



Instituto Geológico
y Minero de España



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL SEGURO

OFICINA DE
PLANIFICACION
HIDROLÓGICA



Región de Murcia
Consejería de Turismo
y Ordenación del Territorio

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

ANEJO 7. HIDROQUÍMICA

2002

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. LITOLOGÍA Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO. CARTOGRAFÍA HIDROGEOLOGICA (1)
TOMO V	ANEJO 2. LITOLOGÍA Y GEOMETRIA DEL ACUÍFERO. CARTOGRAFÍA HIDROGEOLOGICA (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 DE L ANEJO 7

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	3
3.	CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y SUPERFICIALES	13
3.1.	CAMPAÑA GENERAL DE MUESTREO.....	14
3.1.1.	Caracterización físico-química del agua subterránea.....	14
3.1.2.	Contaminación por nitratos	19
3.1.3.	Contaminación por metales	20
3.1.4.	Caracterización físico-química de las aguas superficiales	23
3.2.	MUESTREOS COMPLEMENTARIOS.....	25
3.3.	SEGUIMIENTO DEL CONTENIDO EN NITRATOS.....	27
4.	EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA	30

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro A7.1	Medidas <i>in situ</i> de la conductividad eléctrica y del Contenido en nitratos en las aguas subterráneas	6
Cuadro A7.2	Campaña de caracterización general: determinaciones analíticas en aguas subterráneas	15
Cuadro A7.3	Campaña de caracterización general: determinaciones de metales	22
Cuadro A7.4	Campaña de caracterización general: determinaciones analíticas en aguas superficiales	24
Cuadro A7.5	Muestreos en bombeos de ensayo: determinaciones analíticas	26
Cuadro A7.6	Resultados analíticos de la campaña específica de nitratos en aguas subterráneas	27
Cuadro A7.7	Evolución del contenido en nitratos en el primer cuatrimestre de 2001	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. A7.1	Calidad del agua subterránea. Conductividad eléctrica medida in situ.....	11
Fig. A7.2	Calidad del agua subterránea. Contenido en nitratos medido in situ.....	12
Fig. A7.3	Conductividad eléctrica de laboratorio vs. Conductividad eléctrica de campo	18
Fig. A7.4	Diagrama de Piper-Hill-Langelier para las aguas subterráneas del acuífero aluvial.	18
Fig. A7.5	Comparación de la conductividad eléctrica con los contenidos en nitratos, sulfatos y cloruros en el agua subterránea.....	21
Fig. A7.6	Evolución de la calidad del agua subterránea. Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	23
Fig A7.7	Evolución de la calidad del agua subterránea. Contenido en nitratos (mg/l)	23

ÍNDICE DE PLANOS

- Plano A7.1 Calidad del agua subterránea.
Situación de puntos de muestreo.
Campaña general 22/1/2001-4/2/2001
- Plano A7.2 Calidad del agua subterránea.
Conductividad eléctrica en el tramo acuífero somero
Campaña general 22/1/2001-4/2/2001
- Plano A7.3 Calidad del agua subterránea.
Conductividad eléctrica en el tramo acuífero profundo
Campaña general 22/1/2001-4/2/2001
- Plano A7.4 Calidad del agua subterránea.
Contenido de nitratos en el tramo acuífero profundo
Campaña general 22/1/2001-4/2/2001
- Plano A7.5 Calidad del agua subterránea.
Situación de puntos de muestreo en bombeos de ensayo
y en la campaña específica de nitratos de 24-26/4/2001
- Plano A7.6 Calidad del agua subterránea.
Contenido de nitratos en el tramo acuífero somero
Campaña específica de 24-26/4/2001
- Plano A7.7 Calidad del agua subterránea.
Contenido de nitratos en el tramo acuífero profundo
Campaña específica de 24-26/4/2001

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se describen y comentan los resultados de los trabajos enfocados a la caracterización de la calidad química y la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales de la Vega Media. Para ello, se realizaron las siguientes actividades:

- Una campaña de caracterización preliminar mediante la determinación *in situ* de la conductividad eléctrica y el contenido aproximado en nitratos (mediante métodos semicuantitativos) en todos los puntos reconocidos durante las labores del inventario de puntos de aguas en los que fue posible bombear agua.
- Una campaña general de caracterización de aguas superficiales y subterráneas en la que se tomaron muestras de agua en 119 captaciones de agua subterránea y en 47 puntos localizados en el río Segura y principales azarbes.
- Una campaña específica para seguimiento del contenido en nitratos, en la que se tomó muestra en 31 puntos de agua.
- Además, se tomaron muestras de agua para caracterización complementaria durante los bombeos de ensayo realizados en el marco del Estudio.

En los apartados siguientes se da cuenta de los resultados analíticos y de las conclusiones que de ellos se derivan acerca las características de la calidad y el grado de contaminación de las aguas subterráneas y superficiales de la Vega Media.

2. CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Simultáneamente con las encuestas de actualización del inventario de puntos de agua, en todos los puntos que contaban con instalación de bombeo y fue posible la colaboración de los propietarios, se efectuaron medidas *in situ* de la conductividad eléctrica del agua –CE– (en $\mu\text{S}/\text{cm}$) y de la concentración en nitratos (en mg/l) –mediante un *kit* de determinación semicuantitativa y, por tanto, aproximada– en el agua subterránea.

Los resultados obtenidos en las determinaciones indicadas se han agrupado en el cuadro A7.1 y se han reflejado en los mapas de isolíneas de los planos A7.1 (conductividad eléctrica) y A7.2 (concentración en nitratos). Estos mapas permitieron, en su momento, obtener una panorámica general de la distribución de la calidad química y de la contaminación agrícola y de origen orgánico del agua subterránea en el acuífero de la Vega Media, que sirvió de orientación para la posterior campaña de toma de muestras. De una interpretación provisional de dichas ilustraciones se pueden extraer los siguientes rasgos característicos:

- La zona de mejor calidad –menor salinidad– del agua subterránea está localizada en una franja que ocupa el sector central del acuífero, ligeramente desplazada hacia el norte con relación a la traza del río Segura. En ella, los valores de CE están comprendidos entre 2000 y 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Esta mejor calidad del agua captada está asociada al mayor desarrollo estratigráfico y mejores propiedades hidrodinámicas del tramo acuífero profundo, ya que, como posteriormente se comprobó, dicha franja coincide con la directriz principal de la circulación subterránea y con las áreas de mayores extracciones por bombeo.
- Por el contrario, los sectores de peor calidad están situados en los bordes de la vega, donde las facies más distales, de menor tamaño de grano y, por tanto de menor permeabilidad, determinan una velocidad de circulación del agua subterránea más lenta que da lugar a una mayor salinización del agua. Además destaca en el sector nordeste de la vega el máximo de salinidad –se alcanzan los 9000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ – asociado a los aportes de sedimentos y de agua por parte de la rambla Salada.
- Como resulta lógico, debido a la heterogeneidad de cultivos y de aportes de fertilizantes y agua de riego sobre la vega, el mapa de líneas de isoconcentración de nitratos presenta una distribución irregular con máximos y mínimos repartidos sobre todo el ámbito del acuífero sin que se observe una tendencia clara en todo el dominio de la Vega Media. En todo caso, los contenidos en nitratos medidos pueden considerarse como moderados –como media entre 10 y 30 mg/l –, destacando úni-

camente el sondeo 2737/1/0706 por su elevada concentración en nitratos –mayor de 200 mg/l– que corresponde con toda seguridad a una contaminación orgánica local provocada por una granja próxima.

Cuadro A7.1. Medidas in situ de conductividad eléctrica y contenido en nitratos en el agua subterránea (1)

COD. IGME	X _{UTM}	Y _{UTM}	C. E. (mS/cm)	Nitratos (mg/l)
263740054	657700	4206340	3,68	20,00
263740055	657600	4206300	3,68	20,00
263740056	658600	4205870	2,45	8,80
263740064	658400	4203800	4,46	44,00
263740065	658900	4203800	4,25	26,40
273650010	661670	4208300	2,75	35,20
273650020	665750	4211150	2,97	70,40
273650029	663270	4207950	2,14	
273650033	661870	4209100	5,40	
273650038	663060	4208800	3,03	35,20
273650041	663270	4209570	4,10	35,20
273650047	664800	4208320	2,71	35,20
273650048	665530	4210130	3,16	48,40
273650049	665730	4210840	2,50	61,60
273650050	665900	4210500	3,27	61,60
273650051	665350	4211060	0,91	4,40
273650053	664250	4209830	5,48	17,60
273650058	665030	4211430	2,72	57,20
273650061	666160	4211160	3,27	74,80
273650067	664540	4209775	6,46	41,80
273650070	663108	4209310	2,83	13,20
273650071	665230	4207925	2,34	4,40
273650073	663985	4209465	7,83	30,80
273650074	663600	4209700	4,50	13,20
273650085	663530	4210030	7,35	13,20
273650086	663250	4209850	7,39	35,20
273650087	662970	4208640	2,80	30,80
273650090	666220	4210840	4,53	35,20
273650092	666450	4210830	3,23	57,20
273650093	666450	4209920	3,95	
273650094	664915	4211050	5,25	52,80
273660525	673690	4216200	9,00	4,40
273660526	671800	4217000	4,60	35,20
273660597	668720	4212475	3,39	88,00
273660609	669055	4208655	3,12	26,40
273660610	666840	4208465	2,52	22,00
273660611	667380	4207940	2,49	30,80
273660614	667970	4208020	2,61	22,00
273660616	668120	4209065	2,54	30,80
273660618	668905	4209010	0,28	39,60
273660619	668765	4208655	3,02	13,20
273660621	668255	4210025	2,42	35,20
273660622	670005	4209115	3,46	26,40
273660623	669575	4210015	2,92	26,40
273660624	668495	4209445	2,36	37,40
273660629	668370	4208300	3,27	19,80

Cuadro A7.1. Medidas in situ de conductividad eléctrica y contenido en nitratos en el agua subterránea (2)

COD. IGME	X _{UTM}	Y _{UTM}	C. E. (mS/cm)	Nitratos (mg/l)
273660664	667495	4208725	1,91	17,60
273660666	668075	4208730	2,49	11,00
273660700	669210	4209220	3,24	28,60
273660704	669470	4208785	3,27	26,40
273660749	667850	4210075	2,54	26,40
273660753	668760	4213200	5,12	66,00
273660754	669000	4213290	5,44	66,00
273660756	668600	4212910	4,31	35,20
273660757	669010	4213060	4,65	44,00
273660760	668600	4212420	2,88	61,60
273660761	668900	4212650	2,76	66,00
273660762	668200	4212000	2,22	
273660763	668350	4212100	3,41	52,80
273660764	668900	4212100	3,71	22,00
273660765	669850	4213400	4,80	22,00
273660766	669700	4213300	4,92	8,80
273660770	668250	4211070	2,96	17,60
273660771	669125	4210495	2,73	17,60
273660772	669330	4210500	3,87	48,40
273660775	670630	4210460	3,73	22,00
273660776	670800	4210770	3,36	2,70
273660778	671366	4211240	4,15	22,00
273660779	672190	4210455	3,57	13,20
273660780	672010	4210280	5,56	22,00
273660781	672300	4210000	5,38	17,60
273660783	670790	4209050	3,54	11,00
273660784	670385	4208080	3,28	30,20
273660786	671245	4208260	5,26	26,40
273660787	671500	4209100	4,41	30,80
273660788	672370	4209060	5,46	22,00
273660793	673700	4209100	4,50	6,60
273660794	673810	4209210	8,32	17,60
273660795	672800	4211000	4,90	17,60
273660796	673250	4211416	3,40	8,80
273660797	672000	4211900	2,98	6,16
273660798	671000	4212200	2,90	4,40
273660802	671680	4213545	7,30	44,00
273660803	671625	4213909	10,70	33,00
273670272	676950	4211300	6,52	22,00
273670280	675030	4211490	5,93	22,00
273670283	674550	4209270	7,78	17,60
273670290	676600	4211083	3,10	
273670291	674690	4209913	8,63	8,80
273670293	677100	4211150	6,27	17,60
273670294	674415	4212075	3,80	8,80
273670295	675250	4211565	4,10	4,40

Cuadro A7.1. Medidas in situ de conductividad eléctrica y contenido en nitratos en el agua subterránea (3)

COD. IGME	X _{UTM}	Y _{UTM}	C. E. (mS/cm)	Nitratos (mg/l)
273670296	675830	4211750	5,10	13,20
273670297	676000	4211583	4,80	66,00
273670299	673975	4214666	1,50	4,40
273670301	674800	4212900	4,30	4,40
273710007	660950	4199950	4,96	47,00
273710099	661500	4200700	2,30	52,80
273710168	663440	4204100	2,94	30,80
273710197	665800	4203900	3,25	17,60
273710210	664850	4205730	3,08	22,00
273710229	667965	4207650	3,14	26,40
273710246	663920	4206890	2,50	39,60
273710252	663110	4205020	3,76	17,60
273710261	662725	4204915	3,00	26,40
273710277	665525	4207140	2,37	13,20
273710289	662300	4205320	2,66	15,40
273710308	659800	4206075	3,05	26,40
273710313	665970	4205580	2,98	13,20
273710314	661426	4206656	3,75	44,00
273710315	661750	4206530	3,04	48,40
273710320	660685	4203015	7,68	28,60
273710321	661460	4203645	4,59	39,60
273710322	662855	4203720	4,06	39,60
273710324	660195	4203925	2,97	39,60
273710325	660745	4205305	2,18	28,60
273710326	660325	4205170	2,51	13,20
273710327	662700	4203150	3,17	26,40
273710328	661740	4205980	2,98	26,40
273710329	662745	4205975	2,97	22,00
273710330	661955	4205430	2,76	22,00
273710331	660305	4203645	4,45	52,80
273710333	659450	4205400	3,06	35,20
273710342	665850	4203560	3,26	4,40
273710344	665800	4202780	6,03	11,00
273710348	666100	4206025	3,10	35,20
273710360	659455	4204650	3,06	30,80
273710363	664850	4204400	2,86	30,80
273710365	659800	4206294	2,39	22,00
273710371	660450	4205015	2,81	28,60
273710376	662080	4206885	3,18	3,18
273710378	660325	4205400	3,14	22,00
273710395	662955	4204320	4,23	26,40
273710396	661413	4204918	2,68	48,40
273710414	662250	4203950	4,05	50,60
273710421	660027	4206300	2,54	17,60
273710422	660399	4206640	2,66	22,00

Cuadro A7.1. Medidas in situ de conductividad eléctrica y contenido en nitratos en el agua subterránea (4)

COD. IGME	X _{UTM}	Y _{UTM}	C. E. (mS/cm)	Nitratos (mg/l)
273710423	660200	4206200	2,36	26,40
273710433	662300	4206510	2,86	39,60
273710436	661200	4206100	2,71	30,80
273710453	661380	4207215	3,07	37,40
273710481	662400	4204150	4,24	33,00
273710482	661060	4204175	2,75	22,00
273710489	661580	4204300	3,05	30,80
273710491	662935	4205075	3,02	22,00
273710493	659315	4204050	4,62	33,00
273710494	662795	4203400	3,06	22,00
273710517	666170	4207350	2,63	30,80
273710527	665030	4206190	1,32	4,40
273710529	666450	4207060	2,63	13,20
273710548	663960	4206400	2,80	35,20
273710549	664020	4206880	2,87	39,60
273710630	666405	4204480	3,03	13,20
273710653	665605	4203900	3,28	13,20
273710656	665835	4204065	3,32	22,00
273710669	666630	4204035	3,90	8,80
273710696	666185	4203270	5,42	13,20
273710706	666325	4203310	6,57	211,20
273710714	665105	4203365	3,25	4,40
273710721	664900	4204200	2,92	26,40
273710731	664230	4204045	2,99	26,40
273710736	664250	4203600	3,18	30,80
273710742	664155	4203660	2,91	30,80
273710769	663165	4203200	2,67	17,60
273710786	663125	4203760	2,57	15,40
273710791	665280	4204805	2,62	26,40
273710794	666455	4203960	2,93	28,60
273710836	665300	4201480	4,19	68,20
273710847	665215	4201425	3,87	68,20
273710848	665015	4201895	3,28	28,60
273710886	664855	4201915	3,28	28,60
273710933	666400	4201900	3,27	22,00
273711019	662800	4202790	3,23	17,60
273711020	662790	4202275	2,95	44,00
273711021	662780	4202075	2,47	33,00
273711022	663700	4202700	3,13	44,00
273711023	663560	4207300	2,61	17,60
273711027	664050	4205970	3,77	52,80
273711030	663900	4200500	3,02	33,00
273711032	664730	4200850	3,33	48,40
273711033	666600	4202000	2,96	28,60
273711043	661540	4199720	4,41	66,00

Cuadro A7.1. Medidas in situ de conductividad eléctrica y contenido en nitratos en el agua subterránea (5)

COD. IGME	X _{UTM}	Y _{UTM}	C. E. (mS/cm)	Nitratos (mg/l)
273711045	661770	4199750	4,00	35,20
273720016	668870	4203450	4,85	
273720095	669200	4203250	7,20	52,80
273720016	668870	4203450	37,40	
273720117	667500	4207500	2,94	13,20
273720202	672000	4206700	5,30	30,80
273720204	670900	4206000	4,59	22,00
273720209	670470	4205850	5,03	22,00
273720210	668900	4204700	5,14	8,80
273720214	667050	4202000	3,47	44,00
273720222	668400	4206165	3,42	13,20
273720223	667165	4206110	3,24	17,60
273720224	668020	4206840	4,58	17,60
273720227	670105	4205485	5,69	39,60
273720230	668520	4207365	3,06	22,00
273720231	668940	4207380	3,33	26,40
273720232	669430	4207425	3,51	22,00
273720233	667070	4207465	2,58	22,00
273720236	669300	4205300	4,23	26,40
273720237	669600	4205300	4,38	13,20
273720249	668385	4207050	3,10	22,00
273720252	669212	4206563	3,92	30,80
273720253	669385	4206060	4,10	17,60
273720255	669700	4206260	4,26	39,60
273720257	670800	4206800	3,82	11,00
273720258	671100	4207200	3,62	26,40
273720266	666775	4204497	3,46	15,40
273720267	668450	4204400	4,93	8,80
273720270	668180	4206240	2,42	26,08
273720276	669050	4204100	3,90	61,60
273720282	668250	4203000	4,26	61,60
273720284	667970	4203150	3,87	110,00
273720288	669965	4207125	3,82	17,60
273720391	669100	4207100	3,80	26,40
273720392	670570	4207150	2,96	17,60
273720393	671580	4207200	3,84	13,20
273720394	672060	4206380	4,80	22,00
273720395	670483	4206750	3,36	4,40
273720398	668100	4204400	5,96	8,80
273720399	668500	4203950	3,70	44,00
273720400	669750	4204800	4,74	48,40
273720402	668055	4203305	4,17	66,00
273720405	667250	4202320	3,71	70,40
273720406	666980	4202260	3,52	30,80
273720407	666890	4202680	4,17	28,60



LEYENDA

- PUNTOS DE APOYO PARA EL TRAZADO DE LAS ISOLÍNEAS
- LÍNEAS DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Y SU VALOR EN

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
--	--	--	--	---

**CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA
MAPA DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA**

FIGURA:
A7.1



LEYENDA

- * Puntos de apoyo para el trazado de las isolinéas
- Líneas de isoconcentración en nitratos y su valor en mg/l

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					FIGURA: A7.2
CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA CONCENTRACIÓN DE NITRATOS					

3. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y SUPERFICIALES

3.1. CAMPAÑA GENERAL DE MUESTREO

La campaña general de toma de muestras de aguas subterráneas y superficiales de la Vega Media de Murcia se efectuó entre el 22/01/2001 y el 04/02/2001. En ella se realizaron medidas *in situ* de conductividad eléctrica y se tomaron muestras de agua en 119 puntos para determinar parámetros físico-químicos, analizados por el laboratorio del IGME en Madrid, han sido: conductividad, pH, DQO, iones mayoritarios, nitritos, amonio, fosfatos, sílice y boro, además de hierro en las aguas subterráneas. Además, en 40 de los 119 puntos de agua, se tomaron muestras para determinaciones específicas de los siguientes metales: aluminio, antimonio, arsénico, bario, berilio, cadmio, cinc, cobalto, cromo, hierro, mercurio, manganeso, molibdeno, níquel, plata, plomo, talio, torio, selenio, uranio y vanadio.

La distribución de puntos de toma de muestras es bastante homogénea por todo el acuífero aluvial (Plano A7.3) si bien predomina el número de muestras correspondientes al acuífero profundo (109) sobre las del somero (10). Así mismo, se ha cubierto la práctica totalidad del río Segura y de los principales azarbes: en cauces, se ha tomado un total de 47 muestras de agua subterránea.

3.1.1. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Los resultados analíticos de las muestras de agua subterránea (Cuadro A7.2) de la campaña general reflejan que se trata de aguas con pH en torno a la neutralidad o básicos (6,7 a 8,6), muy mineralizadas, con valores de conductividad eléctrica medidos en campo comprendidos entre 1 050 y 7 850 $\mu\text{S}/\text{cm}$; existen dos casos puntuales de aguas extremadamente salobres, muy próximas al cauce del río Segura, aguas arriba y aguas abajo de la ciudad de Murcia, cuyos valores son de 17 550 y 11 310 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente. Los valores de conductividad eléctrica medidos en laboratorio están comprendidos entre 1 101 y 9 264 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sin contar con los dos casos puntuales con valores más extremos de 14 453 y 20 464 $\mu\text{S}/\text{cm}$, arriba mencionados. Se observa una diferencia lineal entre los datos medidos en campo y en laboratorio (Fig. A7.3) del orden de unos 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, tanto más alto cuanto más elevado sea el valor de conductividad medido. En cualquier caso, se trata de aguas extremadamente mineralizadas, con independencia de su localización en el acuífero profundo o en el somero, con facies químicas sulfatadas o sulfatadas-cloruradas magnésico-cálcicas o magnésico-sódicas o, más concretamente mixtas, como puede apreciarse en la representación de los iones mayoritarios en el diagrama de Piper-Hill-Langelier (Fig. A7.4).

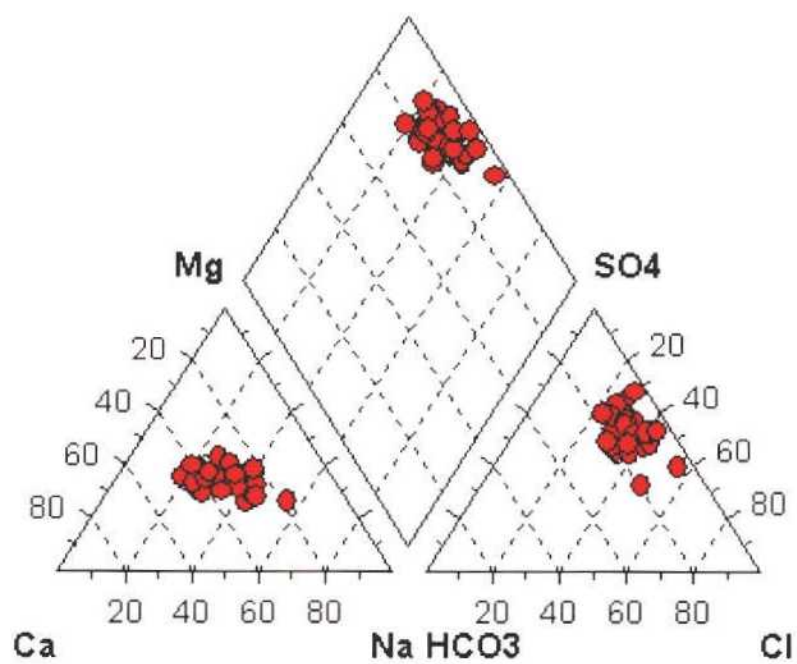
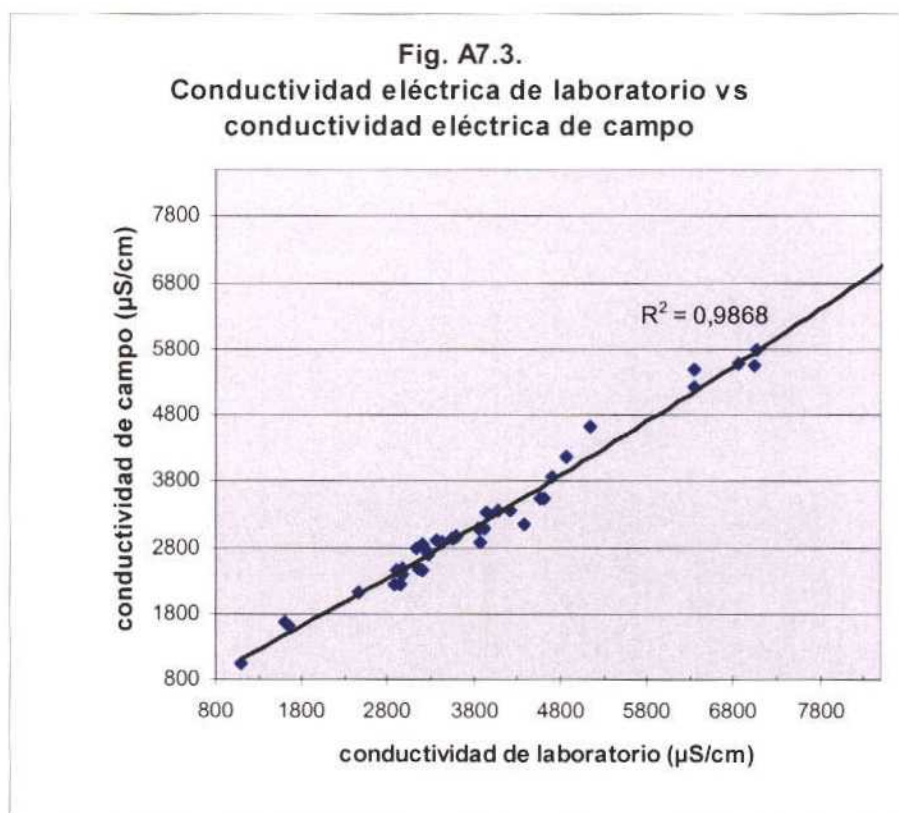


Fig. A7.4. Diagrama de Piper-Hill-Langelier para las aguas subterráneas del acuífero aluvial

La composición química de las aguas se corresponde con la naturaleza calizo-dolomítica y yesífera de los materiales que constituyen el encajante y el relleno detrítico de la vega.

Por su calidad natural, estas aguas subterráneas no son potables y presentan elevado riesgo de salinidad para el riego.

Para ilustrar la distribución espacial de la calidad del agua subterránea, en los planos A7.4 y A7.5 se han representado sendos mapas de isoconductividad eléctrica del agua subterránea en los acuíferos profundo y somero, respectivamente, a partir de los datos tomados en campo.

Como punto significativo dentro del acuífero somero cabe señalar el sondeo de investigación 263740067 cuya agua no se ha tenido en cuenta para trazar las isolíneas porque presenta una conductividad superior a 17 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, medida en laboratorio (en el plano A7.5 se indica su situación y el valor de CE en color rojo).

Corroborando lo observado con las determinaciones *in situ* efectuadas durante el inventario de puntos de agua, en los dos mapas citados se observa que la zona de mejor calidad corresponde al sector central del acuífero, que es en el que se concentran las extracciones de agua subterránea.

3.1.2. CONTAMINACIÓN POR NITRATOS

En lo referente a la incidencia de la contaminación por especies nitrogenadas en el acuífero aluvial, se observa que prácticamente la mitad de las muestras de agua subterránea (42%) están contaminadas por nitratos, con concentraciones comprendidas entre 50 y 160 mg/l; la cuarta parte de las muestras de agua subterránea (26%) tienen concentraciones en nitratos entre el nivel guía –NG– (26 mg/l) y la concentración máxima admisible –CM– (50%) por la Reglamentación Técnico-Sanitaria –RTS– vigente (R.D. 1138/1990), y el 32% restante no presenta signos de contaminación en nitratos, puesto que sus valores están comprendidos entre 2 y 24 mg/l.

Las especies reducidas del nitrógeno, nitritos y amonio, únicamente se aprecia contaminación en 5 de las 119 muestras, si bien con preferencia del somero (3/2) sobre el profundo (2/3).

En el plano A7.6 se ha representado el contenido de nitratos en el agua del tramo acuífero profundo, correspondiente a la campaña general de muestreo de enero-febrero de 2001, que muestra una distribución caracterizada por la existencia de una franja central del acuífero en torno al río Segura, donde las concentraciones son moderadas (entre 20 y 60 mg/l), y un aumento progresivo hacia el borde noroccidental, en el que las concentraciones llegan hasta los 140 mg/l.

Con el fin de comprobar la incidencia de la contaminación agrícola sobre la mineralización de estas aguas, se ha procedido a la representación en diagramas de dispersión (Fig. A7. 5) de la conductividad de campo con respecto a las concentraciones en nitratos, sulfatos y cloruros. Como cabría esperar, la salinización del agua es consecuencia de las concentraciones tan elevadas en estos dos últimos iones, que presentan las aguas subterráneas en solución.

3.1.3. CONTAMINACIÓN POR METALES

En el cuadro A7.3 se presentan los resultados de las determinaciones de metales en 40 muestras de la campaña de caracterización general. Se han resaltado en letra cursiva los valores que superan el nivel guía fijado por la RTS y en negrita los valores que superan las concentraciones máximas admitidas por dicha normativa.

Entre los metales que pertenecen a las sustancias no deseables (R.D. 1138/1990) destaca la presencia de manganeso, con contenidos que superan el NG , en 9 casos, y la CM, en 12 casos.

Entre los metales considerados como sustancias tóxicas por la legislación vigente, es relevante la presencia generalizada de níquel (en 16 puntos se supera el NG y en otros 12 se rebasa la CM) y aparece contaminación puntual por selenio (en 2 puntos se supera la CM) y por arsénico, en 1 punto.

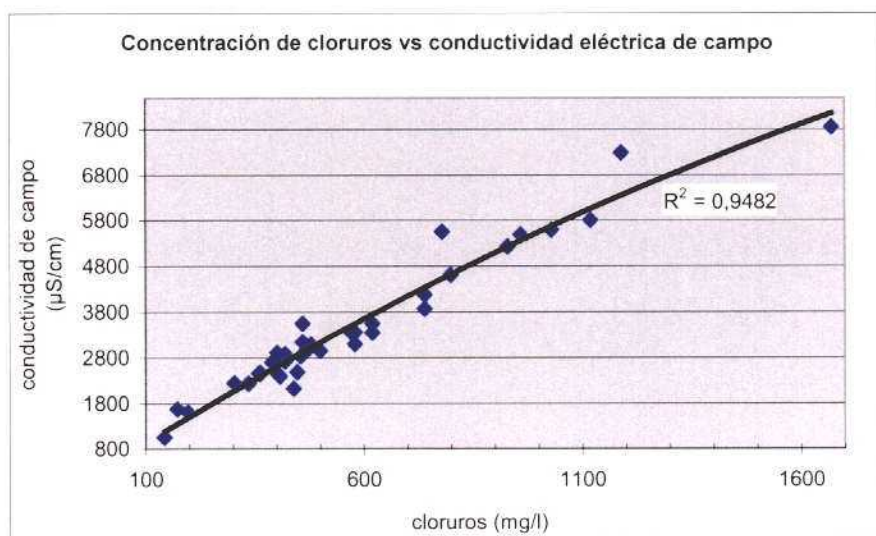
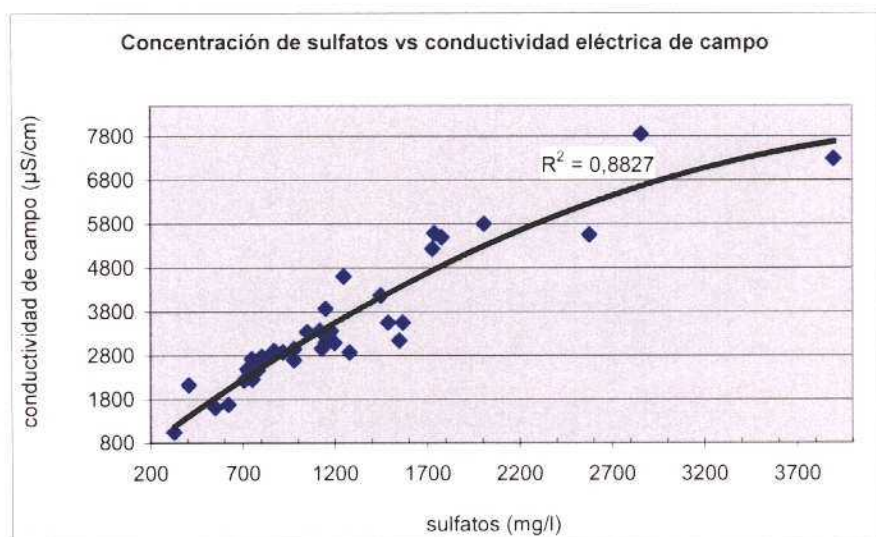
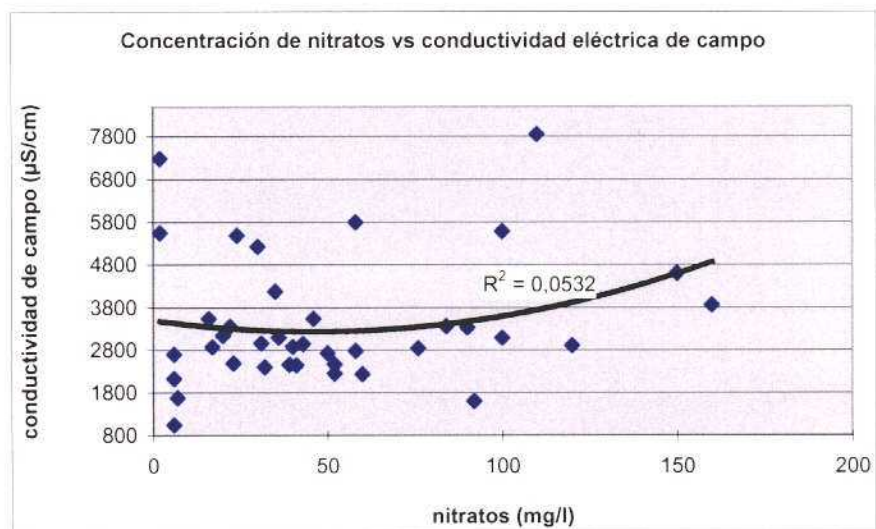


Fig. A7.5. Comparación de la conductividad eléctrica con los contenidos en nitratos, sulfatos y cloruros en el agua subterránea.

Cuadro A7.3. Campaña general de caracterización: determinación de metales en aguas subterráneas (mg/l)

COD. IGME	FECHA TOMA	Ag	Al	As	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Th	Ti	U	V	Zn
263740049	30/01/2001	<1	<30	<10	8,4	<5	<5	<5	<10	<5	0,00	<5	<5	6,3	24,2	<30	<5	<2,5	<2	<3	2,8	<10	<30
263740056	02/02/2001	<1	<30	<10	26,0	<5	<5	<5	<10	<5	5,45	<5	44,7	<5	<5	<30	<5	<2,5	<2	<3	<2	<10	<30
273650020	31/01/2001	<1	<30	<10	13,4	<5	<5	<5	<10	<5	0,00	<5	<5	<5	42,4	<30	<5	<2,5	<2	<3	5,7	<10	92,2
273650029	29/01/2001	<1	<30	<10	13,9	<5	<5	<5	<10	<5	0,00	<5	<5	<5	21,3	<30	<5	<2,5	<2	<3	5,3	<10	<30
273650033	29/01/2001	<1	<30	<10	<5	<5	<5	<5	<10	<5		<5	49,3	<5	72,8	<30	<5	<2,5	<2	<3	36,4	<10	<30
273650048	31/01/2001	<1	<30	<10	16,4	<5	<5	<5	<10	<5	0,19	<5	<5	<5	36,2	<30	<5	<2,5	<2	<3	2,8	<10	77,7
273650067	29/01/2001	<1	<30	<10	<5	<5	<5	<5	<10	6,2	0,00	<5	<5	<5	62,9	<30	<5	<2,5	<2	<3	12,7	<10	<30
273650069	31/01/2001	<1	<30	<10	21,3	<5	<5	<5	<10	<5	0,00	<5	<5	<5	43,9	<30	<5	<2,5	<2	<3	3,4	<10	88,8
273660526	01/02/2001	<1	<30	<10	28,2	<5	<5	<5	<10	<5		<5	109	<5	36,2	<30	<5	<2,5	<2	<3	4,0	<10	94,0
273660612	26/01/2001	<1	<30	<10	6,9	<5	<5	<5	10,9	6,7	0,57	<5	87,6	11,3	41,9	<30	<5	<2,5	<2	<3	6,4	<10	53,3
273660664	31/01/2001	<1	241	<10	30,1	<5	<5	<5	<10	<5	1,75	<5	<5	5,5	34,4	<30	<5	<2,5	<2	<3	3,8	<10	89,4
273660700	25/01/2001	<1	93,0	<10	<5	<5	<5	<5	<10	<5	1,02	<5	18,9	<5	20,4	<30	<5	<2,5	<2	<3	5,4	<10	<30
273660759	26/01/2001	<1	<30	<10	9,4	<5	<5	<5	<10	<5	0,62	<5	<5	<5	22,4	<30	<5	<2,5	<2	<3	3,1	<10	<30
273660770	02/02/2001	<1	<30	<10	5,1	<5	<5	<5	<10	<5	0,46	<5	24,3	<5	8,7	<30	<5	<2,5	<2	<3	3,2	<10	<30
273660775	25/01/2001	<1	421	<10	<5	<5	<5	<5	10,0	9,7	0,78	<5	43,8	<5	32,5	<30	<5	<2,5	<2	<3	7,7	<10	<30
273660779	25/01/2001	<1	<30	<10	<5	<5	<5	<5	<10	<5	0,00	<5	<5	<5	25,9	<30	<5	<2,5	<2	<3	9,5	<10	206
273660784	26/01/2001	<1	165	<10	<5	<5	<5	<5	<10	<5	0,95	<5	91,1	<5	25,4	<30	<5	<2,5	<2	<3	9,7	<10	<30
273660788	25/01/2001	<1	<30	<10	<5	<5	<5	<5	10,4	<5	0,00	<5	<5	<5	32,8	<30	<5	24,6	<2	<3	11,3	<10	<30
273660797	25/01/2001	<1	<30	<10	<5	<5	<5	<5	<10	<5	0,00	<5	<5	<5	16,6	<30	<5	<2,5	<2	<3	5,0	<10	<30
273660801	01/02/2001	<1	<30	<10	10,0	<5	<5	<5	<10	8,0	0,00	<5	72,2	<5	86,4	<30	<5	<2,5	<2	<3	9,3	<10	88,8
273660802	26/01/2001	<1	<30	34,6	<5	<5	<5	<5	12,1	14,7	0,00	<5	131	19,2	61,5	<30	<5	69,5	<2	<3	14,8	<10	<30
273670280	28/01/2001	<1	<30	<10	<5	<5	<5	<5	<10	7,1	0,54	<5	<5	<5	60,9	<30	<5	<2,5	<2	<3	6,3	<10	70,3
273670287	29/01/2001	<1	<30	<10	<5	<5	<5	<5	<10	23,1	20,4	<5	551	<5	85,4	<30	<5	<2,5	<2	<3	8,5	<10	524
273670294	29/01/2001	<1	<30	<10	<5	<5	<5	<5	<10	<5		<5	73,9	<5	43,2	<30	<5	<2,5	<2	<3	8,3	<10	<30
273670296	29/01/2001	<1	<30	<10	<5	<5	<5	<5	<10	7,9	1,27	<5	11,1	<5	57,9	<30	<5	<2,5	<2	<3	6,8	<10	<30
273710168	31/01/2001	<1	<30	<10	18,9	<5	<5	<5	<10	<5	0,00	<5	210	<5	54,0	<30	<5	<2,5	<2	<3	7,3	<10	86,5
273710260	02/02/2001	<1	<30	<10	<5	<5	<5	<5	<10	<5	0,00	<5	20,2	5,2	33,2	<30	<5	<2,5	<2	<3	7,8	<10	<30
273710315	31/01/2001	<1	<30	<10	31,0	<5	<5	<5	<10	<5	0,00	<5	8,8	<5	56,9	<30	<5	<2,5	<2	<3	3,2	<10	87,5
273710324	02/02/2001	<1	<30	<10	<5	<5	<5	<5	<10	5,0	0,00	<5	<5	<5	21,2	<30	<5	<2,5	<2	<3	10,4	<10	<30
273710348	31/01/2001	<1	<30	<10	13,9	<5	<5	<5	<10	<5	0,13	<5	32,7	<5	60,9	<30	<5	<2,5	<2	<3	5,6	<10	77,3
273710529	01/02/2001	<1	<30	<10	7,7	<5	<5	<5	<10	<5	0,00	<5	<5	<5	<5	<30	<5	<2,5	<2	<3	<2	<10	<30
273710548	02/02/2001	<1	<30	<10	14,4	<5	<5	<5	<10	24,6	0,23	<5	33,0	5,8	72,1	<30	<5	<2,5	<2	<3	3,9	<10	44,6
273710706	01/02/2001	<1	<30	<10	<5	<5	<5	<5	<10	20,1	0,00	<5	23,2	<5	45,9	<30	<5	<2,5	<2	<3	12,1	<10	<30
273710791	31/01/2001	<1	<30	<10	19,5	<5	<5	<5	<10	<5	0,00	<5	193	8,6	53,9	<30	<5	<2,5	<2	<3	4,9	<10	95,2
273711022	30/01/2001	<1	613	<10	9,7	<5	<5	<5	<10	5,2	1,33	<5	110	<5	39,9	<30	<5	<2,5	<2	<3	9,7	<10	45,3
273711052	02/02/2001	<1	<30	<10	10,2	<5	<5	<5	<10	7,3	0,00	<5	22,8	9,8	13,5	<30	<5	<2,5	<2	<3	2,6	<10	<30
273720016	01/02/2001	<1	<30	<10	<5	<5	<5	<5	<10	<5	0,00	<5	<5	12,4	30,3	<30	<5	<2,5	<2	<3	12,7	<10	49,1
273720220	26/01/2001	<1	<30	<10	27,3	<5	<5	<5	11,0	6,6	0,00	<5	<5	10,3	29,4	<30	<5	<2,5	<2	<3	10,3	<10	<30
273720395	25/01/2001	<1	<30	<10	<5	<5	<5	<5	11,5	<5	0,00	<5	118	6,1	47,6	<30	<5	<2,5	<2	<3	17,4	<10	<30
273720398	01/02/2001	<1	<30	<10	<5	<5	<5	<5	<10	10,6	17,98	<5	504	5,7	62,6	<30	<5	<2,5	<2	<3	18,9	<10	<30

En cursiva, contenidos que superan el nivel quía fijado por la Reglamentación Técnico-Sanitaria vigente (R.D. 1138/1990 de 14/9/1990)

En negrita, contenidos que superan la concentración máxima admisible fijada por la Reglamentación Técnico-Sanitaria vigente (R.D. 1138/1990 de 14/9/1990)

3.1.4. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

Las muestras de aguas superficiales analizadas en la campaña de caracterización general (Cuadro A7.4) presentan valores de pH próximos a la neutralidad a ligeramente básicos (7,1 a 7,6) y están muy mineralizadas (2 630 a 8 450 $\mu\text{S}/\text{cm}$), en consonancia con un carácter sulfatado-clorurado sódico o mixto o, en menor medida, son bicarbonatadas-cloruradas-sulfatadas mixtas. Dichos valores de conductividad se explican por los numerosos vertidos de aguas residuales que llegan al cauce, como así lo corroboran los altos niveles de nitratos (26-120 mg/l) detectados, y en especial, de nitritos (0,06-6,70 mg/l), amonio (0,40-54,0 mg/l) y fosfatos (0,14 –18,00), cuyos orígenes están en aguas fecales, detergentes, etc. En el plano A7.5 se han reflejado los valores de conductividad eléctrica medidos en las aguas superficiales.

3.2. MUESTREOS COMPLEMENTARIOS

Durante la realización de los bombeos de ensayo se tomaron muestras de agua que permiten, sobre todo en el caso del tramo acuífero somero, completar la caracterización del quimismo del agua subterránea y completar el seguimiento del contenido en nitratos.

En total, durante los ensayos se tomaron 38 muestras de agua en 30 sondeos (en 8 de ellos se tomó más de una muestra) en las que se efectuaron análisis físico-químicos normales, es decir: conductividad, pH, DQO, iones mayoritarios, nitritos, amonio, fosfatos, sílice y boro.

En el plano A7.7 se han situado los puntos objeto de muestreo durante la realización de bombeos de ensayo, y en el cuadro A7.5 se recogen los resultados de los análisis efectuados en muestras tomadas durante los bombeos de ensayo, sobre las cuales son válidos los comentarios efectuados en el subapartado 3.1.1.

Cuadro A7.5. Muestreos en bombeos de ensayo: determinaciones analíticas

Nº REGISNAC	Acuífero	X UTM	Y UTM	FECHA TOMA	FECHA ANÁLISIS	PH	CE lab. (µS/cm)	CE campo (µS/cm)	DQO	CL (mg/l)	SO4 (mg/l)	HCO3 (mg/l)	CO3 (mg/l)	NO3 (mg/l)	NA (mg/l)	MG (mg/l)	CA (mg/l)	K (mg/l)	NO2 (mg/l)	NH4 (mg/l)	P2O5 (mg/l)	SiO2 (mg/l)	B (mg/l)
273660797	Profundo	672000	4211900	24/04/2001	22/08/2001	7,4	2563	2480	1,4	300	910	280	0	25	157	190	216	4	0,00	0,00	0,00	33,0	0,258
273660810	Somero	669070	4210150	15/02/2001	22/08/2001	7,4	4373	3690	2,2	556	1300	344	0	42	350	202	288	5	0,00	0,00	0,00	32,0	0,457
273660817	Somero	670490	4207800	15/03/2001	22/08/2001	7,2	5373	4320	3,8	690	1500	528	0	80	410	192	436	78	0,00	0,00	0,11	36,4	0,516
273660818	Somero	672050	4211900	14/03/2001	22/08/2001	7,1	6453		4,4	940	1690	504	0	108	487	264	514	6	0,00	0,00	0,00	29,6	0,780
273670292	Somero	675830	4211750	15/03/2001	22/08/2001	7,0	8493	5440	9,1	950	2600	456	0	4	541	438	551	20	0,00	0,00	0,00	35,3	0,840
273710049	Somero	664100	4203540	21/02/2001	22/08/2001	7,1	3163	2230	2,2	247	784	468	0	3	201	113	220	16	0,00	0,00	0,00	22,0	0,369
263740066	Profundo	657110	4206700	14/03/2001	22/08/2001	7,3	4103	3520	1,5	508	1010	420	0	11	237	164	320	9	0,00	0,00	0,00	25,4	0,584
273650095-1	Somero	666400	4209400	17/02/2001	22/08/2001	7,1	5273	3620	2,6	618	1270	392	0	88	351	206	328	8	0,00	0,00	0,00	22,1	0,421
273650095-2	Somero	666400	4209400	17/02/2001	22/08/2001	7,3	4763	3615	1,8	550	1350	380	0	88	352	200	332	8	0,00	0,00	0,00	22,0	0,422
273660609	Profundo	669055	4208655	24/04/2001	22/08/2001	7,5	3273	2680	0,8	414	920	256	0	52	337	146	200	7	0,00	0,00	0,00	17,4	0,495
273660621	Profundo	669460	4208340	23/04/2001	22/08/2001	7,4	2573	2100	1,5	340	660	268	0	84	163	148	220	5	0,00	0,00	0,00	22,3	0,244
273660774	Profundo	668475	4209100	18/02/2001	22/08/2001	7,4	3823	3280	1,8	568	998	428	0	3	363	160	244	9	0,00	0,00	0,00	21,0	0,549
273660782	Profundo	669460	4208340	13/03/2001	22/08/2001	7,2	6673	5320	3,0	970	1820	440	0	16	475	310	448	10	0,00	0,00	0,00	23,2	0,561
273660805	Profundo	671330	4214540	20/02/2001	22/08/2001	7,6	6953	6050	2,8	852	2310	264	0	160	923	208	332	28	0,00	0,00	0,00	28,6	2,580
273660812-1	Somero	668900	4210300	15/02/2001	22/08/2001	7,4	4403	3770	2,2	556	1240	436	0	10	347	184	264	100	0,00	0,00	0,00	27,0	0,460
273660812-2	Somero	668900	4210300	15/02/2001	22/08/2001	7,5	4283	3780	2,2	560	1220	412	0	8	350	184	252	99	0,00	0,00	0,00	26,5	0,473
273660814-1	Somero	676676	4214193	13/02/2001	22/08/2001	7,3	11313	9250	4,4	1830	3050	372	0	0	1026	472	606	8	0,00	0,14	0,00	47,6	1,860
273660814-2	Somero	676676	4214193	13/02/2001	22/08/2001	7,4	10963	9260	4,2	1840	3000	380	0	0	1093	472	586	8	0,00	0,14	0,00	47,5	2,020
273660814-3	Somero	676676	4214193	13/02/2001	22/08/2001	7,3	10863	9270	6,0	1830	2980	376	0	1	1089	463	572	9	0,00	0,11	0,00	47,8	1,740
273660815-1	Somero	672226	4213007	14/02/2001	22/08/2001	7,4	4653	3880	4,2	532	1550	468	0	4	329	200	424	4	0,00	0,00	0,00	55,6	0,751
273660815-2	Somero	672226	4213007	14/02/2001	22/08/2001	7,2	4653	3820	3,9	460	1510	440	0	4	225	196	458	5	0,00	0,00	0,00	50,8	0,750
273660815-3	Somero	672226	4213007	14/02/2001	22/08/2001	7,3	4583	3890	3,6	460	1500	434	0	4	226	200	448	4	0,00	0,00	0,00	57,0	0,760
273660816-1	Somero	670550	4212600	15/02/2001	22/08/2001	7,3	4223	3740	3,8	592	1230	352	0	1	380	156	320	6	0,00	0,00	0,00	33,4	0,710
273660816-2	Somero	670550	4212600	15/02/2001	22/08/2001	7,2	4253	3730	4,2	594	1220	360	0	1	377	156	320	6	0,00	0,00	0,00	35,4	0,709
273710378-1	Profundo	660325	4205400	23/04/2001	22/08/2001	7,5	3153	2680	1,8	428	810	300	0	49	301	140	230	9	0,00	0,00	0,00	24,4	0,459
273710378-2	Profundo	660325	4205400	24/04/2001	22/08/2001	7,3	2510	2620	1,7	340	730	272	0	34	169	148	220	7	0,00	0,00	0,00	25,0	0,471
273711001-1	Somero	665931	4206064	17/02/2001	22/08/2001	7,3	3833	3330	2,2	428	1030	436	0	116	210	150	368	11	0,00	0,00	0,25	29,1	0,461
273711001-2	Somero	665931	4206064	17/02/2001	22/08/2001	7,3	3603	3080	2,2	410	970	422	0	112	211	140	346	11	0,00	0,00	0,15	30,0	0,438
273711003	Somero	665115	4205039	17/02/2001	22/08/2001	7,4	3273	2720	2,2	243	1120	360	0	7	187	145	284	6	0,00	0,00	0,00	30,0	0,369
273711005	Somero	663757	4204923	17/02/2001	22/08/2001	7,4	2393	2010	2,1	214	560	494	0	7	129	99	216	4	0,00	0,00	0,00	37,2	0,347
273711006	Profundo	663122	4206052	17/02/2001	22/08/2001	7,3	3543	2550	1,4	340	890	400	0	58	200	125	290	10	0,00	0,00	0,00	28,4	0,439
273711034	Profundo	660985	4204000	22/03/2001	22/08/2001	7,2	1475	2110	76,0	165	60	736	0	1	130	88	85	12	0,06	0,00	0,00	23,4	0,347
273711036	Profundo	663400	4204540	12/03/2001	22/08/2001	7,2	3043	2730	1,6	356	740	352	0	32	183	112	258	5	0,00	0,00	0,00	27,7	0,286
273711039	Somero	660300	4204870	22/03/2001	22/08/2001	7,2	2263	2130	1,5	219	536	370	0	33	136	85	200	19	0,00	0,00	0,00	23,8	0,373
273720390	Profundo	666950	4207150	22/02/2001	22/08/2001	7,7	2603	2310	1,5	294	804	322	0	14	225	115	190	6	0,00	0,00	0,00	25,5	0,382
273720396	Somero	670900	4206080	20/02/2001	22/08/2001	7,5	6013	4680	2,6	468	2540	288	0	3	322	364	445	29	0,00	0,00	0,00	24,5	2,290
273720401	Somero	667640	4203150	14/03/2001	22/08/2001	7,0	5163		2,6	404	1830	344	0	100	183	252	496	12	0,00	0,00	0,00	18,4	0,353
273720407	Profundo	666890	4202680	23/04/2001	22/08/2001	7,4	3370	2620	1,2	250	1490	332	0	17	156	243	374	6	0,00	0,00	0,00	22,5	0,683

3.3. SEGUIMIENTO DEL CONTENIDO EN NITRATOS

Para analizar la influencia de los riegos en el contenido en nitratos de las aguas subterráneas, una vez finalizada la campaña de riegos de marzo-abril de 2001, entre los días 24 a 26 de abril de 2001 se efectuó una toma de muestras en 31 puntos distribuidos de manera uniforme por todo el acuífero (su situación se indica en el plano A7.7) y repartidos por igual entre los dos tramos acuíferos diferenciados en la Vega Media.

Los resultados analíticos de los análisis, efectuados en los laboratorios del IGME, se han agrupado en el cuadro A7.6.

Cuadro A7.6. Resultados analíticos de la campaña específica de nitratos en aguas subterráneas

Nº REGISNAC	ACUÍFERO	X _{UTM}	Y _{UTM}	FECHA TOMA	FECHA ANÁLISIS	NO ₃ (mg/l)
273660808	somero	669068	4210149	24/04/2001	14/05/2001	36
273660812	somero	668872	4210336	24/04/2001	14/05/2001	8
273660819	somero	672050	4211900	24/04/2001	14/05/2001	2
273710346	profundo	663770	4202555	25/04/2001	14/05/2001	0
273650069	profundo	665970	4208720	25/04/2001	14/05/2001	72
273650095	somero	666400	4209400	24/04/2001	14/05/2001	92
273660491	somero	673066	4212612	25/04/2001	14/05/2001	1
273660611	profundo	667380	4207940	26/04/2001	14/05/2001	42
273660612	profundo	667355	4208190	26/04/2001	14/05/2001	18
273660775	profundo	670630	4210460	25/04/2001	14/05/2001	37
273660777	somero	671150	4210850	25/04/2001	14/05/2001	8
273660779	profundo	672190	4210455	25/04/2001	14/05/2001	22
273660783	profundo	670790	4209050	25/04/2001	14/05/2001	39
273660805	profundo	671330	4214540	25/04/2001	14/05/2001	39
273660814	somero	673676	4214193	24/04/2001	14/05/2001	2
273660815	somero	672226	4213007	24/04/2001	14/05/2001	220
273660817	somero	670490	4207800	24/04/2001	14/05/2001	50
273660818	somero	672225	4210360	24/04/2001	14/05/2001	160
273670088	somero	674836	4210196	25/04/2001	14/05/2001	45
273670296	profundo	675830	4211750	24/04/2001	14/05/2001	25
273710311	profundo	660080	4203850	26/04/2001	14/05/2001	100
273710332	somero	662040	4207105	25/04/2001	14/05/2001	58
273710338	profundo	662252	4204820	25/04/2001	14/05/2001	28
273710345	somero	663770	4202555	25/04/2001	14/05/2001	33
273710591	somero	666850	4209840	26/04/2001	14/05/2001	3
273711049	somero	664100	4203540	24/04/2001	14/05/2001	32
273711052	somero	664600	4206200	25/04/2001	14/05/2001	17
273720220	somero	667770	4206670	25/04/2001	14/05/2001	4
273720369	somero	666875	4204065	25/04/2001	14/05/2001	7
273720390	profundo	666950	4207150	26/04/2001	14/05/2001	2
273720401	somero	667640	4203150	26/04/2001	14/05/2001	76

En los planos A7.8 y A7.9 se han representado sendos mapas de isocontenidos en nitratos en los acuíferos somero y profundo en la campaña de abril de 2001, respectivamente, que únicamente tienen el objetivo de ilustrar las diferencias generales en la distribución de nitratos en los dos niveles, ya que las isolíneas están trazadas con un número de puntos insuficiente para llevar a cabo un análisis mas detallado y riguroso.

En el cuadro A7.7 se han agrupado los contenidos en nitratos determinados en la campaña específica de abril, junto con los datos correspondientes a la campaña general de muestreo en los puntos en que fue posible repetir el muestreo y los de los muestreos complementarios efectuados en los bombeos de ensayo en los puntos de posterior muestreo específico para determinación de nitratos.

Cuadro A7.7. Evolución del contenido en nitratos en el primer cuatrimestre de 2001

Nº REGISNAC	ACUÍFERO	X _{UTM}	Y _{UTM}	campaña general		muestreos en bombeos		campaña específica	
				Conc. NO ₃ (mg/l)	Fecha	Conc. NO ₃ (mg/l)	Fecha	Conc. NO ₃ (mg/l)	Fecha
273660808	somero	669068	4210149					36	24/04/2001
273660812	somero	668872	4210336			10	15/02/2001	8	24/04/2001
273660819	somero	672050	4211900	1	25/01/2001	108	14/03/2001	2	24/04/2001
273710346	profundo	663770	4202555					0	25/04/2001
273650069	profundo	665970	4208720	60	31/01/2001			72	25/04/2001
273650095	somero	666400	4209400			88	17/02/2001	92	24/04/2001
273660491	somero	673066	4212612	4	23/01/2001			1	25/04/2001
273660611	profundo	667380	4207940					42	26/04/2001
273660612	profundo	667355	4208190	17	26/01/2001			18	26/04/2001
273660775	profundo	670630	4210460	36	25/01/2001			37	25/04/2001
273660777	somero	671150	4210850	11	23/01/2001			8	25/04/2001
273660779	profundo	672190	4210455	22	25/01/2001			22	25/04/2001
273660783	profundo	670790	4209050	39	23/01/2001			39	25/04/2001
273660805	profundo	671330	4214540			160	20/02/2001	39	25/04/2001
273660814	somero	673676	4214193			1	13/02/2001	2	24/04/2001
273660815	somero	672226	4213007			4	14/02/2001	220	24/04/2001
273660817	somero	670490	4207800			80	15/03/2001	50	24/04/2001
273660818	somero	672225	4210360					160	24/04/2001
273670088	somero	674836	4210196	52	26/01/2001			45	25/04/2001
273670296	profundo	675830	4211750	24	29/01/2001			25	24/04/2001
273710311	profundo	660080	4203850	110	25/01/2201			100	26/04/2001
273710332	somero	662040	4207105	120	25/01/2001			58	25/04/2001
273710338	profundo	662252	4204820	43	25/01/2001			28	25/04/2001
273710345	somero	663770	4202555					33	25/04/2001
273710591	somero	666850	4209840					3	26/04/2001
273711049	somero	664196	4203540			3	21/02/2001	32	24/04/2001
273710230	somero	664600	4206200	92	23/01/2001			17	25/04/2001
273720220	somero	667770	4206670	6	26/01/2001			4	25/04/2001
273720369	somero	666875	4204065	68	25/01/2001			7	25/04/2001
273720390	profundo	666950	4207150			14	22/02/2001	2	26/04/2001
273720401	somero	667640	4203150			100	14/03/2001	76	26/04/2001

Los resultados indican escasas variaciones en caso del tramo acuífero profundo, incluso dentro del rango de variación de los métodos analíticos, excepto en los puntos 2737/1/033,8 en el que la concentración pasa de 28 a 43 ppm, y 2736/6/0805, en que disminuye de 160 mg/l a 39 mg/l. Estas rápidas variaciones seguramente son debidas a que el sondeo no tenga debidamente aislada parte correspondiente al tramo acuífero somero.

En algunos sectores del tramo somero sí se observan aumentos espectaculares en las concentraciones de nitratos, 2737/1/0230, 2737/1/0332 y 2737/2/0369. El primero de ellos está situado en el casco urbano de Murcia, por lo que el aumento debe atribuirse a contaminación orgánica, posiblemente fecal. Por su parte, el incremento en los otros debe achacarse básicamente a la aplicación de abonos en el riego, ya que ambos están situados en zonas de huerta con viviendas aisladas. Resulta llamativo el caso del sondeo 2736/6/0819, en el que las medidas indican un nivel de fondo muy pequeño con un pico que podría ser debido a un vertido puntual o a que la medida intermedia se efectuó durante o inmediatamente después de la campaña de abonado.

4. EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Con objeto de reflejar gráficamente la evolución de la calidad del agua subterránea en el acuífero de la Vega Media, en las figs. A7.6 y A7.7 se han representado los valores de conductividad eléctrica y de contenido en nitratos en los puntos de la red actual de control de la calidad del IGME.

Los dos gráficos muestran importantes oscilaciones, más acusadas en las concentraciones de nitratos, que deben de estar ligadas a variaciones en la composición del agua debido, fundamentalmente, a dos tipos de influencias: por un lado, la mayor o menor proximidad del muestreo a los periodos de abonado y riego y, por otro, a la mayor o menor intensidad de los bombeos de agua subterránea en las proximidades del punto de control.

No obstante, en las evoluciones de la conductividad eléctrica parece observarse una suave pero progresiva tendencia hacia el aumento de salinidad del agua subterránea, al menos en los sectores de control, lo cual resulta lógico si se tiene en cuenta que en los últimos años ha aumentado significativamente el volumen de agua subterránea aplicado a los riegos, con respecto al agua superficial, cuya salinidad es mucho menor.

Fig A7.6. Evolución de la calidad del agua subterránea. Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

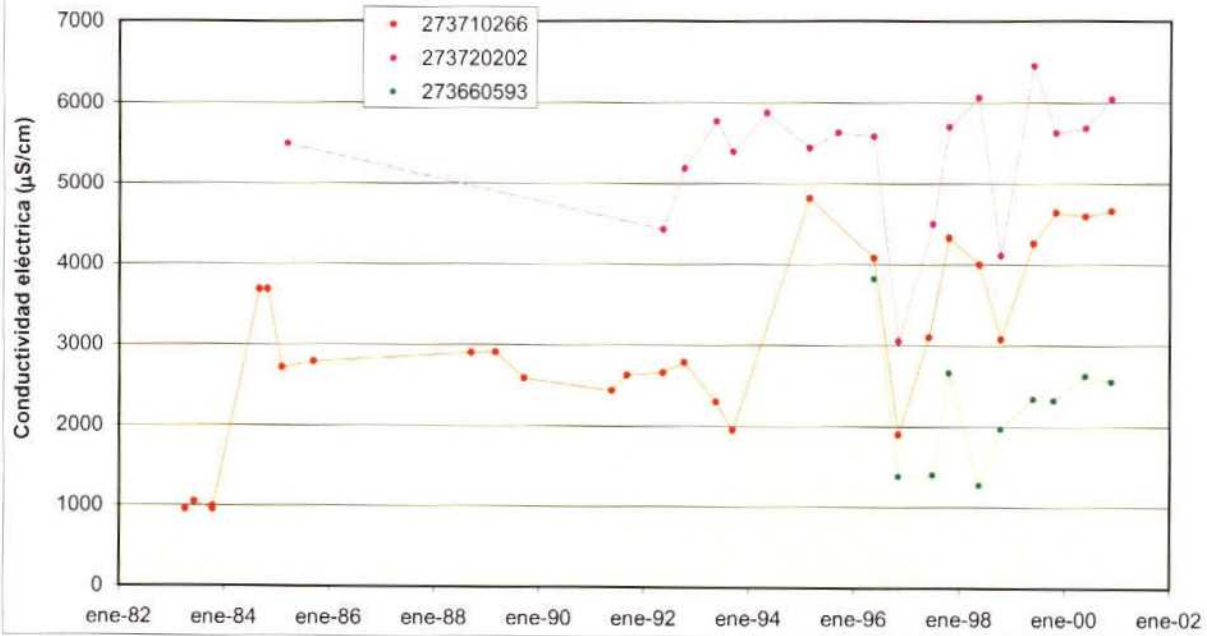
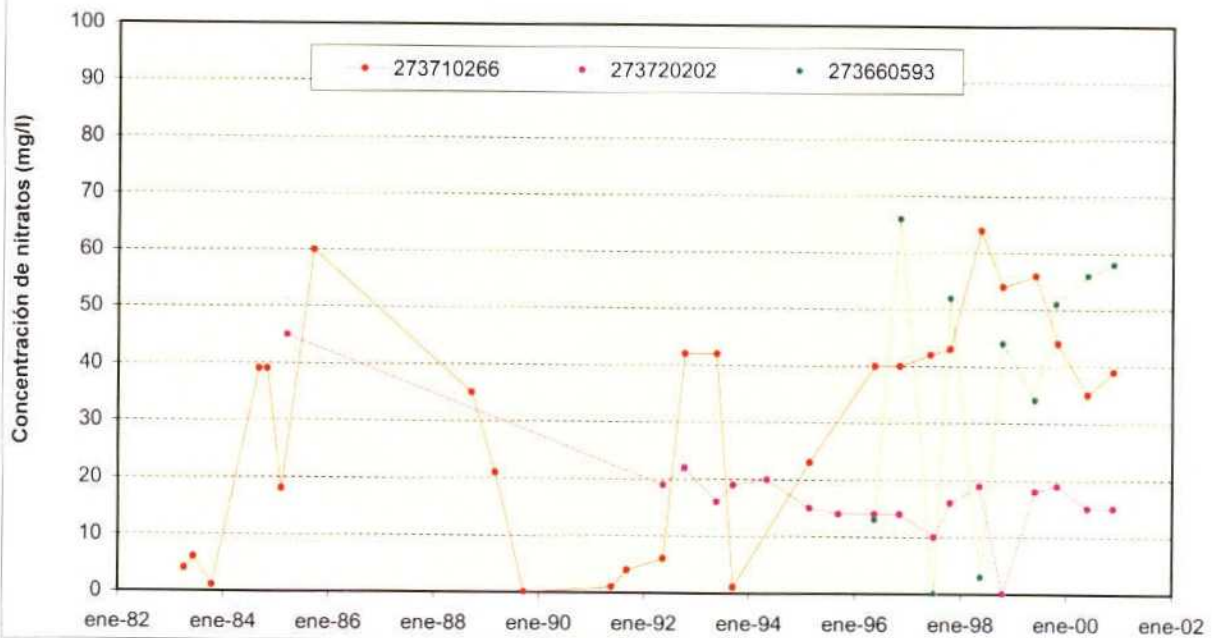


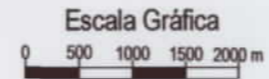
Fig A7.7. Evolución de la calidad del agua subterránea. Contenido en nitratos (mg/l)





LEYENDA	
MUESTRAS TOMADAS EN CAMPAÑA Y TIPOS DE ANÁLISIS EFECTUADOS	
○	Tramo acuífero profundo
○	Tramo acuífero somero
●	Puntos con análisis completo (mayoritarios, B, NO ₃ , y metales)
○	Puntos con análisis normal (mayoritarios, B, NO ₃)
▽	Muestreo en aguas superficiales

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
--	--	--	--	--

CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA
CAMPAÑA GENERAL DE MUESTREO
(22/01/01- 04/02/01)

PLANO:
A7.1



LEYENDA	
	Lineas de isoconductividad y su valor en $\mu\text{S/cm}$
	Punto de apoyo para el trazado de las isolinias
	Puntos de medida en cauces y valor de la CE en $\mu\text{S/cm}$
	Punto con valor anómalo de conductividad eléctrica
	Limite del acuífero de la Vega Media

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

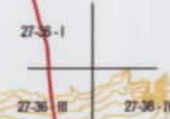


				ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE LA UNIDAD VEGA MEDIA Y BAJA DEL SEGURA
--	--	--	--	--

CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN EL TRAMO ACUÍFERO SOMERO
(Campaña general 22/1/2001 - 4/2/2001)

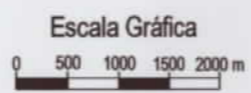
PLANO:
A7.2

62664-Tomo 1



LEYENDA	
	Lineas de isoconductividad y su valor en $\mu\text{S}/\text{cm}$ del tramo acuífero profundo
	Punto de apoyo para el trazado de las isolinéas
	Límite del acuífero de la Vega Media

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

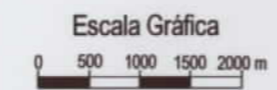


				ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE LA UNIDAD VEGA MEDIA Y BAJA DEL SEGURA
CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN EL TRAMO ACUÍFERO PROFUNDO (Campana general 22/1/2001 - 4/2/2001)				PLANO: A7.3



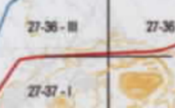
LEYENDA	
	Línea de igual contenido de nitratos (ppm) en el agua subterránea
	Punto de apoyo para el trazado de las isolinéas
	Límite del acuífero de la Vega Media

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
CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA CONTENIDO DE NITRATOS EN EL TRAMO ACUÍFERO PROFUNDO (Campaña general 22/1/2001 - 4/2/2001)			PLANO: A7.4

62669-Tomo X



LEYENDA	
MUESTRAS TOMADAS EN BOMBEO DE ENSAYO	
●	Tramo acuífero profundo
○	Tramo acuífero somero
MUESTRAS TOMADAS EN LA CAMPAÑA ESPECÍFICA DE NITRATOS	
●	Tramo acuífero profundo
○	Tramo acuífero somero

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



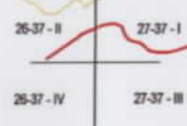
MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	Instituto Geológico y Minero de España	Región de Murcia Consejería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio	ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE LA UNIDAD VEGA MEDIA Y BAJA DEL SEGURA

CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA
SITUACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO
EN BOMBEO DE ENSAYO Y EN LA CAMPAÑA ESPECÍFICA
DE NITRATOS DEL 24-26/4/2001

PLANO:
A7.5

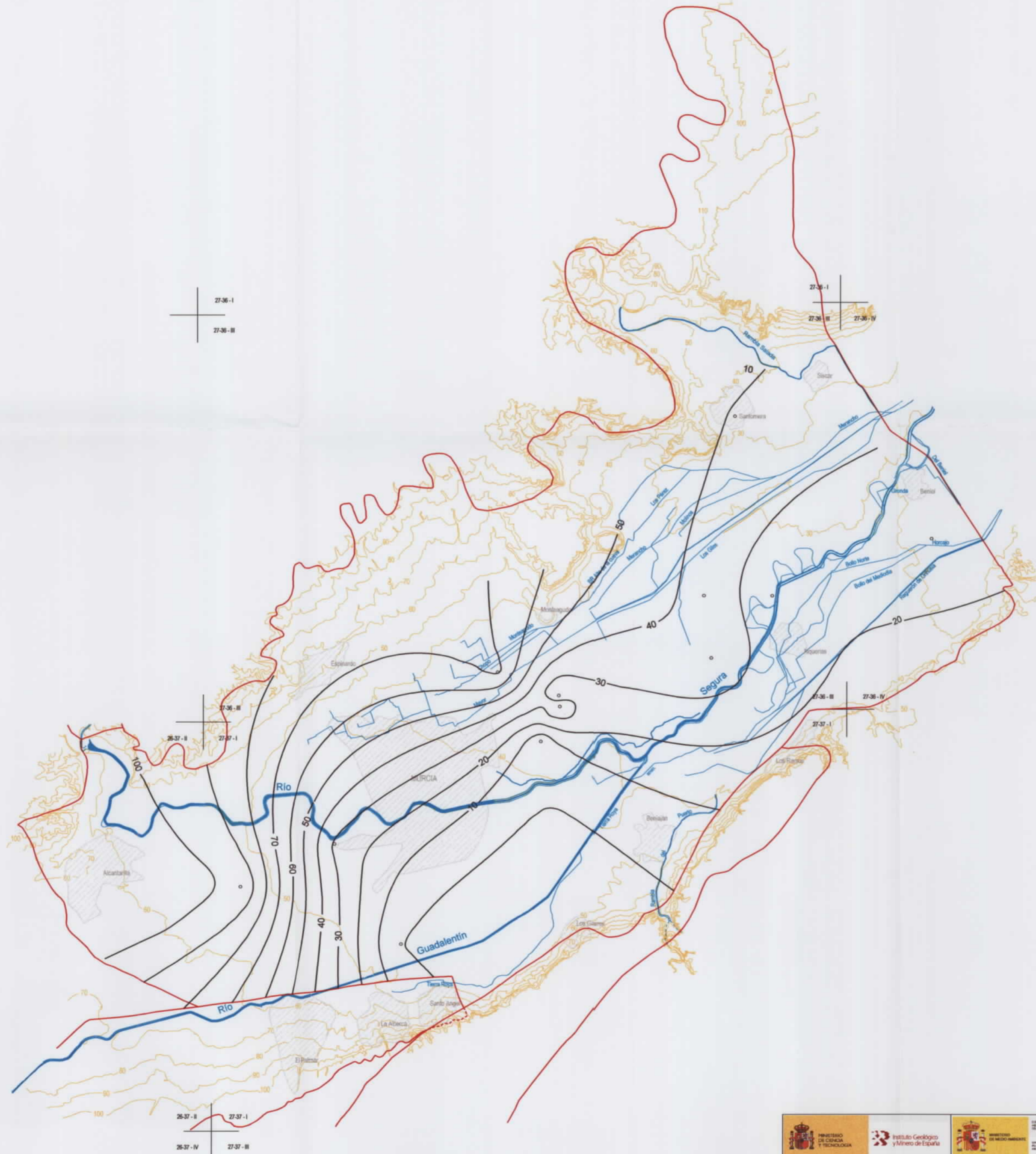


LEYENDA	
	60 Línea de igual contenido de nitratos (ppm) en el agua subterránea
	Punto de apoyo para el trazado de las isolinias
	Límite del acuífero de la Vega Media



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
CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA CONTENIDO DE NITRATOS EN EL TRAMO ACUÍFERO SOMERO (Campaña específica 24-26/4/2001)				PLANO: A7.6



LEYENDA	
	Línea de igual contenido de nitratos y su valor en ppm en el agua subterránea
	Punto de apoyo para el trazado de las isolinias
	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
--	--	--	--	--

CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA
CONTENIDO DE NITRATOS EN EL TRAMO ACUÍFERO PROFUNDO
(Campaña específica 24 - 26/04/2001)

PLANO:
A7.7

63664
Tomb-X