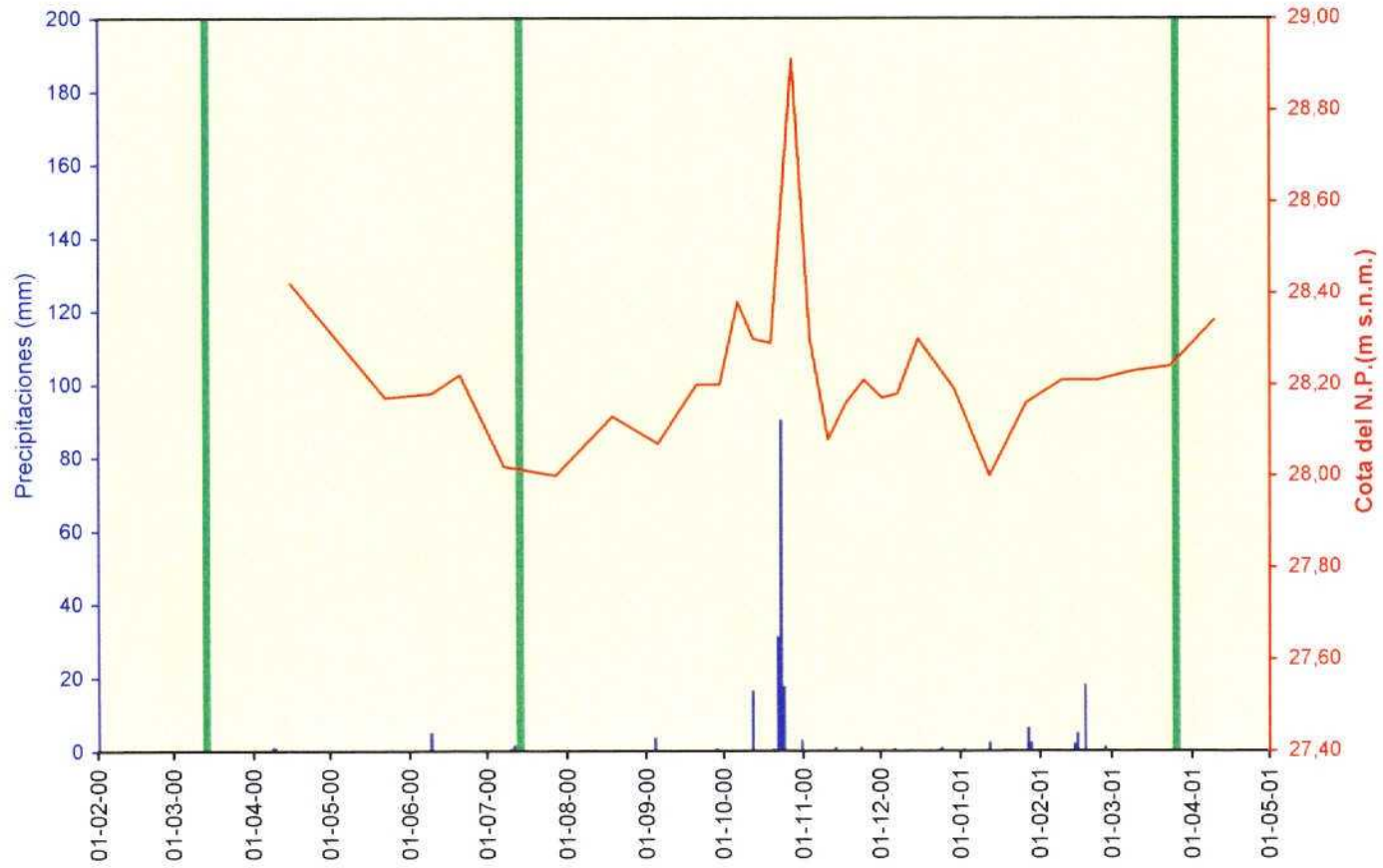


**Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPU: piezómetro 273660805 (Tramo acuífero 1º nivel de gravas)**

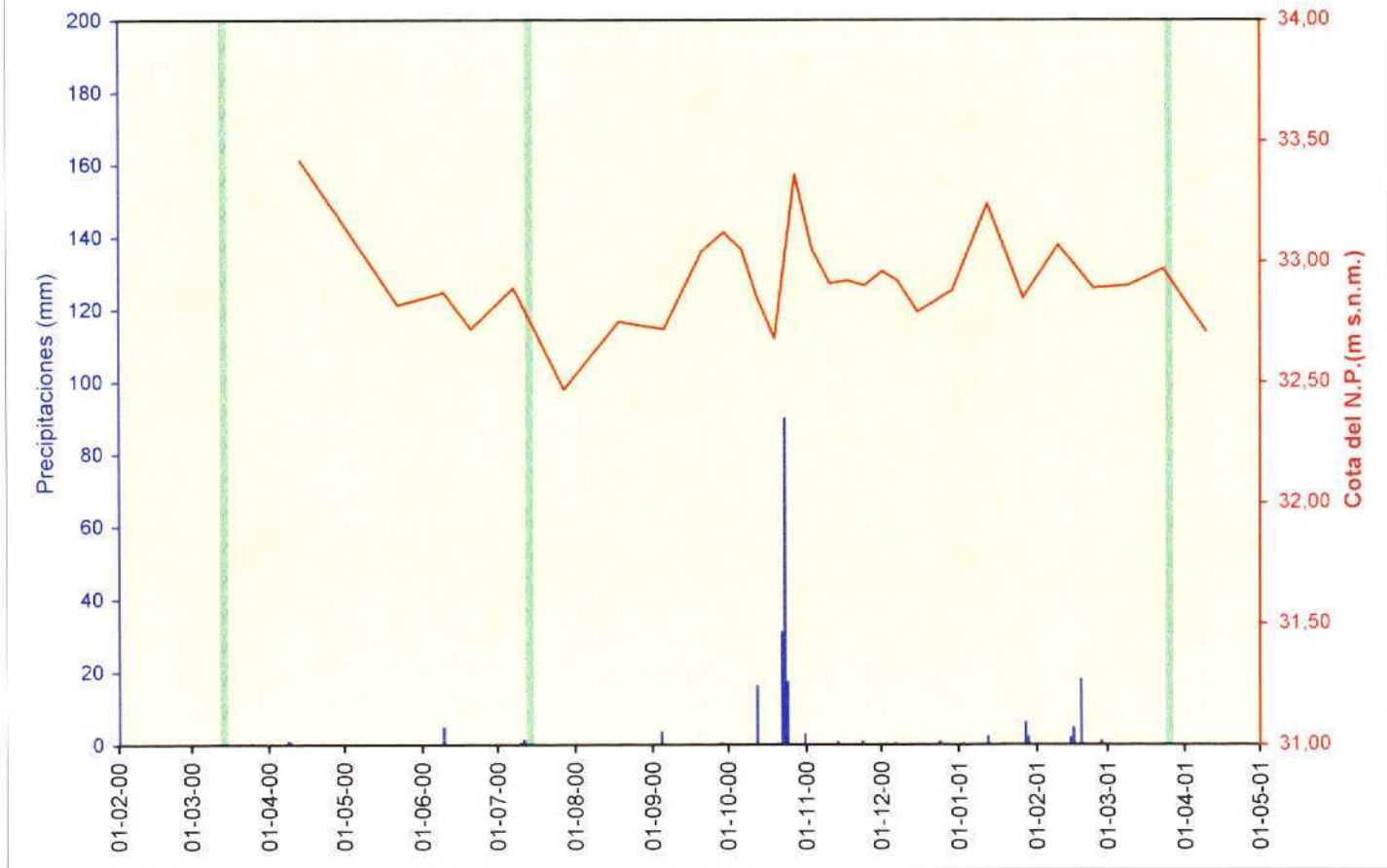




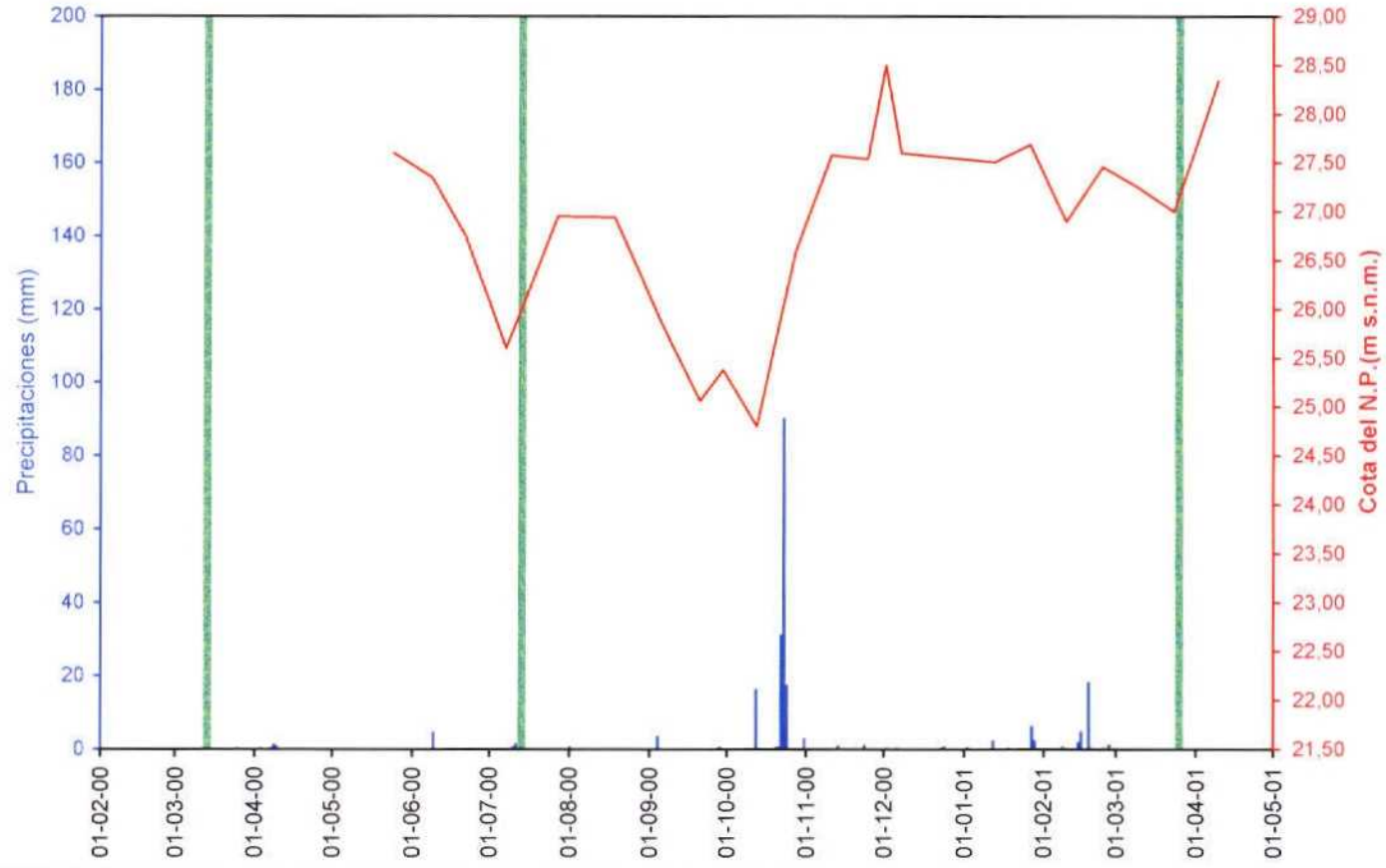
**Sistema acuifero de la Vega Media: evolución piezométrica  
RPG: piezómetro 273670088 (Tramo acuifero somero)**



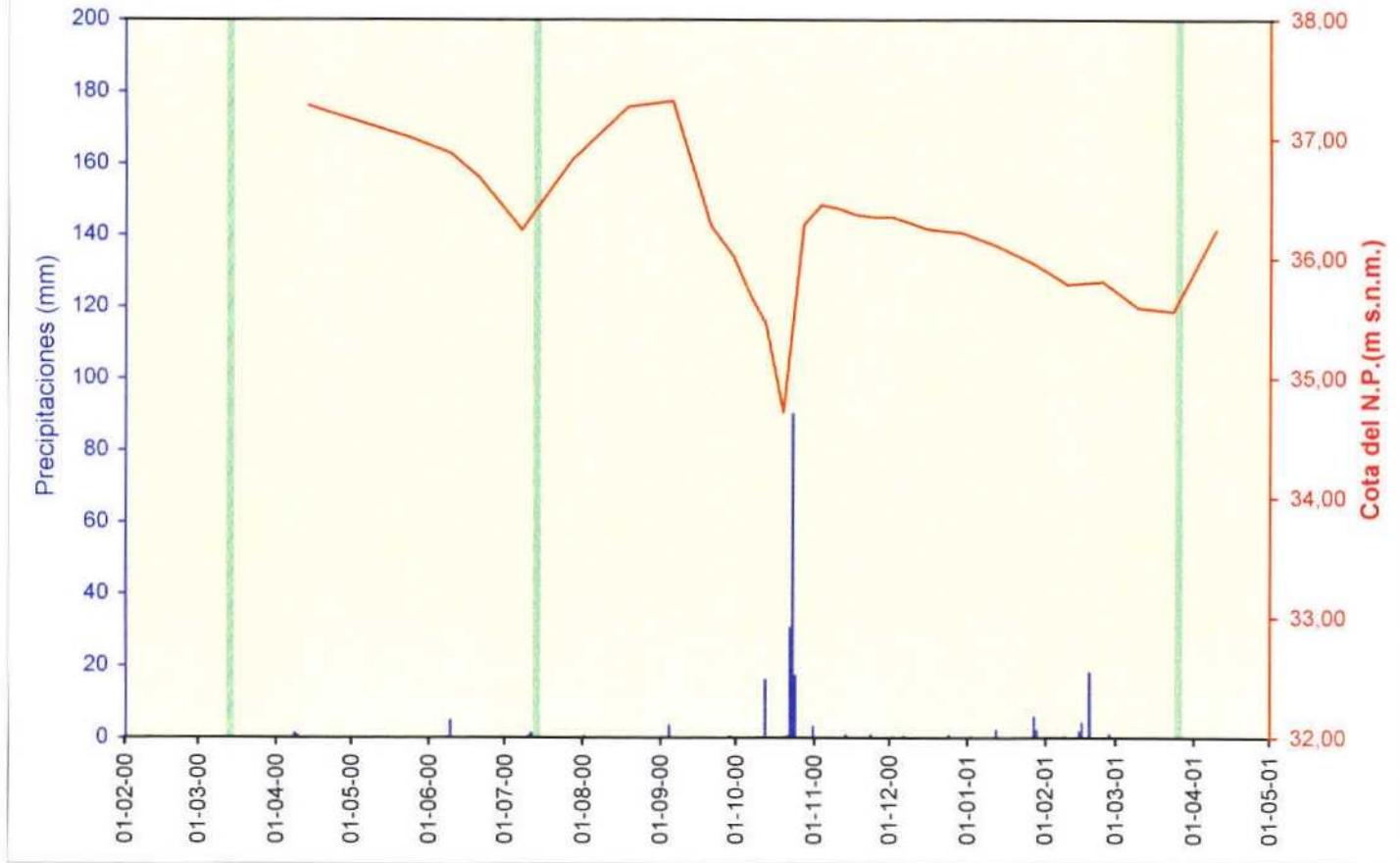
**Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPG: piezómetro 273670285 (Tramo acuífero 1º nivel de gravas)**



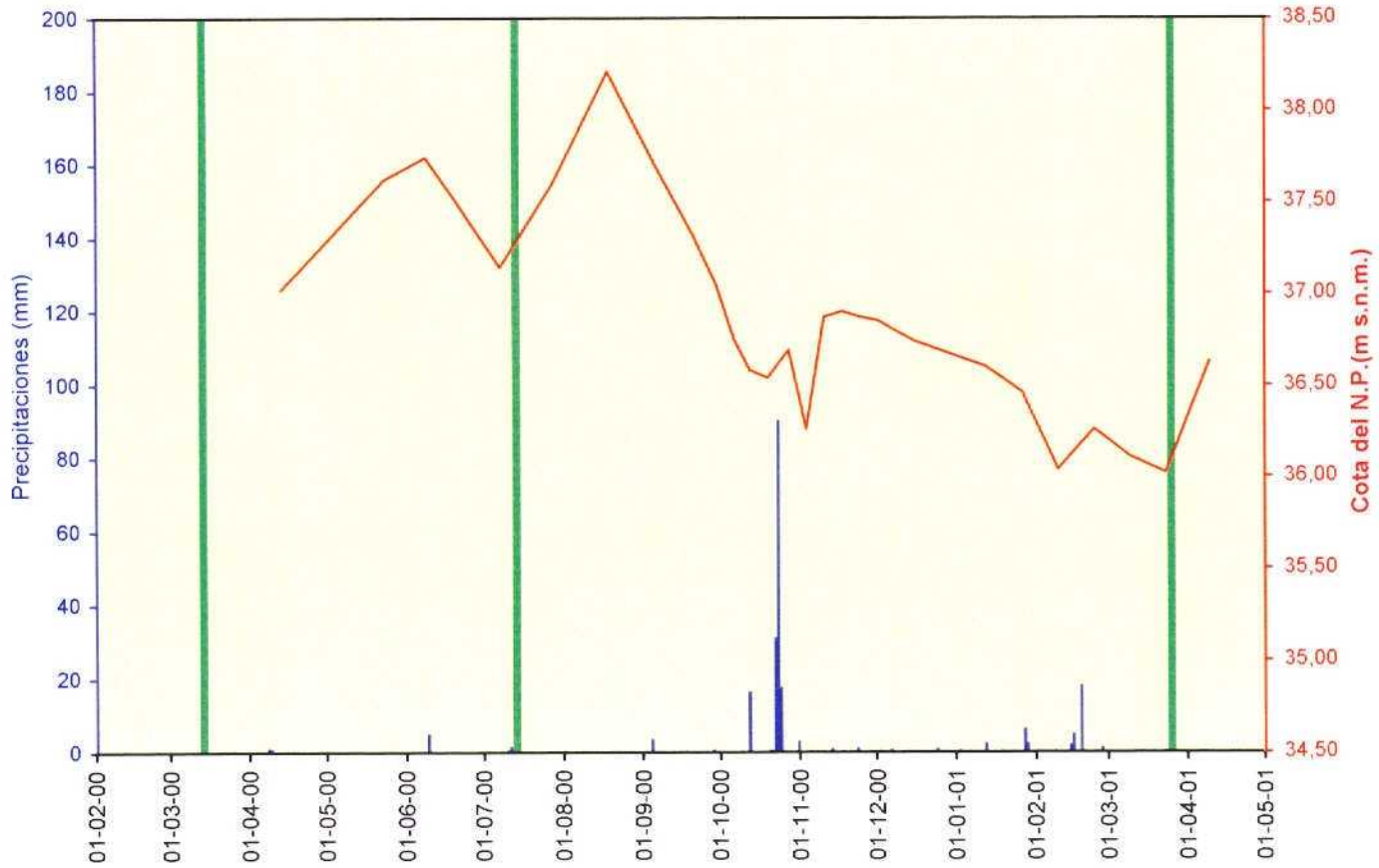
Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica  
 RPG: piezómetro 273670289 (Tramo acuífero profundo)



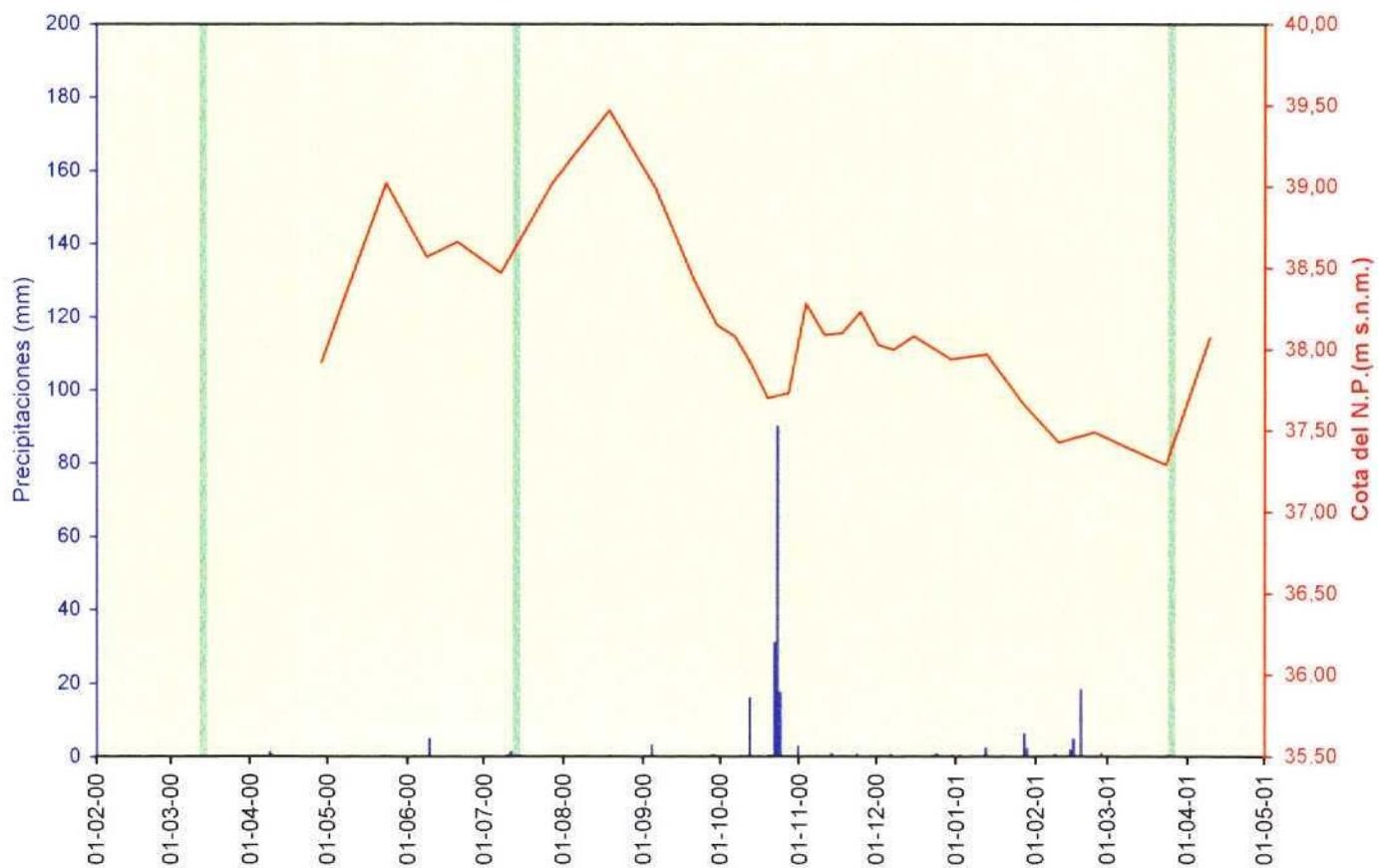
Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica  
RPG: piezómetro 273710179 (Tramo acuífero profundo)



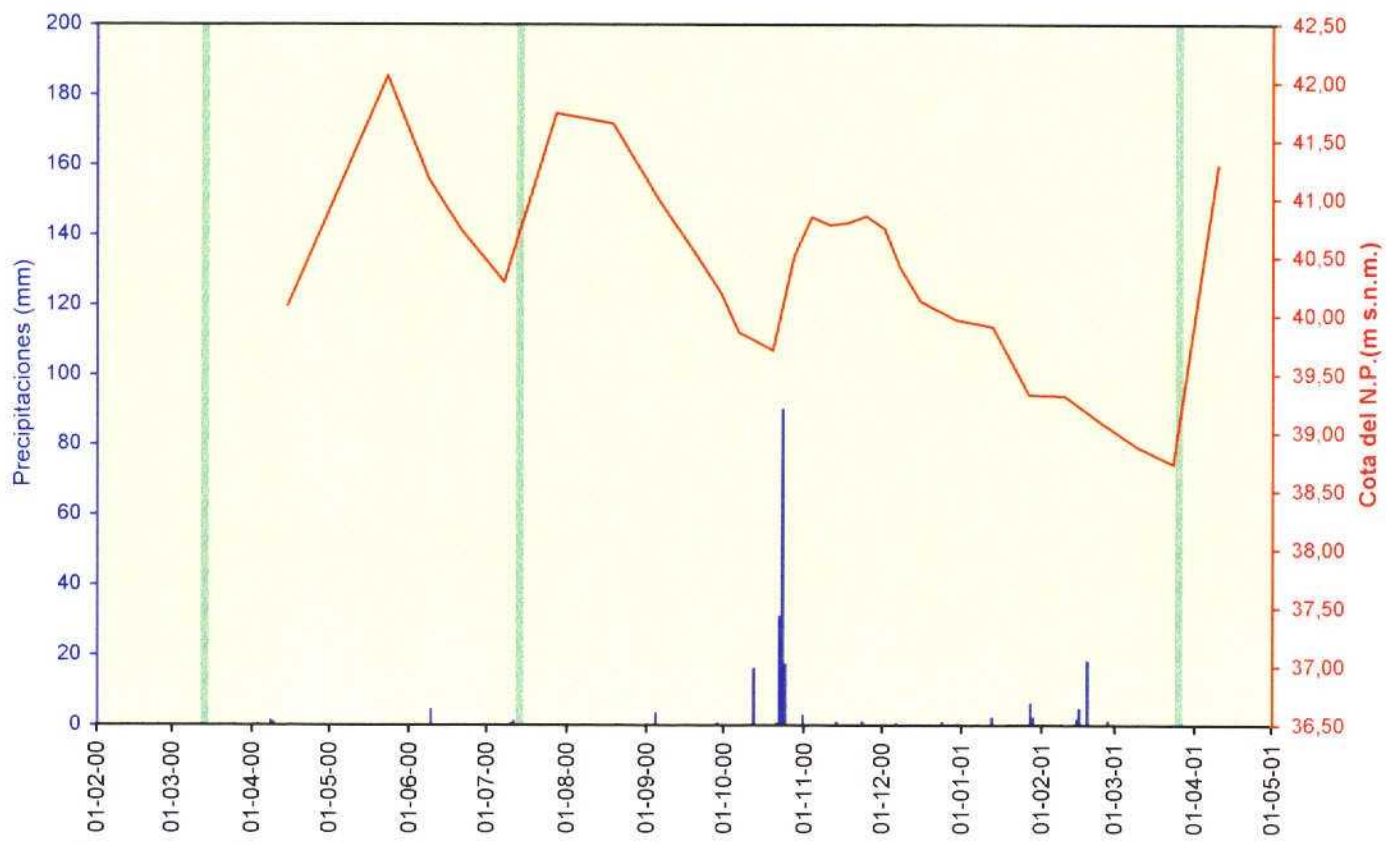
Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica  
 RPG: piezómetro 273710291 (Tramo acuífero profundo)



**Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPG: piezómetro 273710311 (Tramo acuífero 1º nivel de gravas)**

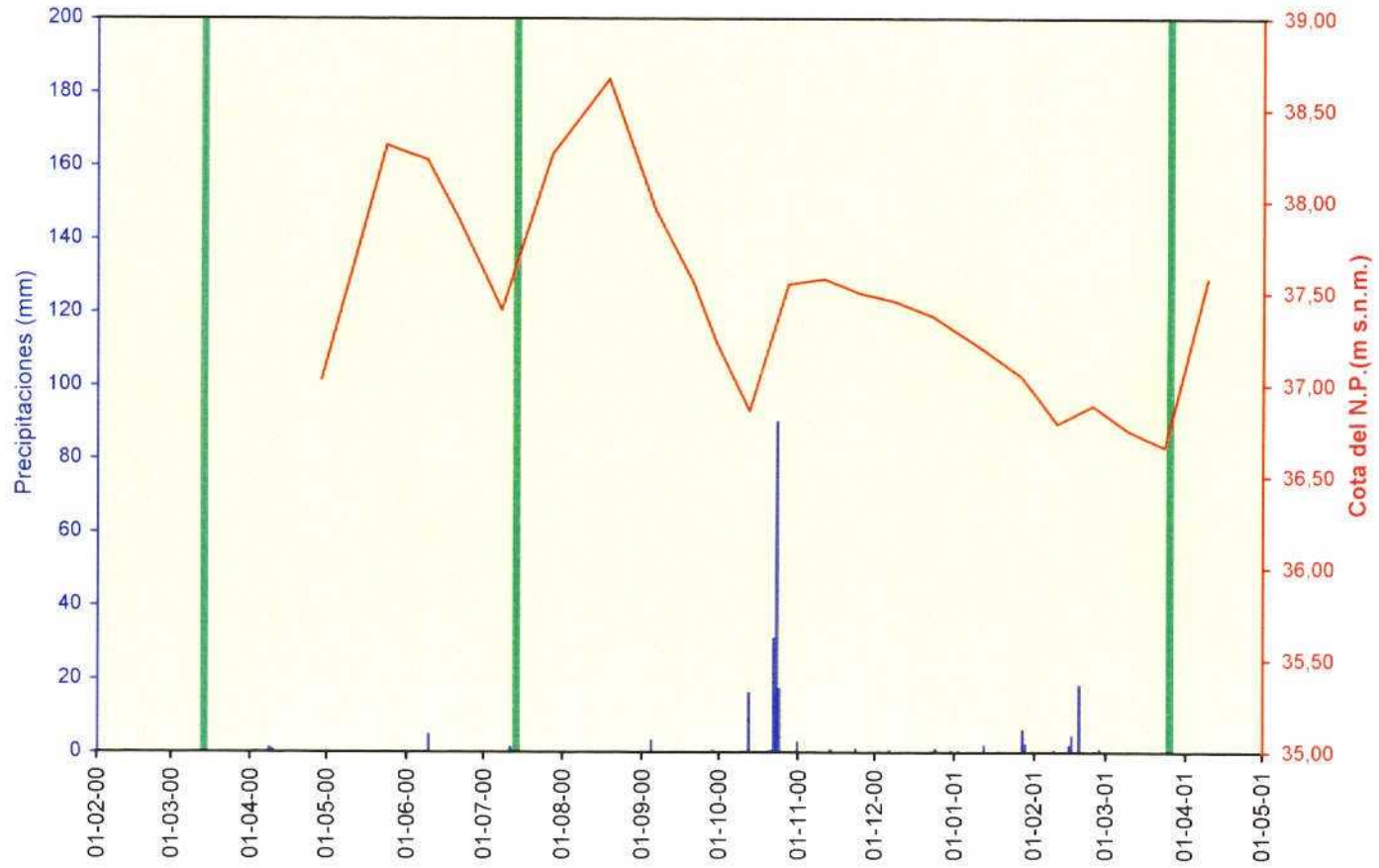


**Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPG: piezómetro 273710332 (Tramo acuífero somero)**



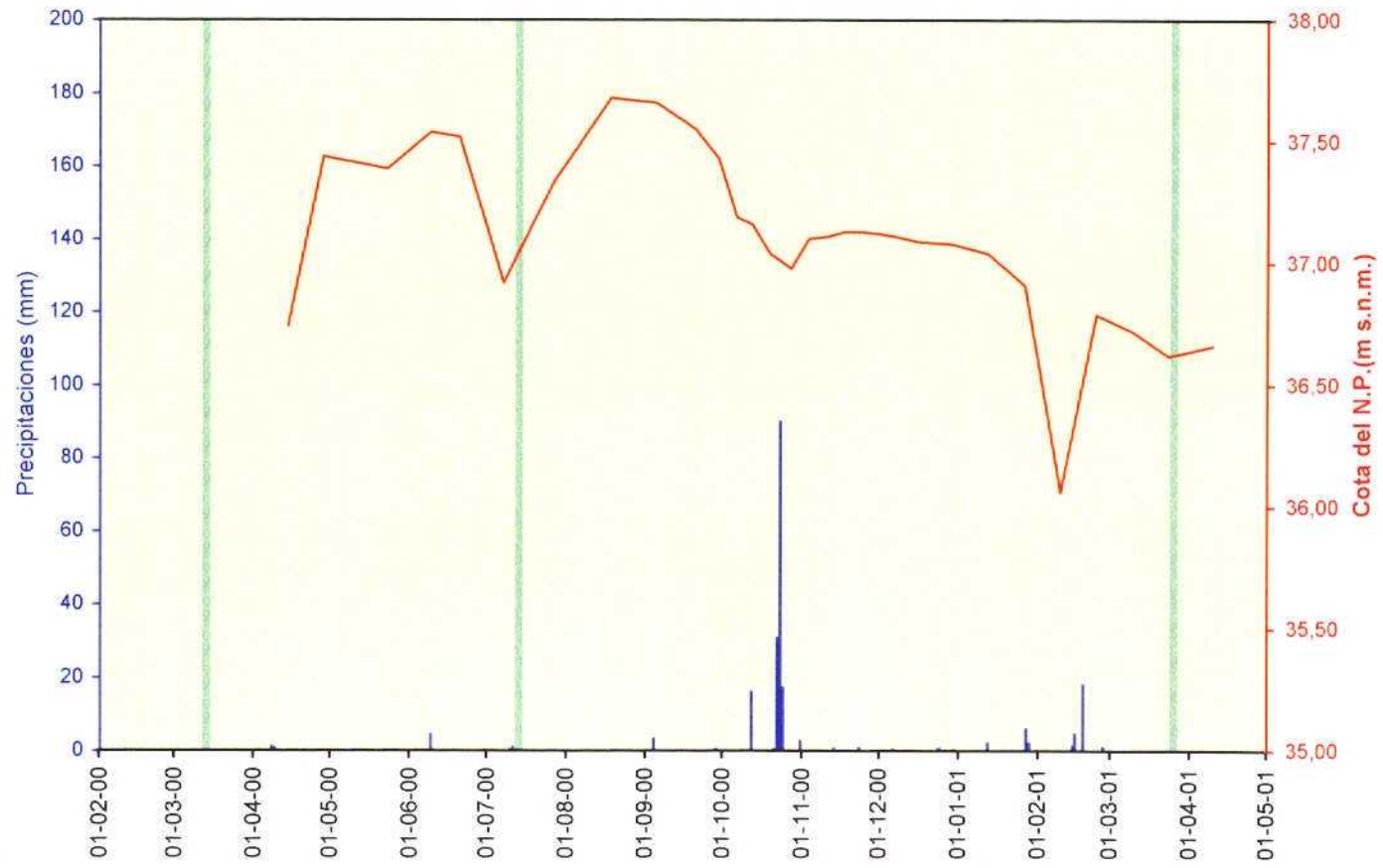


Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica  
 RPG: piezómetro 273710338 (Tramo acuífero somero)

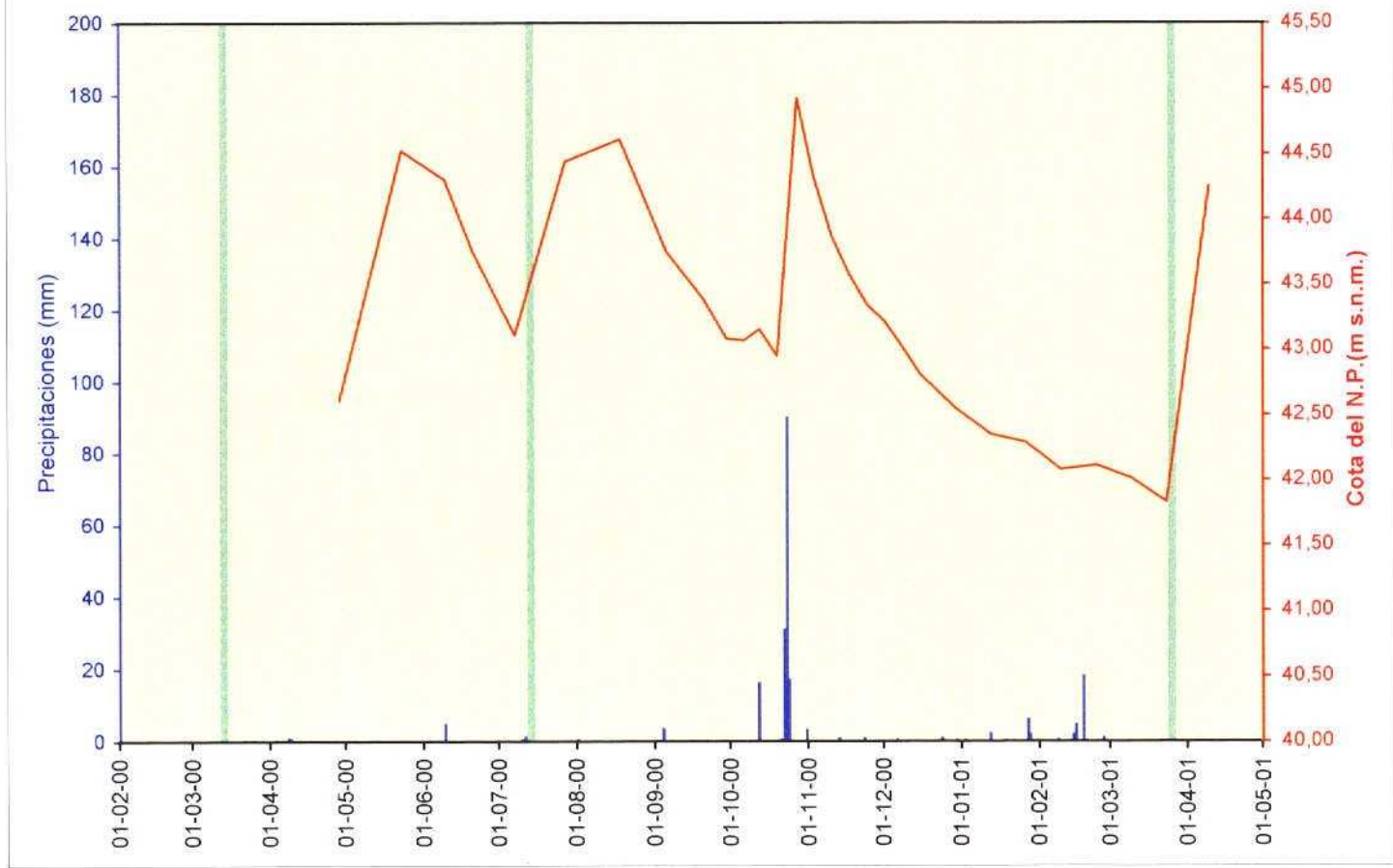




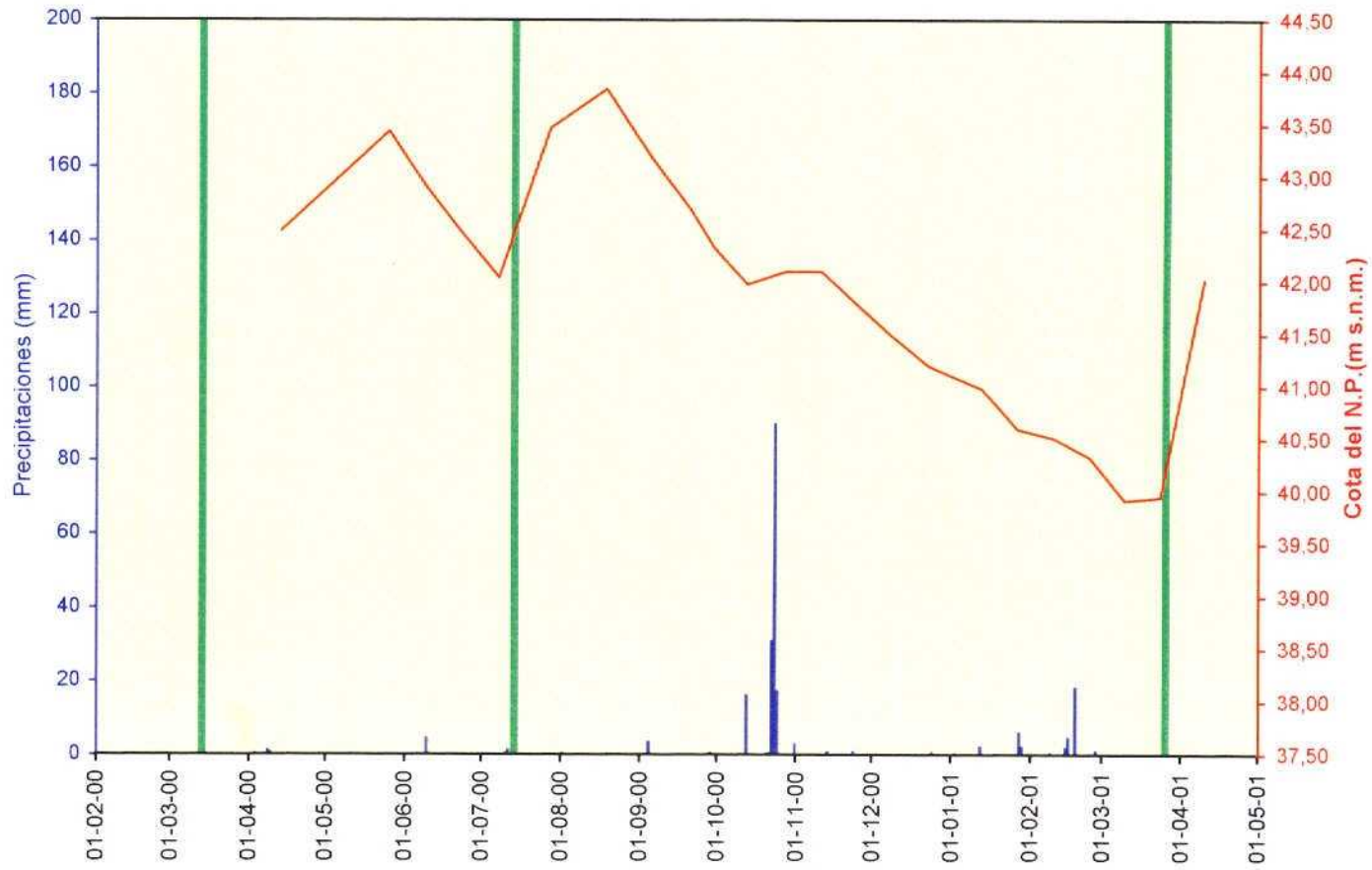
**Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPG: piezómetro 273710345 (Tramo acuífero 1º nivel de gravas)**



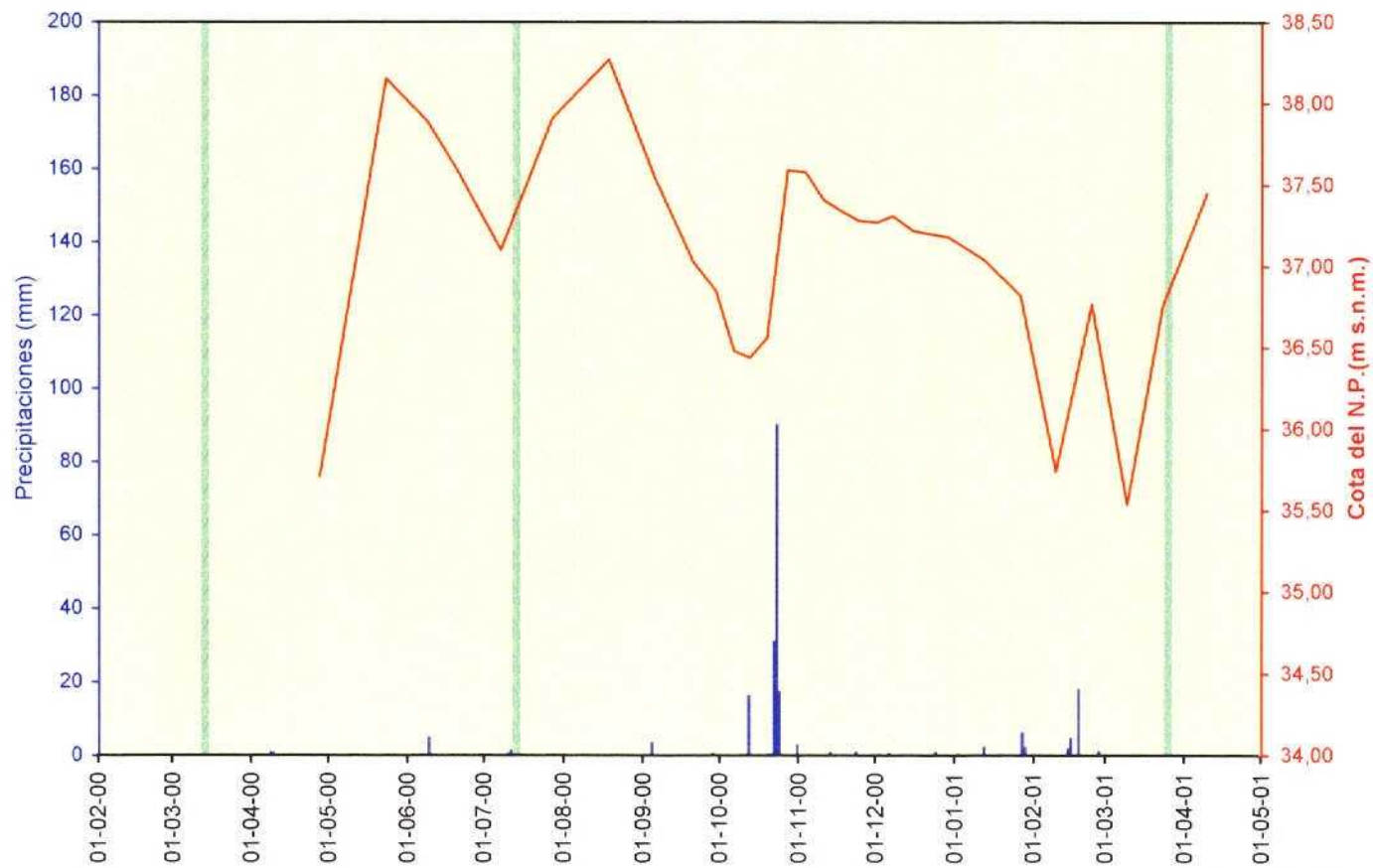
Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica  
 RPG: piezómetro 273710346 (Tramo acuífero somero)



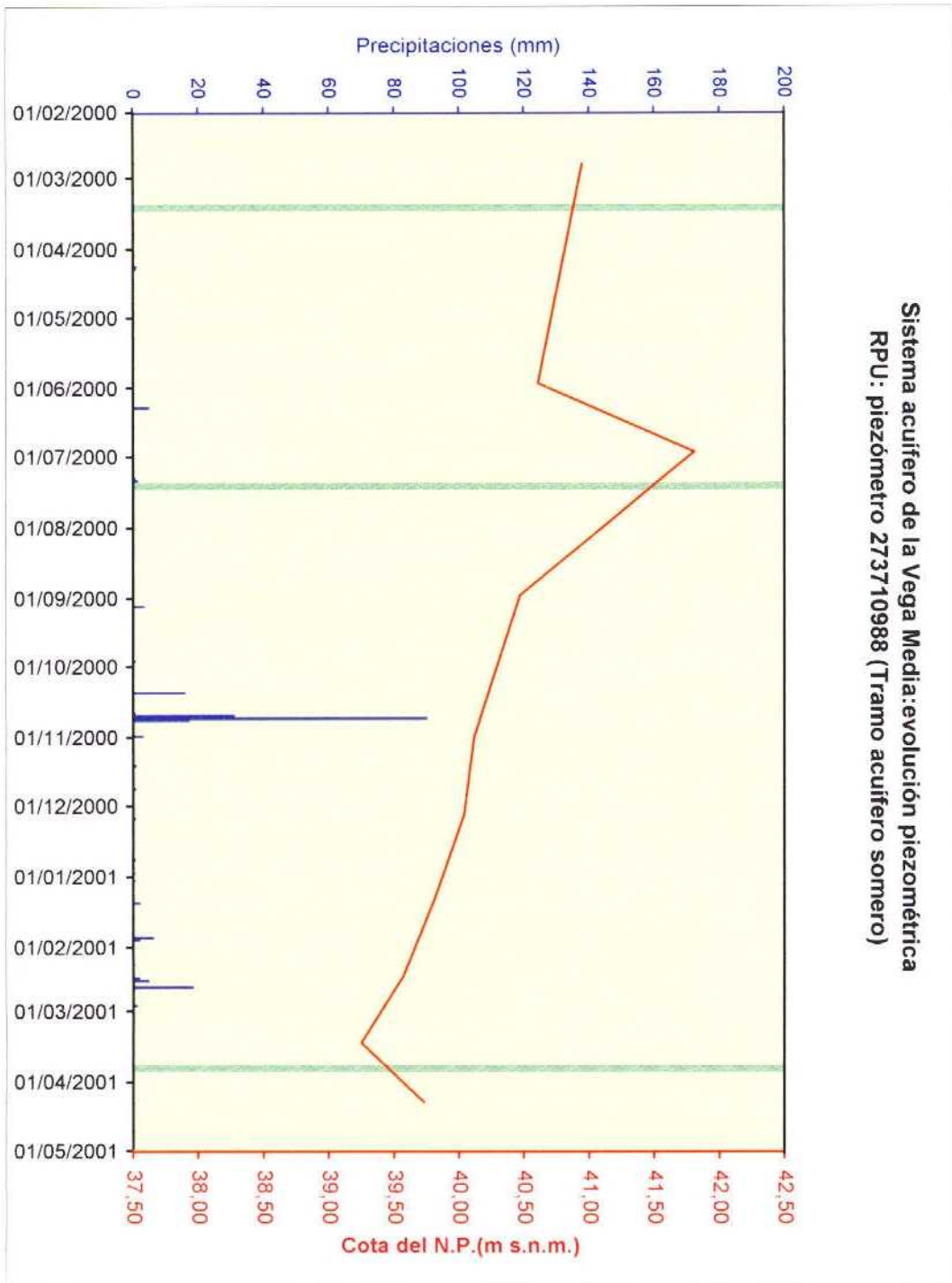
**Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPG: piezómetro 273710453 (Tramo acuífero 1º nivel de gravas)**



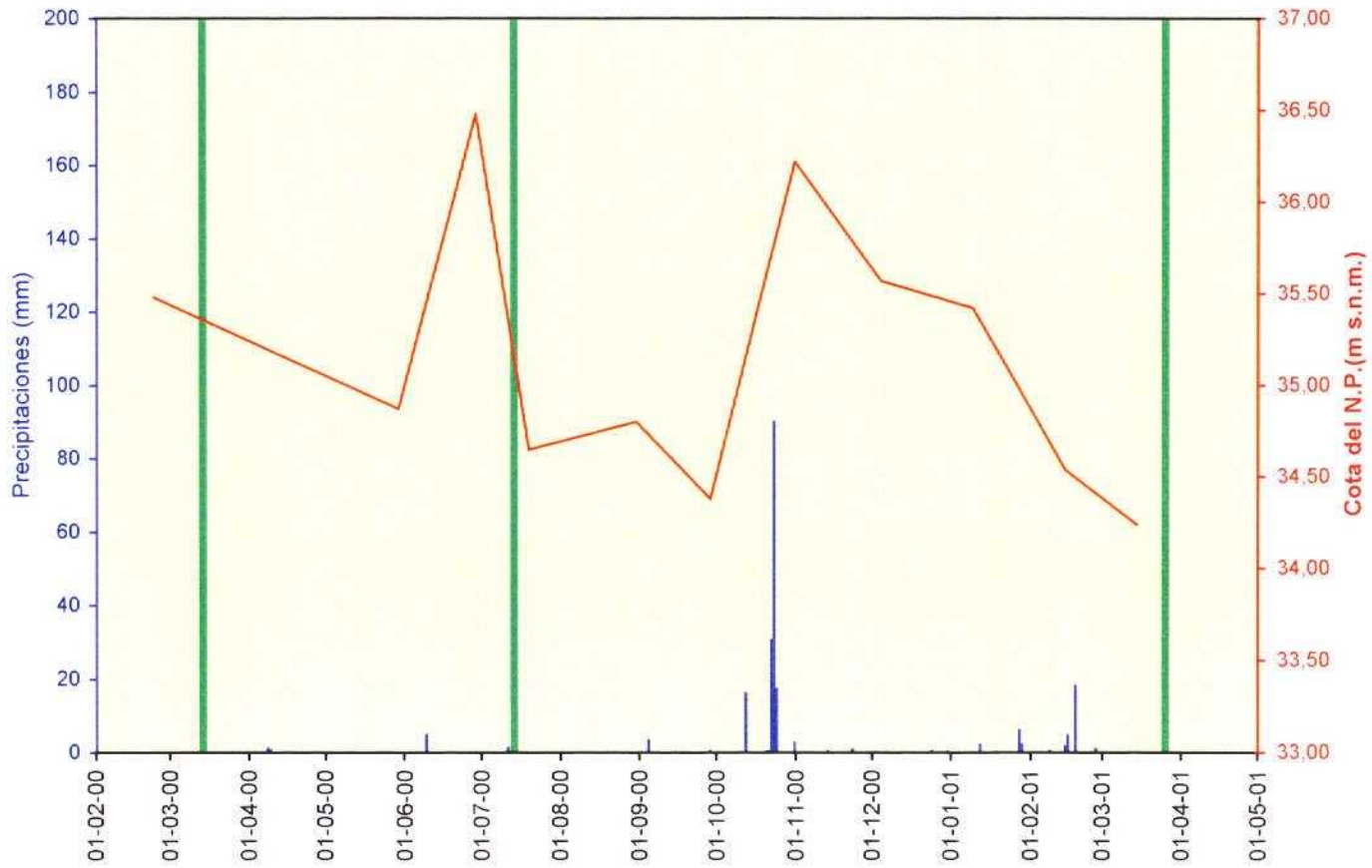
Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica  
 RPG: piezómetro 273710792 (Tramo 1º nivel de gravas)



**Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica  
 RPU: piezómetro 273710988 (Tramo acuífero somero)**

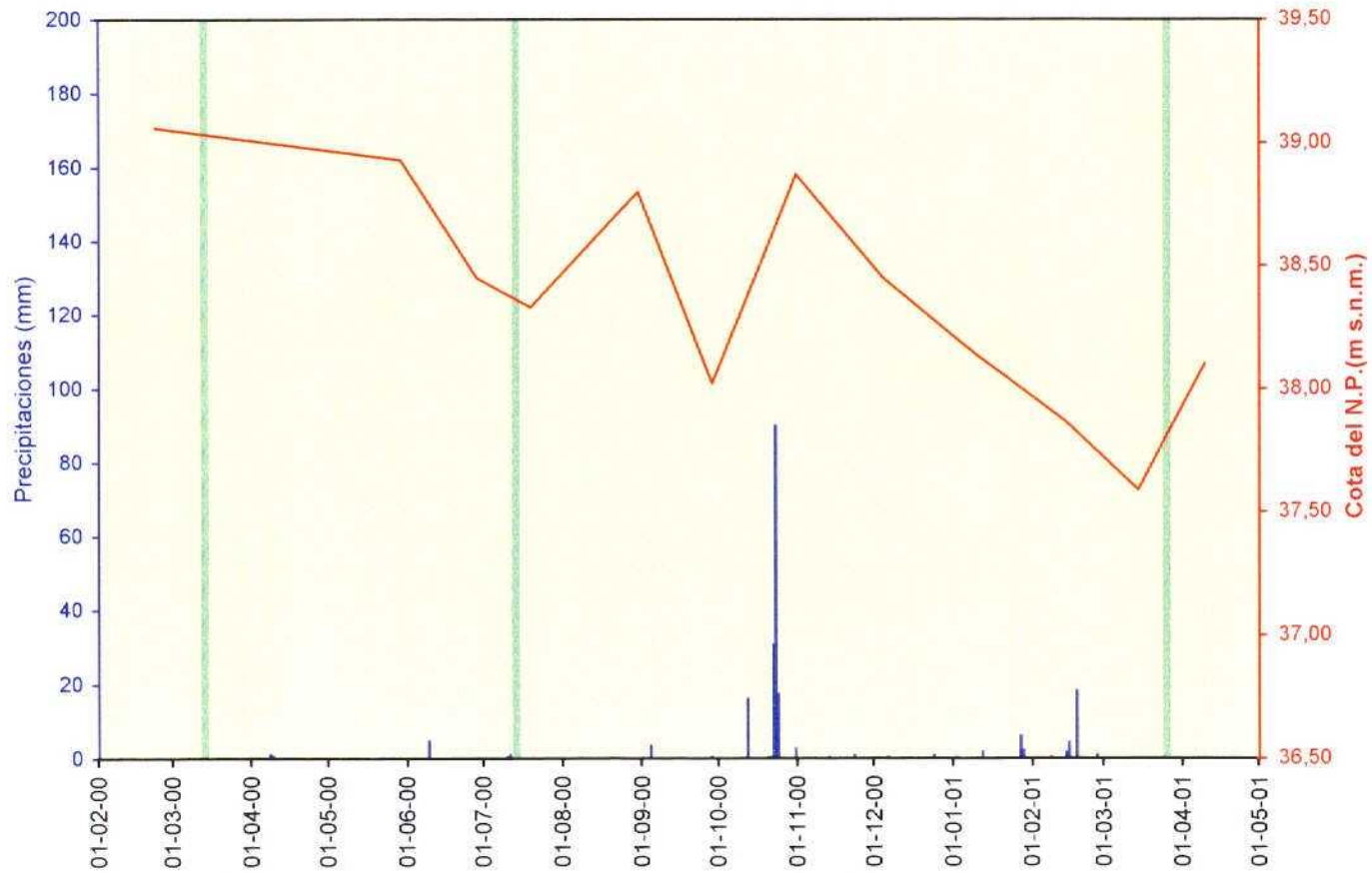


Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica  
RPU: piezómetro 273710989 (Tramo acuífero somero)

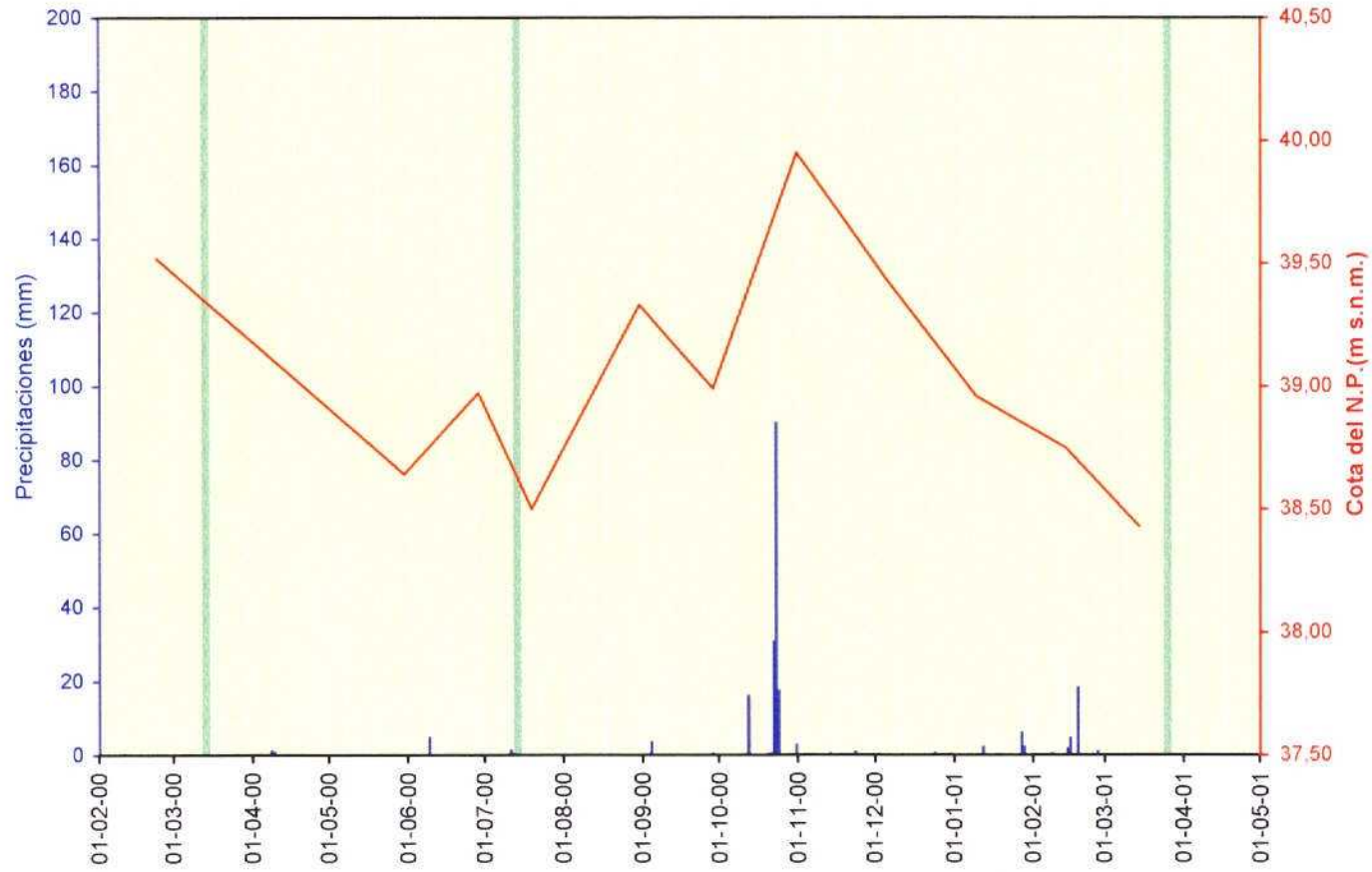




Sistema acuifero de la Vega Media: evolución piezométrica  
RPU: piezómetro 273710992 (Tramo acuifero somero)

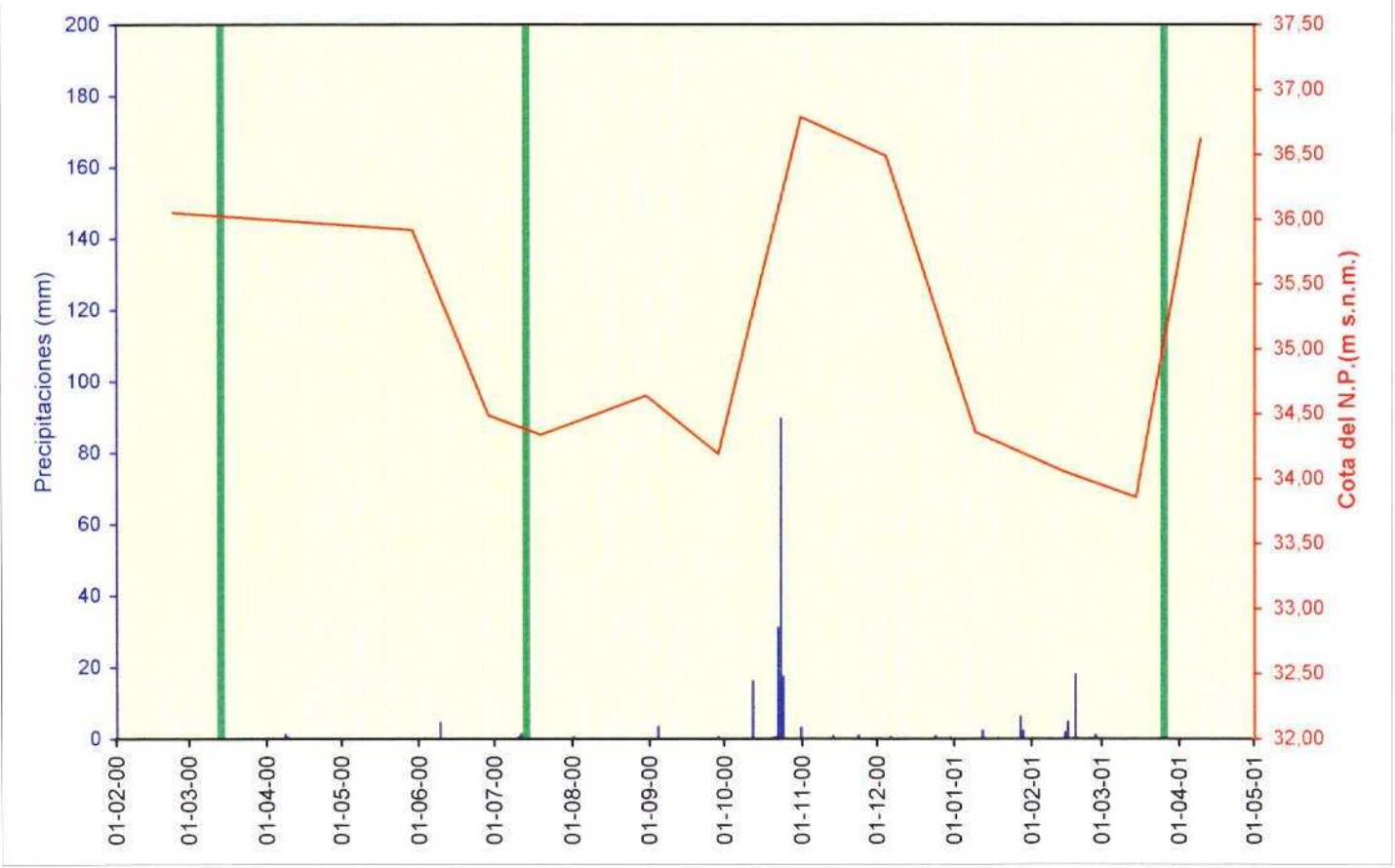


**Sistema acuifero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPU: piezómetro 273710994 (Tramo acuifero somero)**

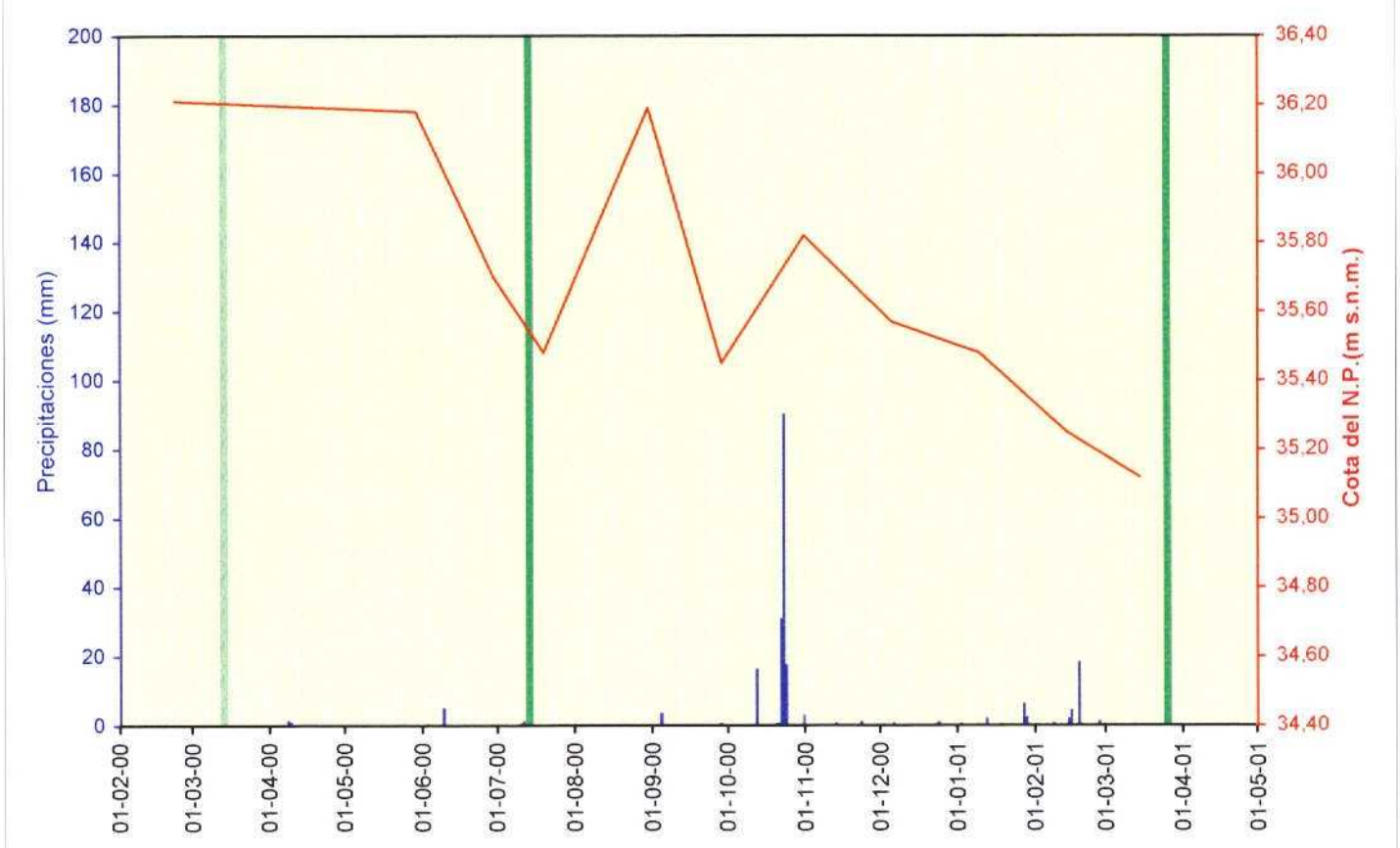




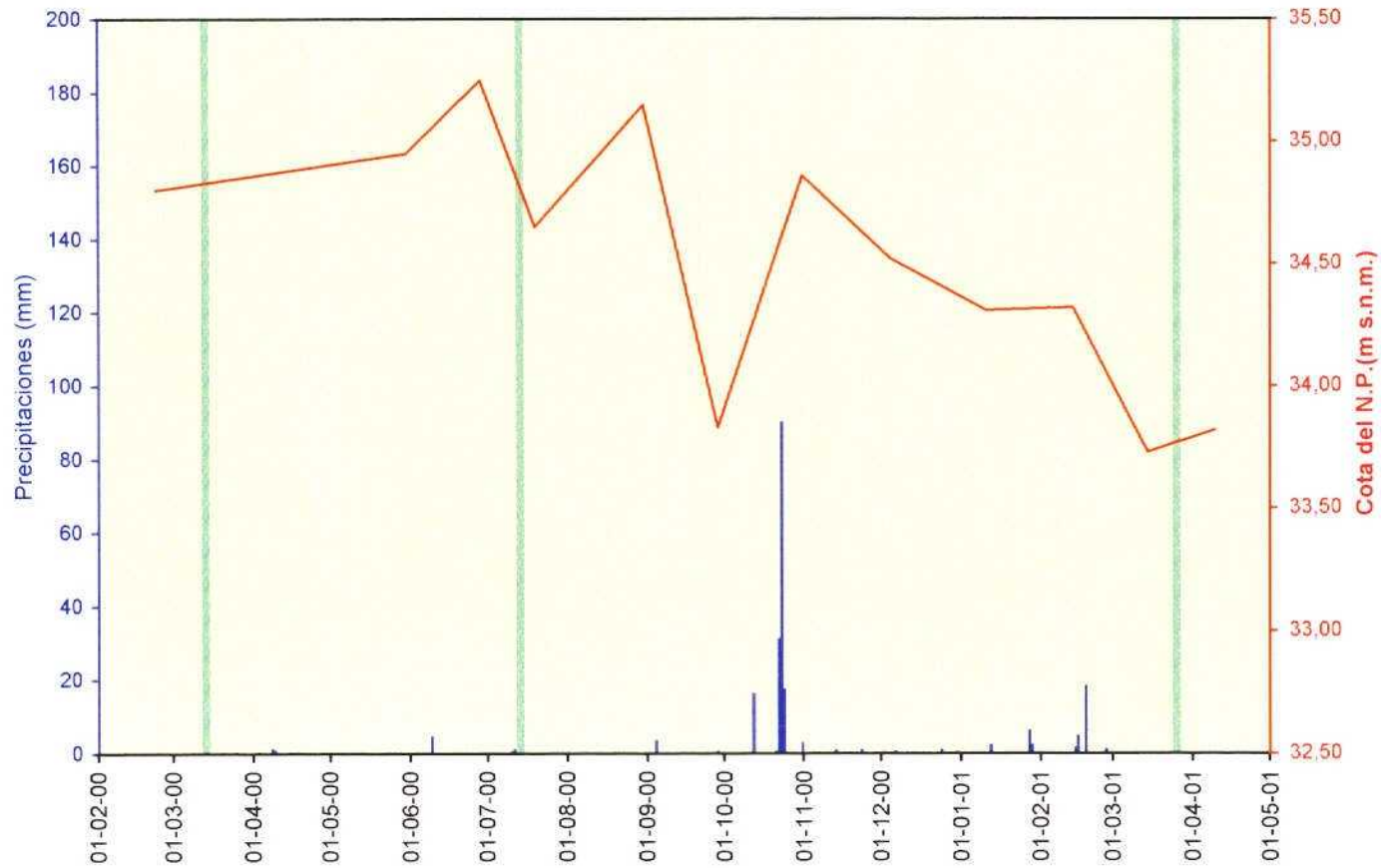
Sistema acuifero de la Vega Media: evolución piezométrica  
RPU: piezómetro 273710995 (Tramo acuifero somero)



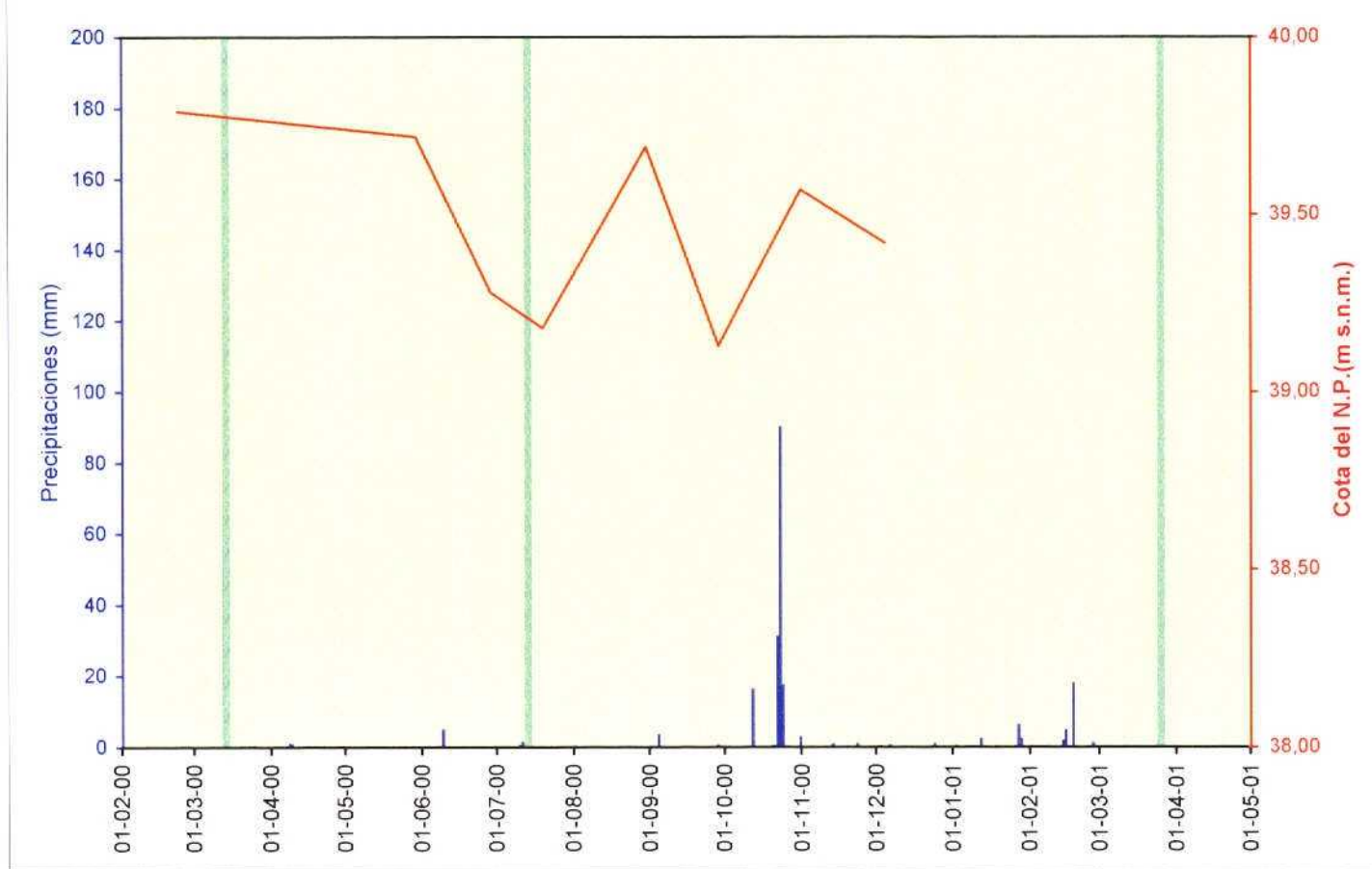
**Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPU: piezómetro 273710996 (Tramo acuífero somero)**



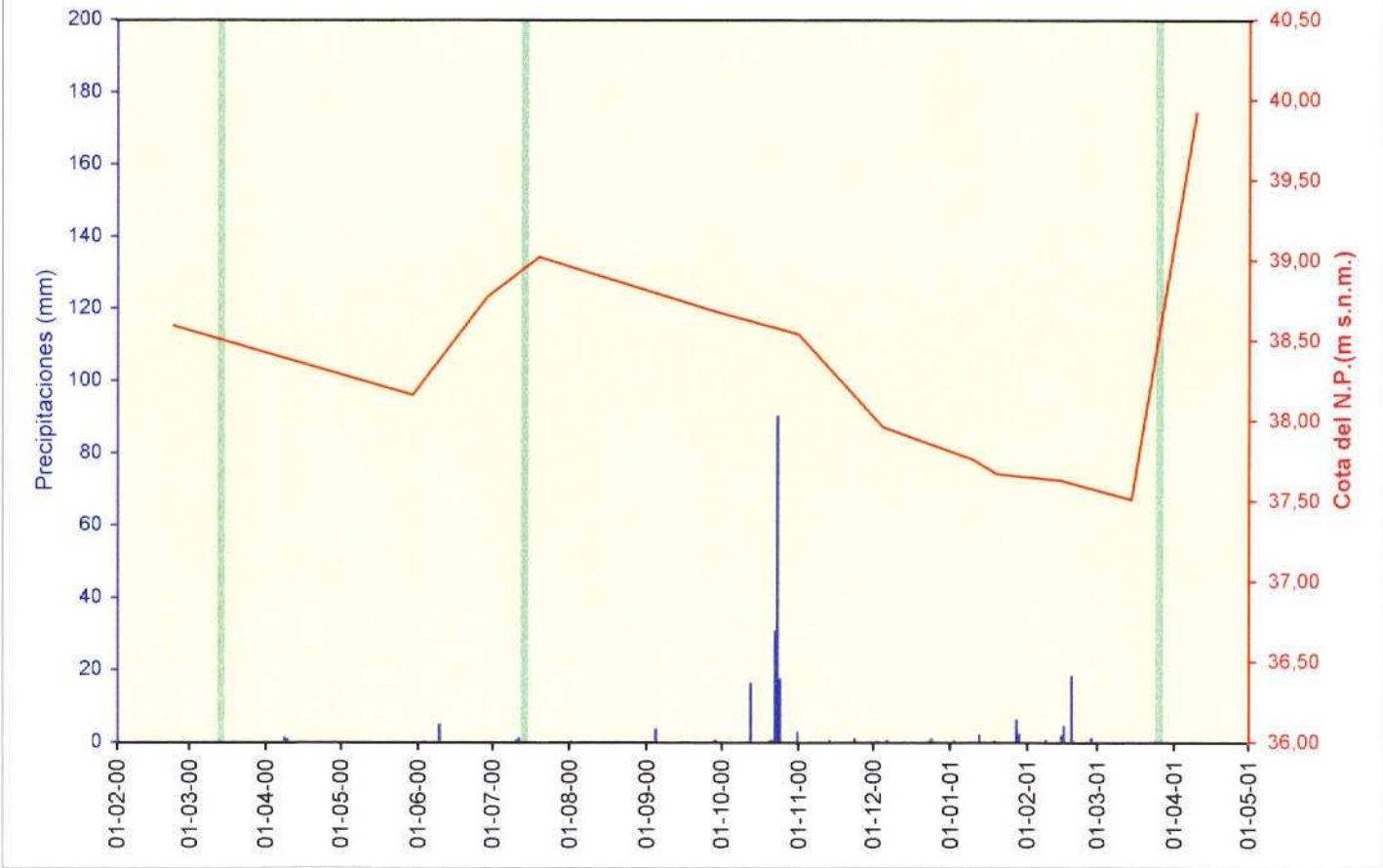
Sistema acuifero de la Vega Media: evolución piezométrica  
 RPU: piezómetro 273710997 (tramo acuifero somero)



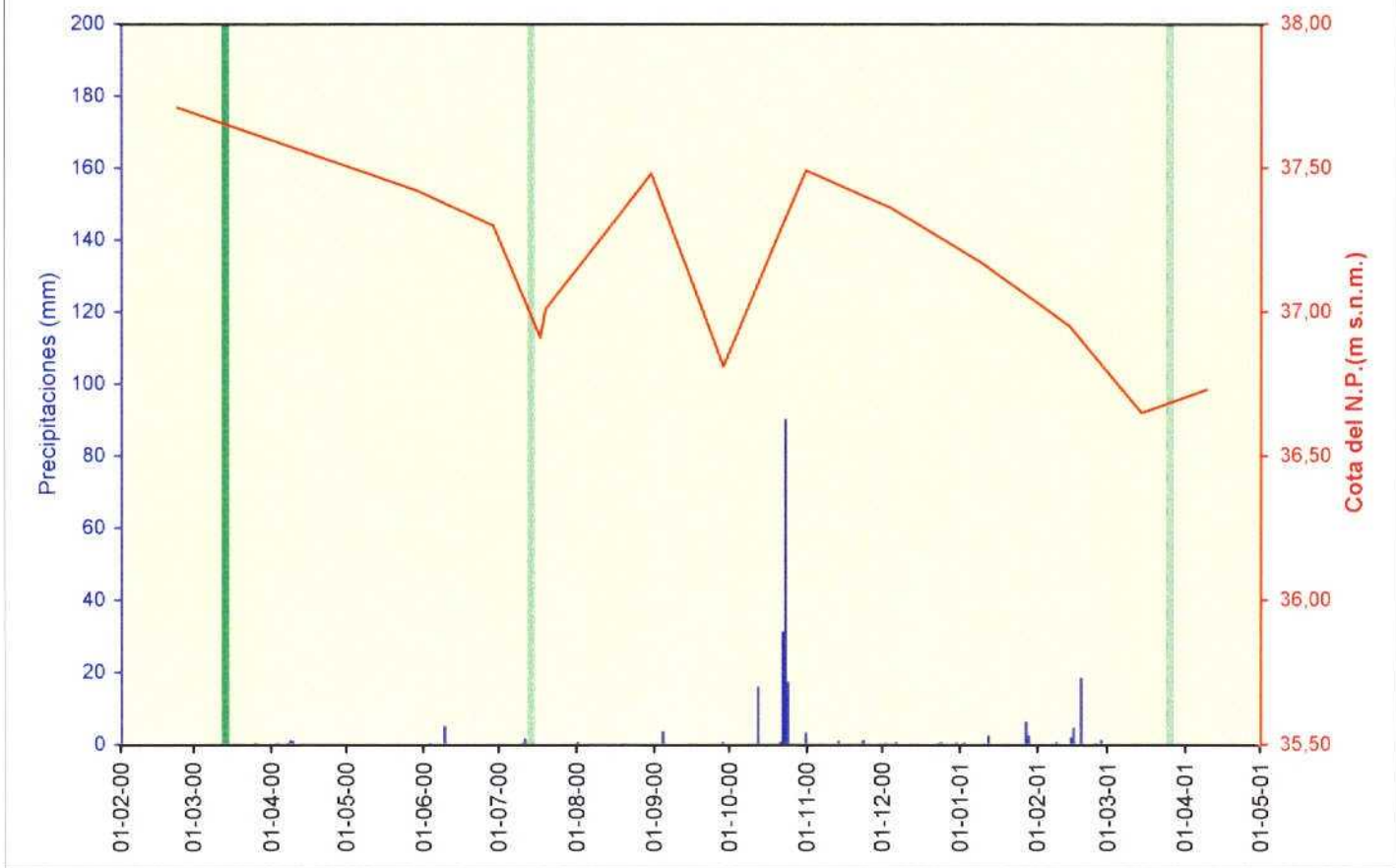
Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica  
 RPU: piezómetro 273710998 (Tramo acuífero somero)



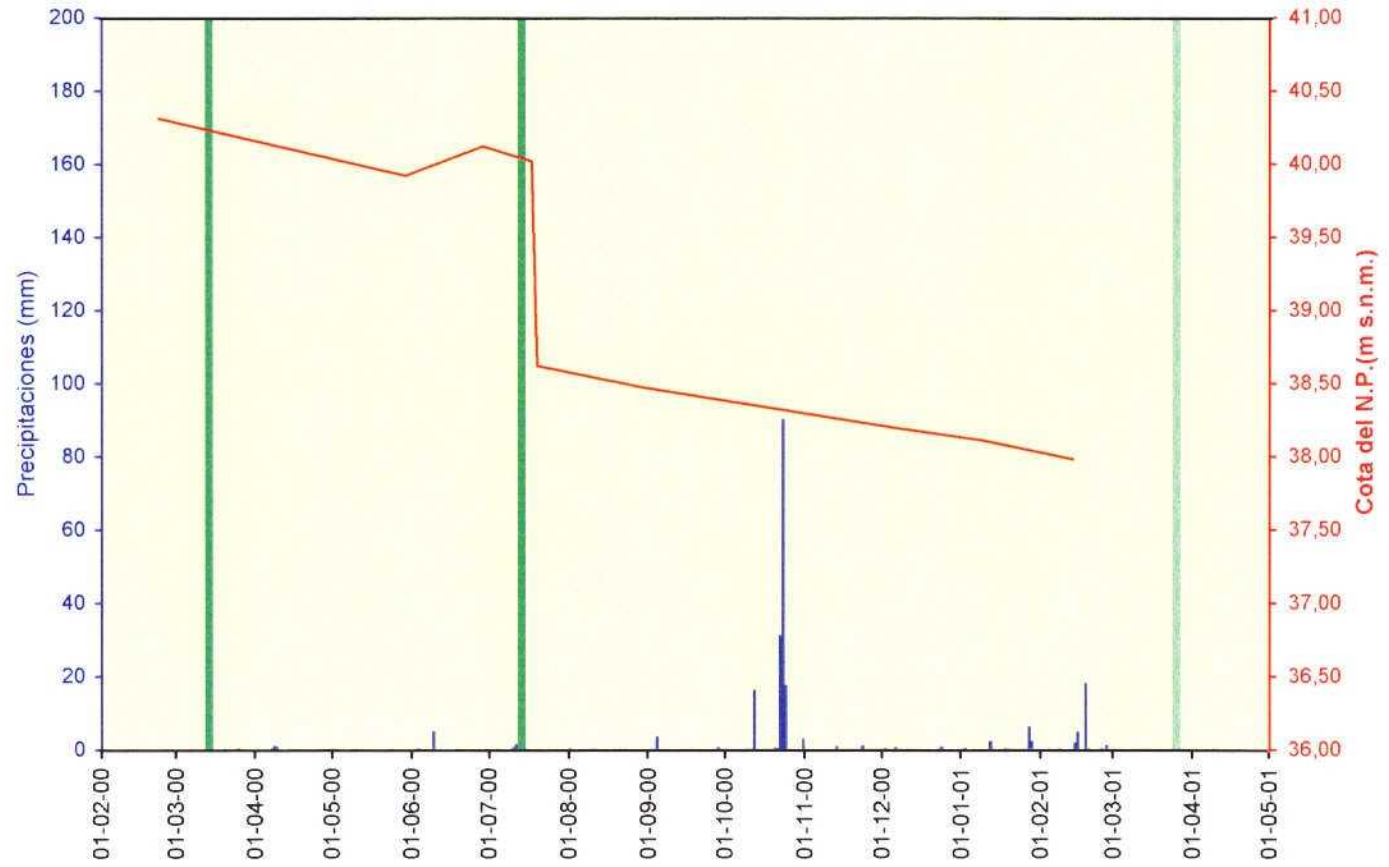
**Sistema acuifero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPU: piezómetro 273711001 (Tramo acuifero somero)**



Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica  
 RPU: piezómetro 273711002 (Tramo acuífero somero)

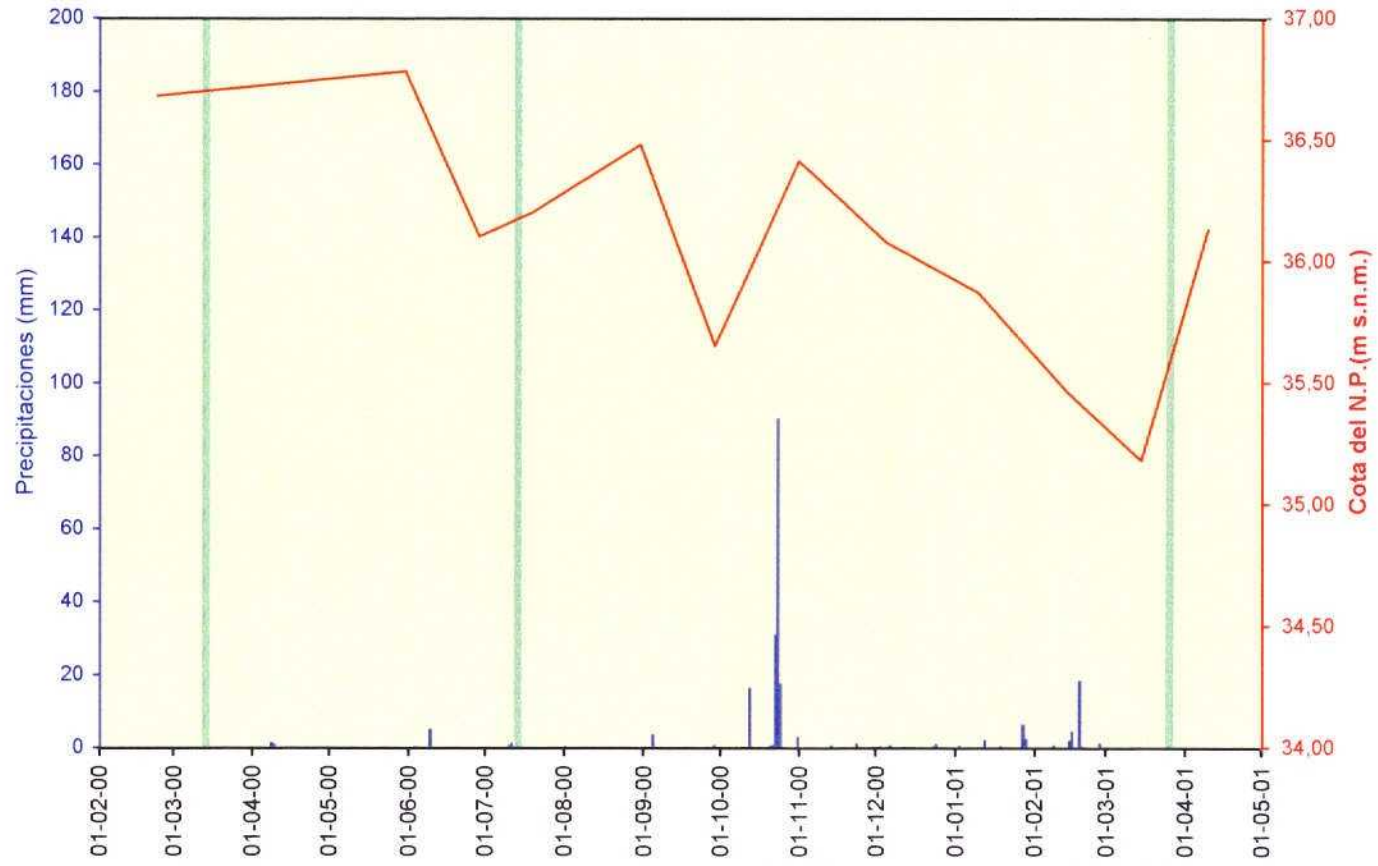


**Sistema acuifero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPU: piezómetro 273711003 (Tramo acuifero 1º nivel de gravas)**

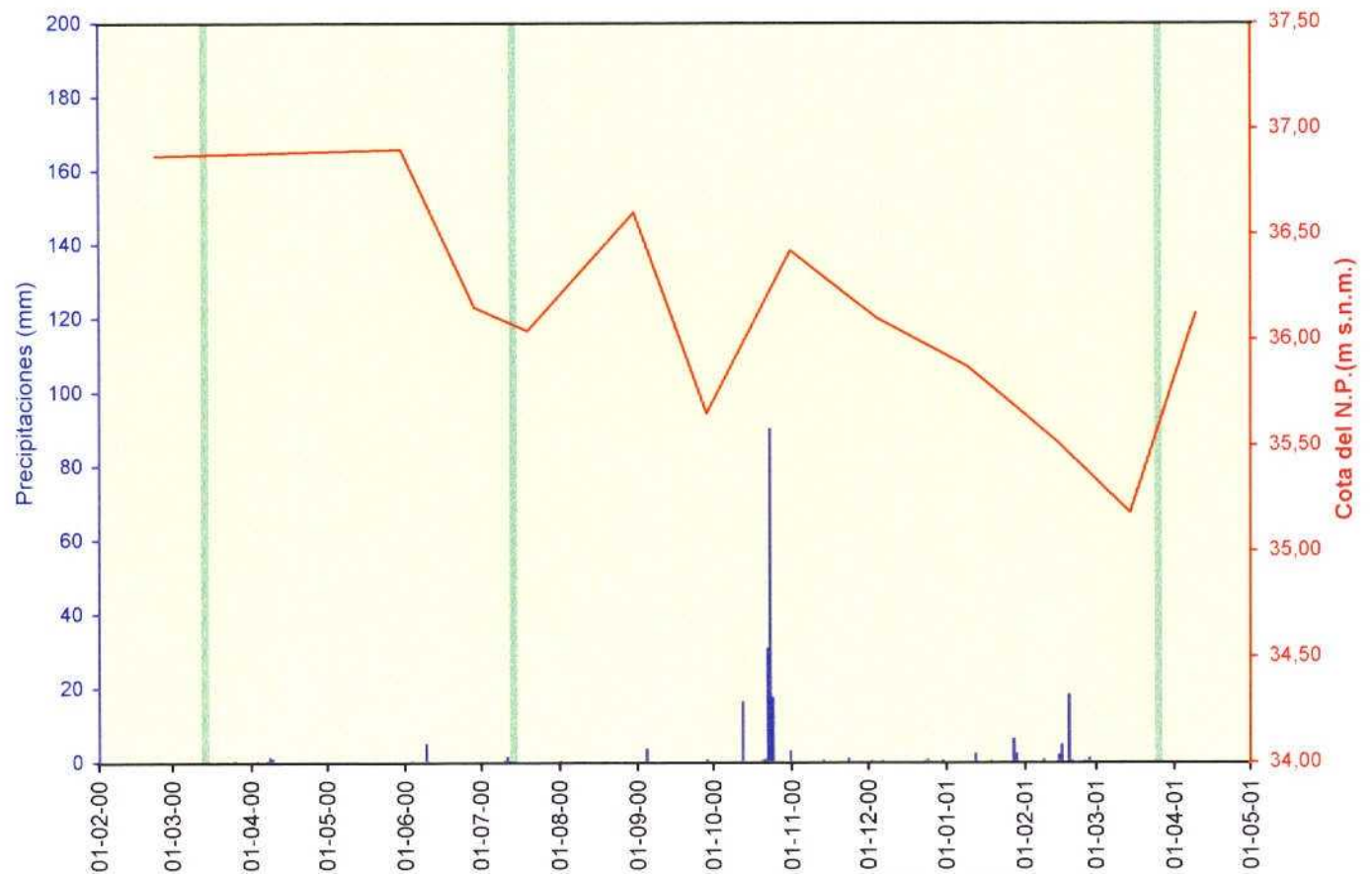




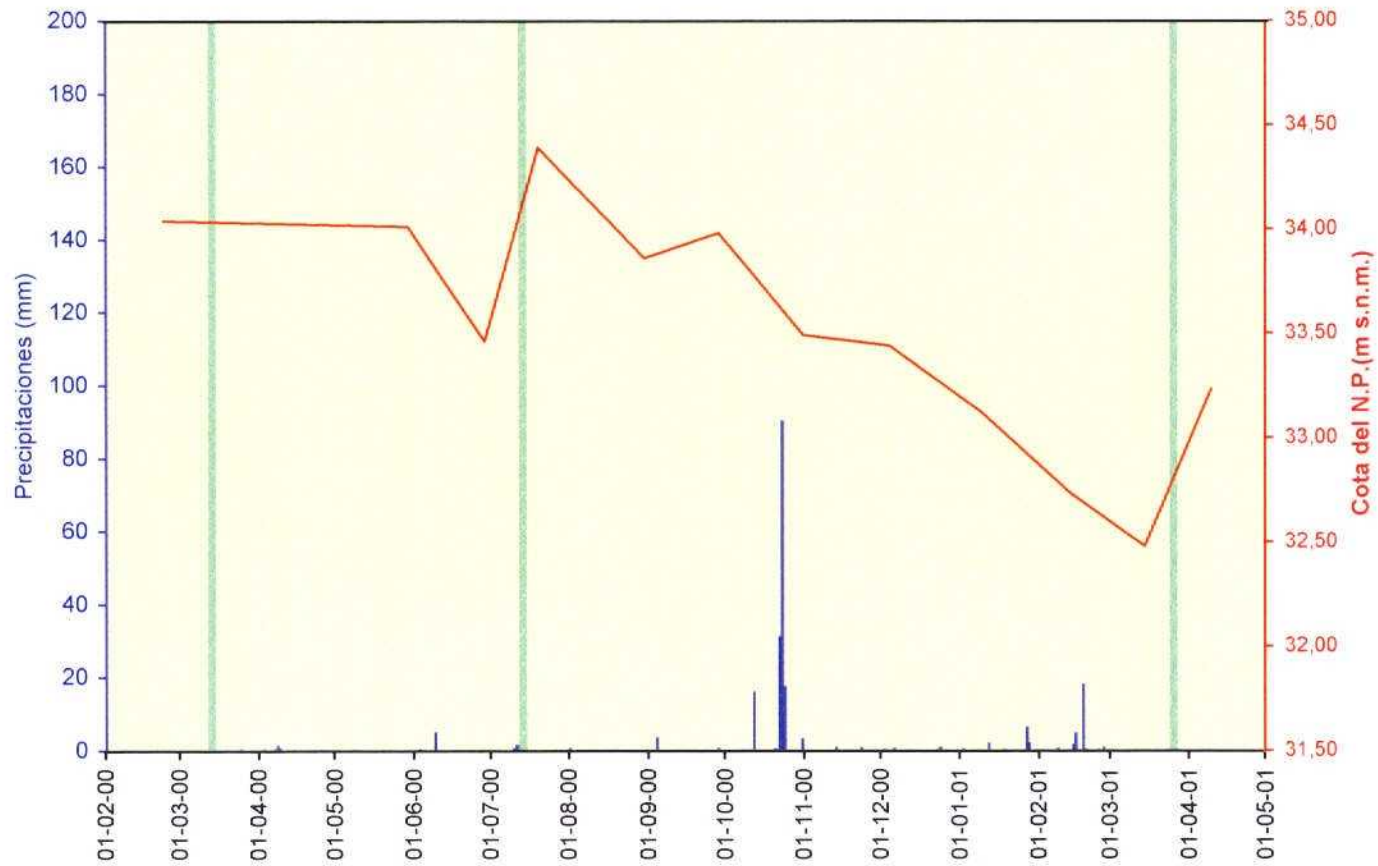
**Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPU: piezómetro 273711004 (Tramo acuífero 1º nivel de gravas)**



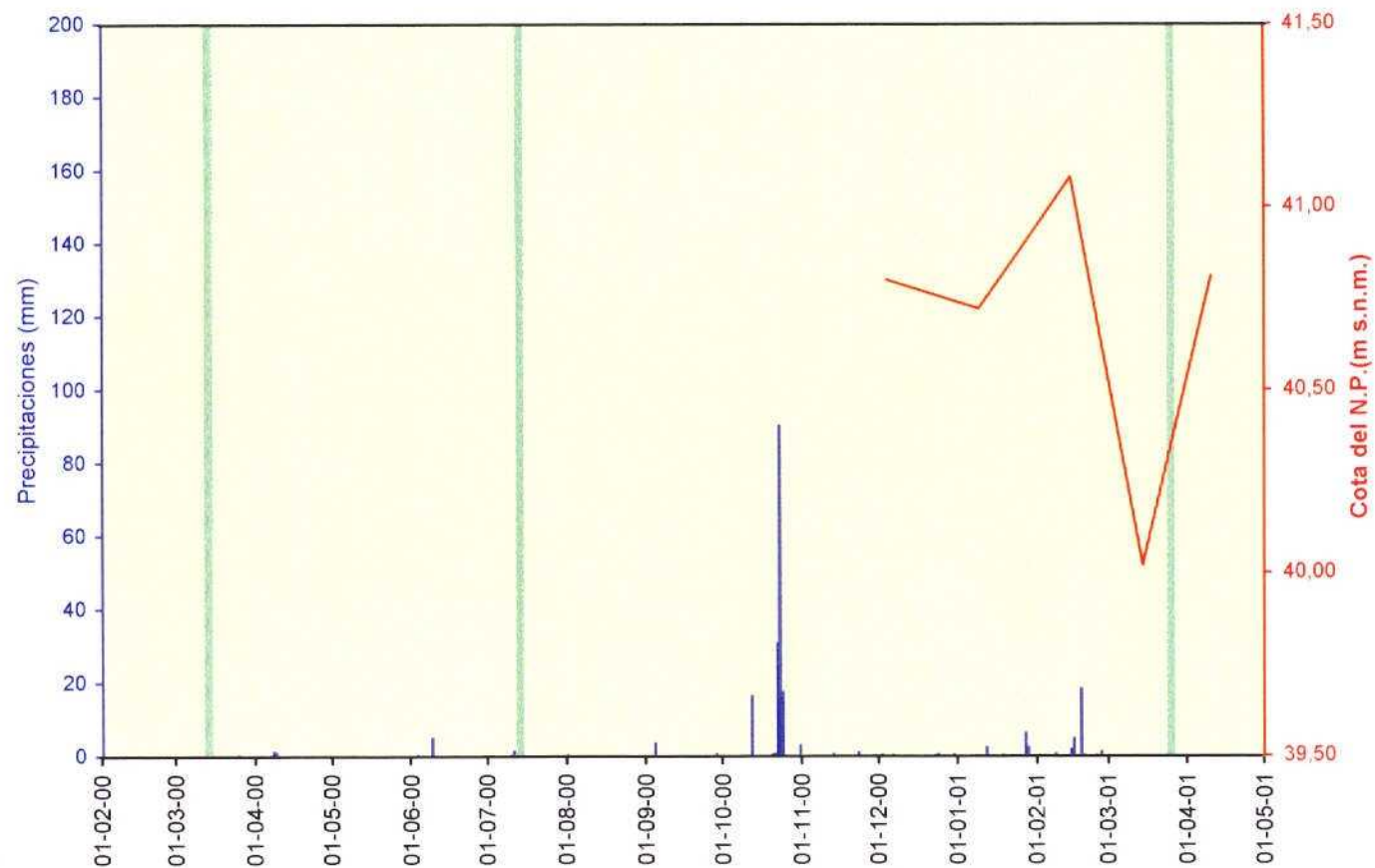
Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica  
 RPU: piezómetro 273711005 (Tramo acuífero somero)



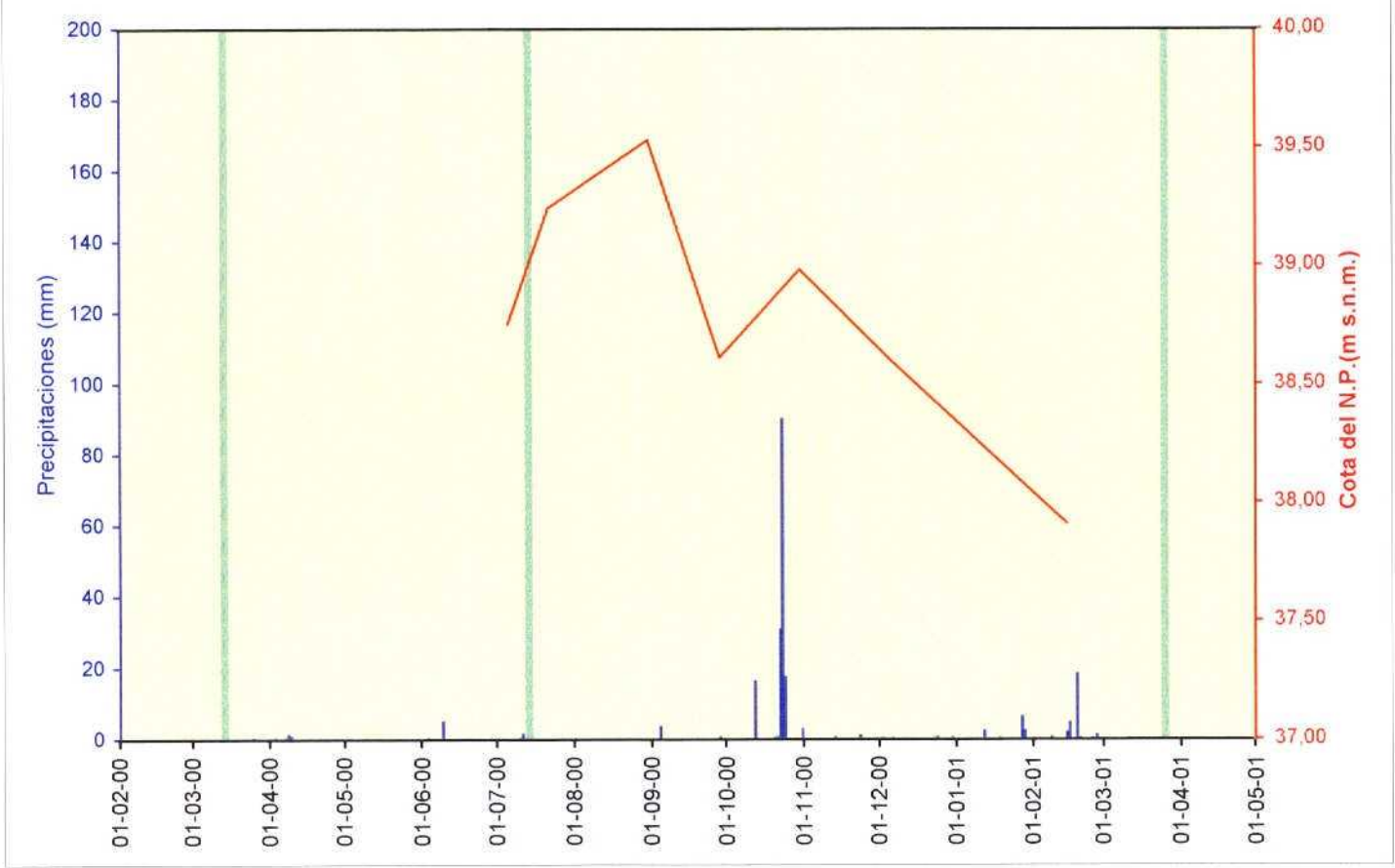
**Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPU: piezómetro 273711006 (Tramo acuífero 1º nivel de gravas)**



Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica  
 RPU: piezómetro 273711034 (Tramo acuífero 1º nivel de gravas)

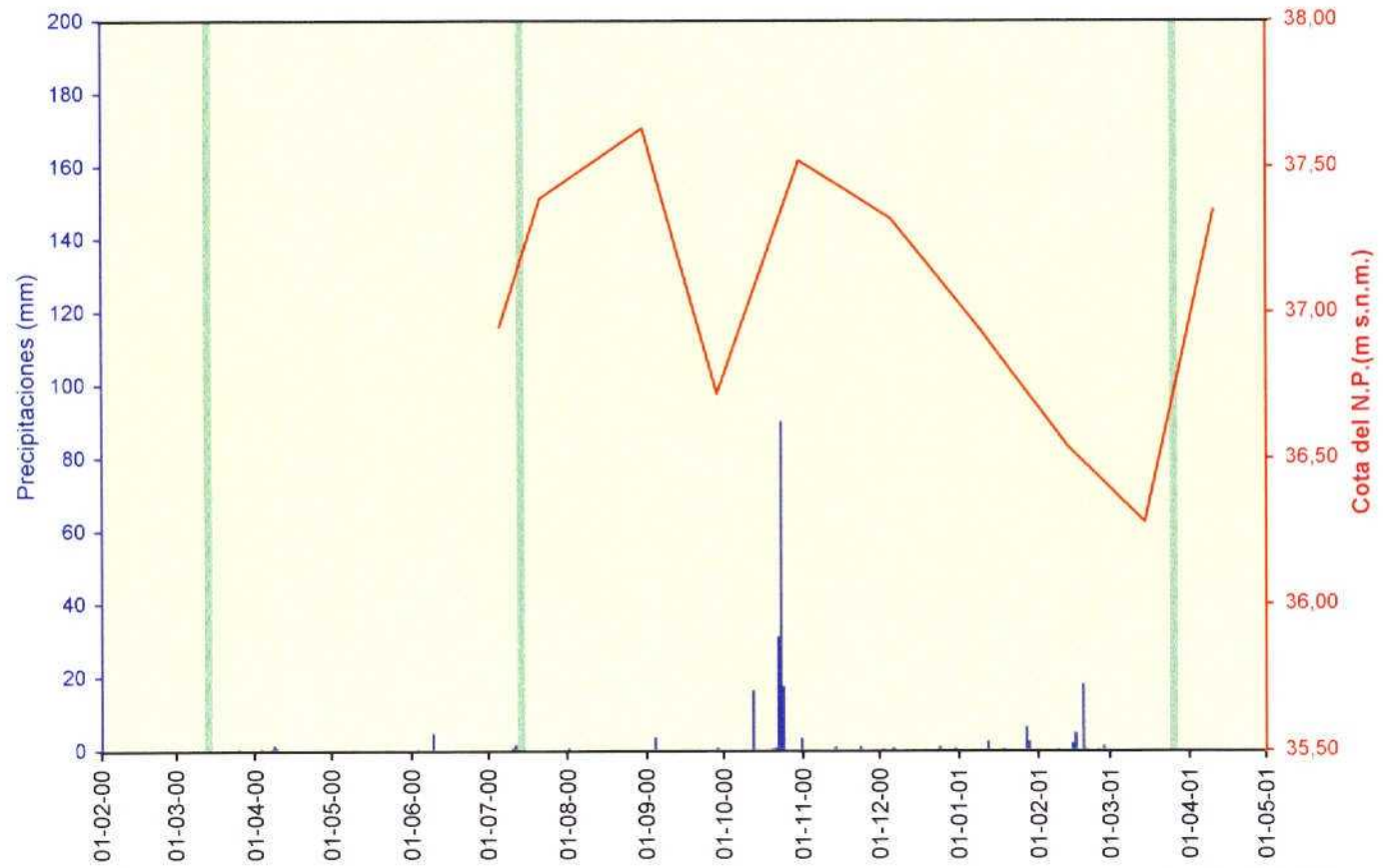


**Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPU: piezómetro 273711035 (Tramo acuífero 1º nivel de gravas)**

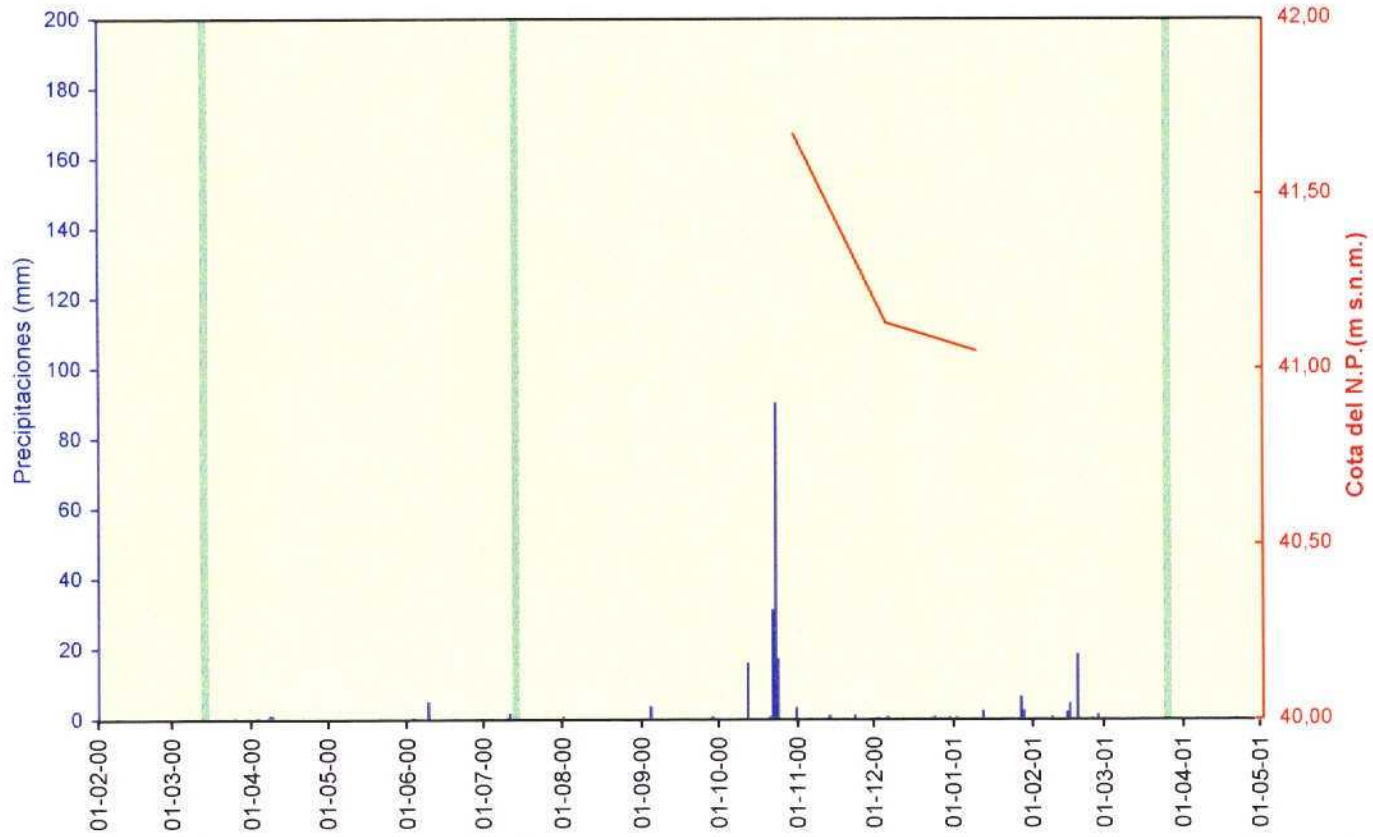




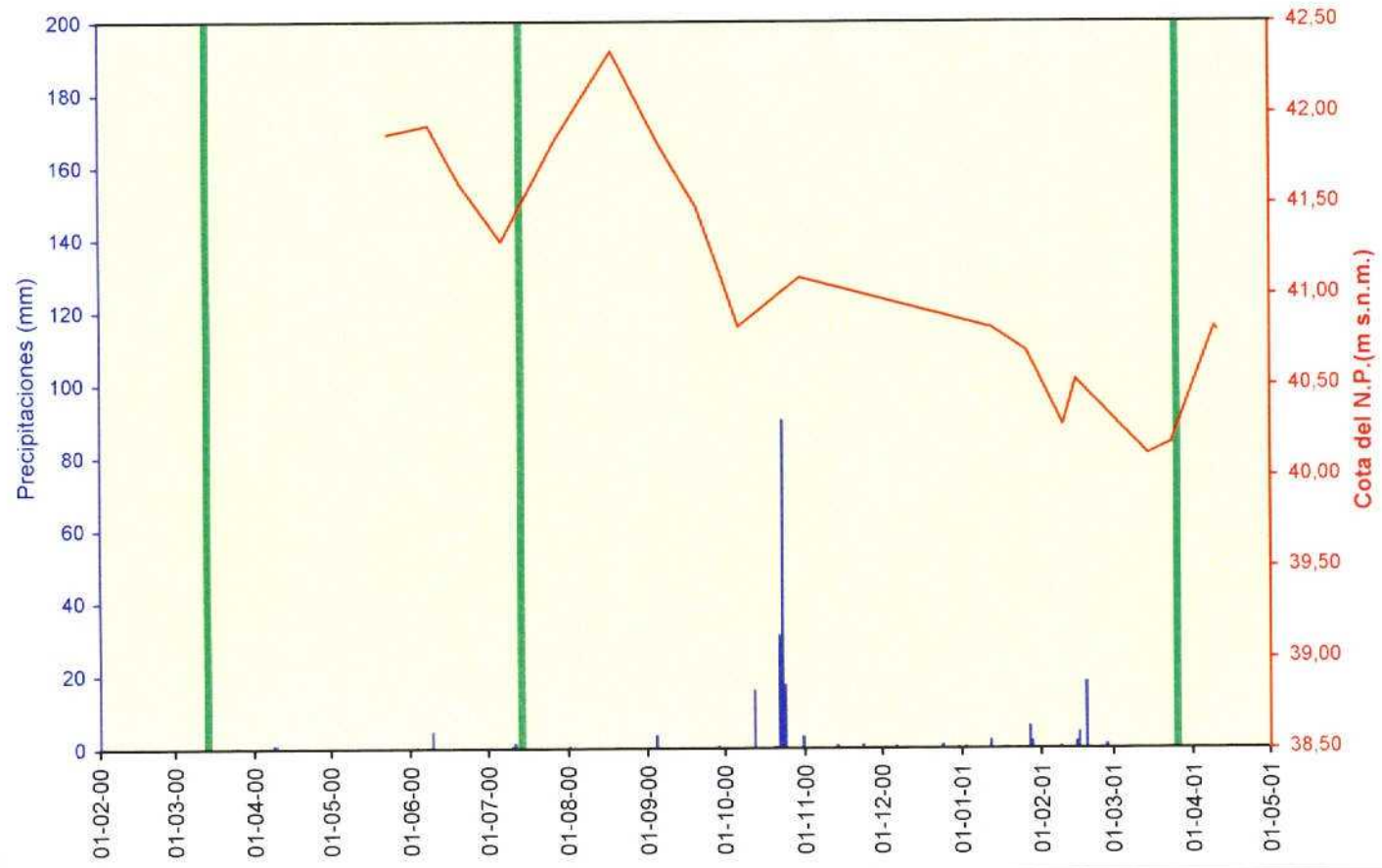
Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica  
RPU: piezómetro 273711036 (Tramo acuífero 1º nivel de gravas)



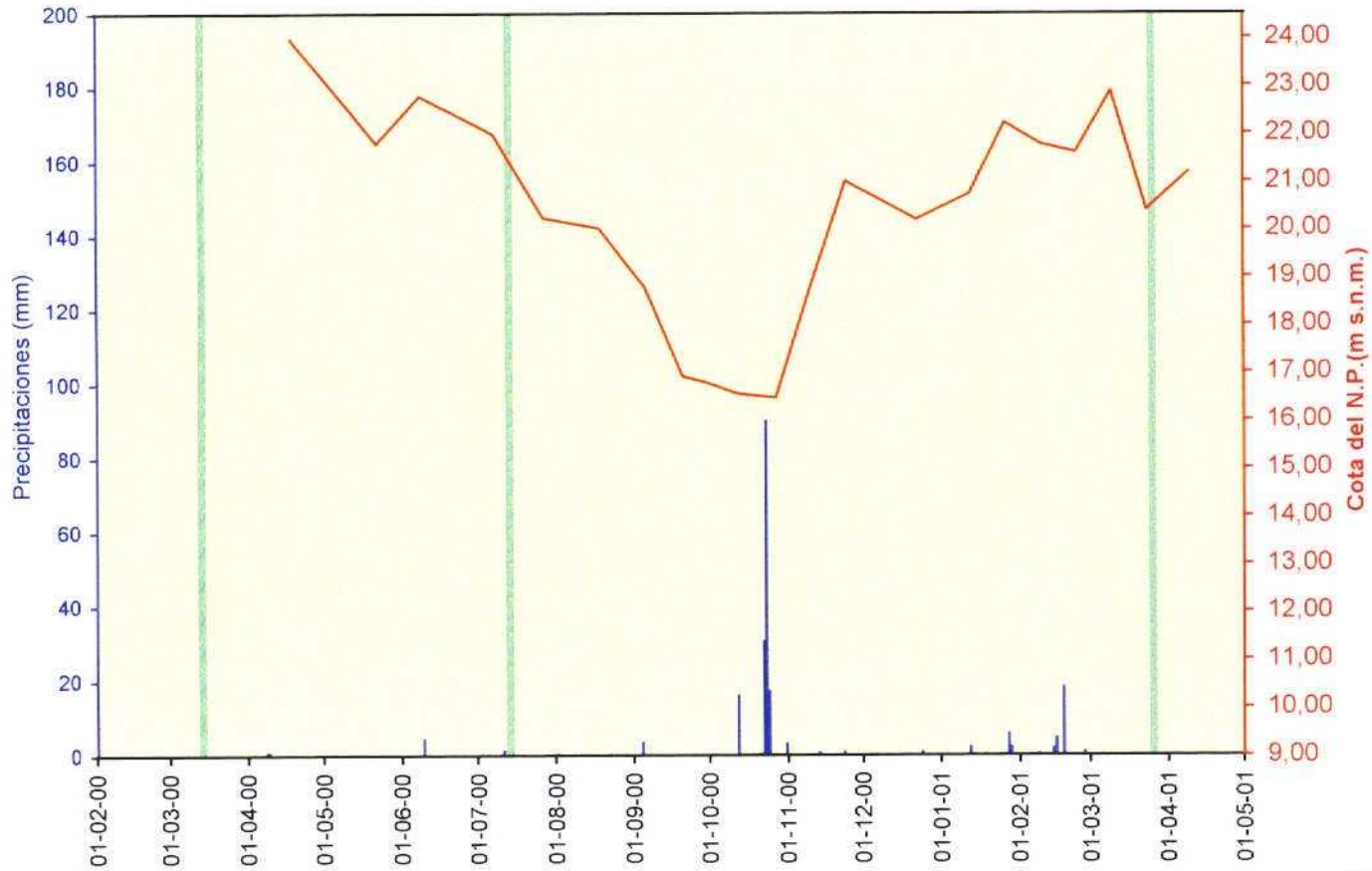
**Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPU: piezómetro 273711037 (Tramo acuífero 1º nivel de gravas)**



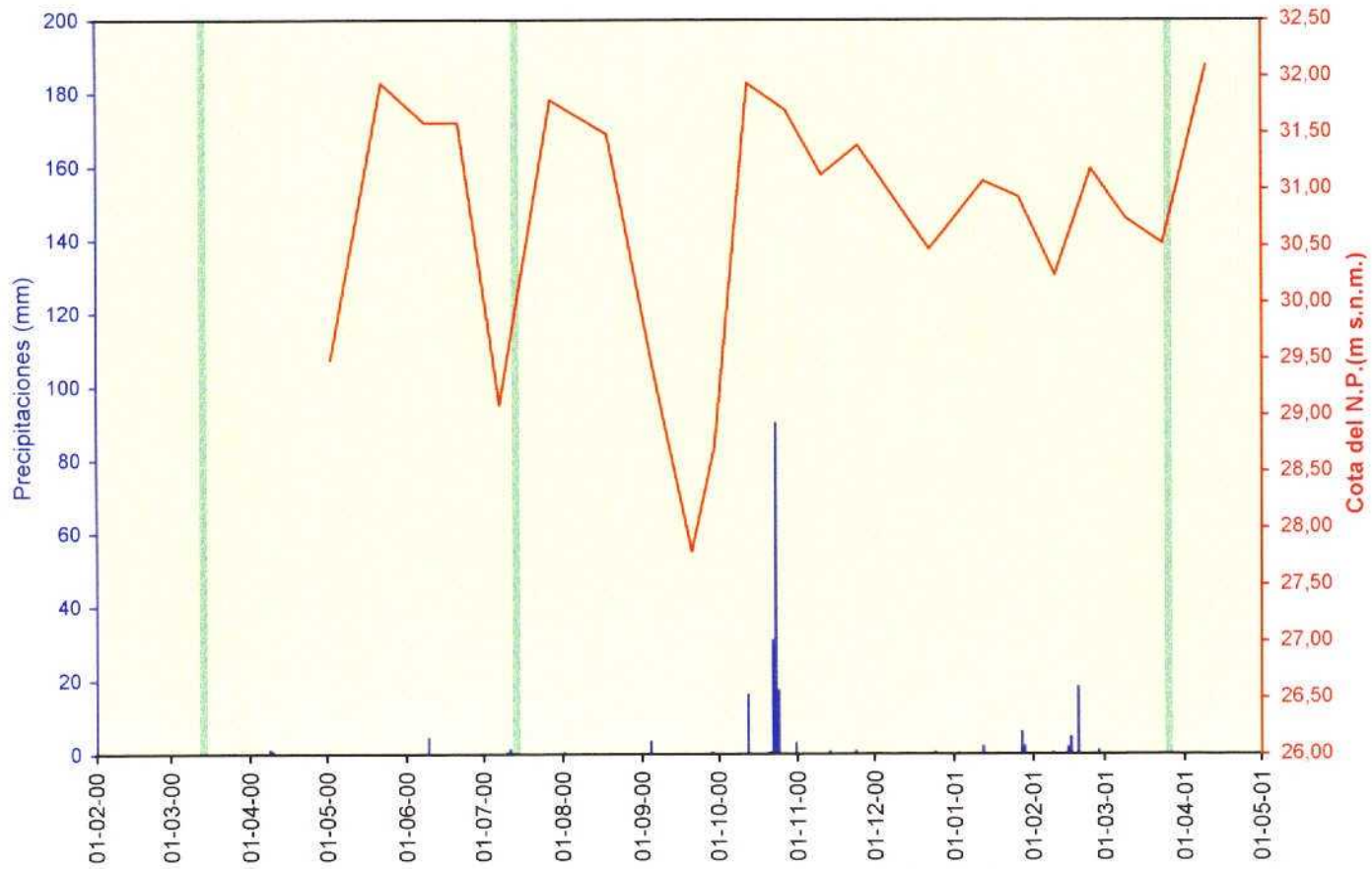
**Sistema acuifero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPG: piezómetro 273711039 (Tramo acuifero 1º nivel de gravas)**



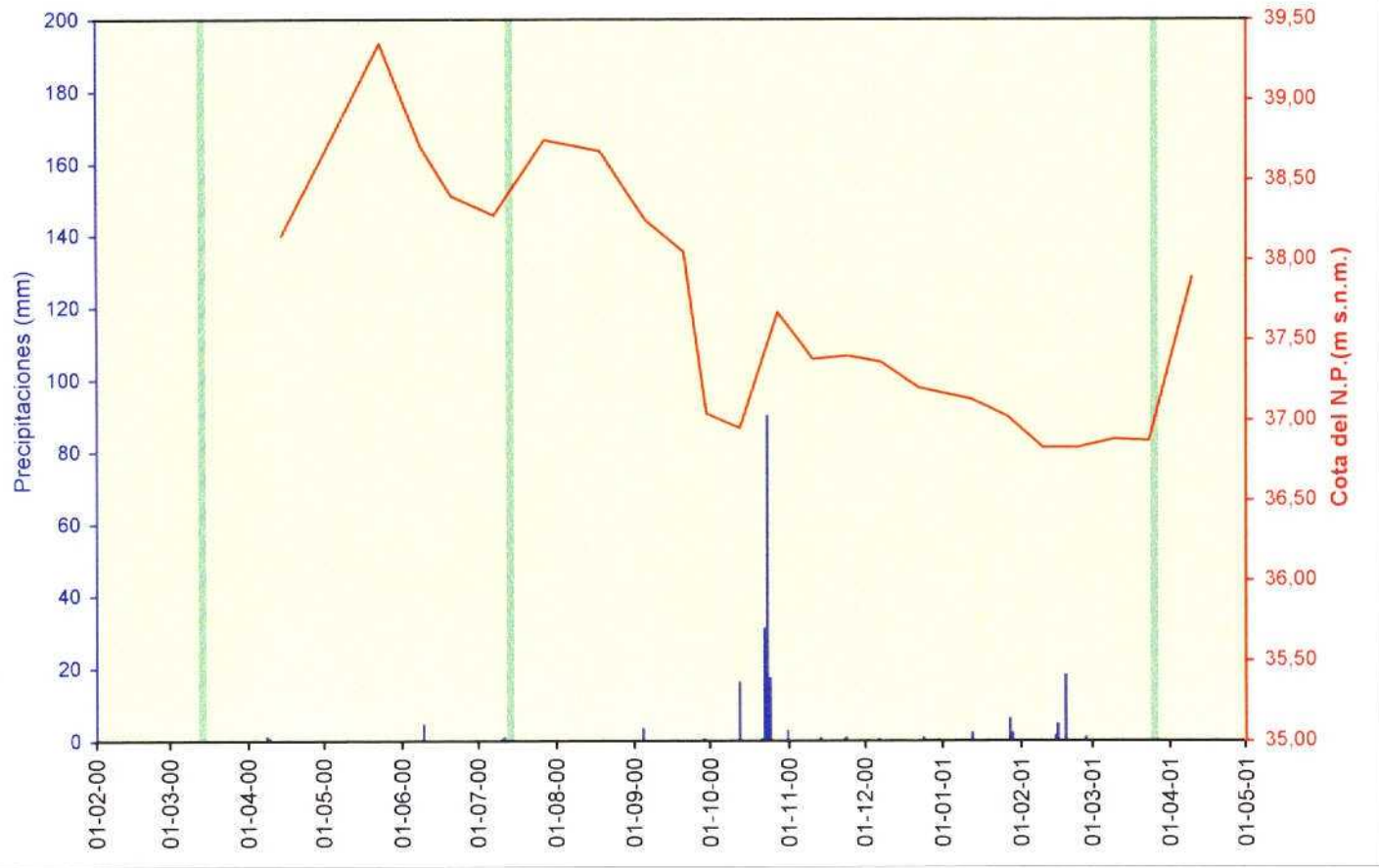
**Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPG: piezómetro 273720193 (Acuífero Triásico)**



**Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPG: piezómetro 273720203 (Tramo acuífero 1º nivel de gravas)**

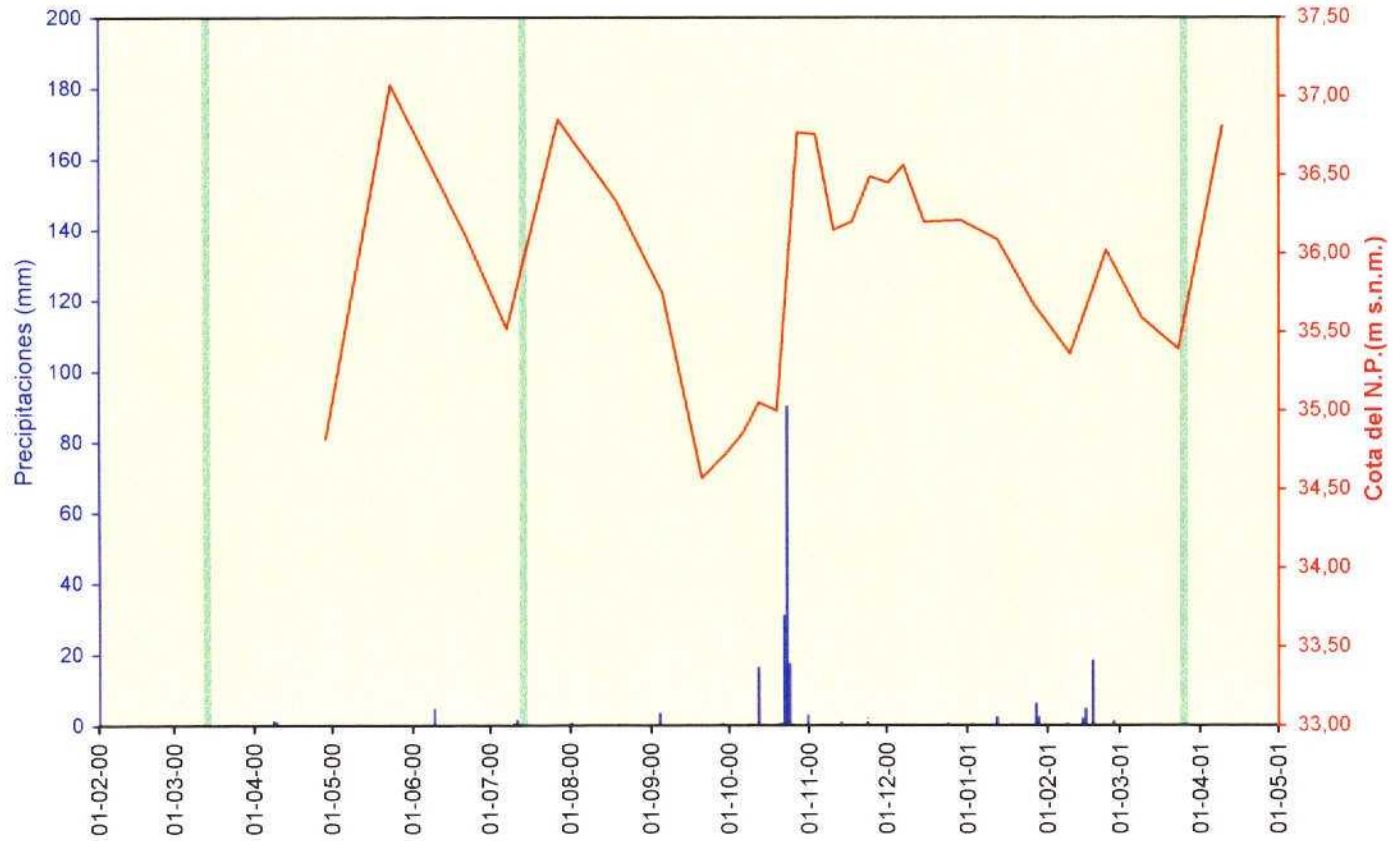


Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica  
 RPG: piezómetro 273720220 (Tramo acuífero somero )

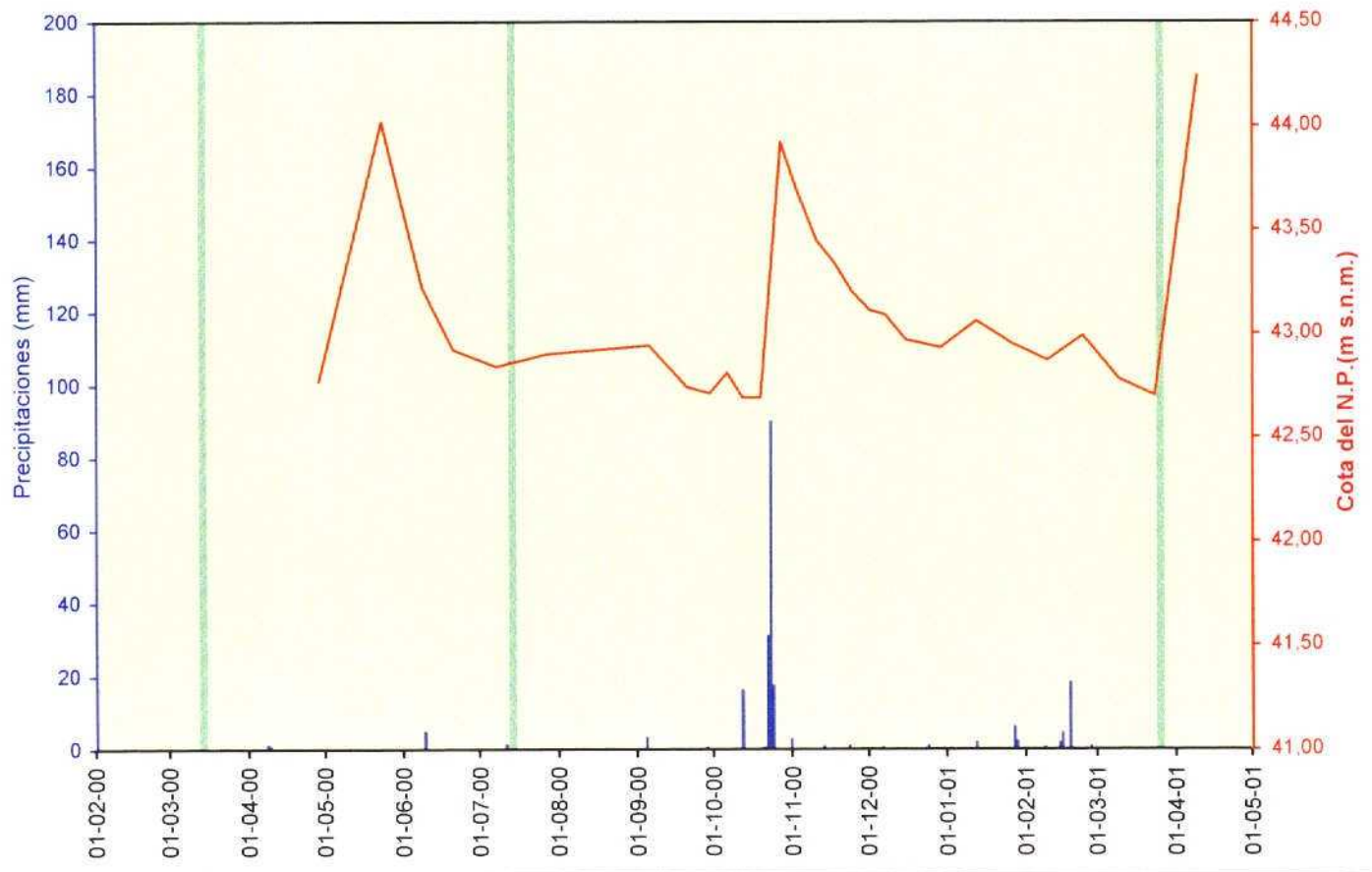




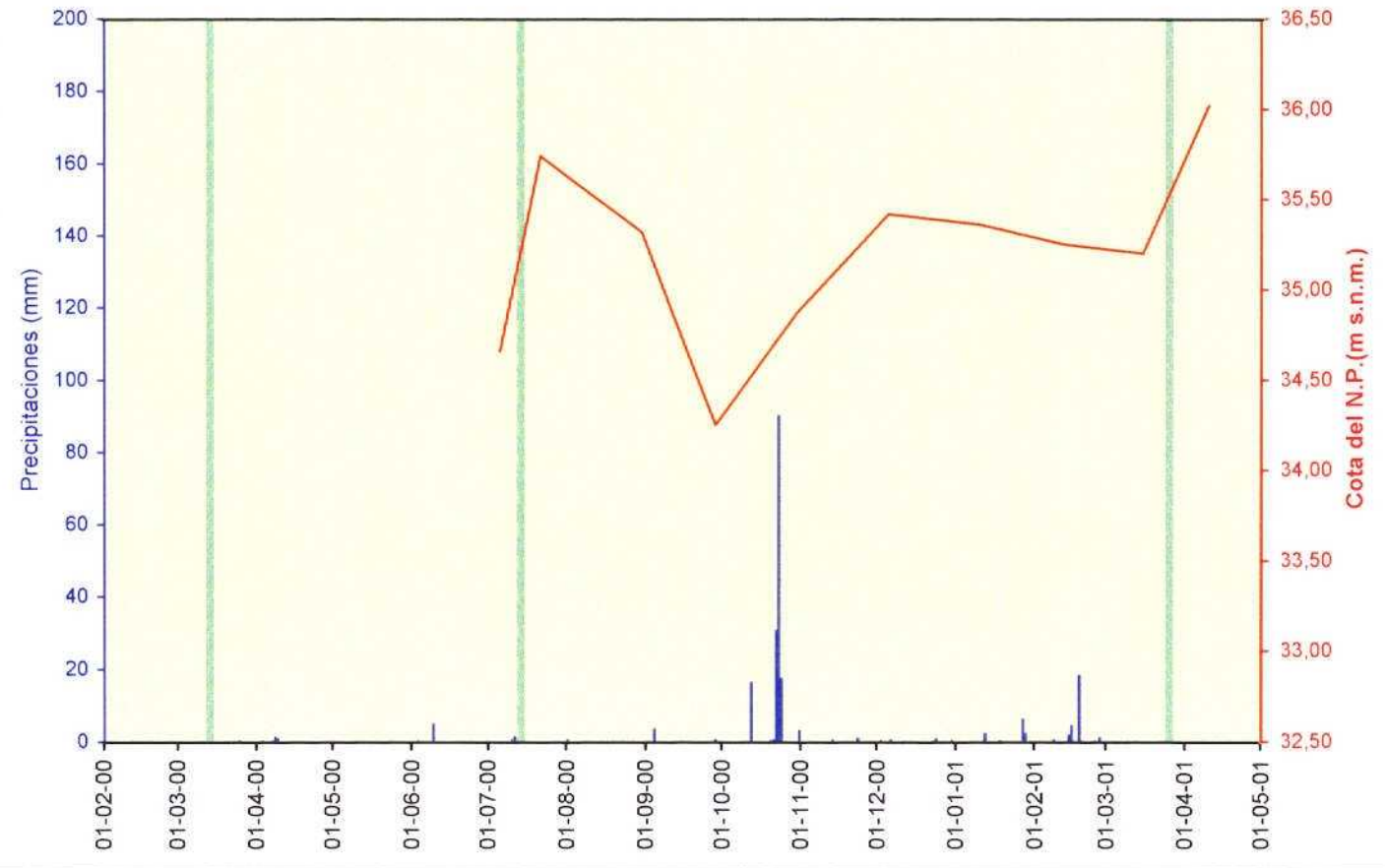
**Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPG: piezómetro 273720315 (Tramo 1º nivel de gravas)**



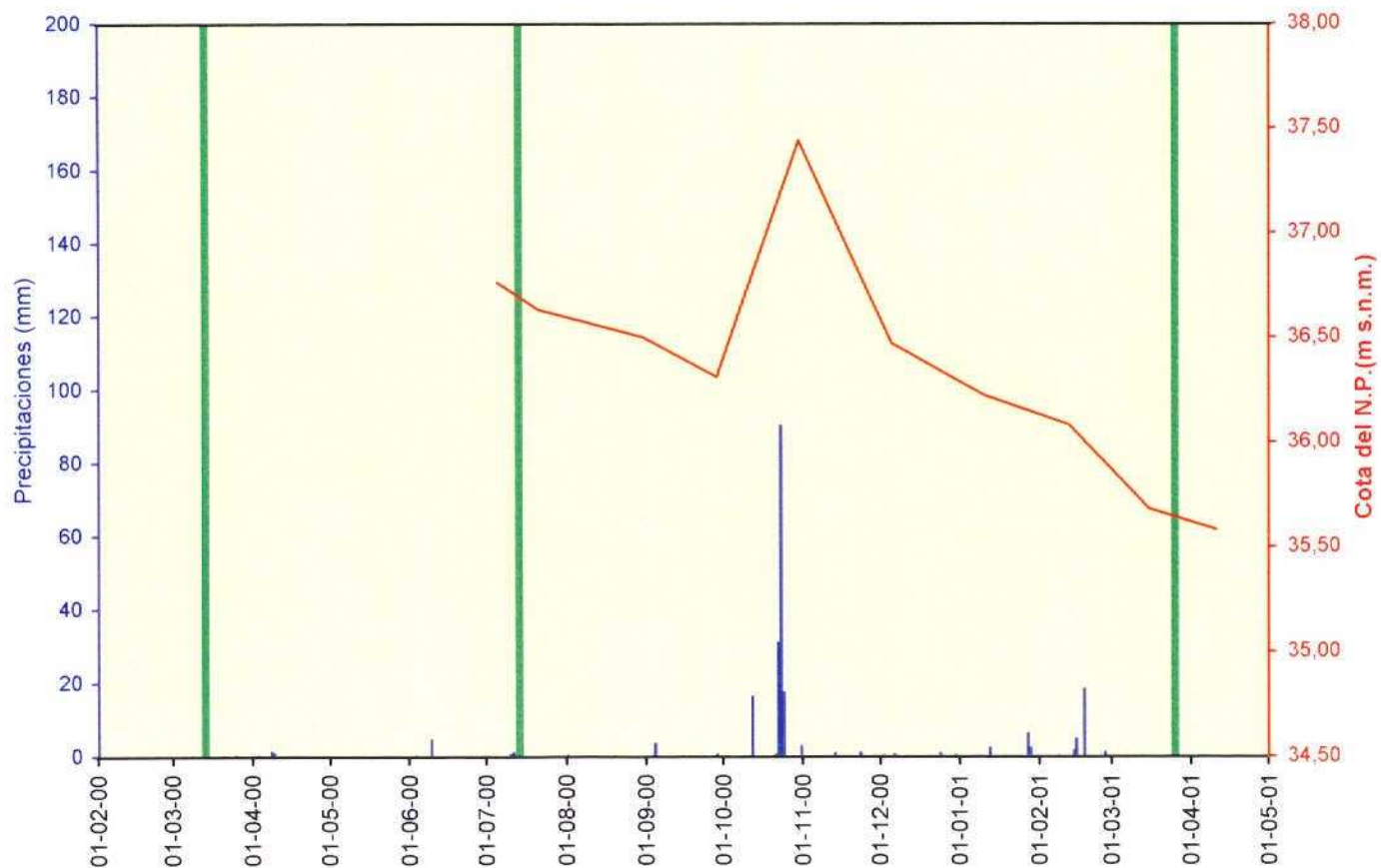
Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica  
 RPG: piezómetro 273720369 (Tramo acuífero somero)



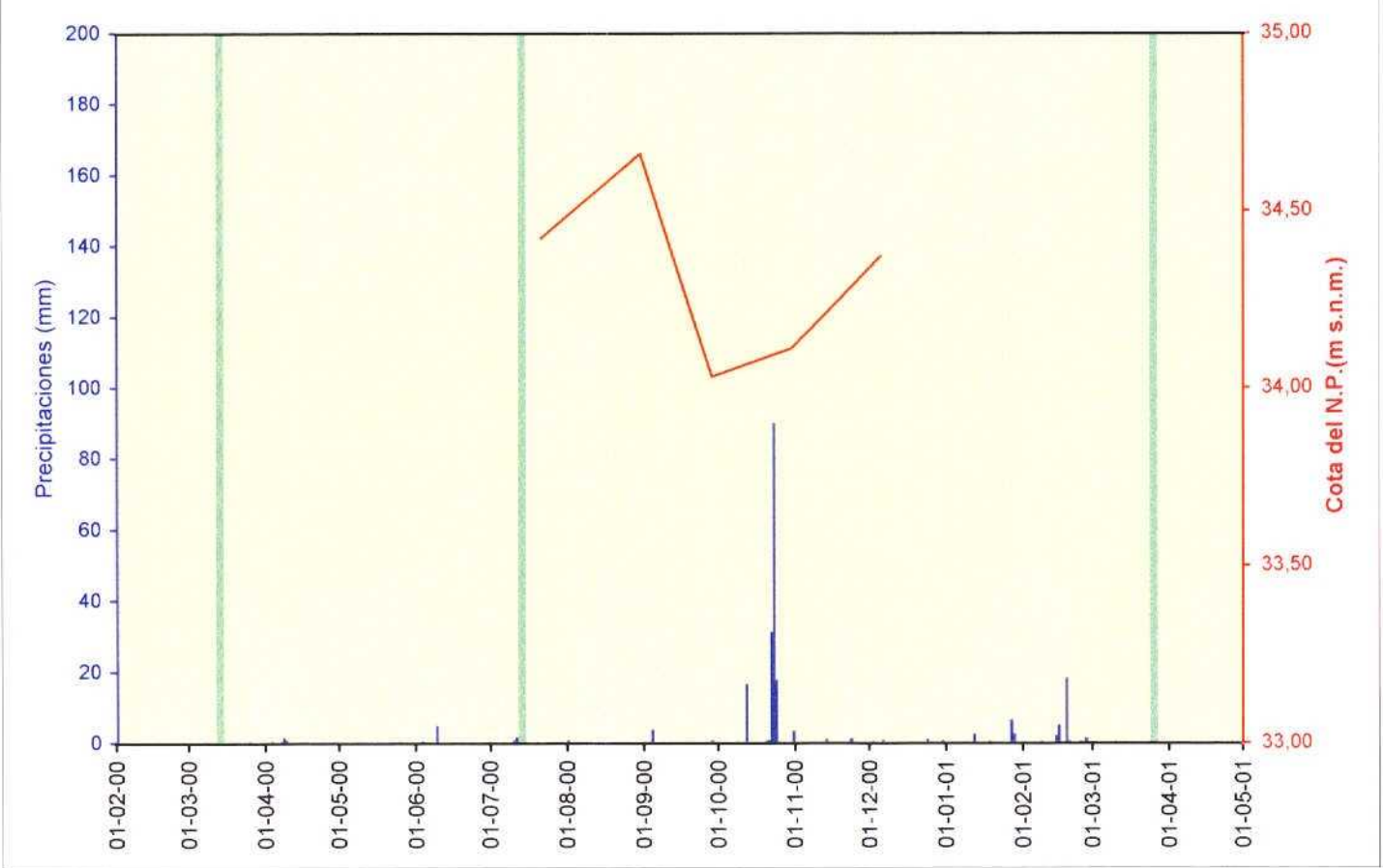
**Sistema acuifero de la Vega Media: evolución piezométrica**  
**RPU: piezómetro 273720390 (Tramo acuifero 1º nivel de gravas)**



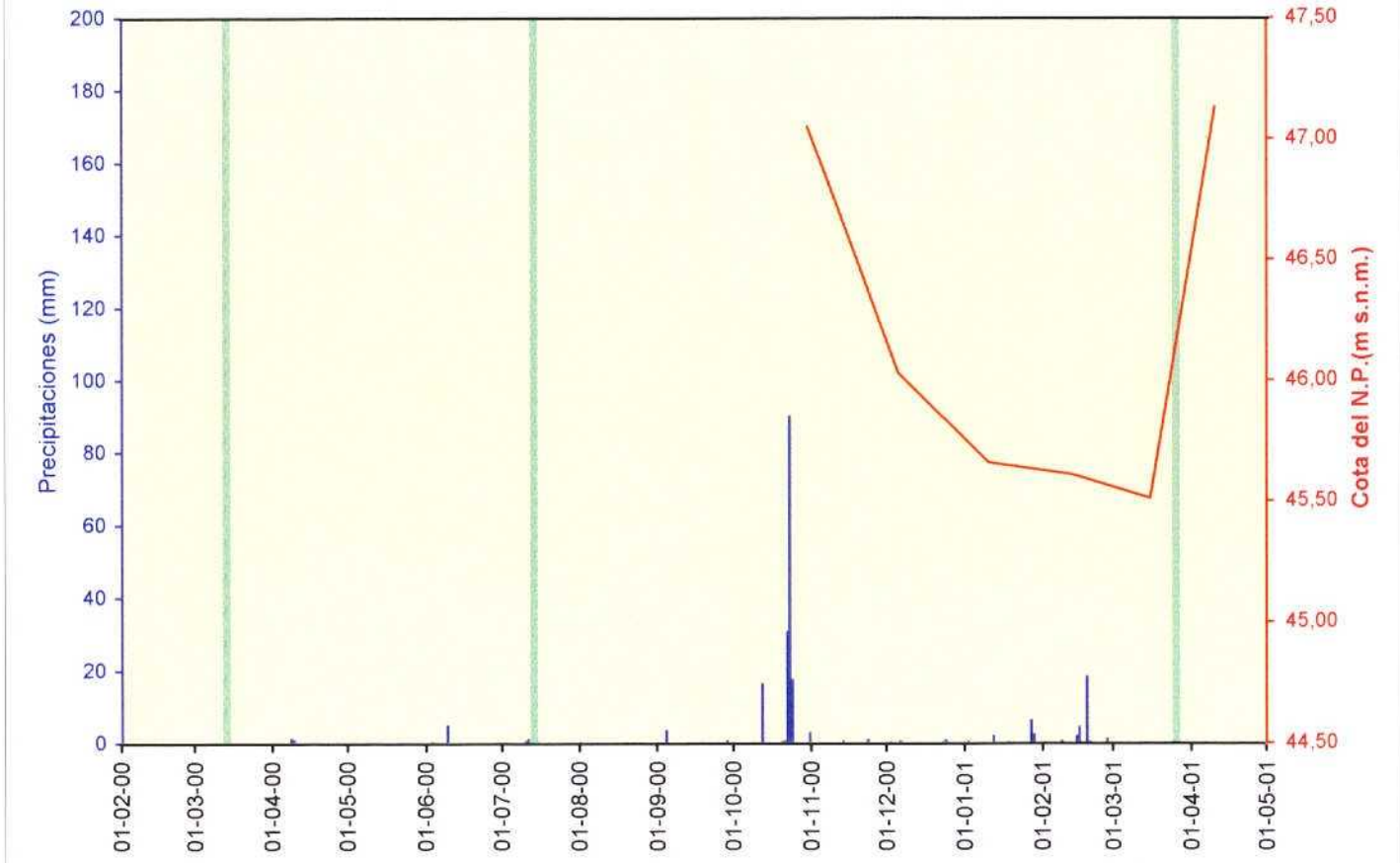
Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica  
 RPU: piezómetro 273720396 (Tramo acuífero somero)



Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica  
RPU: piezómetro 273720397 (Tramo acuífero somero)



Sistema acuífero de la Vega Media: evolución piezométrica  
RPU: piezómetro 273720401 (Tramo acuífero somero)





**9. APÉNDICE A3.2. DESCRIPCIÓN DE LA CAMPAÑA DE NIVELACIÓN**

## 9.1. INTRODUCCIÓN

Con el objetivo fundamental de disponer de altitudes absolutas a la hora de representar las líneas isopiezas representativas del funcionamiento hidrodinámico del acuífero de la Vega Media, se ha llevado a cabo una campaña de nivelación altimétrica, que se ha llevado a cabo de forma discontinua entre los meses de enero y marzo de 2001.

En dicha campaña de nivelación se ha determinado la cota absoluta de las referencias de medida (RM) del nivel piezométrico puntos de agua localizadas en el acuífero de la Vega Media, correspondientes a captaciones del tramo acuífero somero, del tramo acuífero profundo y puntos de control en cauces. Entre los puntos nivelados se han incluido todos los pertenecientes a las diferentes redes de control hidrogeológico establecidas en el marco del Estudio:

- Red Piezométrica General de la Vega Media.
- Red Piezométrica Urbana y Periurbana de la Vega Media.
- Campaña Flash.
- Secciones de Aforos.
- Emplazamientos de baterías de sondeos para el estudio de infiltración en parcelas piloto.
- Emplazamientos de baterías de sondeos para el estudio de la relación río-acuífero.
- Emplazamientos de baterías de sondeos para el estudio del Gradiente Vertical.

La metodología utilizada y los resultados obtenidos se describen en los apartados siguientes.

## 9.2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La campaña de altimetría ha sido realizada por nivelación geométrica o por altura. Se ha utilizado el método del punto medio en una nivelación compuesta con inicio y fin en estaciones diferentes con cota conocida y/o con anillos de cierre de una misma estación, en función de las distancias que separan los diferentes puntos seleccionados y de los obstáculos existentes entre ellos.

Este método consiste en estacionar el nivel a una distancia  $d$  medida con cinta métrica, del punto de partida A. Se sitúa la mira sobre la referencia nivelada de partida (normalmente, el brocal –caso de pozos excavados– o el borde de entubación –caso de sondeos mecánicos–), se “tira” la visual por medio del anteojo del nivel y se realiza una lectura; a esta medida se le denomina nivelada de espalda. Se lleva a mira a la siguiente estación 1 situada a la misma distancia  $d$  y se sujeta la mira con el zócalo de hierro, para garantizar la estabilidad del punto de apoyo. Se efectúa la lectura, que, en este caso se denomina nivelada de frente. A continuación se traslada y estaciona el nivel a una nueva distancia de la estación 1, y se repite la operación realizándose ahora la nivelada de espalda en la estación 1, se repite sucesivamente la operación avanzando en el sentido del itinerario hasta que se llega al punto seleccionado B. Desde el punto B se repite el mecanismo hasta un punto C, y así sucesivamente, hasta llegar a una última estación de cota conocida. Este método elimina los errores de esfericidad y refracción, puesto que al tener la misma distancia en la media de espalda y frente, los errores cometidos en un sentido también se dan en sentido opuesto en la misma magnitud y, por tanto, quedan compensados.

Cuando dos o más puntos se han encontrado muy próximos, como en el caso de las parejas hidrogeológicas pertenecientes a la red piezométrica urbana y de los diferentes emplazamientos de baterías de sondeos, al encontrarse estos puntos muy próximos, el itinerario altimétrico se realiza sólo con uno de los sondeos integrantes de las parejas o batería. Posteriormente, una vez que se le ha asignado cota a uno de los puntos, se ha realizado una nivelación simple de punto medio, en la cual se estaciona el nivel a la misma distancia de cada uno de los sondeos que componen la batería, y se lanzan las niveladas de espalda al punto de cota conocida que ha sido nivelado anteriormente y las de frente a cada uno de los puntos, sin necesidad de trasladar la estación del nivel. Se obtiene el desnivel de cada punto respecto a un mismo punto de partida, evitando el arrastre de los errores acumulados.

La lectura de las niveladas de frente y espalda se toman de la siguiente manera:

- Se mira por el anteojo del nivel, este se encuentra enrasado por un hilo horizontal y otro vertical, y a su vez, el hilo vertical se encuentra seccionado por un hilo horizontal superior, y otro inferior, situados equidistantes del hilo horizontal central; se enfoca hacia la mira y se anota la lectura en ella del valor en metros, decímetros, centímetros y milímetros del hilo horizontal central, repitiendo la operación con el hilo superior horizontal, e inferior horizontal, las medidas se toman en su intersección con el hilo vertical. Las anotaciones de los hilos superiores e inferiores, sirven para comprobar la corrección de las medidas y la verticalidad de la mira, puesto que:

$$(\text{hilo superior} + \text{hilo inferior}) / 2 = \text{hilo central} (\pm 0,5 \text{ mm})$$

Si la medida del hilo central no coincide, se vuelve a repetir.

El cálculo de los desniveles entre un punto y otro se calcula restando valor del hilo central de la nivelada de frente al valor del hilo central de la nivelada de espalda.

$$AZ_A^B = hc_A - hc_B$$

- Una vez realizado el cierre, se tienen los diferentes desniveles entre todas las estaciones, y los puntos seleccionados para la altimetría, se calcula la diferencia de desnivel obtenida en el recorrido y la cota conocida de la estación final, esta diferencia es el error de cierre, y se compensa partes iguales en cada estación. Una vez obtenido los desniveles compensados se suman a la cota obtenida, debido a la precisión final de los datos reflejados, el error sólo se refleja en milímetros.
- La tolerancia, limita el error que se puede llegar a cometer en un recorrido, esta es función de la distancia recorrida y de las características técnicas del equipo utilizado

$$\text{Tolerancia} = 7 * d(\text{Km})^{1/2}$$

Las unidades de la tolerancia son milímetros. Las distancias se han tomado con la cinta métrica. Cuando el error de cierre ha sido superior a la tolerancia, el recorrido ha sido revisado.

Los pasos a seguir para la realización de cada itinerario de nivelación son los siguientes:

- Selección del recorrido realizado previo conocimiento de la zona y con apoyo de mapas 1 : 5 000.
- Estacionamiento del nivel: se señala el punto sobre el que se quiere estacionar el nivel a una determinada distancia de los puntos o estaciones a nivelar. Se extiende el trípode y se realiza el centrado haciendo coincidir la plomada con la señal, se atomilla sobre él la base con el anteojo, se realiza u ajuste aproximado con las patas del trípode la burbuja del nivel esférico, con los tornillos situados en la plataforma se procede al centrado de la burbuja.
- Nivelación según el método del punto medio, en nivelación compuesta con anillo y simple, anteriormente descritas.

La precisión de medidas realizadas ha sido de milímetros, pero debido a que las medidas de nivel piezométrico se efectúan con centimétrica, en los cuadros finales solo se ha reflejado una precisión de altimetría de centímetros, suficiente para los objetivos de la campaña.

Siempre que ello fue posible, se ha dado cota directamente sobre las referencias utilizadas para la medida de la profundidad del nivel del agua (normalmente brocal o borde de entubación). En los puntos en los que esto no ha sido posible, se ha realizado la nivelación en el punto más cercano posible (suelo) y posteriormente se ha restado o sumado, según caso, la altura desde la RM hasta el punto de apoyo de la mira. En el caso de los sondeos de la Red Urbana y Periurbana se ha dado cota sobre las tapas metálicas de las arquetas (sondeos del casco urbano de Murcia) o sobre los bordes de las cabezas metálicas de protección de los sondeos (caso de los sondeos de objetivo localizados fuera del casco de Murcia).

### 9.3. BASES DE REFERENCIA

Para la realización de la nivelación se han tomado como bases principales de referencia las cotas absolutas de 12 puntos que había sido nivelados en campañas anteriores y cuyas cotas figuran entre los datos del Registro Nacional de Puntos de Agua del IGME. de apoyo incluidos en las redes de control, cuya cota nivelada era conocida, por lo que el total de puntos integrados en la campaña de nivelación asciende a 247. La situación y cota nivelada de referencia de medidas de nivel de estos 12 puntos se indica en el cuadro 1.

Cuadro 1. Relación de puntos de referencia

Cód. IGME	$X_{UTM}$	$Y_{UTM}$	Cota RM
273660405	670912	4212886	30,79
273660591	666850	4209840	37,55
273660612	667355	4208190	36,43
273660777	671150	4210850	35,45
273710291	659719	4205127	50,92
273710311	660080	4203850	55,67
273710332	662040	4207105	45,20
273710345	663770	4202555	46,44
273710346	663770	4202555	46,44
273720193	672203	4206476	56,28
273720220	667770	4206670	42,35
273720369	666875	4204065	45,62



#### 9.4. EQUIPO UTILIZADO

El equipo utilizado en la campaña de altimetría ha estado compuesto por:

- Nivel óptico modelo AT-G7 con prestación de 2,5 mm 22X, con anteojo clasificado como nivel plano, lo que quiere decir que al horizontalizar el aparato, se tiene un plano horizontal en todas las direcciones. Consta de los siguientes elementos:
  - Anteojo unido rígidamente a la base, permitiendo únicamente el giro alrededor del eje principal.
  - Base nivelante con tres tornillos que sirven para ajustar el nivel esférico de burbuja.
  - Eje principal unido a la base nivelante.
  - Elemento de sustentación, formado por un trípode, con una plataforma y plomada.
  - Mira: regleta de tres metros de longitud, dividida en metros y fracciones de metro (dm, cm y mm).
  - Cinta métrica de 50m.
  - Zócalo de hierro.

## 9.5. ITINERARIOS Y RESULTADOS DE LA NIVELACIÓN

Con objeto de optimizar el trabajo, en el sentido de extender la nivelación de precisión al mayor número de puntos posibles, se optó por llevar a cabo la nivelación de las referencias de medida mediante itinerarios abiertos, es decir, definidos tomando como punto de partida una referencia de cota conocida y como punto final otro punto con referencia nivelada previamente.

En todos los casos en que resultó posible, los puntos de partida y de llegada fueron sondeos cuya referencia figuraba nivelada en el Archivo de Puntos de Agua del IGME (los incluidos en el cuadro 1).

En algunos itinerarios, como punto de partida o de llegada se utilizó alguno de los puntos que ya habían sido nivelados durante la campaña que se describe en la presente nota —caso de los itinerarios 15 (punto final), 19 (punto de partida) y 23 (punto final)—, mientras que en otros se tomó como punto final la cota de puntos utilizados como apoyo en la elaboración de la cartografía a escala 1:5 000 de la Consejería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio, cuyo valor figura en los mapas disponibles. Naturalmente, este procedimiento se utilizó sólo cuando fue posible localizar con precisión sobre el terreno los puntos nivelados.

Sólo se ha realizado un itinerario —el 17— sin referencia final, el correspondiente al pozo 2637/8/0018, por tratarse de un recorrido de gran longitud para nivelar un único punto, que, de todas formas, no tiene apenas importancia de cara a la identificación de la piezometría del acuífero.

En total, se han realizado 23 itinerarios de nivelación, con un recorrido total de 190,7 km.

En los cuadros 2 a 24, uno por itinerario, se han reflejado los resultados obtenidos en la campaña de nivelación, en la que ha dado cota a la referencia de medidas de profundidad de nivel en 235 puntos de agua, que se reducen a 200 si se agrupan en uno solo las nivelaciones efectuadas en las baterías de control, ya que en todas ellas fue posible nivelar desde una única estación tirando una visual a cada punto.

Cuadro 2. Itinerario 1

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Referencia nivelada	Cota nivelada (m s.n.m.)
<b>273660405</b>	<b>670912</b>	<b>4212886</b>	<b>Borde tubería ext. (suelo + 1,30)</b>	<b>30,79</b>
273660803	671625	4213909	Borde entubación	31,54
273660805	671330	4214540	Borde de tapa de hierro	36,92
273660526	671800	4217000	Brocal	112,46
273660605	672930	4214510	Borde entubación	32,90
273660525	673690	4216200	Borde entubación	40,22
A.M.-1	674960	4214560	Suelo	30,09
Giles 2	674680	4214425	Suelo	29,78
Merancho 2	674250	4214490	Suelo	30,67
273660814	673676	4214193	Borde entubación	30,46
A.ME.-814	673676	4214193	Suelo	30,13
273660814-P1	673676	4214193	Borde entubación	30,44
273660814-P2	673676	4214193	Borde entubación	30,46
273660814-P3	673676	4214193	Borde entubación	30,41
Merancho 1	672525	4213200	Suelo	30,34
273660815	672226	4213007	Borde entubación	30,50
273660815-P1	672226	4213007	Borde entubación	30,46
273660815-P2	672226	4213007	Borde entubación	30,45
273660815-P3	672226	4213007	Borde entubación	30,44
273660815-P4	672226	4213007	Borde entubación	30,51
A.ME.-815	672226	4213007	Suelo	30,34
273660491	673050	4212600	Brocal	34,72
273670294	674415	4212075	Borde entubación	31,32
273660797	672000	4211900	Borde entubación	32,69
A.G.-1	671520	4212175	Suelo	32,79
273660799	671100	4212210	Borde entubación	32,36
273660798	671000	4212200	Borde entubación	32,43
273660778	671366	4211240	Borde entubación (suelo + 0,40)	34,65
<b>273660777</b>	<b>671150</b>	<b>4210850</b>	<b>Brocal</b>	<b>35,45</b>

En negrita los puntos nivelados previamente

Total puntos nivelados : 18

Cuadro 3. Itinerario 2

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Referencia nivelada	Cota nivelada (m s.n.m.)
<b>273660405</b>	<b>670912</b>	<b>4212886</b>	<b>Borde tubería ext. (suelo + 1,30)</b>	<b>30,79</b>
273660816	670550	4212600	Borde entubación	31,38
273660816-P1	670550	4212600	Borde entubación	31,25
A.ME.-816	670400	4212500	Suelo	31,86
273660768	669920	4212310	Borde entubación	33,91
273660764	668900	4212100	Borde entubación (suelo + 1,00 )	35,21
273660759	669010	4213060	Borde entubación	35,35
273660806	669700	4213300	Borde entubación	35,05
273660765	669850	4213400	Borde entubación	45,10
<b>273660405</b>	<b>670912</b>	<b>4212886</b>	<b>Borde tubería ext. (suelo + 1,30)</b>	<b>30,79</b>

En negrita los puntos nivelados previamente

Puntos nivelados : 6

Cuadro 4. Itinerario 3

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Referencia nivelada	Cota nivelada (corregida)
<b>273660591</b>	<b>666850</b>	<b>4209840</b>	<b>Borde entubación</b>	<b>37,55</b>
273660621	668255	4210025	Borde entubación	36,53
273660770	668250	4211070	Borde entubación	37,07
273660812	668872	4210336	Borde entubación	36,20
273660812-P1	668872	4210336	Borde entubación	36,36
273660812-P2	668872	4210336	Borde entubación	36,37
A.L.-1	669068	4210149	Suelo	36,29
273660808	669068	4210149	Borde entubación	36,20
273660810	669068	4210149	Borde entubación	36,33
273660809-P1	669068	4210149	Borde entubación	36,39
273660809-P2	669068	4210149	Borde entubación	36,38
273660773	669480	4210890	Borde entubación	36,04
Giles 1	670300	4211200	Suelo	33,75
273660357	670511	4211083	Borde entubación	33,42
273660775	670630	4210460	Borde entubación (suelo + 0,5)	36,63
273660042	670800	4210800	Borde entubación	34,68
<b>273660777</b>	<b>671150</b>	<b>4210850</b>	<b>Brocal</b>	<b>35,45</b>

En negrita los puntos nivelados previamente

Total puntos nivelados : 10

Cuadro 5. Itinerario 4

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Referencia nivelada	Cota nivelada (m s.n.m.)
<b>273720193</b>	<b>672203</b>	<b>4206476</b>	<b>Borde entubación</b>	<b>56,28</b>
273720202	672000	4206700	Borde entubación	39,01
273720203	671899	4207199	Borde entubación	37,49
A.B.-1	671580	4207190	Suelo	36,71
273720393	671580	4207200	Borde entubación (suelo + 0,00)	36,43
Hurchillo 1	673250	4208650	Suelo	40,31
273660386	673600	4209000	Brocal	36,10
273660793	673700	4209100	Borde entubación (suelo + 0,40)	38,64
273670283	674550	4209270	Borde entubación	39,93
273670287	676160	4210000	Borde entubación	28,83
273670293	677100	4211150	Borde entubación	27,45
A.H.-1	674960	4214560	Suelo	28,95
273670296	675830	4211750	Borde entubación	27,96
273670303-P1	675830	4211750	Borde entubación	28,51
273670303-P2	675830	4211750	Borde entubación	28,53
273670303-P3	675830	4211750	Borde entubación	28,53
A.B.P.-1	675690	4212490	Suelo	27,46
R.S.-8	675075	4213250	Suelo	35,13
273670301	674800	4212900	Brocal (suelo + 1,00)	32,30
R.S.-7	674650	4212200	Suelo	35,54
273670280	675030	4211490	Borde entubación	31,35
Bollo Norte	674900	4211280	Suelo	31,32
Bollo Mediodía	675050	4211175	Suelo	30,88
273670088	674836	4210196	Brocal (suelo + 1,00)	31,52
Hurchillo 2	674500	4209830	Suelo	33,83
273670285	673866	4210254	Borde entubación	33,67
273660790	673700	4210125	Borde entubación	34,12
A.B.N.-1	672990	4210300	Suelo	35,70
273660422	672900	4210100	Brocal	37,71
273660407	673525	4209091	Borde entubación	37,63
273660789	672530	4209310	Borde tapa de hierro	41,14
273660788	672370	4209060	Borde entubación (suelo + 1,00)	42,15
R.S.-4	671880	4209200	Suelo	39,56
R.S.-5	672060	4209540	Suelo	39,94
273660780	672010	4210280	Borde entubación (suelo + 0,50)	36,11
273660818	672225	4210360	Borde entubación	35,50
273660818-P1	672225	4210360	Borde entubación	35,55
R.S.-6	672300	4210480	Suelo	37,06
273660779	672190	4210455	Borde entubación	37,69
<b>273660777</b>	<b>671150</b>	<b>4210850</b>	<b>Brocal</b>	<b>35,45</b>

En negrita los puntos nivelados nivelados anteriormente

Total puntos nivelados : 35

Cuadro 6. Itinerario 5

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Referencia nivelada	Cota nivelada (m s.n.m.)
<b>273660777</b>	<b>671150</b>	<b>4210850</b>	<b>Borde</b>	<b>35,45</b>
273660796	673250	4211416	Borde entubación ( suelo + 0,30)	34,33
273660795	672800	4211000	Borde entubación ( suelo + 0,30)	36,24
<b>273660777</b>	<b>671150</b>	<b>4210850</b>	<b>Borde</b>	<b>35,45</b>

En negrita los puntos nivelados previamente

Total puntos nivelados : 2

Cuadro 7. Itinerario 6

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Referencia nivelada	Cota nivelada (m s.n.m.)
<b>273660612</b>	<b>667355</b>	<b>4208190</b>	<b>Borde entubación</b>	<b>36,43</b>
273660666	668075	4208730	Borde entubación	37,56
273660774	668475	4209100	Borde tapa de hierro	38,46
273660624	668495	4209445	Borde entubación (suelo -1,18)	35,97
273660623	669575	4210015	Borde entubación	36,40
273660700	669210	4209220	Borde entubación	38,71
273660622	670005	4209115	Borde entubación	38,08
273660555	670487	4209463	Borde entubación	38,40
273660783	670790	4209050	Borde entubación (suelo + 0,15)	39,81
273660787	671500	4209100	Borde entubación	41,71
273660785	670695	4208025	Borde tapa de hierro	40,19
273660817	670490	4207800	Borde entubación	38,68
273660817-P1	670490	4207800	Borde entubación	38,70
273660817-P2	670490	4207800	Borde entubación	38,78
273660817-P3	670490	4207800	Borde entubación	38,75
273660784	670385	4208080	Borde entubación	39,14
273660782	669460	4208340	Borde tapa de hierro	38,58
273720232	669430	4207425	Borde entubación	38,84
273720230	668520	4207365	Borde entubación	40,70
<b>273720220</b>	<b>667770</b>	<b>4206670</b>	<b>Brocal (suelo + 0,83)</b>	<b>42,35</b>

En negrita los puntos nivelados previamente

Total puntos nivelados : 15



Cuadro 8. Itinerario 7

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Referencia nivelada	Cota nivelada (m s.n.m.)
<b>273720220</b>	<b>667770</b>	<b>4206670</b>	<b>Brocal (suelo + 0,83)</b>	<b>42,35</b>
273710529	666450	4207060	Borde entubación (suelo + 0,10)	37,77
273720390	666950	4207150	Borde tapa de hierro	39,97
273720233	667070	4207465	Borde entubación (suelo + 0,40)	38,82
273720315	667490	4207625	Borde entubación	39,42
273660614	667970	4208020	Borde entubación	38,53
<b>273660612</b>	<b>667355</b>	<b>4208190</b>	<b>Borde entubación</b>	<b>36,43</b>

En negrita los puntos nivelados previamente

Total puntos nivelados : 5

Cuadro 9. Itinerario 8

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Referencia nivelada	Cota nivelada (corregida)
<b>273660612</b>	<b>667355</b>	<b>4208190</b>	<b>Borde entubación</b>	<b>36,43</b>
273660610	666840	4208465	Borde entubación	37,26
273660664	667495	4208725	Borde entubación	37,91
273660620	667655	4208820	Borde entubación	38,10
<b>273660591</b>	<b>666850</b>	<b>4209840</b>	<b>Borde entubación</b>	<b>37,55</b>

En negrita los puntos nivelados previamente

Total puntos nivelados : 3

Cuadro 10. Itinerario 9

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Referencia nivelada	Cota nivelada (m s.n.m.)
<b>273660591</b>	<b>666850</b>	<b>4209840</b>	<b>Borde entubación</b>	<b>37,55</b>
Chopos 2	666275	4209300	Suelo	37,15
273650095	666400	4209400	Borde entubación	36,49
273650095-P1	666400	4209400	Borde entubación	36,30
273650095-P2	666400	4209400	Borde entubación	36,31
273650095-P3	666400	4209400	Borde entubación	36,27
A.A.-095	666390	4209400	Suelo	36,98
A.A.-1	665900	4209100	Suelo	37,16
Chopos 1	665950	420900	Suelo	37,23
273650069	665970	4208720	Borde entubación	38,41
273650047	664800	4208320	Borde entubación	39,71
273650008	664800	4208321	Brocal	40,61
273650071	665230	4207925	Arqueta en pared (suelo +0,60)	39,46
273710277	665525	4207140	Borde entubación (suelo + 0,20 )	38,51
273710997	664917	4206667	Tapa metálica	40,00
273710996	664252	4206769	Tapa metálica	40,50
273710246	663920	4206890	Borde entubación	39,11
273710998	663619	4206942	Baldosa en la acera sobre se situa el sondeo desaparecido	44,00
273711006	663122	4206052	Tapa metálica	40,59
273710988	663600	4205742	Tapa metálica	47,31
273710989	664071	4205825	Tapa metálica	40,70
273711004	663757	4204923	Tapa metálica	44,78
273711005	663757	4204923	Tapa metálica	44,85
273711036	663400	4204540	Borde tapa de hierro	44,83
273710792	663440	4204660	Borde entubación	45,39
273710992	664162	4204909	Tapa metálica	43,93
273710791	665280	4204805	Borde entubación (suelo + 0,10)	44,35
273711002	665115	4205039	Tapa metálica	44,21
273711003	665115	4205037	Tapa metálica	44,32
273710994	664557	4205213	Tapa metálica (esquina interior izquierda)	44,40
273710993	664594	4205359	Tapa metálica	44,70
273710995	664943	4205364	Tapa metálica	42,44
273710990	665196	4205735	Acera fuera del recinto, frente al sondeo desaparecido	42,79
273710999	664772	4206025	Tapa metálica	43,00
52	664600	4206200	Arqueta	35,50
273711000	665931	4206064	Arqueta	43,06
273711001	665931	4206064	Tapa metálica	43,12
273710348	666100	4206025	Borde entubación	42,84
273720223	667165	4206110	Borde entubación	42,99
<b>273720220</b>	<b>667770</b>	<b>4206670</b>	<b>Brocal (suelo + 0,83)</b>	<b>42,35</b>

En negrita los puntos nivelados previamente

Total puntos nivelados : 33

Cuadro 11. Itinerario 10

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Referencia nivelada	Cota nivelada (m s.n.m.)
<b>273710332</b>	<b>662040</b>	<b>4207105</b>	<b>Borde entubación</b>	<b>45,20</b>
273710453	661380	4207215	Borde entubación	46,59
273710425	661080	4206725	Borde entubación	49,77
273710436	661200	4206100	Borde entubación	49,01
273710378	660325	4205400	Borde entubación	50,31
R.S.-3	660250	4205250	Suelo	51,85
273710326	660325	4205170	Borde entubación	50,20
273711039	660300	4204870	Borde tapa de hierro	52,98
<b>273710291</b>	<b>659719</b>	<b>4205127</b>	<b>Borde entubación</b>	<b>50,92</b>

En negrita los puntos nivelados previamente

Total puntos nivelados : 7

Cuadro 12. Itinerario 11

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Referencia nivelada	Cota nivelada (m s.n.m.)
<b>273710291</b>	<b>659719</b>	<b>4205127</b>	<b>Borde entubación</b>	<b>50,92</b>
273710333	659450	4205400	Borde entubación (suelo + 0,50)	53,22
263740056	658600	4205870	Borde entubación	51,28
263740066	657110	4206700	Borde tapa de hierro	55,97
R.S.-1	657400	4206100	Suelo	56,47
263740067	657160	4205180	Borde tapa de hierro	58,00
R.S.-2	657880	4205000	Suelo	60,00
263740052	657500	4204700	Borde entubación	57,92
263740064	658400	4203800	Borde entubación	55,05
263740065	658900	4203800	Borde entubación (suelo + 0,00)	55,05
<b>273710311</b>	<b>660080</b>	<b>4203850</b>	<b>Borde entubación</b>	<b>55,67</b>

En negrita los puntos nivelados previamente

Total puntos nivelados : 9

Cuadro 13. Itinerario 12

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Referencia nivelada	Cota nivelada (m s.n.m.)
<b>273710311</b>	<b>660080</b>	<b>4203850</b>	<b>Borde entubación</b>	<b>55,67</b>
273710312	659980	4203000	Borde entubación	55,40
<b>273710311</b>	<b>660080</b>	<b>4203850</b>	<b>Borde entubación</b>	<b>55,67</b>

En negrita los puntos nivelados previamente

Total puntos nivelados : 1

Cuadro 14. Itinerario 13

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Referencia nivelada	Cota nivelada (m s.n.m.)
<b>273710332</b>	<b>662040</b>	<b>4207105</b>	<b>Borde entubación</b>	<b>45,20</b>
273710315	661750	4206530	Borde entubación	47,89
273710328	661740	4205980	Borde entubación (suelo + 0,10)	47,82
273710330	661955	4205430	Borde entubación (suelo + 0,20)	45,72
273710288	662300	4205300	Borde entubación (suelo + 0,30)	46,47
Mapa 1:5000	662370	4205155	Suelo	46,11

En negrita los puntos nivelados previamente

Total puntos nivelados : 4

Cuadro 15. Itinerario 14

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Referencia nivelada	Cota nivelada (m s.n.m.)
<b>273710311</b>	<b>660080</b>	<b>4203850</b>	<b>Borde entubación</b>	<b>55,67</b>
273710482	661060	4204175	Borde entubación (suelo + 0,30)	53,30
273710489	661580	4204300	Borde entubación	50,50
273711034	660985	4204000	Borde tapa de hierro	53,36
273710483	660680	4203800	Borde entubación	54,78
<b>273710311</b>	<b>660080</b>	<b>4203850</b>	<b>Borde entubación</b>	<b>55,67</b>

En negrita los puntos nivelados previamente

Total puntos nivelados : 4

Cuadro 16. Itinerario 15

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Referencia nivelada	Cota nivelada (m s.n.m.)
<b>273710311</b>	<b>660080</b>	<b>4203850</b>	<b>Borde entubación</b>	<b>55,67</b>
273710338	662252	4204820	Borde entubación	46,56
273710260	662700	4204910	Borde entubación (suelo + 0,1)	46,02
<b>273711004</b>	<b>663757</b>	<b>4204923</b>	<b>Tapa metálica</b>	<b>44,78</b>

En negrita los puntos nivelados previamente

Total puntos nivelados : 2

Cuadro 17. Itinerario 16

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Referencia nivelada	Cota nivelada (m s.n.m.)
<b>273710345</b>	<b>663770</b>	<b>4202555</b>	<b>Borde entubación</b>	<b>46,44</b>
273711022	663700	4202700	Suelo	47,26
273710179	663076	4202822	Borde entubación	46,66
273710769	663165	4203200	Borde entubación	45,68
273710322	662855	4203720	Borde entubación	45,79
273710395	662955	4204320	Borde entubación	45,50
273710481	662400	4204150	Borde entubación (suelo+ 0,50)	47,12
273710321	661460	4203645	Borde entubación	50,41
273710335	662065	4203312	Borde entubación	49,88
273710327	662700	4203150	Borde entubación (suelo+ 0,70)	47,25
273711035	662240	4202745	Borde tapa de hierro	51,43
273711020	662780	4202075	Borde entubación (suelo+ 1,30)	53,14
273711021	662780	4202075	Borde entubación (suelo+ 0,40)	53,37
273711019	662800	4202790	Borde entubación (suelo+ 0,20)	48,05
<b>273710345</b>	<b>663770</b>	<b>4202555</b>	<b>Borde entubación</b>	<b>46,44</b>

En negrita los puntos nivelados previamente

Total puntos nivelados : 13

Cuadro 18. Itinerario 17

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Referencia nivelada	Cota nivelada (m s.n.m.)
<b>273710345</b>	<b>663770</b>	<b>4202555</b>	<b>Borde entubación</b>	<b>46,44</b>
263780018	656372	4198078	Brocal	130,35

En negrita los puntos nivelados previamente

Total puntos nivelados : 1

Cuadro 19. Itinerario 18

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Referencia nivelada	Cota nivelada (m s.n.m.)
<b>273720369</b>	<b>666875</b>	<b>4204065</b>	<b>Brocal</b>	<b>45,62</b>
R.G.-1	667400	4204025	Suelo	41,48
273720401	667640	4203150	Borde tapa de hierro	50,03
273720402	668055	4203305	Borde entubación	50,61
273720095	669200	4203250	Borde entubación	75,40
273720276	669050	4204100	Borde entubación	58,83
273720398	668100	4204400	Borde entubación (suelo + 0,50)	42,45
273720400	669750	4204800	Borde entubación (suelo -0,50)	50,72
273720236	669300	4205300	Borde entubación (suelo + 1,00)	45,25
273720397	669460	4205300	Borde tapa de hierro	45,01
273720253	669385	4206060	Borde entubación	41,51
273720288	669965	4207125	Borde entubación	38,62
273720129	670150	4206660	Brocal	39,32
273720395	670483	4206750	Borde entubación	37,49
273720209	670470	4205850	Borde entubación	44,62
273720396	670900	4206080	Borde tapa de hierro	40,85
<b>273720193</b>	<b>672203</b>	<b>4206476</b>	<b>Borde entubación</b>	<b>56,28</b>

En negrita los puntos nivelados previamente

Total puntos nivelados : 15

Cuadro 20. Itinerario 19

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Referencia nivelada	Cota nivelada (m s.n.m.)
<b>273711001</b>	<b>665931</b>	<b>4206064</b>	<b>Suelo</b>	<b>43,12</b>
273710317	666650	4205500	Borde entubación	41,45
273720222	668400	4206165	Borde entubación	43,56
<b>Mapa 1:5000</b>	<b>668120</b>	<b>4206090</b>	<b>Suelo</b>	<b>42,62</b>

En negrita los puntos nivelados previamente

Total puntos nivelados : 2



Cuadro 21. Itinerario 20

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Referencia nivelada	Cota nivelada (m s.n.m.)
<b>273720369</b>	<b>666875</b>	<b>4204065</b>	<b>Brocal</b>	<b>45,62</b>
273710669	666630	4204035	Borde entubación	45,40
273710706	666325	4203310	Borde entubación	45,35
273710344	665800	4202780	Borde entubación (suelo + 0,70)	45,79
273710714	665105	4203365	Borde entubación	46,25
273711037	665270	4203780	Suelo; Arena sobre sondeo tapado	45,23
273710653	665605	4203900	Borde entubación	45,66
<b>Mapa 1:5000</b>	<b>665575</b>	<b>4203875</b>	<b>Suelo</b>	<b>45,26</b>

En negrita los puntos nivelados previamente

Total puntos nivelados : 6

Cuadro 22. Itinerario 21

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Referencia nivelada	Cota nivelada (m s.n.m.)
<b>273710345</b>	<b>663770</b>	<b>4202555</b>	<b>Borde entubación</b>	<b>46,44</b>
273711049	664196	4203540	Borde entubación	46,79
273711050	664196	4203540	Borde entubación	46,85
273711050-P1	664196	4203540	Borde entubación	46,87
273710742	664155	4203660	Borde entubación	45,39
273710731	664230	4204045	Borde entubación	44,77
<b>Mapa 1 : 5000</b>	<b>66440</b>	<b>4204115</b>	<b>Suelo</b>	<b>44,83</b>

En negrita los puntos nivelados previamente

Total puntos nivelados : 3

Cuadro 23. Itinerario 22

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Referencia nivelada	Cota nivelada (m s.n.m.)
<b>273720369</b>	<b>666875</b>	<b>4204065</b>	<b>Brocal</b>	<b>45,62</b>
273720407	666890	4202680	Borde entubación	43,00
273720214	667050	4202000	Borde entubación	67,93
273710886	664855	4201915	Borde entubación (suelo + 0,25 )	47,81
273710836	665300	4201480	Borde entubación	51,20
273710847	665215	4201425	Borde entubación ( suelo + 0,70)	56,31
<b>Mapa 1 : 5000</b>	<b>665854</b>	<b>4202025</b>	<b>Suelo</b>	<b>46,26</b>

En negrita los puntos nivelados previamente

Total puntos nivelados : 5

Cuadro 24. Itinerario 23

Cód. IGME	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>	Referencia nivelada	Cota nivelada (m s.n.m.)
<b>273660591</b>	<b>666850</b>	<b>4209840</b>	<b>Borde entubación</b>	<b>37,55</b>
273660742 (273650093)	666450	4209920	Borde entubación (suelo + 0,30)	39,30
273650092	666450	4210830	Borde entubación	49,24
273650090	666220	4210840	Borde entubación	49,11
273650059	665470	4211000	Borde entubación	56,43
273650067	664540	4209725	Borde entubación	49,25
273650033	661870	4209100	Borde entubación (suelo + 0,50)	70,50
273650029	663270	4207950	Borde entubación (suelo + 0,30)	40,27
<b>273710996</b>	<b>664252</b>	<b>4206769</b>	<b>Tapa metálica</b>	<b>40,51</b>

En negrita los puntos nivelados previamente

Total puntos nivelados : 7