



Dirección de Hidrogeología y Aguas Subterráneas



Canal de
Isabel II

Subdirección de Recursos Hídricos

Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en la zona de influencia del C.Y.II en la zona sur de Madrid

**Tomo I
MEMORIA**

Mayo, 2001

INFORME	Identificación H7- 001 - 01
	Fecha: Julio 2001
<p>TÍTULO Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en la zona de influencia del Canal de Isabel II (C.Y.II) en la zona sur de Madrid</p>	
<p>PROYECTO Convenio de asistencia técnica en materia de aguas subterráneas entre el I.G.M.E y el C.Y.II</p>	
<p>RESUMEN</p> <p>A partir de datos analíticos disponibles y de los obtenidos en dos campañas específicas de muestreo, se ha realizado la caracterización hidroquímica histórica y actual de las aguas subterráneas en el conjunto de la zona de estudio que se han particularizado para las captaciones de los Sistemas Generales y Locales del C.Y.II existentes en ella, en el marco de funcionamiento hidrogeológico e hidroquímico del acuífero detrítico de Madrid.</p> <p>Evaluada la situación general de la zona en relación con los vertidos sólidos y líquidos generados en ella, se han identificado los principales focos de contaminación en el entorno inmediato de los pozos propiedad del C.Y.II y se ha estimado el riesgo de afección potencial que aquéllos pueden representar para las captaciones en servicio.</p> <p>En función de las circunstancias específicas de cada campo de pozos se propone una serie de medidas de protección y actuación relacionados con ellos.</p>	
<p>Revisión</p> <p>Nombre D. Juan Antonio López Geta</p> <p>Unidad Hidrogeología y Aguas Subterráneas</p> <p>Fecha Septiembre 2001</p>	<p>Autores D. Antonio Fernández Uría D. José M^a Ruiz Hernández D. Pedro Nieto López-Guerrero D^a. Loreto Fernández Ruiz</p> <p>Responsable D. Antonio Fernández Uría</p>

CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD Y RIESGO DE CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL CANAL DE ISABEL II (C.Y.II) EN LA ZONA SUR DE MADRID.

Equipo de trabajo:

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

COORDINACIÓN Y DIRECCIÓN

D. Antonio Fernández Uría

REALIZACIÓN

**D. Antonio Fernández Uría
D. José M^a Ruiz Hernández
D. Pedro Nieto López-Guerrero
D^a. Loreto Fernández Ruiz**

CANAL DE ISABEL II

COORDINACIÓN

**D. Bernardo López-Camacho y Camacho
D. José Antonio Iglesias Martín**

Índice

1. Antecedentes

1. Antecedentes	1
-----------------------	---

2. Objetivos

2. Objetivos	3
--------------------	---

3. Metodología

3.0 Planteamiento general del estudio	5
3.1 Recopilación, análisis y síntesis de la información disponible	7
3.2 Depuración y homogeneización de la información analítica (Inventario de puntos acuíferos) ..	7
3.3 Caracterización preliminar de la calidad	10
3.4 Actualización de la información sobre calidad	12
3.4.1 Revisión y comprobación de inventario de puntos de agua	12
3.4.2 Campañas de muestreo y toma de datos en campo	12
3.5 Recopilación, depuración y comprobación de inventarios de focos potenciales de contaminación in situ	13
3.6 Definición de la vulnerabilidad del medio	15
3.7 Definición del riesgo	14
3.8 Diseño de medidas de protección	15

4. Caracterización del medio

4. Caracterización del medio	17
4.1 Síntesis geológica	17
4.2 El modelo de flujo	19
4.3 El modelo hidroquímico	21
4.4 El modelo de contaminación	23

5. Caracterización preliminar de la calidad

5.1 Caracterización preliminar de la calidad en la zona de estudio	26
5.2 Caracterización de la calidad por campañas	42
5.2.1 La campaña de 1980	45
5.2.2 La campaña de 1994	54
5.3 Conclusiones	59
5.4 La evolución de la composición química en el tiempo	64
5.4.1 Evolución de la conductividad	67
5.4.2 La evolución de la concentración de nitratos	71
5.4.3 Conclusiones	98
5.5 La calidad histórica en los sistemas locales del CYII	99

6. Caracterización de la calidad actual

6.1 La calidad en la campaña de otoño de 1999	161
6.1.1 La calidad en el conjunto de la zona	161
6.1.1.1 Características generales de la composición química del agua subterránea en la zona de estudio	164
6.1.1.2 Constituyentes mayoritarios	169
6.1.1.3 Constituyentes minoritarios	211
6.1.1.4 La calidad para el consumo humano	224
6.1.2 Calidad actual en los sondeos del CYII	232
6.1.2.1 Constituyentes mayoritarios	234
6.1.2.2 Constituyentes minoritarios	243
6.1.2.3 Conclusiones	245
6.2 Variaciones de la composición química entre las campañas de muestreo de otoño de 1999 y primavera de 2000	246
6.2.1 Las variaciones de composición en el conjunto de la zona	246
6.2.1.1 Variación de concentración de iones mayoritarios	246
6.2.1.2 Variaciones de conductividad	260
6.2.1.3 Variaciones de concentración de nitratos	266
6.2.1.4 Variaciones de concentración de elementos minoritarios	270
6.2.1.5 Aptitud del agua para consumo humano (campaña primavera 2000)	280
6.2.2.3 Conclusiones	293

7. Los focos potenciales de contaminación en la zona de estudio

7.1 Residuos sólidos: urbanos, asimilables a urbanos e inertes	295
7.1.1 Antecedentes	295
7.1.2 Legislación aplicable	295
7.1.3 Tratamiento y eliminación de los RS generados en los municipios del estudio	297
7.1.4 Puntos de vertido incontrolados	300
7.1.5 Consideraciones finales	302
7.2 Residuos líquidos: urbanos, agrarios e industriales	303
7.2.1 Introducción general	303
7.2.2 Actividades urbanas	309
7.2.2.1 Introducción	309
7.2.2.2 Antecedentes	310
7.2.2.3 Situación presente	317
7.2.2.4 Conclusiones y recomendaciones	322
7.2.3 Actividades agrarias	324
7.2.3.1 Introducción	324
7.2.3.2 La agricultura	324
7.2.3.3 La ganadería	329
7.2.3.4 Conclusiones y recomendaciones	333
7.2.4 Actividades industriales	335
7.2.4.1 Introducción	335
7.2.4.2 El sector industrial en la zona de estudio	336

7.2.4.3 Areas degradadas	350
7.2.4.4 Humanes de Madrid	354
7.2.4.5 Los depósitos de carburante	357
7.2.4.6 Vertidos registrados: C.H.T. SEPRONA.....	360
7.2.4.7 Conclusiones y recomendaciones	363
7.2.5 Conclusiones y recomendaciones	368
8. Vulnerabilidad y riesgo de contaminación	375
8.1 Vulnerabilidad	375
8.2 Riesgo de contaminación.....	389
9. Medidas de protección	398
10. Resumen y conclusiones generales	402
10.1 Quimismo en la zona de estudio	403
10.1.1 Quimismo histórico	403
10.1.2 Quimismo actual	404
10.2 Quimismo en los Sistemas Locales	405
10.3 Focos potenciales de contaminación	407
10.4 Vulnerabilidad	407
10.5 Riesgo de contaminación.....	408
10.6 Medidas de protección	408
11. Bibliografía seleccionada.....	411



1. Antecedentes y 2. Objetivos

1.- Antecedentes

En 1997, fruto del Acuerdo Especifico de asistencia técnica del Instituto Tecnológico Geominero de España (I.T.G.E) al Canal de Isabel II (C.Y.II), concluyó el estudio: **“Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en la zona de influencia del C.Y.II”**, extendido a la zona norte de Madrid y, en particular, a los Sistemas Generales de captación de aguas subterráneas del C.Y.II.

El estudio materializó el interés del C.Y.II en el conocimiento de la calidad del agua subterránea y en la caracterización de los eventuales focos y procesos de alteración que pudieran degradarla a fin de optimizar la gestión de este recurso en el marco de sus competencias y posibilidades y en el ámbito de su actuación.

Las expectativas de aprovechamiento a corto plazo de recursos subterráneos en la zona sur de Madrid y la existencia en ella de una serie de sondeos, conocidos como Sistemas Locales gestionados por el C.Y.II, que atienden las necesidades de abastecimiento de los municipios en que están situados y cuyo entorno de riesgo es preciso conocer, justifican la necesidad de profundizar en el conocimiento de los mismos y, en particular, en el de su calidad y en la incidencia que una eventual contaminación pudiera tener sobre ellos.

A este fin el 24 de septiembre de 1998 el Canal de Isabel II (C.Y.II) y el Instituto Tecnológico Geominero de España (I.T.G.E) formalizaron un nuevo Convenio específico de asistencia técnica del I.T.G.E. al C.Y.II., en el que se contempla la realización del estudio **“Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en la zona de influencia del C.Y.II en la zona sur de Madrid”** con el que se completa el estudio de caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en la zona de influencia del C.Y.II en el acuífero de Madrid.

La zona de estudio (Figura 1.1), con una superficie aproximada de 650 km² incluida en su totalidad en la Comunidad de Madrid, corresponde a parte de las Hojas topográficas a escala 1/50.000, 558 (18-22): Majadahonda, 581 (18-23): Navalcarnero, 582 (19-23): Getafe y 605 (19-24): Aranjuez. El estudio se extiende únicamente a la facies detrítica del acuífero Terciario detrítico de Madrid.

En ella quedan incluidos total o parcialmente los términos municipales de Quijorna, Villanueva de Perales, Villamantilla, Sevilla la Nueva, Fuenlabrada, Humanes, Parla, Griñón, Torrejón de la Calzada, Cubas, Casarrubuelos, Torrejón de Velasco, Móstoles, Villaviciosa de Odón, Villamanta, Navalcarnero, El Álamo, Batres, Serranillos del Valle, Moraleja de Enmedio y Arroyomolinos.

Dentro de la zona son objeto de estudio específico los Sistemas Locales que se relacionan a continuación:

Sistema General	Nº de sondeos	Gestión	En servicio
Batres	7	C.Y.II	Sí
Sistema Local	Nº de sondeos	Gestión	En servicio
Casarrubuelos	1	Ayuntamiento	Sí

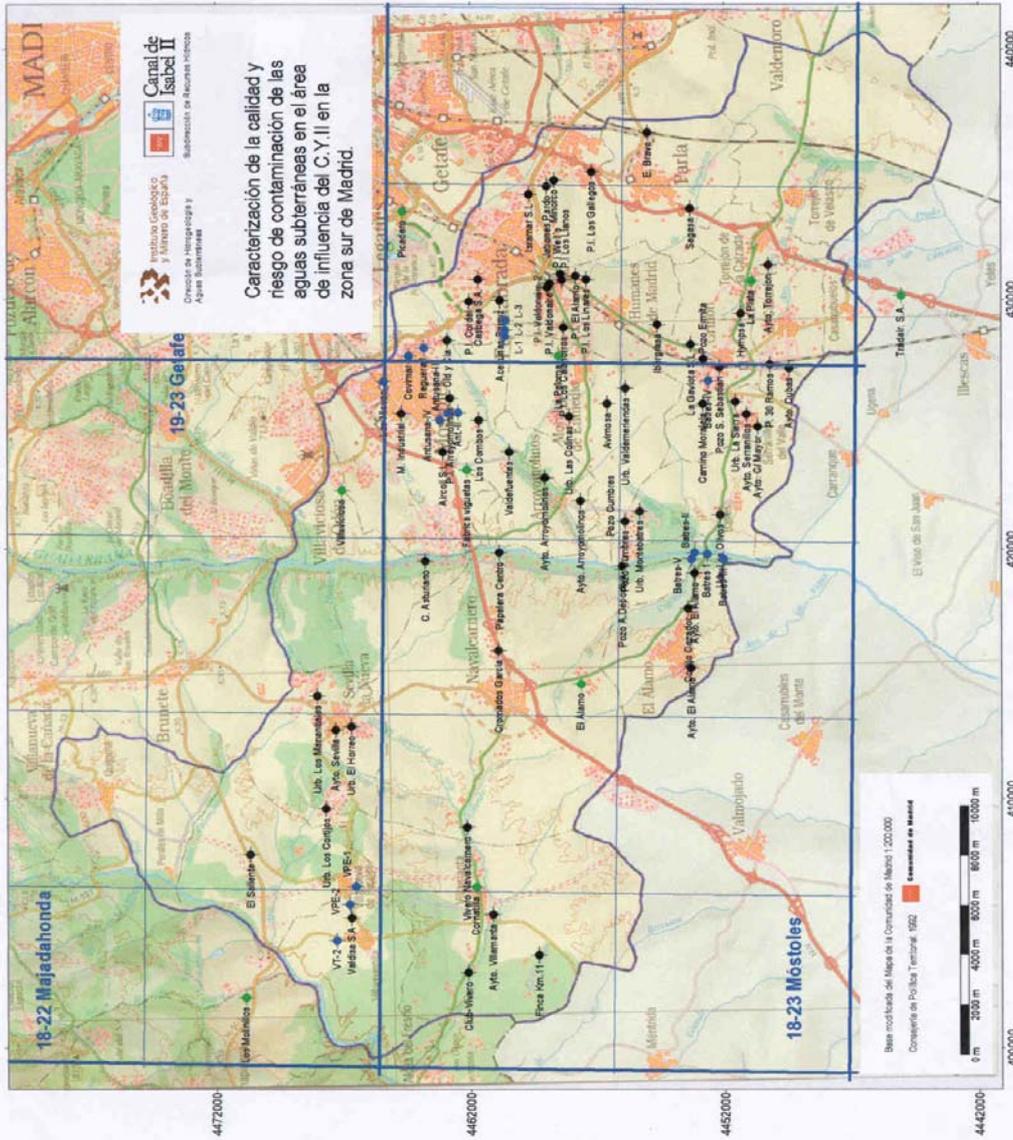


Figura 1.1
Zona de estudio

- ◆ Punto muestreado
- ◆ Sondeo muestreado C.Y.II
- ◆ R.V.C. del ITGE
- Limite zona de estudio
- + Limite de octante
- + Limite de hoja 1:50000

Moraleja de Enmedio	1	Ayuntamiento	Sí
Móstoles	10	C.Y.II	Sí
Fuenlabrada	4	C.Y.II	-
Navalcarnero	3	C.Y.II	Sí
Parla	2	Ayuntamiento	No
Villamantilla	2	C.Y.II	Sí
Villanueva de Perales	2	C.Y.II	Sí

2.- Objetivos

El estudio se ha planteado con los siguientes objetivos prioritarios:

1.- Caracterización espacial y temporal de la calidad de las aguas subterráneas en el área de estudio y, en particular, en las captaciones actualmente en servicio de los Sistemas Locales gestionados por el C.Y.II.

2.- Caracterización de los factores que pudieran incidir negativamente en dicha calidad. Entre ellos se incluyen, por un lado, la vulnerabilidad del medio como expresión de la facilidad de la propagación de eventuales contaminantes hasta la zona saturada del acuífero y, por otro, la presencia de focos actuales de contaminación que, junto con el factor de vulnerabilidad, permite definir el estado de riesgo de contaminación en la zona.

3.- Definición de las adecuadas medidas preventivas de protección en evitación de los posibles impactos que los mencionados focos pudieran producir.



3. Metodología

3.- Metodología

La metodología utilizada en la realización del estudio sigue las mismas líneas que la definida en el estudio: **“Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en la zona de influencia del C.Y.II” (1997)**. En evitación de pormenores reiterativos sólo se presenta una síntesis de la misma.

3.0.- Planteamiento general del estudio

El planteamiento general del estudio para la consecución de los objetivos propuestos tiene como hitos más sobresalientes (Figura 3.1) :

- Caracterización del medio
- Caracterización preliminar de la calidad
- Caracterización de focos
- Definición de la vulnerabilidad del medio
- Caracterización de la calidad actual
- Definición de riesgos
- Propuesta de medidas de protección

La caracterización del medio y entorno de los Sistemas Locales (geología, hidrogeología, hidroquímica) así como la de su vulnerabilidad se realiza a partir de la información general y de los datos más precisos de la información específica.

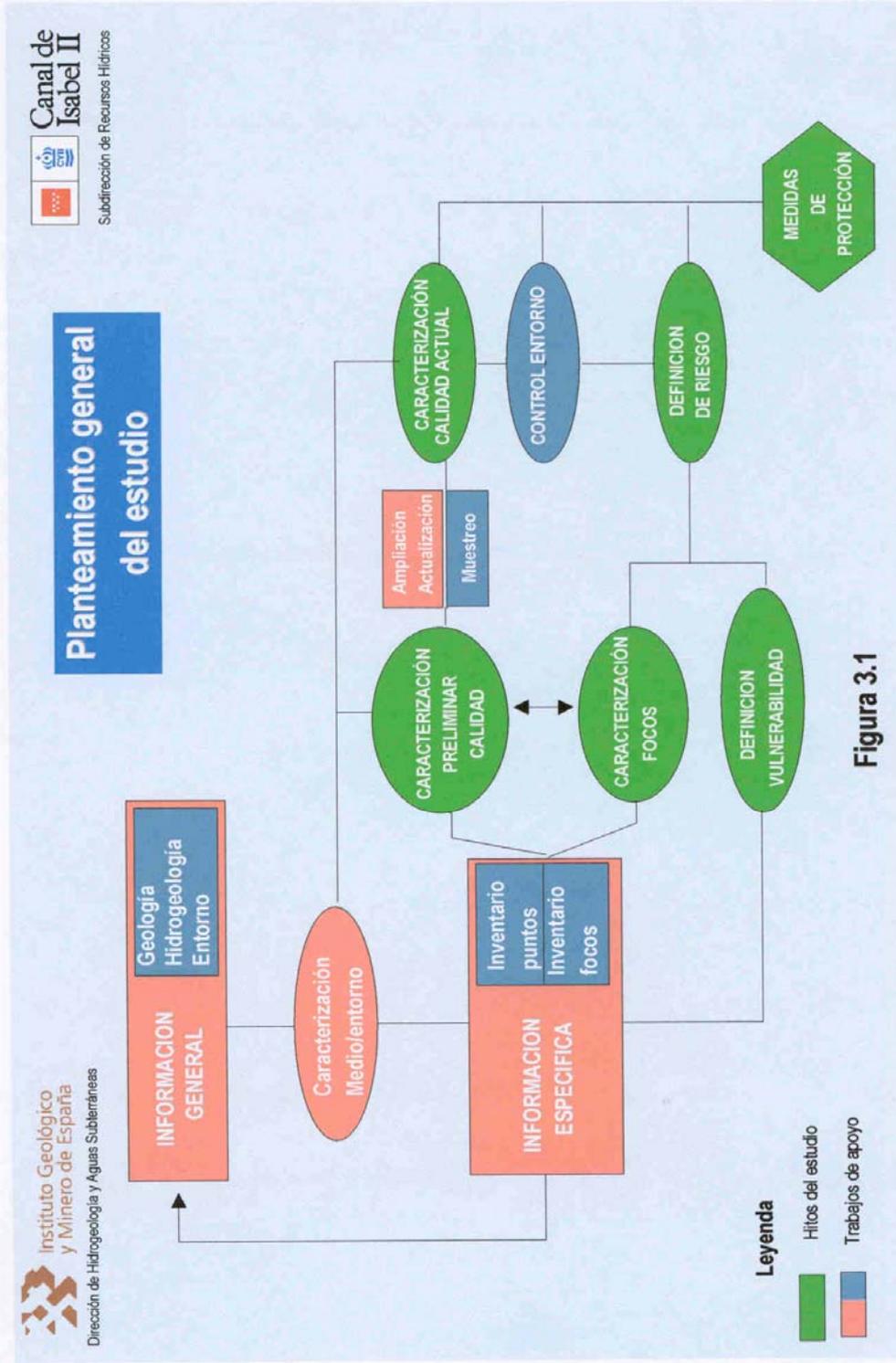
Los datos relativos al inventario de puntos acuíferos con la correspondiente información analítica existente permiten la caracterización preliminar de la calidad en la zona de estudio como etapa previa a la caracterización de la calidad actual basada en la ampliación y actualización de datos hidroquímicos obtenidos en dos campañas de muestreo específico realizadas en otoño de 1999 y primavera de 2000.

La caracterización y clasificación de focos se fundamenta en la información específica relativa a los mismos actualizada in situ.

La etapa de caracterización de focos y la de definición de la vulnerabilidad del medio en el entorno de los Sistemas Locales fundamentan la de definición del riesgo de contaminación de los mismos como etapa previa al diseño de las medidas de protección más adecuadas a las circunstancias de cada uno de ellos.

Este planteamiento general se ha materializado en el siguiente plan de trabajo:

- 1.- Recopilación, análisis y síntesis de la información disponible.
- 2.- Depuración y homogeneización de la información analítica.
- 3.- Caracterización preliminar de la calidad.
- 4.- Actualización de la información sobre calidad que incluye:



- revisión y comprobación de inventario de puntos de agua
 - campañas de muestreo y toma de datos
- 5.- Recopilación, depuración y comprobación de inventarios de focos potenciales de contaminación in situ.
 - 6.- Definición de la vulnerabilidad del medio.
 - 7.- Definición del riesgo.
 - 8.- Diseño de medidas de protección.

Sucintamente las actividades fundamentales de cada apartado se resumen en :

3.1 Recopilación, análisis y síntesis de la información disponible.

Las actividades más relevantes de esta fase se han centrado en la incorporación de la información más reciente sobre el funcionamiento hidráulico de la zona de estudio, muy escasa y poco novedosa, y en la obtención de inventarios de puntos acuíferos y focos potenciales de contaminación cuyo contenido y desarrollo se especifican en los apartados siguientes.

3.2 Depuración y homogeneización de la información analítica (Inventario de puntos acuíferos).

La diversa procedencia de los datos, el diferente contenido, soporte y propósito de los inventarios manejados, el diferente grado de actualización, etc., hacen necesaria la etapa de depuración y homogeneización de los mismos a efectos de disponer de información homogénea, actualizada y fiable referente a los puntos acuíferos de la zona y de crear la infraestructura necesaria para la caracterización de la calidad de las aguas subterráneas en el área de estudio.

Para la consecución de estos objetivos se aplicó la metodología reflejada en la figura 3.2 desarrollada con detalle en el informe ***“Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en la zona de influencia del C.Y.II” (1997).***

La mayor parte de la información sobre la composición química de las aguas subterráneas procede (Figura 3.3) de inventarios generales, de ámbito regional, actualizados periódicamente, complementados con datos de inventarios específicos (tesis, tesinas) y con datos dispersos obtenidos en esta fase del estudio o en la posterior de revisión de inventarios en campo.

Los datos disponibles han sido sometidos a un proceso previo de filtrado que tiene por objeto eliminar la información errónea, indeterminada, imprecisa o redundante. Dicho filtrado se ha ejecutado por una doble vía:

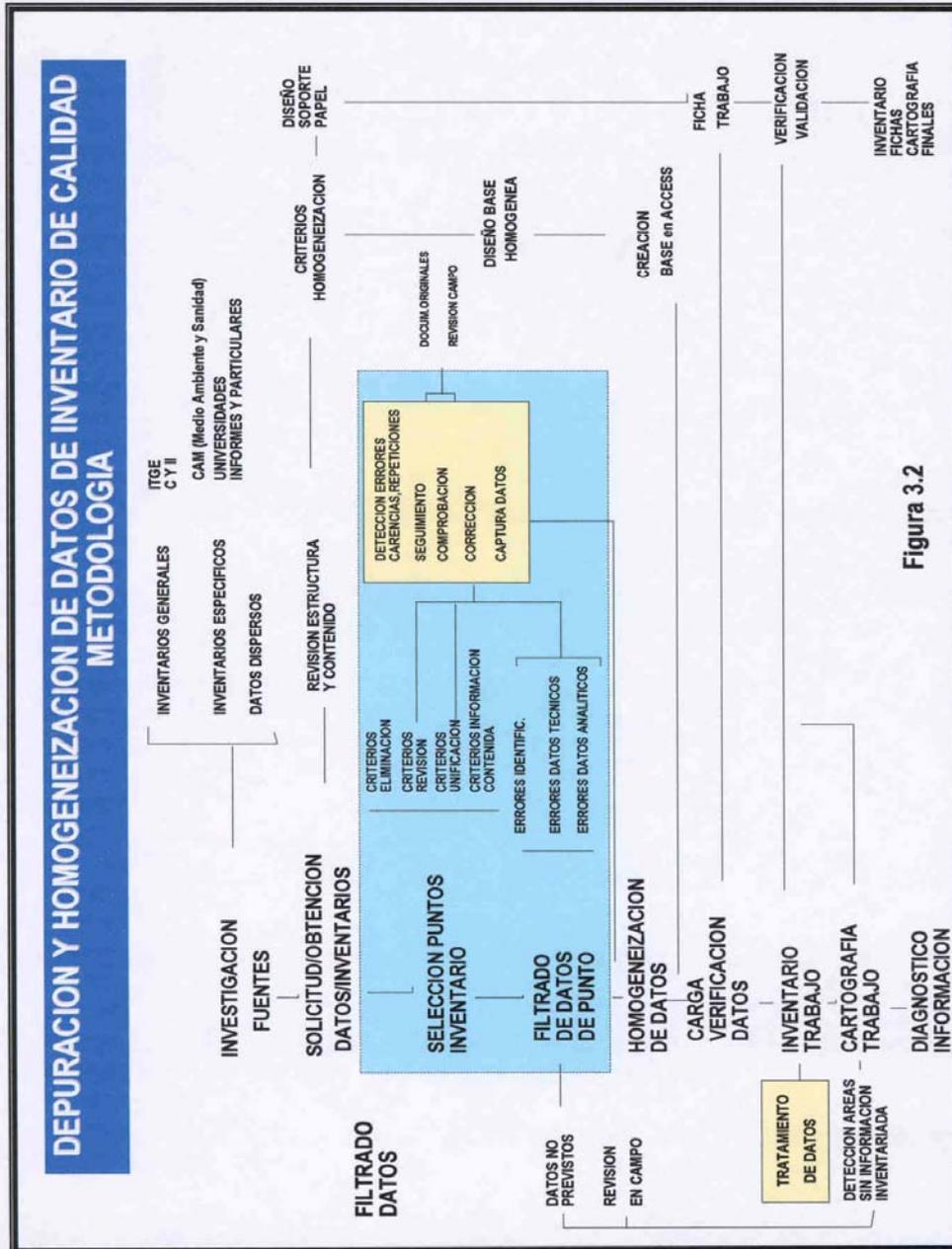


Figura 3.2

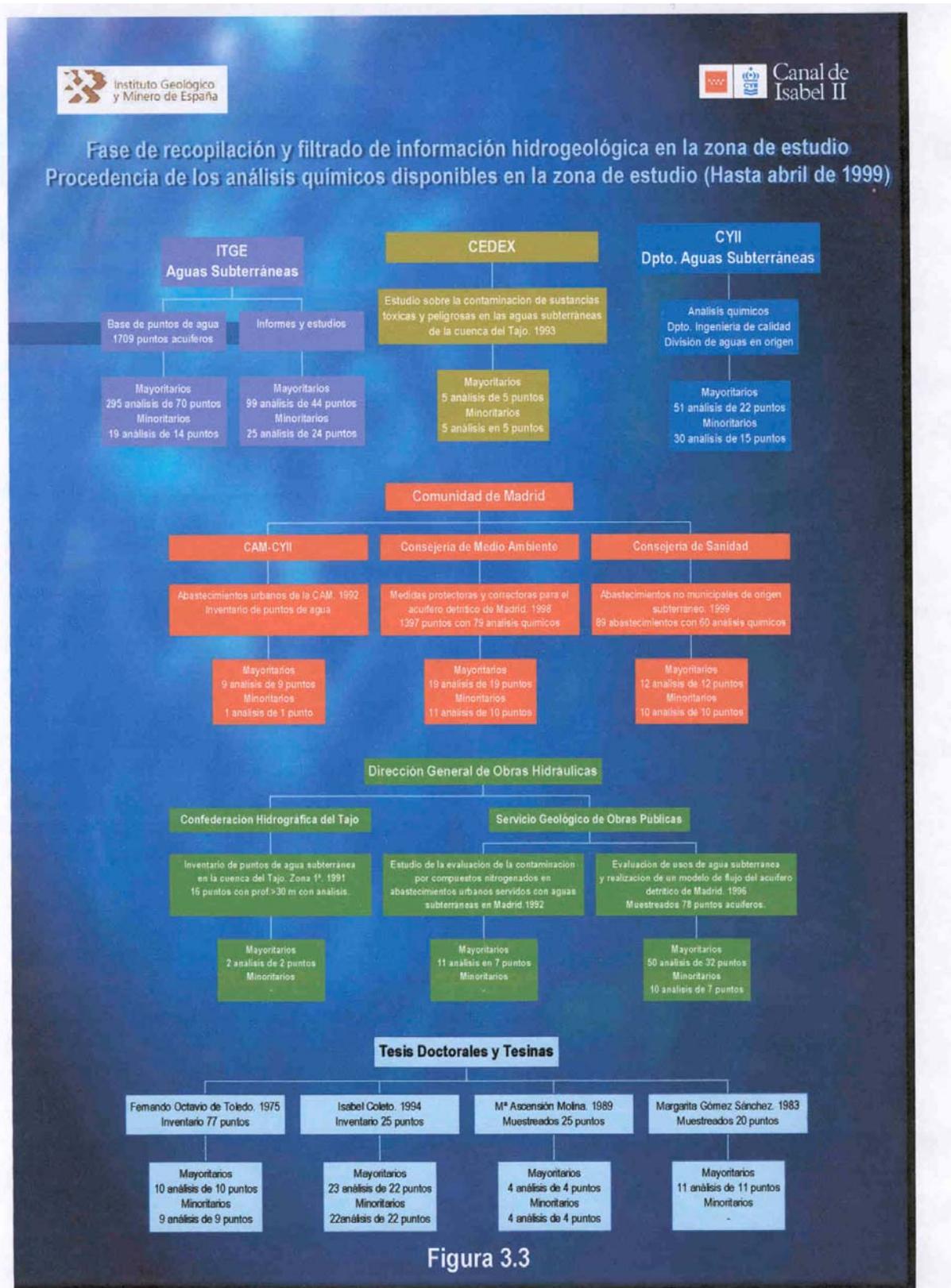


Figura 3.3

- selección de puntos de inventario, en la que se excluyen los puntos que presentan lagunas graves de identificación o accesibilidad a la información relativa a los mismos.
- filtrado de datos relativos al punto, que tiene por objeto la eliminación de errores de identificación o situación, errores de datos técnicos y errores o imprecisiones de datos analíticos.

Por lo que se refiere a los errores analíticos, de mayor interés para el estudio, se eliminan los datos de análisis incompletos (excepto en casos particulares como los pertenecientes a sondeos del CYII, por interés de estudio de la evolución histórica), los datos correspondientes al "promedio" de varios análisis, los que presentan un error superior al 15%, los que presentan evidentes discrepancias entre la fecha de toma y la de análisis, etc.

Naturaleza de los puntos acuíferos con análisis químicos Caracterización previa de la calidad

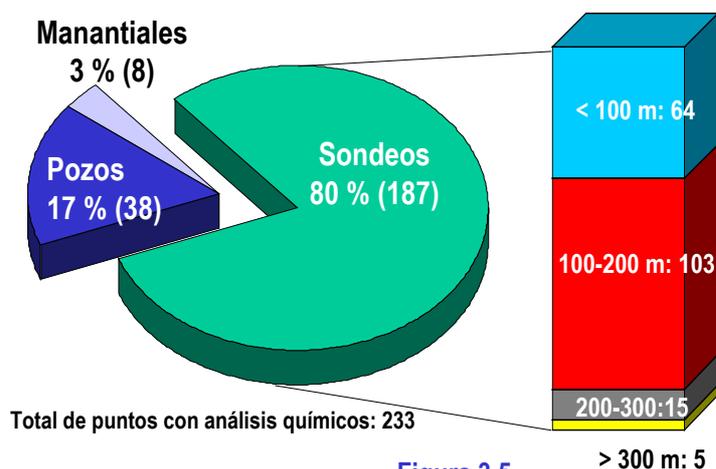


Figura 3.5

Fruto de esta etapa de filtrado, tras la homogeneización de formatos, son el inventario y las fichas de trabajo que se utilizan como punto de partida para el tratamiento de datos necesario para la caracterización de la calidad. A éste se incorporan datos no previstos u obtenidos en la fase de revisión en campo y, naturalmente, los procedentes de las campañas de muestreo y análisis realizadas específicamente para el estudio.

En las figuras 3.4 y 3.5 se incluye un resumen información relativa a la distribución y procedencia de los datos de los puntos

considerados.

3.3.- Caracterización preliminar de la calidad

Tiene por objeto el conocimiento de la calidad del agua subterránea en la zona de estudio en los años anteriores a la realización del estudio.

Esta caracterización se ha efectuado, mediante la metodología clásica de tratamiento de datos e interpretación de análisis químicos, tanto en su vertiente espacial como, por su particular interés y proyección, en su vertiente de evolución temporal, particularmente en lo tocante a tendencias de evolución y a eventual persistencia de ciertos constituyentes como los compuestos del nitrógeno.

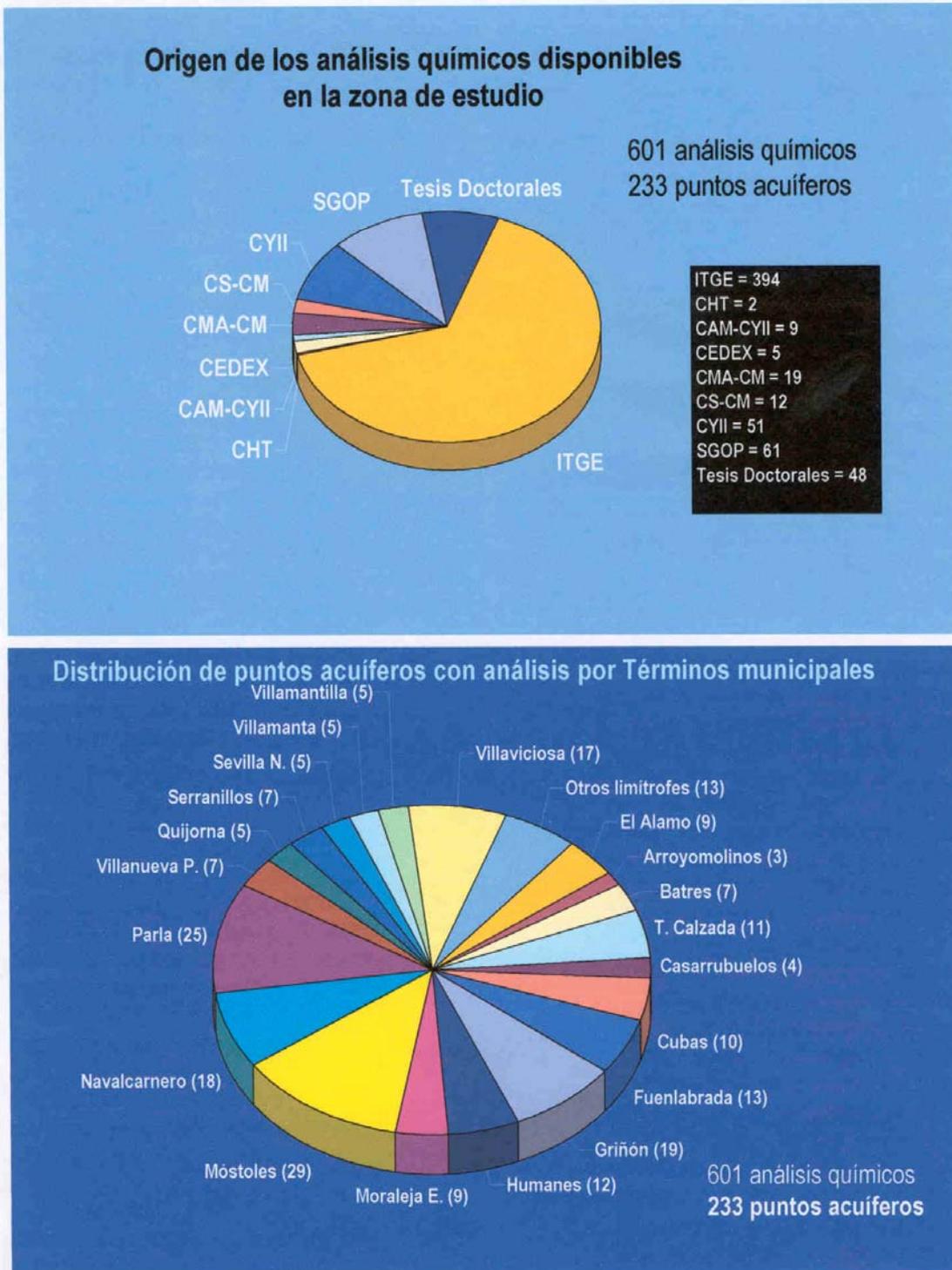


Figura 3.4

3.4.- Actualización de la información sobre calidad

3.4.1.- Revisión y comprobación de inventario de puntos de agua

Esta fase tiene por finalidad completar y actualizar la información sobre puntos acuíferos con vistas a la realización de las campañas de muestreo previstas así como localizar nuevos puntos de muestreo a fin de disponer de una cobertura espacial más homogénea que la impuesta por los puntos inventariados, muy polarizada hacia el sector meridional de la zona, en la margen izquierda del río Guadarrama.

Las prioridades se han centrado en la localización de puntos de abastecimiento no particular en los que se asegure la existencia de una explotación continuada periódica, puntos con antecedentes de análisis químicos, puntos de mayor profundidad y mejor conocidos en lo referente a datos técnicos como disponibilidad de columna litológica, posición de tramos filtrantes, etc. La información complementaria obtenida (coordenadas contrastadas por GPS, datos administrativos, datos de niveles y explotación, análisis, etc.) se han incorporado a la ficha correspondiente.

Propiedad de los puntos muestreados

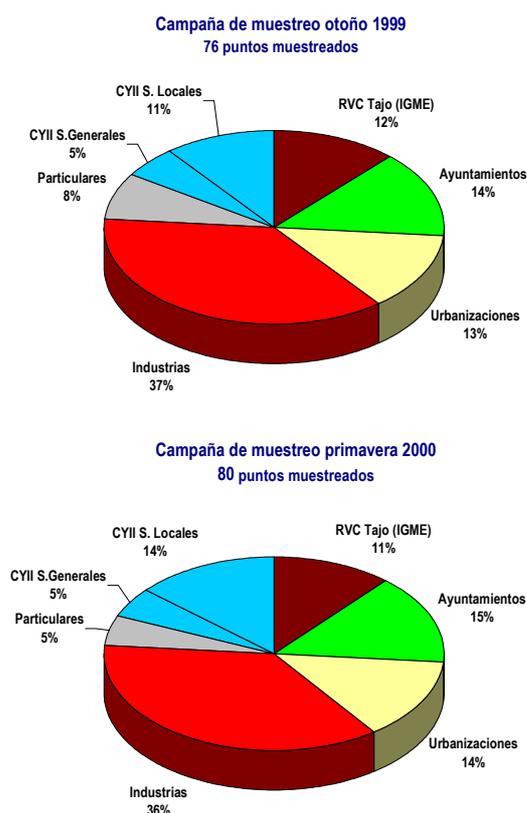


Figura 3.6

actualizados de cada captación muestreada. Estas fichas se incluyen, junto con los resultados del análisis, en el anejo de Inventario.

3.4.2.- Campañas de muestreo y toma de datos en campo

El objetivo de esta fase es el de disponer de información analítica actualizada y complementada en lo referente a parámetros de definición de la composición química del agua, fundamentalmente en lo que atañe a constituyentes minoritarios.

La realización de dos campañas de muestreo en otoño de 1999 y primavera de 2000 responde al intento de contrastar las variaciones del quimismo en dos fechas de explotación diferente del acuífero. En cada campaña se han muestreado unos 80 puntos incluyendo las captaciones de los Sistemas Generales y Locales que estaban operativas: 12 en la primera y 15 en la segunda. Las determinaciones analíticas se han efectuado en los laboratorios del I.T.G.E.

Durante la campaña se han ido reflejando en la correspondiente ficha, además de las determinaciones analíticas realizadas in situ, las peculiaridades del muestreo así como los datos

En la figura 3.6 se incluye una representación gráfica de los resultados obtenidos en dichas campañas.

3.5.- Recopilación, depuración y comprobación de inventarios de focos potenciales de contaminación in situ

La fase de recopilación y depuración de inventarios de focos de contaminación en la zona de estudio ha estado condicionada por la inexistencia de inventarios generales sistematizados.

Buena parte de la información utilizada en este estudio procede del propio CYII, de la Comunidad de Madrid, de la Confederación Hidrográfica del Tajo y en menor medida del Servicio de Protección de la Naturaleza de la Guardia Civil.

Como se indica en el apartado Fuentes potenciales de contaminación buena parte de la información obtenida resulta de muy escasa utilidad por no ofrecer aspectos de detalle sobre la localización caracterización y gestión de los eventuales focos y, salvo casos esporádicos, por no presentar datos analíticos o por considerar marginal y superficialmente los aspectos hidrogeológicos del entorno de los focos.

En consecuencia, se ha puesto el máximo interés en la comprobación in situ de la existencia de focos potenciales actuales de contaminación en el entorno inmediato de las captaciones y en la apreciación de la importancia que dichos focos pueden presentar.

A tal efecto se realizó una campaña de localización de focos, puntuales o no, en el entorno inmediato de los sondeos de los Sistemas Locales, cuyos detalles se presentan en el capítulo 8.

3.6.- Definición de la vulnerabilidad del medio

El objetivo de esta fase es definir la potencialidad de contaminación del medio en función de los parámetros del acuífero.

Como ha quedado patente en el estudio *“Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en la zona de influencia del C.Y.II” (1997)*, no existe un procedimiento consensuado para la caracterización, cuantificación o representación cartográfica de la vulnerabilidad de un acuífero.

Actualmente la tendencia en la caracterización de la vulnerabilidad y en su representación cartográfica se centra en la utilización de métodos cuantitativos basados en el cálculo del tiempo de tránsito de contaminantes desde la superficie del terreno hasta el límite superior de la zona saturada del acuífero.

Entre los numerosos procedimientos de este tipo se ha seleccionado el de la U.E. por las escasas exigencias de datos que presenta, obtenibles de forma rápida y sencilla y sin costes desproporcionados, bien por medio de sencillos trabajos de campo, bien por consulta bibliográfica.

El modelo conceptual en que se basan estos métodos cuantitativos de cálculo del tiempo de tránsito es sencillo: un contaminante ideal, no retenible ni degradable, emplazado sobre la superficie del terreno, se infiltra y se mueve a la misma velocidad que el agua.

El tiempo de tránsito de este contaminante desde la superficie hasta el límite superior de la zona saturada proporciona una medida indirecta de la vulnerabilidad del medio y, en todo caso, un orden de magnitud relativo del tiempo disponible para tomar decisiones antes de que sus efectos se propaguen u puedan alcanzar al acuífero. El tiempo de tránsito se determina en función del espesor, litología y parámetros de contenido de humedad de la zona no saturada así como de la infiltración, equivalente a la lluvia útil, en condiciones naturales.

Calculado el tiempo de tránsito en un punto determinado la transposición a "grados de vulnerabilidad" se realiza por medio de la correspondencia, más o menos convencional, entre "intervalos" de tiempo de tránsito predefinidos y los grados de vulnerabilidad. La representación cartográfica de los diferentes grados de vulnerabilidad se efectúa mediante la asignación de símbolos convencionales o de colores a cada grado.

3.7.- Definición del riesgo

El objetivo de esta fase, eminentemente práctico, es estimar las situaciones de riesgo de contaminación de las captaciones de los Sistemas Generales y Locales y clasificarlas con vistas a una mayor o menor urgencia de actuación.

La estimación de riesgo, preliminar dado el carácter no específico del estudio, se basa en el análisis y evaluación de las siguientes circunstancias:

- existencia de focos reales en el entorno inmediato de las captaciones, detectada en la fase de revisión en campo,
- apreciación de la entidad e importancia de los mismos
- existencia de un grado de protección activa o pasiva suficiente del sondeo definida por la existencia de cementación, posición del primer tramo filtrante, espesor de los tramos menos permeables hasta dicho tramo, posición del nivel estático, etc.

La ausencia de focos de magnitud apreciable (dimensiones, tipo del eventual vertido, grado de control, tiempo probable de funcionamiento, etc.) en las inmediaciones de un sondeo determina la clasificación de su situación como de "no riesgo"

La presencia de focos de cierta entidad- puntuales o de mayor extensión y potencialidad como los entornos de influencia urbana o industrial- en las inmediaciones de una determinada captación,

particularmente en condiciones hidrogeológicas y de protección en principio no favorables, determina la clasificación de la situación como "situación de riesgo".

3.8.- Diseño de medidas de protección

El diseño de las medidas de protección se realiza con la finalidad de ofrecer respuestas prácticas y realistas para mantener la situación específica de los Sistemas Locales en lo que son, probablemente, sus características principales: buena calidad general y ausencia de evidencias de afección antrópica y de situaciones preocupantes de riesgo de contaminación.

A horizontal strip of a topographic map is positioned at the bottom of the page. The map features various colored contour lines and lines representing roads or rivers, set against a light background. The colors include shades of green, yellow, orange, and red, typical of a topographic map's color scheme.

4. Caracterización del medio

4.- Caracterización del medio.

En el estudio "*Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en la zona de influencia del C.Y.II*" (1997), correspondiente a la zona norte del acuífero terciario detrítico de Madrid dentro de los límites de la Comunidad, se presentó una síntesis pormenorizada de los conocimientos actuales sobre el medio geológico y los modelos conceptuales de flujo, hidroquímico y de contaminación generalmente admitidos para este acuífero.

Dado que la zona sur de Madrid, a la que se refiere el presente estudio, se encuadra también en el acuífero terciario detrítico de Madrid, a efectos de evitar reiteraciones innecesarias, en este capítulo sólo se presentan los rasgos más sobresalientes relativos al medio geológico y los modelos conceptuales mencionados.

4.1.- Síntesis geológica.

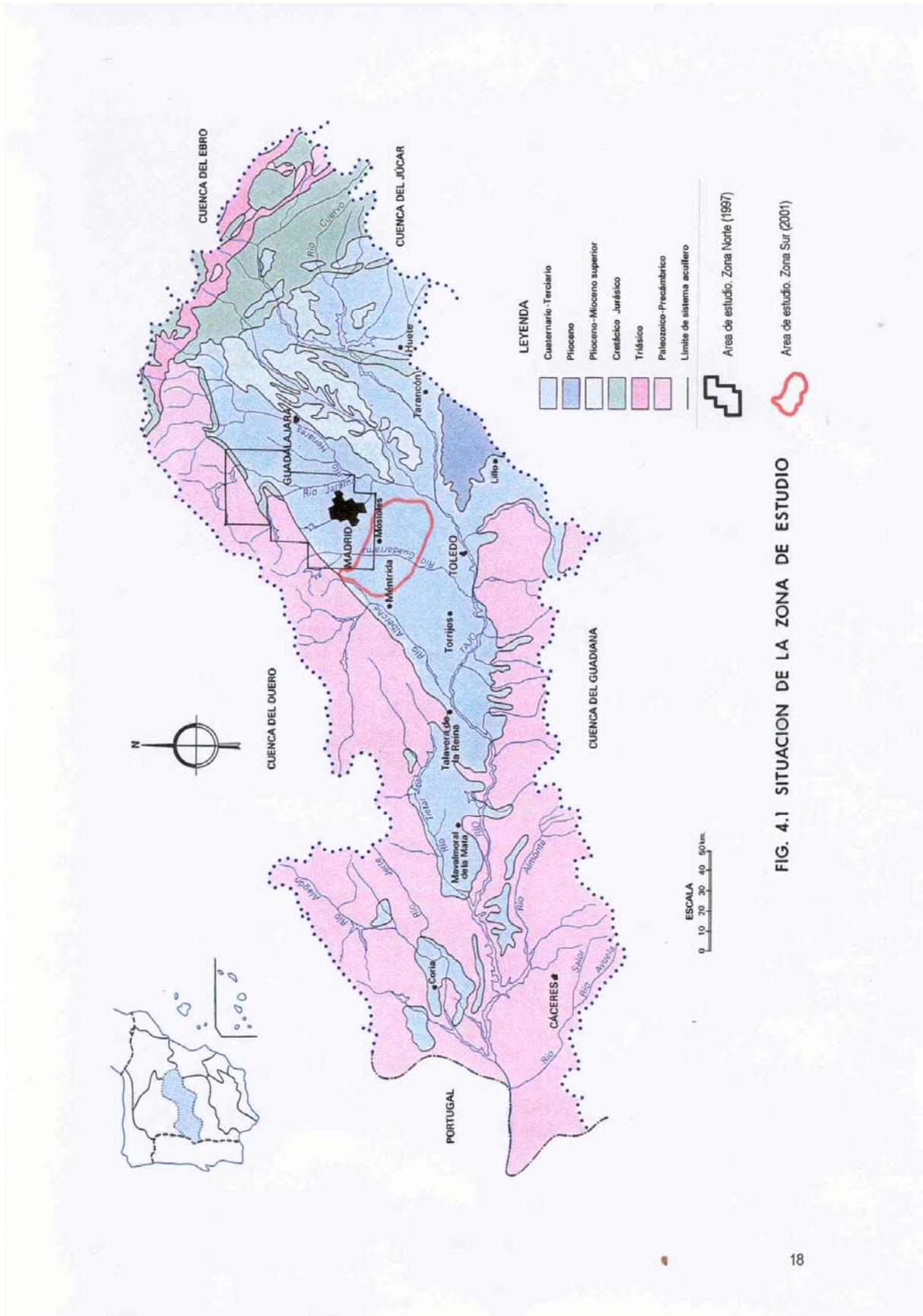
La zona de estudio (Figura 4.1) está situada en el sector oriental del acuífero terciario detrítico de Madrid.

El acuífero está constituido por un conjunto de materiales lenticulares areno-arcillosos englobados en una matriz arcillosa de permeabilidad mucho menor que rellenan una serie de fosas y umbrales desarrollados sobre el basamento plutónico rígido que constituye la base impermeable del acuífero. El espesor de los sedimentos de relleno puede alcanzar los 3500 m en alguna de las subfosas de la cuenca.

El mecanismo deposicional de estos materiales corresponde al de abanicos aluviales coalescentes, procedentes de las estribaciones del Sistema Central, en un medio continental de régimen endorreico o semiendorreico en clima semiárido y estaciones alternantes.

Este mecanismo de sedimentación ha condicionado una distribución de materiales con elementos de mayor tamaño en el borde de la sierra y tránsito gradual hasta materiales de tamaño menor hacia el centro de la cuenca en que se depositan sedimentos evaporíticos (Figura 4.2). Como consecuencia de la complejidad del medio de sedimentación: variaciones espacio-temporales de energía y dirección de aportes, carácter intermitente de los mismos debido a la estacionalidad irregular y del proceso simultáneo de subsidencia de la cuenca, se produce una distribución aleatoria de materiales con granulometría heterogénea en la vertical que induce una marcada anisotropía en dichos materiales.

Aunque escasamente conocida, la mineralogía de las facies detríticas groseras corresponde a la derivada de la reducida alteración química y estructural - granitos, pizarras y gneises - de la roca madre relacionada con el predominio de procesos de alteración física. En las fracciones más finas de los sedimentos son más abundantes los minerales de neoformación, con presencia de esmectitas, caolinita, montmorillonita e illita.



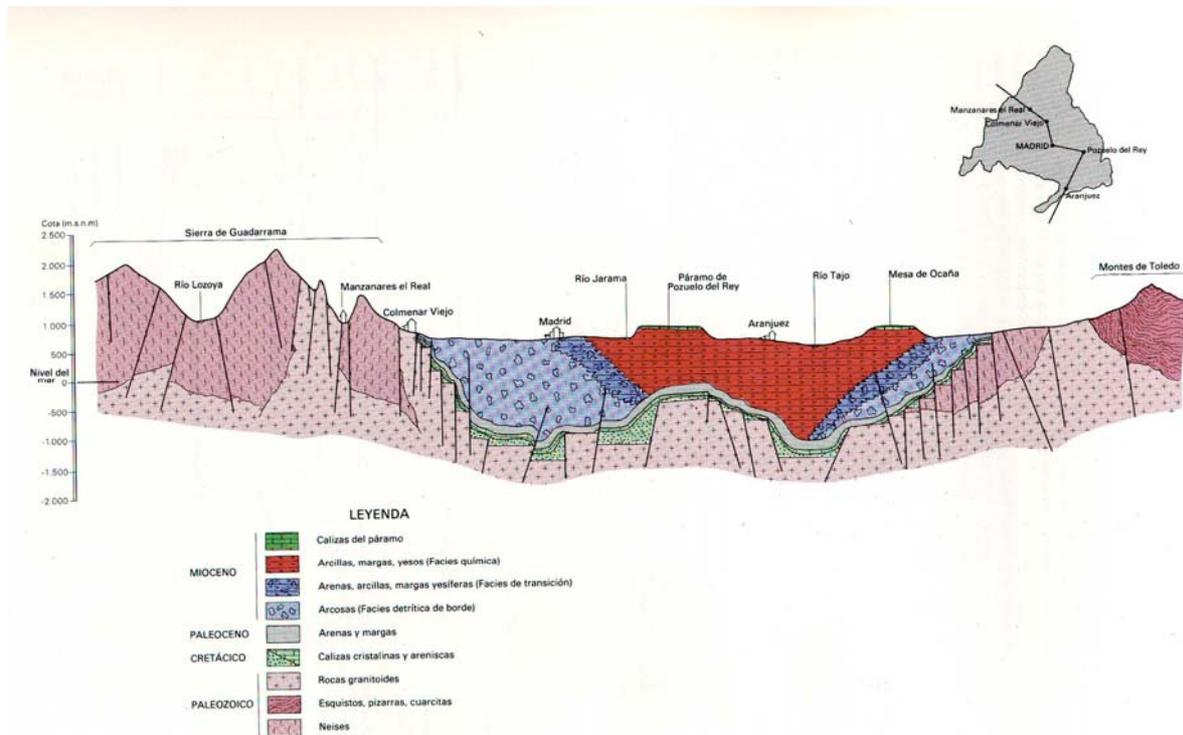


Figura 4.2 Corte ideal simplificado de la depresión del Tajo. (Pedraza y E. Alonso)

4.2.- El modelo de flujo.

El acuífero terciario detrítico de Madrid se concibe actualmente como un extenso cuerpo sedimentario constituido por niveles arenosos lenticulares, discontinuos, poco permeables, de tamaño y espesor muy variables, distribuidos aleatoriamente en una matriz limoarcillosa de permeabilidad mucho menor con una marcada anisotropía. Esta disposición de materiales le confieren desde un carácter de acuífero libre o confinado a un carácter de acuitardo, según la porción específica del mismo que se considere.

La permeabilidad media del conjunto de sedimentos detríticos es muy baja: del orden de 0.2 - 0.3 m/día, las transmisividades generalmente están comprendidas entre 40 y 400 m²/día, los caudales específicos oscilan entre 0.2 y 1.5 l/s.m y el coeficiente de almacenamiento entre 10⁻² y 10⁻³.

El comportamiento hidráulico del acuífero es, lógicamente, muy complejo. Tras sucesivas aproximaciones, el modelo conceptual de flujo generalmente admitido preconiza una recarga por infiltración del agua de lluvia en los interfluvios, una circulación del agua en planos perpendiculares a los ríos con gradientes descendentes de hasta el 20 - 40 %, y una descarga natural ascendente en los valles de los ríos principales en cuyas proximidades pueden producirse procesos de surgencia y de confluencia de líneas de flujos locales, intermedios y regionales con muy diferente tiempo de residencia del agua en el acuífero (Figura 4.3).

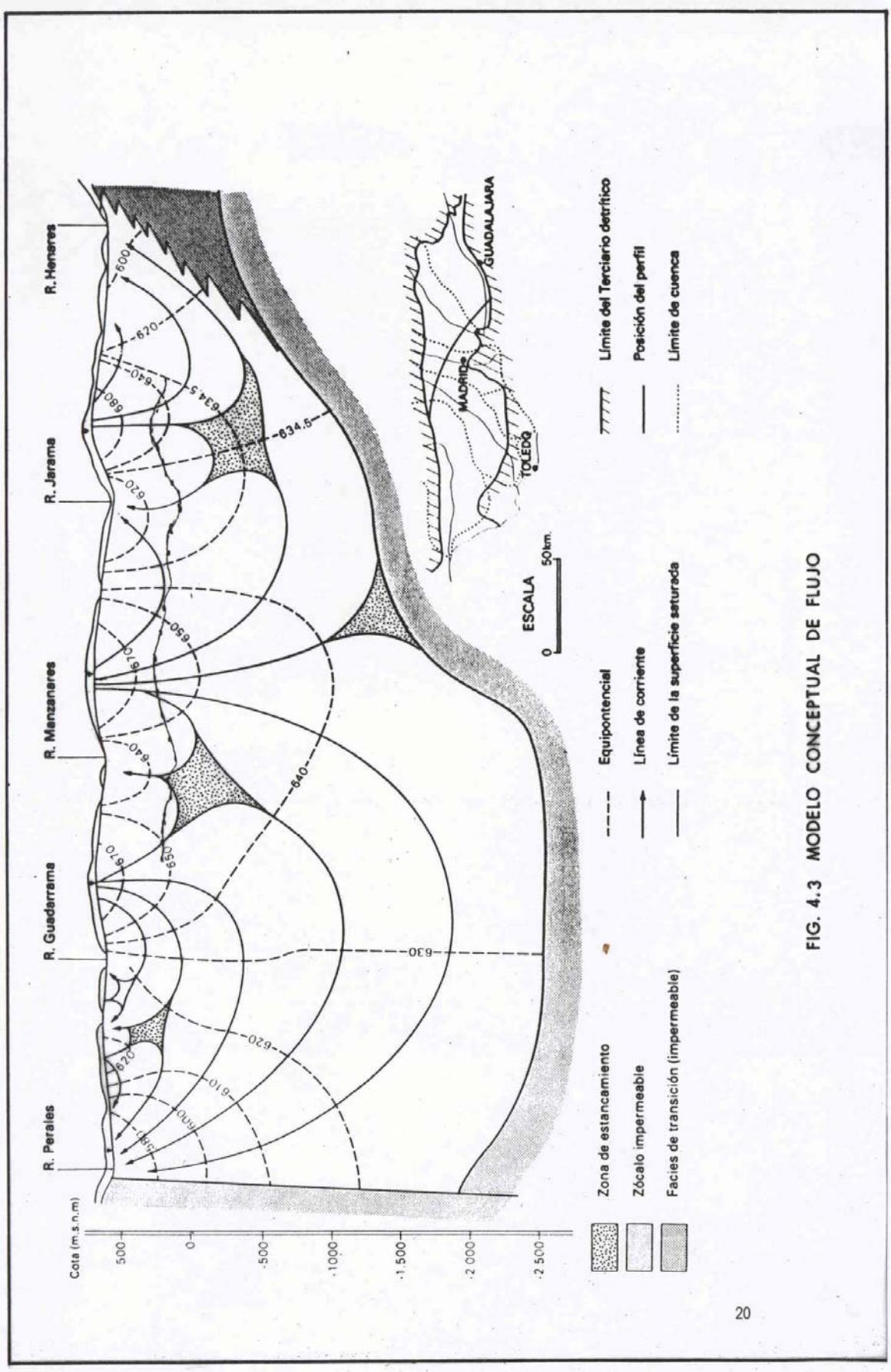


FIG. 4.3 MODELO CONCEPTUAL DE FLUJO

Recientes datos isotópicos y de respuesta a la explotación del acuífero permiten plantear actualmente matizaciones a este modelo con la admisión de multiplicidad de zonas de recarga: de infiltración preferencial en los meses de noviembre a marzo, concentradas en cabeceras y cauces de arroyos de primer orden de los interfluvios de los ríos principales; de infiltración difusa intermitente en zonas de interfluvio clásicas y, finalmente, de recarga lateral desde el borde de la sierra. Frente a una dinámica extraordinariamente lenta, preconizada por el modelo conceptual clásico que predice tiempos de permanencia del agua en el acuífero de 10000 años o más, las nuevas hipótesis de funcionamiento permiten plantear una dinámica de flujo mucho más rápida, con tiempos de residencia de pocas décadas de años o, incluso, meses. (Figura 4.4)

4.3.- El modelo hidroquímico.

La investigación hidroquímica en el acuífero de Madrid ha permitido conocer aceptablemente la los rangos concentración de elementos mayoritarios y su distribución espacial. Esta distribución se ha explicado en función de una serie de procesos fisicoquímicos encuadrables en un modelo hidrogeoquímico conceptual, aún en lento desarrollo, encuadrable a grandes rasgos en el modelo conceptual de funcionamiento hidrodinámico del acuífero.

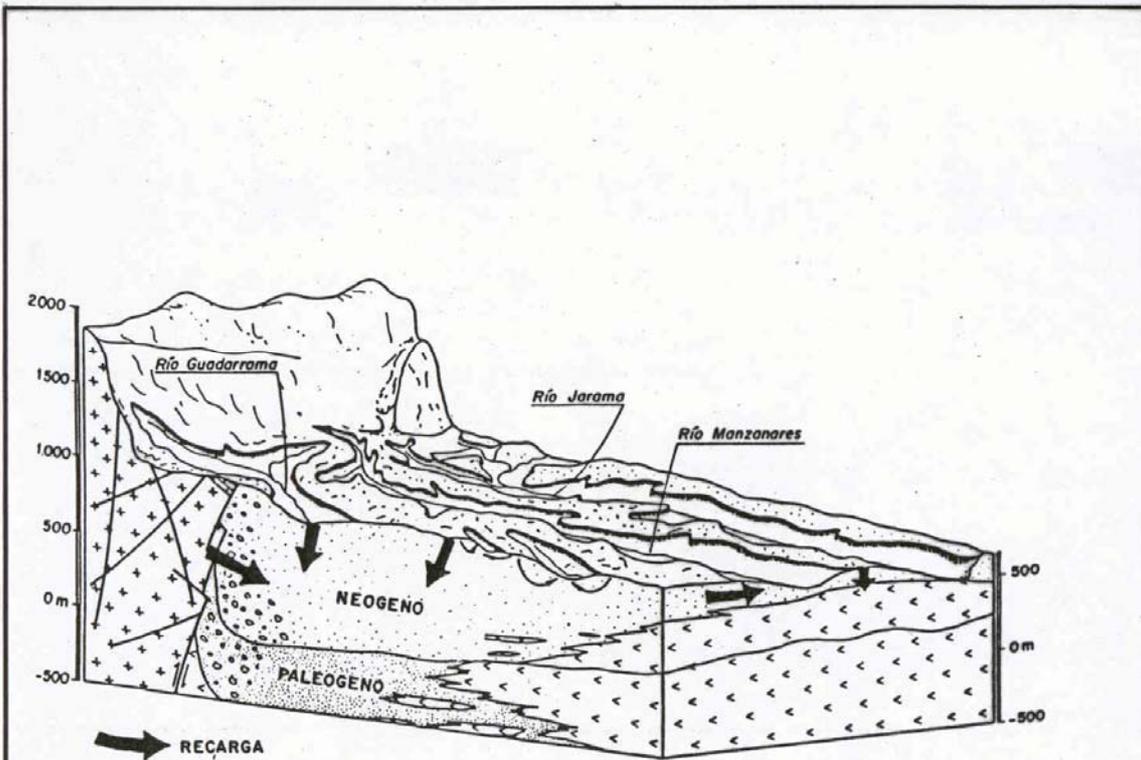
El modelo hidrogeoquímico se establece sobre la hipótesis de una relativa uniformidad de los sedimentos de las facies detríticas en las que, no obstante, son apreciables las diferencias de composición química del agua y se detectan contrastes cuantificables entre las zonas de recarga y descarga.

Las variaciones observadas se explican por la influencia concurrente de los siguientes factores:

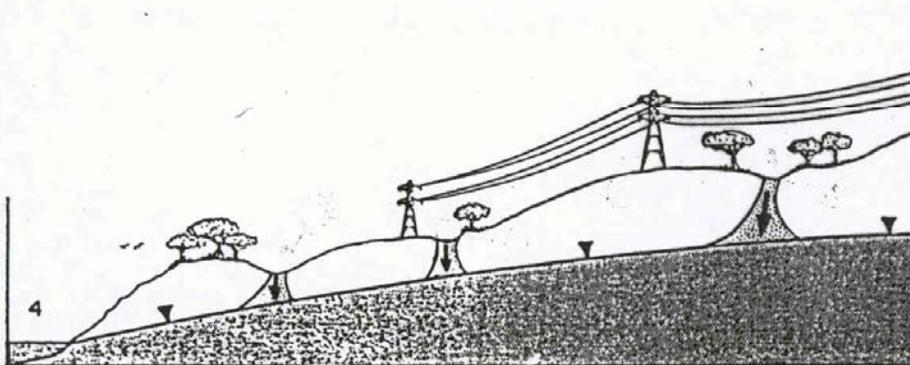
- litología de la zona no saturada en las áreas de recarga y de la matriz del acuífero en la zona saturada.
- longitud y disposición de las trayectorias de flujo y tiempo de permanencia del agua en el acuífero.
- procesos asociados de modificación del quimismo.

Los principales procesos que intervienen en la configuración del quimismo del agua subterránea son los siguientes:

- hidrólisis de silicatos
- disolución - precipitación de carbonatos
- intercambio iónico
- disolución de materiales evaporíticos en las proximidades de la facies de transición
- precipitación de sílice
- infiltración, en épocas pasadas, de aguas con quimismo y composición isotópica diferentes de los actuales



FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO DEL ACUIFERO DE MADRID



RECARGA POR INFILTRACION EN LOS INTERFLUVIOS

FIG. 4.4 PROPUESTA DE NUEVO MODELO CONCEPTUAL
(Lopez Vera, 1994)

El conjunto de estos procesos se desarrolla en tres ambientes hidroquímicos definidos: atmósfera, zona no saturada y zona saturada, a través de los cuales el agua adquiere su configuración química definitiva:

El agua de lluvia constituye la fuente principal de recarga del acuífero. Aunque la incidencia de la contaminación atmosférica en las proximidades de los núcleos urbanos y áreas industriales no ha sido evaluada, la composición del agua de infiltración - fase atmosférica - se considera equivalente a la de áreas no influenciadas por ella.

En la zona no saturada las principales reacciones están condicionadas por el aumento de CO_2 . Las más significativas serían las de disolución de carbonatos, disolución de minerales evaporíticos y la hidrólisis de silicatos que darían lugar a un aumento de concentración de SiO_2 , de alcalinos y alcalinotérreos, de Cl y SO_4 en las proximidades de la facies de transición con el consiguiente predominio de aguas bicarbonatadas cálcicas o magnésicas.

En la zona saturada predominan los fenómenos de modificación del quimismo: intercambio iónico, neoformación de arcillas, efectos de cambios de temperatura traducidos en la eventual precipitación de carbonatos, mezcla de aguas, particularmente en las zonas de confluencia de líneas de flujo en zonas de descarga, etc. El tipo de agua resultante estará condicionado por el predominio de alguno de estos procesos, por la influencia de la litología dominante o por el resultado de la convergencia, superposición o actuación secuencial de estos procesos.

En consonancia con el predominio de alguno de ellos, se han definido "grupos-tipo" de aguas en las zonas de recarga y descarga del acuífero. Las frecuentes desviaciones de esta configuración-tipo se han atribuido a influencias litológicas locales, contaminación de diverso carácter, cambios en el gradiente térmico, mezcla de aguas, reducción de sulfatos o nitratos, pautas de explotación del acuífero, etc.

Pese a la progresiva adecuación del modelo hidroquímico conceptual a los datos de observación, la identificación y cuantificación de muchos de los procesos que gobiernan las modificaciones del quimismo del agua en el acuífero requieren estudios específicos de detalle.

4.4.- El modelo de contaminación.

Aunque se ha elaborado un modelo hidroquímico conceptual, coherente con el modelo de flujo del acuífero, no se ha desarrollado un modelo conceptual de contaminación equivalente.

En el esbozo de este modelo, apoyado en una serie de hechos y apreciaciones fragmentarios más o menos fundados en datos inespecíficos, escasos y dispersos, se han identificado una serie de focos potenciales de contaminación puntuales o difusos, coincidentes con las actividades o instalaciones existentes en el acuífero, cuya capacidad de generación de afecciones a las aguas subterráneas - mucho menos la materialización de las mismas- no ha sido evaluada por medio de estudios adecuados. La máxima potencialidad de contaminación, indeterminada, se atribuye a las áreas urbanas y, por su sospechada peligrosidad, a las de entorno industrial.

Se admite que la mayor parte de los focos potenciales de contaminación están emplazados en la superficie del terreno, aunque pueden existir casos incontrolados de inyección de residuos líquidos en la zona no saturada o saturada del acuífero.

La propagación de contaminantes tiene lugar por advección, con una componente vertical descendente predominante en la zona no saturada. La propagación de contaminantes en profundidad es muy lenta y se produce por un mecanismo de transmisión de lentejón en lentejón con "efecto cascada". Pese a ello, sin descartar la existencia de vías preferenciales en la matriz del acuífero, los primeros tramos filtrantes, la inexistencia de cementación protectora en muchas captaciones, las tuberías rajadas o corroídas o determinados regímenes de explotación de los sondeos en entornos hidrogeológicos especialmente favorables, etc., pueden acelerar el proceso de propagación de estos contaminantes.

La retención de contaminantes tiene lugar por mecanismos de control litológico; esta retención podría estar dando lugar a la acumulación de contaminantes en la parte más superficial del acuífero. Aunque no se han detectado indicios de contaminación generalizada, cuestiones fundamentales relativas a la extensión de eventuales episodios contaminantes, con focos a veces desaparecidos, a su intensidad o a su persistencia en el tiempo no han sido clarificadas tanto por la concentración de los principales focos en áreas restringidas como, sobre todo, por la falta de investigaciones específicas dirigidas a ponerlos de manifiesto y por la mencionada capacidad de retención de contaminantes que se le supone a la zona no saturada del acuífero que constituiría el mayor factor de protección del mismo.

La realización de estudios de este tipo permitirá eliminar las excesivas incertidumbres existentes sobre el estado real de contaminación del acuífero y ajustar progresivamente el incipiente modelo conceptual de contaminación a datos objetivos.

A horizontal strip of a topographic map is positioned at the bottom of the page. The map features various colored contour lines (green, yellow, orange, red) and blue lines representing water bodies or drainage patterns. The text is overlaid on this map.

5. Caracterización preliminar de la calidad

5.- Caracterización de la calidad

5.1.- Caracterización preliminar de la calidad en la zona de estudio.

Para la caracterización preliminar de la calidad del agua subterránea en la zona de estudio se dispone de 601 análisis químicos, con frecuencia incompletos, correspondientes a 233 captaciones entre los años 1972 y 1999. En el capítulo de Metodología se han expuesto los pormenores de su distribución en función de la naturaleza de los puntos de muestreo, profundidad, inventario de procedencia, etc. En el anexo 5.1 se incluye el resumen de estos análisis químicos.

En el plano 5.1.1 se presenta la distribución espacial de los puntos con análisis disponibles junto con la distribución de los mismos en función de los inventarios de procedencia. Es de destacar la marcada polarización de los puntos de muestreo hacia las vías de comunicación, los cascos urbanos y las zonas industriales, particularmente en el sector oriental de la margen izquierda del río Guadarrama.

En el mismo plano puede observarse la distribución temporal de estos análisis. La distribución de los mismos en campañas de primavera y otoño queda reflejada en la figura 5.1.1. Lógicamente los puntos en que se dispone de información analítica en las diferentes campañas no son coincidentes, lo que dificulta la comparación del quimismo de las aguas en las fechas correspondientes y relativiza notablemente las conclusiones sobre este particular.

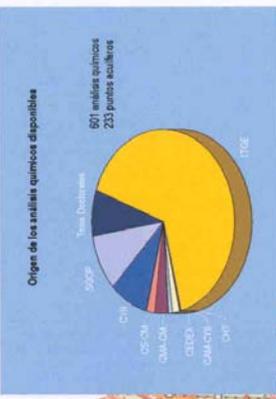
No obstante, en los cuadros 5.1.1 y 5.1.2 se incluye un resumen estadístico de los datos de conductividad y contenido en nitratos por campañas en pozos con profundidad inferior y superior a 30 m respectivamente. Es preciso poner de relieve que el número de análisis correspondientes a captaciones de menos de 30 m en las diferentes campañas es muy poco representativo dado que, en el caso más favorable, se dispone de 15 análisis (campaña del 98). Por lo común este número no sobrepasa los 10 análisis.

Puede considerarse más representativo el número de análisis correspondientes a captaciones de más de 30 m que, en la campaña de 1980 y a partir de la de 1991, sobrepasan por lo general el número de 20.

Estas limitaciones tenidas en cuenta, en las captaciones con profundidad inferior a 30 m los valores extremos de conductividad oscilaban entre 195 y 1660 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En las captaciones con profundidad de más de 30 m estos valores oscilaban entre 201 y 3851 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Los valores medios más frecuentes de conductividad se distribuían en el rango de 400-700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en los puntos con menos de 30 m de profundidad y en el de 500-650 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en las de más de 30 metros.

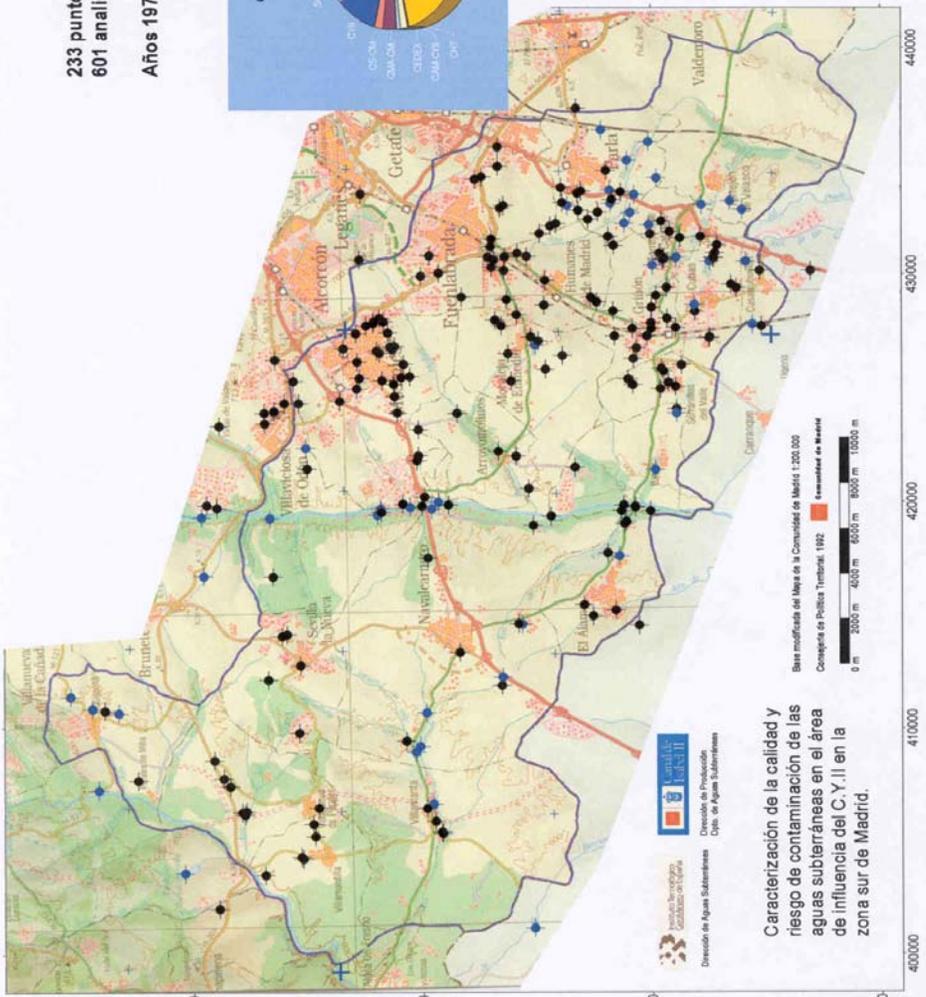
Las concentraciones de nitratos en las captaciones de menos de 30 m oscilaban entre 4 y 220,8 mg/L mientras en las de más de 30 m estas concentraciones se mantenían en el rango de 0 a 200 mg/L. Las concentraciones medias más frecuentes en captaciones de menos de 30 m de profundidad oscilaban entre 20 y 60 mg/L. En la de más de 30 m estas concentraciones variaban entre 20 y 40 mg/L.

233 puntos acuíferos con
601 análisis químicos
Años 1972-mayo 1999



- Pozos con profundidad <= 30 m
- Pozos con profundidad > 30 m
- + Límite de ocante
- + Límite de hoja 1:50000

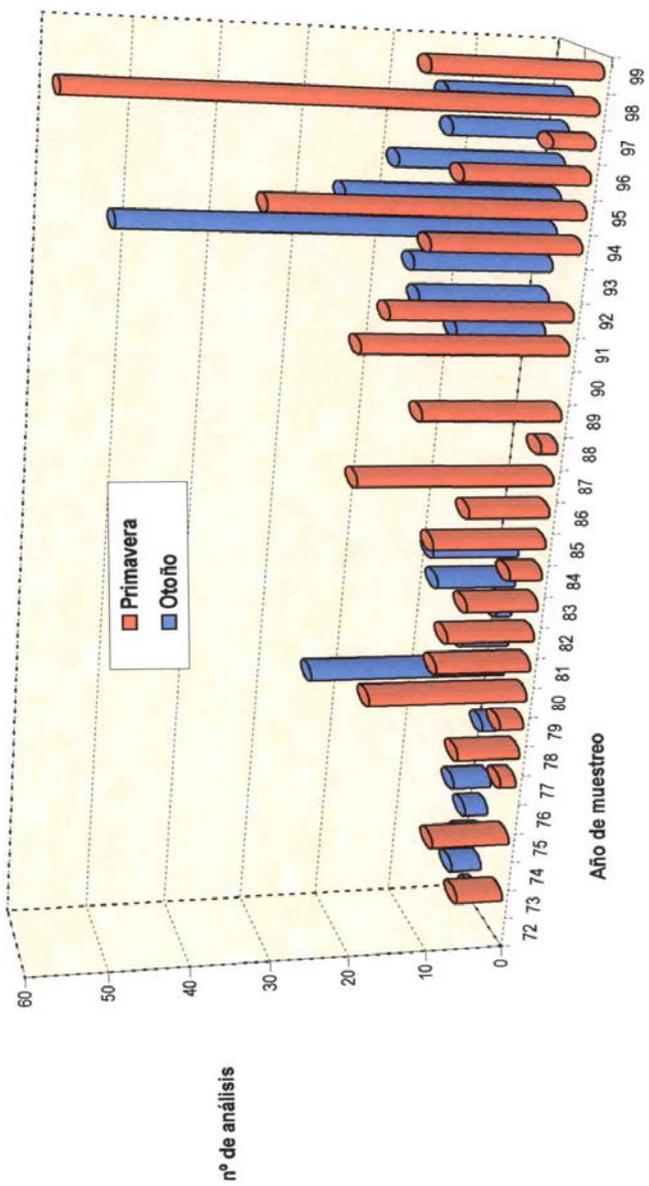
Plano 5.1.1
Distribución espacial de
puntos con análisis



Caracterización de la calidad y
riesgo de contaminación de las
aguas subterráneas en el área
de influencia del C.Y.II en la
zona sur de Madrid.



Distribución temporal de análisis químicos por campañas en la zona de estudio.
(601 análisis químicos)



Año de muestreo	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
Primavera	6		10	2	8	3	20	12	11	9	4	14	10	24	2	17			25	22	18	37	15	5	60	20		
Otoño	1	4	3	3	5	4	2	25	6	2	10	11							11	16	17	52	26	20	14	15		

Figura 5.1.1

Resumen estadístico de datos de conductividad (en $\mu\text{S/cm}$) y NO_3 (en mg/L) por años
Caracterización preliminar de la calidad. Puntos con profundidad $\leq 30\text{m}$

Año	nº análisis	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)					nitratos (mg/L)					
		máx	Punto	min	media	Sd	nº análisis	max	Punto	min	media	Sd
72	0						0					
73	6	1139	1923-5-198	335	843,8	255,1	6	96,3	1923-5-207	10,6	49,0	26,7
74	0						0					
75	2	1240	1923-6-121	871	1055,5	184,5	2	64	1923-5-182	58	61,0	3,0
76	0						0					
77	0						0					
78	0						0					
79	0						0					
80	3	629	1823-2-154	388	477,7	107,6	3	48	1823-2-154	30	36,3	8,3
81	4	821	1823-2-151	476	623,0	145,2	4	108	1823-2-151	15	45,5	36,9
82	0						0					
83	11	780	1823-2-151	196	429,8	152,7	11	39	1823-3-16	4	21,2	11,5
84	5	933	1823-2-151	446	633,8	174,8	5	112	1823-2-151	4	54,6	34,6
85	4	1450	1823-2-151	392	734,8	421,6	4	500	1823-2-151	20	161,0	196,7
86	4	1190	1823-2-151	390	645,0	317,9	4	220,8	1823-2-151	40	115,1	66,0
87	6	1660	1823-8-58	385	828,2	439,1	6	102,3	1823-8-58	16,1	53,5	30,2
88	1	271	1822-2-43	271	271,0	0,0	1	29	1822-2-43	29	29,0	0,0
89	4	1242	1823-2-151	243	640,8	404,6	4	328	1823-2-151	22	109,0	127,0
90	0											
91	7	979	1823-2-151	215	609,1	323,0	7	216	1823-2-151	9	58,0	66,4
92	7	844	1923-5-227	298	546,3	198,7	7	64	1923-5-227	9	32,1	19,4
93	2	744	1923-5-227	263	503,5	240,5	2	62	1923-5-227	9	35,5	26,5
94	6	788	1923-5-227	274	506,0	202,0	6	60	1923-5-227	10	29,3	21,3
95	8	726	1923-5-227	195	432,0	184,7	8	49	1923-5-227	13	30,0	13,6
96	6	745	1923-5-227	225	473,3	208,9	6	60	1923-5-227	15	29,8	17,5
97	3	854	1923-5-227	227	513,0	258,9	3	57	1923-5-227	19	33,0	17,0
98	15	1389	1923-5-248	230	781,8	343,8	15	168	1923-5-266	21	74,1	44,3
99*	4	956	1923-5-227	233	565,0	266,0	4	92	1923-5-227	23	49,3	27,3

(*) Hasta Mayo de 1999

Cuadro 5.1.1

Resumen estadístico de datos de conductividad (en $\mu\text{S}/\text{cm}$) y NO_3 (en mg/L) por años
Caracterización preliminar de la calidad. Puntos con profundidad > 30m

Año	nº análisis	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)					nitratos (mg/L)					
		máx	Punto	min	media	Sd	nº análisis	max	Punto	min	media	Sd
72	0						0					
73	4	1513	1923-5-267	664	1063,5	326,9	4	71	1923-5-267	18,5	51,0	20,7
74	3	769	1923-1-322	316	617,3	213,1	3	60	1923-1-322	40	48,0	8,6
75	9	3290	1923-6-172	316	1141,2	998,1	7	99	1923-2-118	40	68,3	21,4
76	4	955	1823-4-179	383	622,0	207,8	5	33	1823-4-179	19	26,8	4,7
77	3	659	1823-4-182	376	536,7	118,7	4	44	1823-4-182	0	28,0	17,6
78	10	3735	1823-4-187	249	853,6	974,3	9	142	1823-4-187	20	41,4	36,5
79	3	692	1823-8-46	597	653,3	40,7	3	40	1923-5-235	23	29,8	7,4
80	41	1074	1923-1-146	220	552,0	222,4	13	120	1822-8-97	4	34,4	34,1
81	13	1239	1822-8-97	250	560,6	293,5	13	120	1822-8-97	4	34,4	34,1
82	13	860	1822-5-30	230	487,9	190,3	12	54	1822-8-198	23	34,6	9,2
83	8	810	1823-4-132	220	451,6	183,1	8	54,7	1823-4-132	4	18,3	15,0
84	10	1083	1823-4-132	482	655,4	188,6	10	200	1823-4-132	8	53,1	54,6
85	10	953	1924-1-4	224	544,1	196,9	10	70	1823-4-132	4	30,6	19,1
86	6	650	1823-4-132	220	471,7	131,1	6	107,6	1823-4-132	43,8	63,4	21,2
87	18	2140	1923-5-283	233	682,4	407,3	18	265	1923-5-283	3,16	36,7	59,8
88	1	764	1822-2-42	764	764,0	0,0	1	52	1822-2-42	52	52,0	0,0
89	13	1008	1924-1-4	220	527,9	193,7	13	63	1823-4-132	1	22,8	17,4
90	0						0					
91	29	894	1924-1-4	201	521,0	174,7	29	52	1823-4-132	1	21,0	15,7
92	31	1482	1923-6-172	230	520,5	257,4	31	60	1923-6-172	1	19,5	16,5
93	15	1670	1923-6-172	225	617,6	318,9	15	48	1823-4-132	2	21,7	15,0
94	63	2972	1923-6-172	219	646,5	459,5	63	80	1823-4-132	2	26,9	18,3
95	49	1053	1923-1-94	217	584,2	190,2	55	62	1923-1-94	0,34	21,7	15,6
96	29	3851	1924-1-4	221	647,4	631,4	29	50	1923-1-69	3	22,0	15,9
97	16	970	1924-1-4	242	491,3	192,1	16	87	1924-1-4	4,95	20,7	22,3
98	60	1207	1923-5-271	244	577,2	219,6	60	100	1923-5-249	4	31,0	21,9
99*	16	1014	1924-1-4	255	531,9	216,2	16	72	1923-1-214	4,3	30,6	19,2

(*) Hasta Mayo de 1999

Cuadro 5.1.2

Una panorámica de los problemas detectados en cuanto a utilización del agua para consumo humano queda reflejada en los cuadros 5.1.3 , 5.1.4 y 5.1.5 en los que se incluye la relación de puntos en que se han observado concentraciones iguales o superiores a los límites de la R.T.S en diferentes parámetros y constituyentes en el periodo 1972-1999. En los cuadros 5.1.6 y 5.1.7 se presenta un resumen de estos datos.

Cuadro 5.1.6 . Frecuencia con que se sobrepasan los límites de la R.T.S en captaciones con profundidad inferior a 30 m.

Constituyente	Nº de datos	Nº veces >límite	%	Conc. máxima
SO ₄	107	4	3.7	376.5
Mg	109	8	7.3	112.0
Na	109	0	0	-
K	107	4	3.6	47.6
Al	1	-	-	-
R.S	18	-	-	-
NO ₃	108	40	37.0	500.0
NO ₂	78	9	11.5	5.85
NH ₄	61	-	-	-
Fe	3	1	33.3	1.09
Mn	2	1	50.0	1.09
F	10	2	20.0	3.0
As	7	-	-	-
Cd	1	-	-	-
Cr	1	-	-	-

Cuadro 5.1.7.- Frecuencia con que se sobrepasan los límites de la R.T.S en captaciones de más de 30 m de profundidad.

Constituyente	Nº de datos	Nº veces >límite	%	Conc. máxima
SO ₄	456	16	3.5	1955
Mg	453	25	5.5	187
Na	456	11	2.4	320
K	440	10	2.2	28
Al	15	2	13.3	1.1
R.S	127	3	2.3	2997
NO ₃	476	65	12.6	265
NO ₂	354	57	16.1	8.96
NH ₄	267	8	2.9	3.9
Fe	28	3	10.7	0.44
Mn	20	1	5.0	0.05
F	49			
As	30	1	3.3	0.0532
Cd	9	1	11.1	0.005

Cr	6	1	16.0	0.05
----	---	---	------	------

La principal causa de limitación de la potabilidad de las aguas subterráneas para consumo humano era, porcentualmente, la presencia de nitratos tanto en captaciones someras como en las de mayor profundidad. Concentraciones superiores al límite de 50 mg/L se han detectado en 20 y 42 de estas captaciones, respectivamente, lo que representa el 8.5 % de las captaciones someras y el 18 % de las profundas.

En relación con el número total de determinaciones relativas a este parámetro el porcentaje de veces que se sobrepasan los límites es del 37 y del 12.6% respectivamente.

El valor máximo de concentración de NO_3 detectado en la zona ha sido el de 500 mg/L en el año 1985 correspondiente a un manantial contaminado en la carretera de Navalcarnero a Villamanta. El valor máximo en sondeos de más de 30 m de profundidad, 265 mg/L en 1987, corresponde a una captación de 40 metros de profundidad en el municipio de Griñón.

La mayor parte de las concentraciones que sobrepasan el límite establecido se mantenían en el rango de 50 - 80 mg/L. Sólo en 6 ocasiones estas concentraciones alcanzan valores superiores a los 100 mg/L en las captaciones de más de 30 m lo que representa el 14% de las captaciones en que se sobrepasan los límites permitidos. En las captaciones someras, por el contrario, este valor se eleva al 65% al ser 13 de 20 las captaciones en que se sobrepasa el valor de 100 mg/L.

También porcentualmente la segunda causa de limitación de la potabilidad del agua subterránea en el conjunto de la zona era la presencia de nitritos. En los dos cuadros citados puede observarse que los porcentajes en que la concentración de nitritos sobrepasan el límite establecido eran del 11.5 y del 16.1 en las captaciones someras y en las de más de 30 m de profundidad respectivamente. Los valores máximos alcanzados han sido respectivamente de 5.85 y 8.96 mg/L.

En menor proporción las causas de limitación en la potabilidad del agua era la presencia de concentraciones excesivas de sulfatos, magnesio y sodio. La baja frecuencia en que se detectan concentraciones de elementos minoritarios superiores al límite establecido está condicionada por el hecho de que es muy infrecuente la determinación analítica sistemática de estos constituyentes, particularmente en captaciones someras.

La situación espacial de los puntos en que se sobrepasan los límites establecidos en las concentraciones de nitratos y nitritos queda reflejada en los planos 5. 1.2 y 5.1.3 en los que se puede apreciar que este tipo de situaciones está ligado por lo general a entornos urbanos o industriales en el arco definido por Serranillos del Valle, Humanes, Fuenlabrada y Móstoles.

El intento de establecer una eventual correlación entre las concentraciones de iones mayoritarios y la profundidad en captaciones de más de 30 m de profundidad ha resultado infructuoso (cuadro 5.1.8) como en otros estudios precedentes. A modo de ejemplo, en la figura 5.1.2 se incluye la representación gráfica de esta correlación en el caso de conductividad y nitratos.

Relación de puntos en los que sobrepasan los límites de la R.T.S Caracteres físico-químicos

Sulfatos (mg/l)				Puntos que superan la concentración máxima admisible: 250 mg/l				Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 212,5 mg/l							
Profundidad <= 30 m				Profundidad > 30m				Profundidad <= 30 m				Profundidad > 30m			
Punto	Prof	F_toma	SO ₄	Punto	Prof	F_toma	SO ₄	Punto	Prof	F_toma	SO ₄	Punto	Prof	F_toma	SO ₄
1923-5-198	11	03-ago-73	376,5	1822-8-97	135	01-dic-80	285	1923-5-169	19	07-ago-73	229,6	1822-5-23	100	26-mar-82	242
1923-5-207	10	03-ago-73	345,8	1822-8-97	135	16-sep-81	356	1923-5-248	4,5	24-abr-98	240	1823-4-132	100	01-dic-80	217
1923-5-211	11	06-jul-73	285,2	1823-4-187	160	17-jun-78	889					1823-4-188	91	30-oct-78	230
1923-6-121	23	19-abr-75	337	1923-1-146	80	01-dic-80	263					1923-1-10	130	01-may-80	242
				1923-2-118	105	19-abr-75	746					1923-6-176	50	01-jul-87	225
				1923-2-182	50	01-ago-94	274								
				1923-5-231	65	22-jun-73	365,8								
				1923-5-231	65	19-abr-75	392								
				1923-5-267	92	22-jun-73	424								
				1923-5-283	40	01-jul-87	515								
				1923-6-172	74	19-mar-75	1955								
				1923-6-172	74	15-sep-92	740								
				1923-6-172	74	07-oct-93	844								
				1923-6-172	74	29-abr-94	1047								
				1923-6-172	74	03-nov-94	1250								
				1924-1-4	79	24-sep-96	1910								

Magnesio (mg/l)				Puntos que superan la concentración máxima admisible: 50 mg/l				Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 42,5 mg/l							
Profundidad <= 30 m				Profundidad > 30m				Profundidad <= 30 m				Profundidad > 30m			
Punto	Prof	F_toma	Mg	Punto	Prof	F_toma	Mg	Punto	Prof	F_toma	Mg	Punto	Prof	F_toma	Mg
1923-5-169	19	07-ago-73	53,5	1822-8-97	135	01-dic-80	68	1923-5-182	22	19-abr-75	46	1823-4-132	100	01-dic-80	49
1923-5-198	11	03-ago-73	58,3	1822-8-97	135	16-sep-81	109	1923-5-227	20,5	30-oct-96	47	1823-7-41	62	01-may-80	49
1923-5-211	11	06-jul-73	58,3	1823-4-187	160	17-jun-78	187	1923-5-227	20,5	28-nov-97	46	1923-1-365	110	09-sep-96	45
1923-5-254	30	13-abr-98	53	1823-7-41	62	01-dic-80	58	1923-5-227	20,5	27-abr-98	44	1923-5-103	100	01-may-80	46,2
1923-5-265	10	15-abr-98	65	1923-1-146	80	01-dic-80	68	1923-5-227	20,5	20-oct-98	44	1923-5-278	60	22-feb-98	46,9
1923-6-121	23	19-abr-75	112	1923-2-118	105	19-abr-75	180	1923-6-172	74	19-mar-75	43	1923-6-176	50	01-jul-87	42,5
1923-6-177	12	01-jul-87	58,3	1923-2-182	50	01-ago-94	90	1924-1-4	79	16-may-85	43	1924-1-4	79	25-abr-91	47
1923-6-178	20	01-jul-87	82,1	1923-2-182	50	30-mar-98	82	1924-1-4	79	06-abr-92	46	1924-1-4	79	24-oct-94	45
				1923-5-103	100	01-nov-80	63	1924-1-4	79	26-abr-96	48				
				1923-5-231	65	22-jun-73	97,2								
				1923-5-231	65	19-abr-75	119								
				1923-5-240	89	22-jun-73	55,9								
				1923-5-267	92	22-jun-73	87,5								
				1923-5-271	100	09-nov-98	56,6								
				1923-5-283	40	01-jul-87	59,3								
				1923-6-172	74	06-abr-92	68								
				1923-6-172	74	03-nov-94	52								
				1924-1-4	79	02-jun-89	51								
				1924-1-4	79	15-sep-92	50								
				1924-1-4	79	30-oct-96	56								
				1924-1-4	79	24-sep-96	145								
				1924-1-4	79	28-nov-97	50								
				1924-1-4	79	27-abr-98	54								
				1924-1-4	79	20-oct-98	59								
				1924-1-4	79	21-abr-99	58								

Sodio (mg/l)				Puntos que superan la concentración máxima admisible: 150 mg/l				Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 127,5 mg/l							
Profundidad <= 30 m				Profundidad > 30m				Profundidad <= 30 m				Profundidad > 30m			
Punto	Prof	F_toma	Na	Punto	Prof	F_toma	Na	Punto	Prof	F_toma	Na	Punto	Prof	F_toma	Na
1822-5-23	100	26-mar-82	160	1822-5-23	100	26-mar-82	160	1923-5-248	4,5	24-abr-98	136	1822-5-33	61,5	01-feb-84	128
1822-6-84	110	21-jun-96	194,4	1823-3-142	511	23-nov-96	160,3					1822-5-33	61,5	26-abr-91	137
1823-3-142	511	23-nov-96	160,3	1823-4-187	160	17-jun-78	274					1822-5-33	61,5	29-abr-94	136
1823-4-187	160	17-jun-78	274	1823-7-81	400	22-dic-96	233,8					1822-5-33	61,5	02-nov-94	133
1823-7-81	400	22-dic-96	233,8	1823-7-83	265	26-sep-97	180,4					1822-5-33	61,5	30-oct-96	138
1823-7-83	265	26-sep-97	180,4	1923-6-172	74	19-mar-75	320					1822-5-33	61,5	23-abr-96	133
1923-6-172	74	19-mar-75	320	1923-6-172	74	15-sep-92	168					1822-5-33	61,5	08-oct-96	136
1923-6-172	74	07-oct-93	174	1923-6-172	74	29-abr-94	191					1822-5-33	61,5	17-dic-97	129
1923-6-172	74	29-abr-94	191	1923-6-172	74	03-nov-94	189					1822-5-33	61,5	01-may-98	130
1923-6-172	74	03-nov-94	189									1823-3-142	511	22-nov-96	140
												1823-4-188	91	30-oct-78	134
												1823-4-193	340	13-sep-96	132
												1923-1-325	130	26-mar-98	134
												1923-1-363	125	05-ago-93	140
												1923-5-19	150	29-abr-94	148
												1923-5-281	151	01-jun-95	128

Potasio (mg/l)				Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 10,2 mg/l			
Puntos que superan la concentración máxima admisible: 12 mg/l				Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 10,2 mg/l			
Profundidad <= 30 m				Profundidad > 30m			
Punto	Prof	F_toma	K	Punto	Prof	F_toma	K
1822-5-3	12	10-may-99	28	1822-8-116	60	19-sep-92	13
1823-8-58	14	01-jul-87	16,9	1822-8-116	60	23-sep-93	13
1923-5-169	19	07-ago-73	47,6	1822-8-116	60	31-may-95	28
1923-5-182	22	19-abr-75	15	1822-8-116	60	01-nov-95	25
				1822-8-116	60	23-abr-96	25
				1923-6-172	74	19-mar-75	23
				1923-6-172	74	15-sep-92	14
				1923-6-172	74	07-oct-93	14
				1923-6-172	74	29-abr-94	14
				1923-6-172	74	03-nov-94	14

Aluminio (mg/l)				Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 0,17 mg/l			
Puntos que superan la concentración máxima admisible: 0,2 mg/l				Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 0,17 mg/l			
Profundidad <= 30 m				Profundidad > 30m			
Punto	prof	F_toma	Al				
1822-5-51	100	18-ago-97	1,103				
1822-5-52	260	16-mar-98	0,208				

Residuo seco (mg/l)				Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 1275 mg/l			
Puntos que superan la concentración máxima admisible: 1500 mg/l				Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 1275 mg/l			
Profundidad <= 30 m				Profundidad > 30m			
Punto	Prof	F_toma	R_S				
1823-4-187	160	17-jun-78	2378				
1923-2-118	105	19-abr-75	2042				
1923-6-172	74	19-mar-75	2997				

Cuadro 5.1.3

Relación de puntos en los que sobrepasan los límites de la R.T.S

Caracteres relativos a sustancias no deseables

Nitratos (mg/l)					
Puntos que superan la concentración máxima admisible: 50 mg/l					
Profundidad <= 30 m			Profundidad > 30m		
Punto	Prof	F_toma	NO ₃	Punto	Prof F_toma NO ₃
1822-5-3	12	10-may-99	54	1822-2-42	185 18-feb-98 52
1823-1-106	14	01-abr-98	103,1	1822-6-81	80 03-may-91 51
1823-2-151	0	01-abr-81	108	1822-8-97	135 01-dic-80 102
1823-2-151	0	01-feb-84	59	1822-8-97	135 10-jun-81 120
1823-2-151	0	30-oct-84	112	1822-8-97	135 16-sep-81 99
1823-2-151	0	10-may-85	500	1822-8-198	114 26-mar-82 54
1823-2-151	0	23-may-86	220,8	1823-2-104	80 23-may-86 55,2
1823-2-151	0	05-jun-89	328	1823-2-157	90 17-feb-98 59,7
1823-2-151	0	27-abr-91	216	1823-3-139	95 24-feb-98 77,5
1823-3-119	13	16-may-85	50	1823-4-132	100 01-dic-80 60
1823-3-119	13	26-may-86	107,6	1823-4-132	100 10-nov-83 54,7
1823-8-58	14	01-jul-87	102,3	1823-4-132	100 30-oct-84 200
1923-5-169	19	07-ago-73	55,7	1823-4-132	100 16-may-85 70
1923-5-182	22	19-abr-75	64	1823-4-132	100 27-may-86 107,8
1923-5-207	10	03-ago-73	96,3	1823-4-132	100 12-jun-89 63
1923-5-211	11	06-jul-73	60	1823-4-132	100 29-abr-91 52
1923-5-227	20,5	30-oct-84	53	1823-4-132	100 29-abr-94 58
1923-5-227	20,5	16-may-85	74	1823-4-132	100 27-oct-94 80
1923-5-227	20,5	26-may-86	92,1	1823-4-187	160 17-jun-78 142
1923-5-227	20,5	12-jun-89	55	1823-4-188	91 30-oct-78 50
1923-5-227	20,5	25-abr-91	59	1823-8-24	90 26-may-86 56,2
1923-5-227	20,5	06-abr-92	64	1923-1-10	130 01-may-80 62
1923-5-227	20,5	15-sep-92	50	1923-1-69	95 22-abr-96 50
1923-5-227	20,5	07-oct-93	62	1923-1-69	95 20-oct-98 62
1923-5-227	20,5	29-abr-94	60	1923-1-94	87 01-ago-94 64
1923-5-227	20,5	27-oct-94	58	1923-1-94	87 01-jun-95 62
1923-5-227	20,5	16-abr-96	60	1923-1-146	80 01-dic-80 56
1923-5-227	20,5	28-nov-97	57	1923-1-214	110 28-nov-97 52
1923-5-227	20,5	27-abr-98	98	1923-1-214	110 06-may-98 78
1923-5-227	20,5	21-abr-99	92	1923-1-214	110 20-oct-98 66
1923-5-248	4,5	24-abr-98	112	1923-1-214	110 21-abr-99 72
1923-5-254	30	13-abr-98	58	1923-1-214	110 10-may-99 52
1923-5-260	25	14-abr-98	132	1923-1-278	100 01-ago-94 60
1923-5-263	30	15-abr-98	84	1923-1-340	32 19-mar-75 68
1923-5-265	10	15-abr-98	120	1923-1-354	100 01-jun-95 51
1923-5-266	12	15-abr-98	168	1923-1-358	120 30-mar-98 70,2
1923-5-270	15	01-jul-87	70,7	1923-1-367	104 03-may-99 58,78
1923-6-121	23	19-abr-75	58	1923-2-118	105 19-abr-75 99
1923-6-177	12	01-jul-87	55	1923-2-182	50 01-ago-94 73
1923-6-178	20	01-jul-87	60	1923-5-19	150 26-may-86 68,8
				1923-5-62	80 01-may-80 71
				1923-5-62	80 01-dic-80 58
				1923-5-103	100 01-may-80 51,6
				1923-5-103	100 01-nov-80 54
				1923-5-231	65 19-abr-75 88
				1923-5-238	79,5 01-dic-74 60
				1923-5-238	79,5 19-mar-75 60
				1923-5-239	80 19-mar-75 83
				1923-5-240	89 22-jun-73 66,6
				1923-5-249	65 13-abr-98 100
				1923-5-256	90 14-abr-98 56
				1923-5-259	65 14-abr-98 80
				1923-5-267	92 22-jun-73 71
				1923-5-269	140 01-jul-87 99,8
				1923-5-271	100 09-nov-98 57,4
				1923-5-276	50 01-ago-94 67
				1923-5-278	60 01-ago-94 58
				1923-5-283	40 01-jul-87 265
				1923-6-172	74 06-abr-92 60
				1923-6-176	50 01-jul-87 53
				1924-1-4	79 01-feb-84 70
				1924-1-4	79 30-oct-84 90
				1924-1-4	79 16-may-85 61
				1924-1-4	79 28-nov-97 87
				1924-1-4	79 21-abr-99 54

Nitritos (mg/l)				Puntos que superan la concentración máxima admisible: 0,1 mg/l				Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 0,08 mg/l							
Profundidad <= 30 m				Profundidad > 30m				Profundidad <= 30 m				Profundidad > 30m			
Punto	Prof	F_toma	NO ₂	Punto	Prof	F_toma	NO ₂	Punto	Prof	F_toma	NO ₂	Punto	Prof	F_toma	NO ₂
1823-2-151	0	01-nov-81	0,5	1822-5-10	110	01-dic-80	0,19					1822-7-83	180	07-nov-95	0,09
1823-2-151	0	10-nov-83	2,4	1822-5-23	100	26-abr-91	0,11					1822-8-208	210	30-oct-95	0,09
1823-2-151	0	30-oct-84	0,59	1822-5-30	61	01-nov-80	0,1					1822-8-209	175	30-oct-95	0,09
1823-2-151	0	23-may-86	5,85	1822-5-30	61	11-sep-81	0,1					1822-8-210	206	30-oct-95	0,09
1823-2-151	0	27-abr-91	0,43	1822-5-30	61	19-nov-82	0,13					1923-1-66	93	01-jun-80	0,09
1823-3-119	13	29-abr-91	0,14	1822-5-33	61,5	26-abr-91	0,33					1924-1-4	79	29-abr-94	0,09
1923-5-169	19	07-ago-73	0,22	1822-5-52	260	12-ago-97	0,21								
1923-5-182	22	19-abr-75	0,23	1822-6-76	207	30-nov-76	0,32								
1923-5-248	4,5	24-abr-98	0,4	1822-6-78	224	23-may-78	0,37								
				1822-7-75	400	03-nov-77	0,16								
				1822-7-78	215	25-nov-76	0,6								
				1822-8-185	162	14-sep-78	0,11								
				1822-8-208	210	30-may-95	0,11								
				1822-8-214	143	07-nov-95	0,1								
				1823-2-104	80	27-abr-91	0,11								
				1823-2-104	80	08-oct-96	0,5								
				1823-3-120	80	24-abr-82	0,3								
				1823-3-139	95	01-jun-95	0,58								
				1823-4-132	100	27-may-86	0,1								
				1823-4-168	120	09-ago-75	0,15								
				1823-4-179	130	22-sep-76	0,6								
				1823-4-180	70	29-sep-76	0,6								
				1823-4-181	130	11-feb-77	0,19								
				1823-4-182	130	05-jun-77	6								
				1823-4-183	130	09-ago-77	0,53								
				1823-4-184	129	01-ene-77	3								
				1823-4-185	133	14-mar-78	0,5								
				1823-4-186	130	14-mar-78	0,6								
				1823-4-187	160	17-jun-78	6								
				1823-4-188	91	30-oct-78	0,44								
				1823-7-75	150	23-mar-92	0,13								
				1823-7-75	150	01-ago-94	0,18								
				1823-8-24	90	26-may-86	0,11								
				1923-1-9	80	29-abr-91	0,2								
				1923-1-10	130	01-may-80	0,9								
				1923-1-69	95	30-oct-84	0,22								
				1923-1-69	95	29-abr-91	0,62								
				1923-1-214	110	29-abr-91	0,72								
				1923-1-214	110	19-sep-92	0,19								
				1923-1-322	95	15-nov-74	0,21								
				1923-1-323	101	11-nov-74	0,13								
				1923-1-337	105	03-jun-78	3,04								
				1923-1-338	105	06-jun-78	0,6								
				1923-1-341	129	17-nov-76	0,6								
				1923-1-354	100	01-ago-94	0,18								
				1923-2-182	50	01-ago-94	2,4								
				1923-5-19	150	25-abr-91	1,66								
				1923-5-19	150	01-jun-95	1,6								
				1923-5-103	100	01-may-80	0,21								
				1923-5-234	100	05-may-78	0,23								
				1923-5-235	80	08-abr-79	0,17								
				1923-5-236	80	07-jun-79	0,16								
				1923-5-239	80	19-mar-75	0,17								
				1923-5-267	92	22-jun-73	0,26								
				1923-6-172	74	15-sep-92	8,96								
				1924-1-4	79	30-oct-84	0,1								
				1924-1-4	79	25-abr-91	1,29								
Amonio (mg/l)				Puntos que superan la concentración máxima admisible: 0,5 mg/l				Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 0,425 mg/l							
Profundidad <= 30 m				Profundidad > 30m				Profundidad <= 30 m				Profundidad > 30m			
Punto	Prof	F_toma	NH ₄	Punto	Prof	F_toma	NH ₄	Punto	Prof	F_toma	NH ₄	Punto	Prof	F_toma	NH ₄
				1823-4-36	80	19-sep-92	0,6					1923-1-69	95	29-abr-91	0,44
				1823-4-193	340	12-sep-96	2,50								
				1823-4-193	340	13-sep-96	2,6								
				1823-4-193	340	14-sep-96	2,4								
				1923-1-214	110	19-sep-92	0,78								
				1923-6-172	74	15-sep-92	0,58								
				1923-6-172	74	29-abr-94	3,9								
				1923-6-172	74	03-nov-94	3,4								

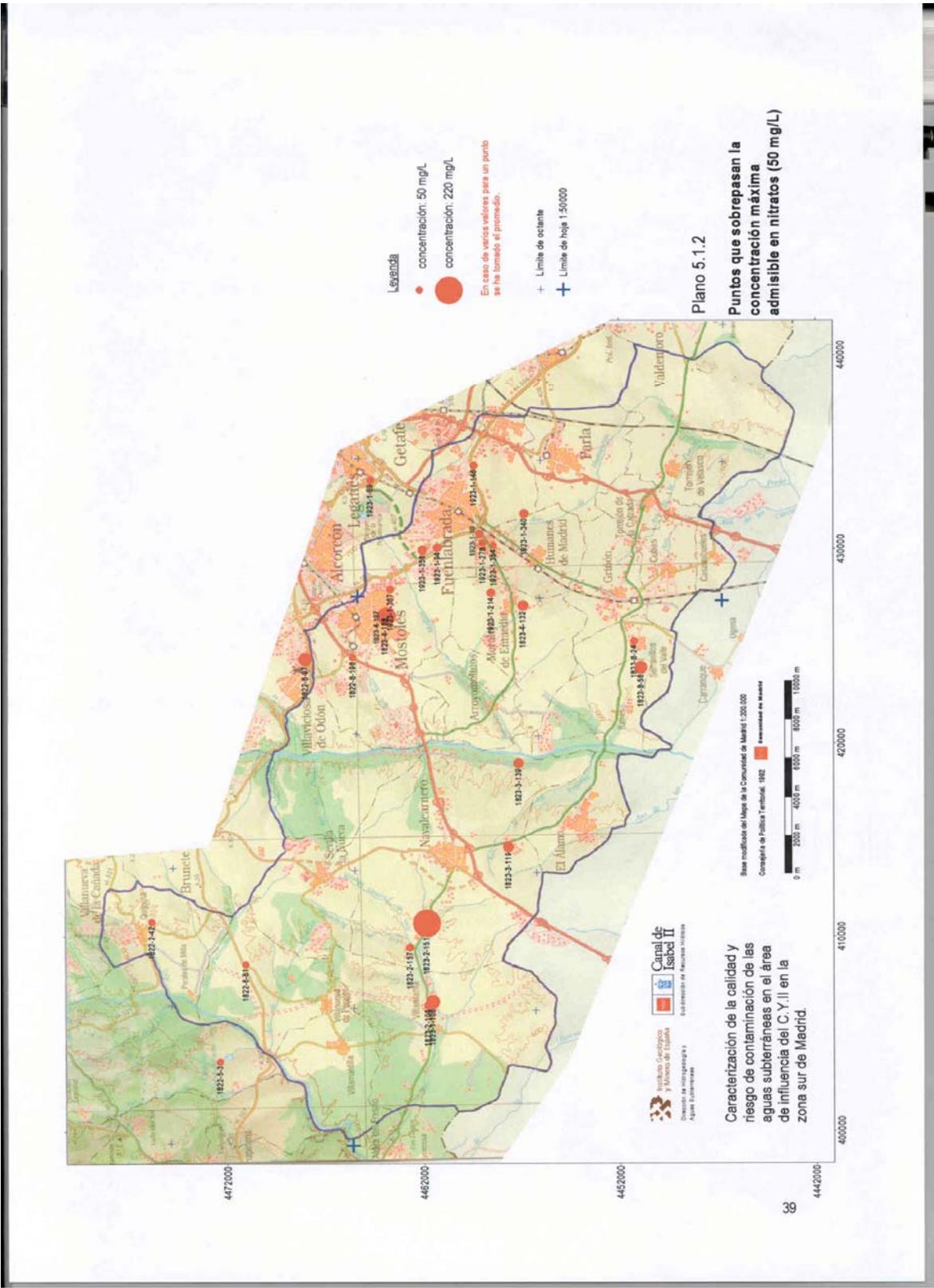
Hierro (mg/l)							
Puntos que superan la concentración máxima admisible: 0,2 mg/l			Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 0,17 mg/l				
Profundidad <= 30 m			Profundidad > 30m				
Punto	Prof	F_toma	Fe	Punto	Prof	F_toma	Fe
1923-5-251	12	15-abr-98	1,090	1822-8-208	210	30-may-95	0,220
				1923-5-249	65	13-abr-98	0,440
				1923-5-255	120	14-abr-98	0,440
Profundidad <= 30 m			Profundidad <= 30 m				
Punto	Prof	F_toma	Fe	Punto	Prof	F_toma	Fe
1923-5-250	65	13-abr-98	0,180	1923-5-253	60	13-abr-98	0,170
				1923-5-256	90	14-abr-98	0,180
Manganeso (mg/l)							
Puntos que superan la concentración máxima admisible: 0,05 mg/l			Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 0,0425 mg/l				
Profundidad <= 30 m			Profundidad > 30m				
Punto	Prof	F_toma	Mn	Punto	Prof	F_toma	Mn
1923-5-251	12	15-abr-98	1,090	1822-5-52	260	12-ago-97	0,05
Fluor (mg/l)							
Puntos que superan la concentración máxima admisible: 1,5 mg/l			Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 1,275 mg/l				
Profundidad <= 30 m			Profundidad > 30m				
Punto	Prof	F_toma	F	Punto	Prof	F_toma	F
1823-8-58	14	01-jul-87	3				
1923-6-178	20	01-jul-87	1,6				

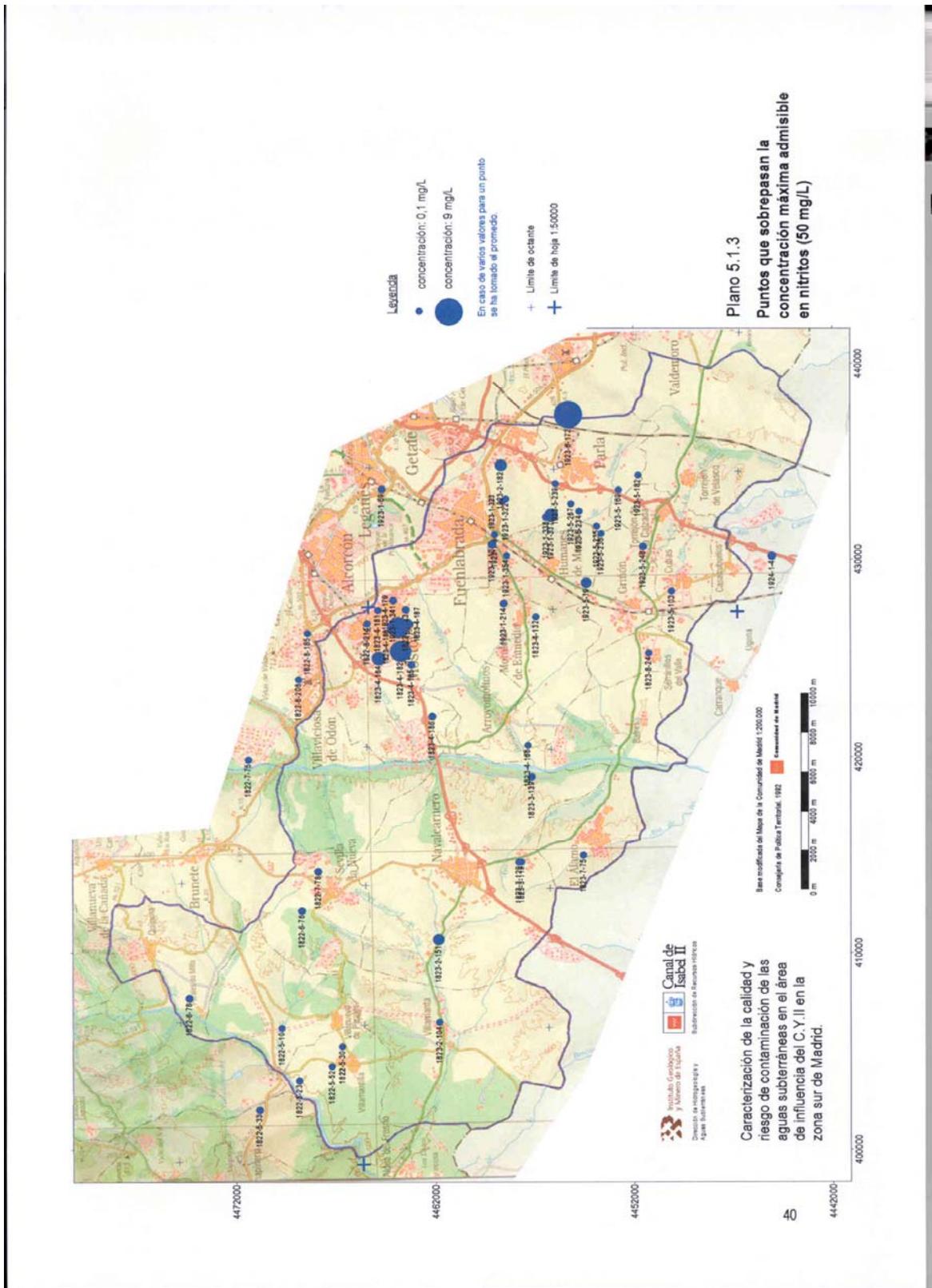
Cuadro 5.1.4

Relación de puntos en los que sobrepasan los límites de la R.T.S
Caracteres relativos a las sustancias tóxicas

Arsénico (mg/l)			
Puntos que superan la concentración máxima admisible: 0,05 mg/l		Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 0,0425 mg/l	
Profundidad <= 30 m	Profundidad > 30m	Profundidad <= 30 m	Profundidad > 30m
	Punto Prof F_toma As		
	1823-7-81 400 12-ago-98 0,053		
Cadmio (mg/l)			
Puntos que superan la concentración máxima admisible: 0,005 mg/l		Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 0,004 mg/l	
Profundidad <= 30 m	Profundidad > 30m	Profundidad <= 30 m	Profundidad > 30m
	Punto Prof F_toma Cd	Punto Prof F_toma Cd	
	1823-4-197 69 01-jun-95 0,005	1823-3-139 95 01-jun-95 0,004	
Cromo (mg/l)			
Puntos que superan la concentración máxima admisible: 0,05 mg/l		Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 0,004 mg/l	
Profundidad <= 30 m	Profundidad > 30m	Profundidad <= 30 m	Profundidad > 30m
	Punto Prof F_toma Cr		
	1823-8-53 120 10-mar-95 0,05		

Cuadro 5.1.5





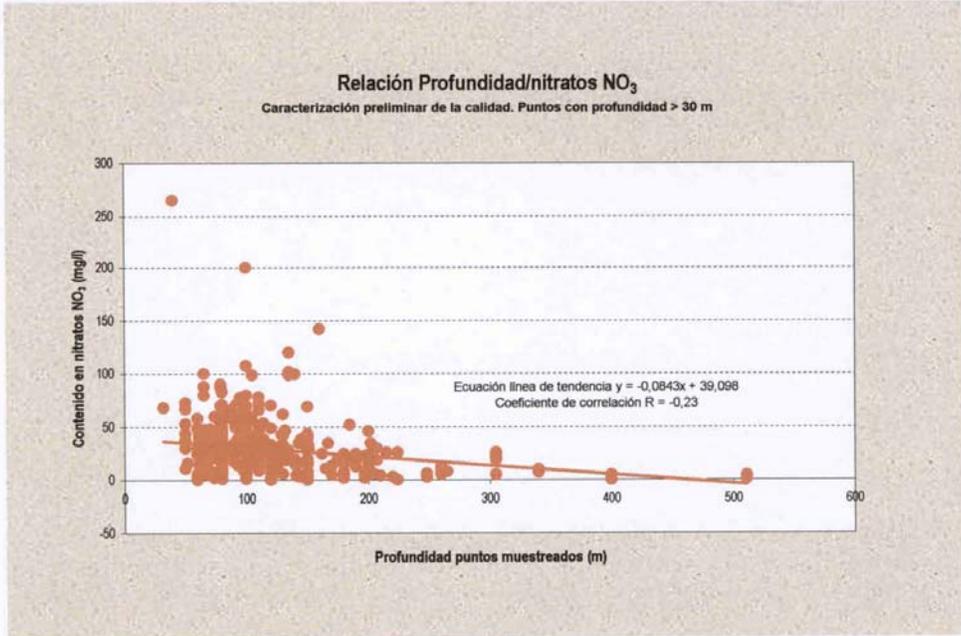
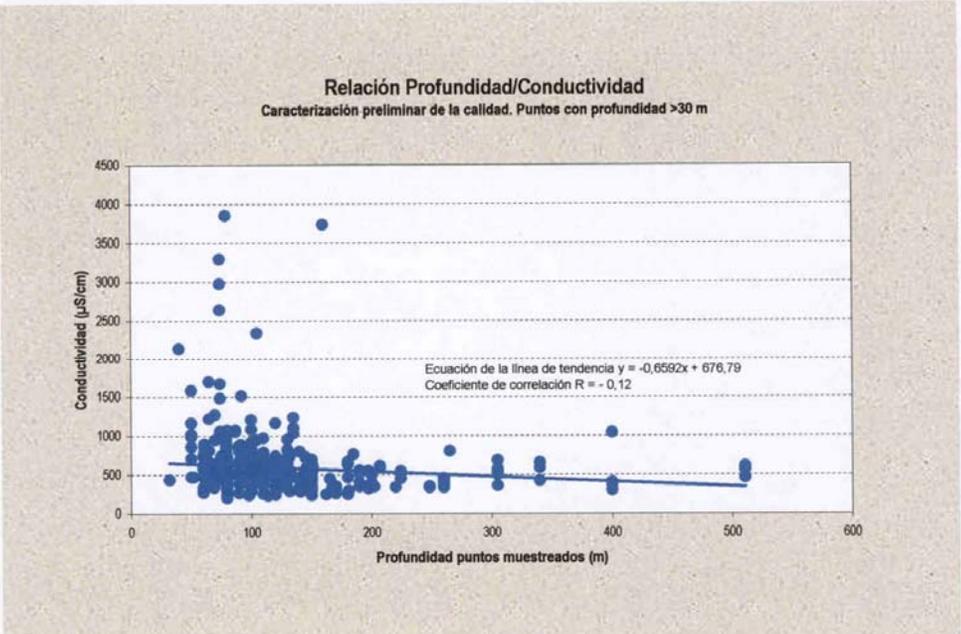


Figura 5.1.2

Cuadro 5.1.8.- Coeficientes de correlación profundidad - concentración de iones mayoritarios.

Conductividad	Cl	SO₄	HCO₃	NO₃	Na	Mg	Ca	SiO₂
-0.12	-0,07	-0,06	-0,1	-0.23	0,12	-0,18	-0,16	-0,08

Aunque los coeficientes de correlación no son, evidentemente, significativos parece advertirse una tendencia a la correlación inversa en el sentido de ausencia de empeoramiento de la calidad con el aumento de profundidad de las captaciones. Ha de hacerse notar que la conductividad detectada en los sondeos de más de 200 m se mantiene sistemáticamente por debajo de los 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Del mismo modo la concentración de nitratos se mantiene por debajo de los 25 mg/L en los sondeos de más de 250 m, en contraste con las captaciones de menor profundidad.

En lo tocante a las relaciones entre iones es de señalar que los coeficientes de correlación son, igualmente, escasamente significativos salvo en el caso de los sulfatos y el calcio, como se indica en el cuadro 5.1.9 y en las figuras 5.1.3 y 5.1.4.

Cuadro 5.1.9.- Coeficientes de correlación entre iones mayoritarios.

	Cl-Na	HCO₃-Mg	HCO₃-Ca	SO₄-Ca
Coef. Correlac.	0.55	0.51	0.24	0.84

5.2.- Caracterización de la calidad por campañas

A fin de establecer una panorámica muy general de la calidad del agua subterránea en la zona de estudio en un amplio intervalo de tiempo se han elegido las campañas de 1980 y 1994 en que se dispone de 45 y 70 análisis químicos respectivamente, algunos incompletos, correspondientes a 30 y 56 captaciones. Se dispone de 20 análisis químicos en la campaña de primavera y 25 en la de otoño de 1980; los correspondientes a 1994 se distribuyen en: 18 en primavera y 52 en otoño.

Lógicamente, los puntos muestreados en ambas campañas y, consecuentemente, sus respectivas distribuciones espaciales son diferentes, lo que induce una notable relatividad en la comparación del quimismo en ambas fechas y limita seriamente la caracterización en detalle del mismo.

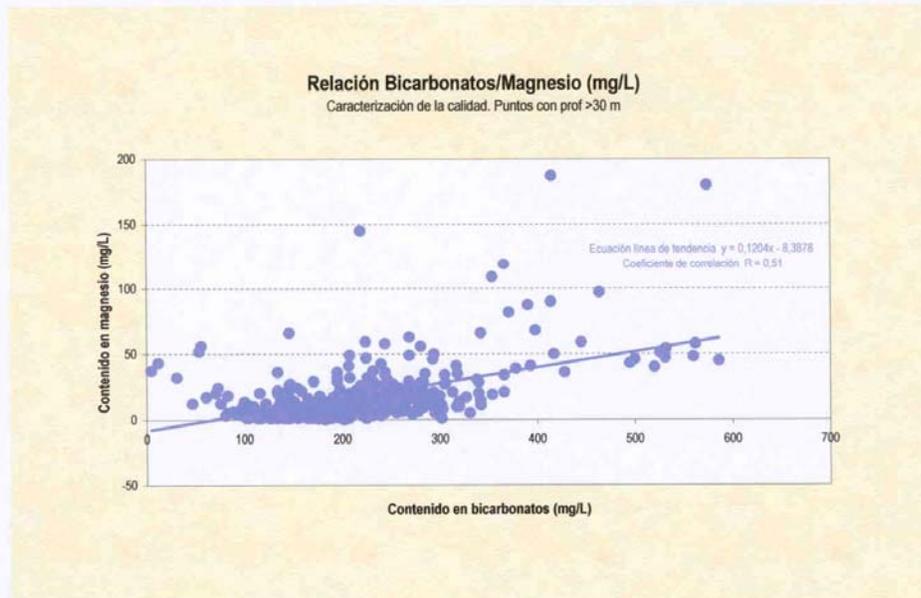
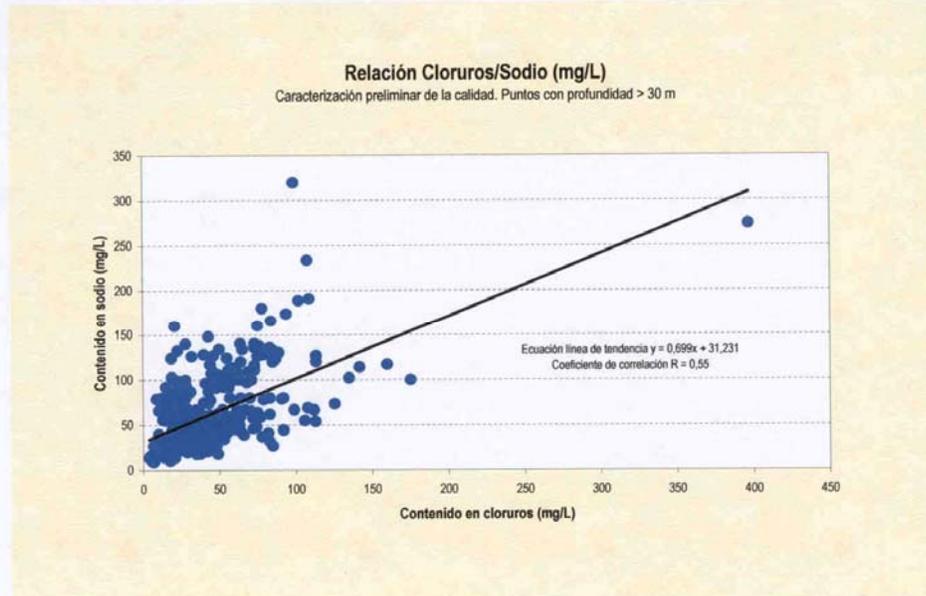


Figura 5.1.3

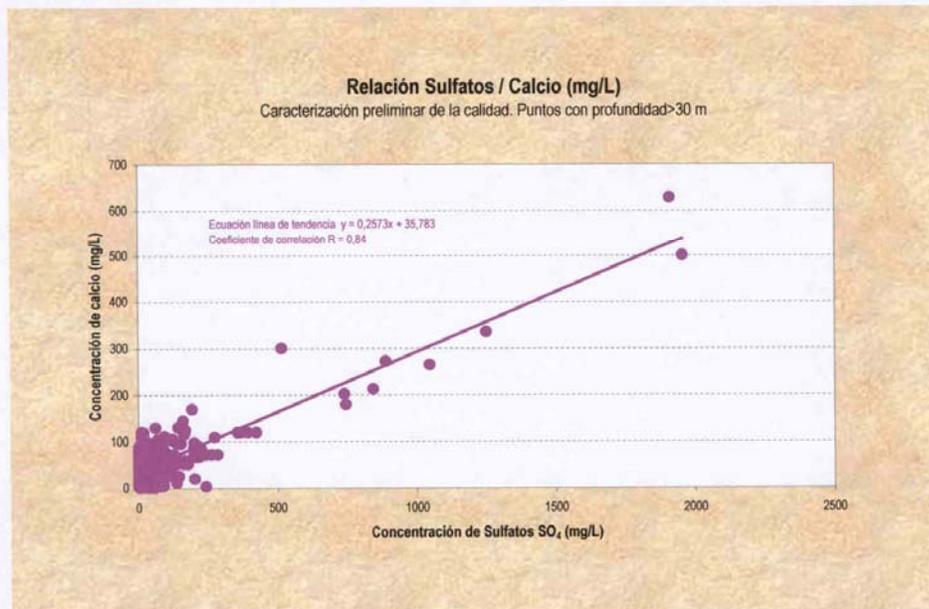
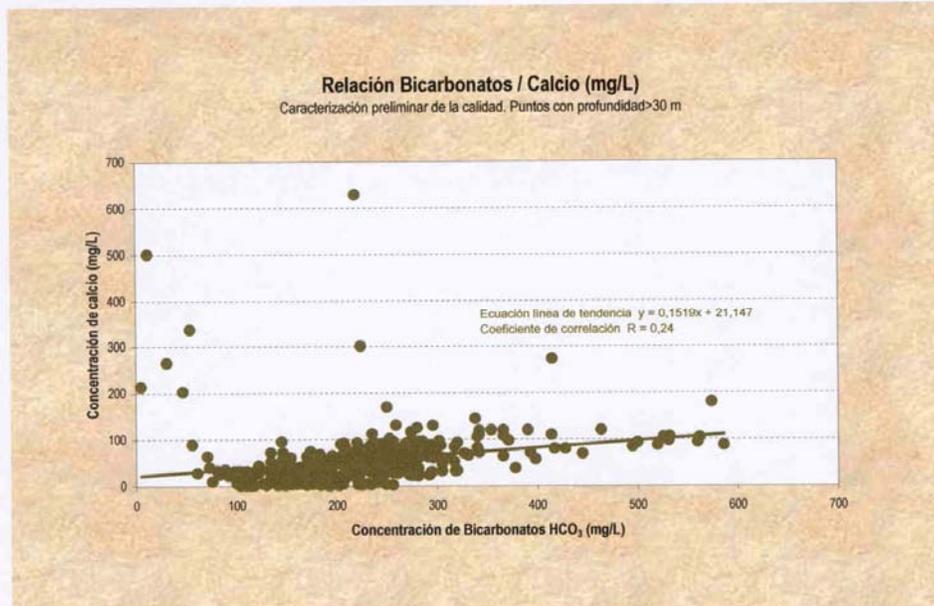


Figura 5.1.4

5.2.1 La campaña de 1980

Como se ha indicado, se dispone de 45 análisis químicos correspondientes a 30 puntos acuíferos cuya distribución espacial puede observarse en el plano 5.2.1.1. Los análisis disponibles se incluyen en el cuadro 5.2.1.1. Dado lo reducido del número de los análisis disponibles y a la dispersión espacial de los correspondientes puntos de muestreo la caracterización del quimismo de las aguas subterráneas en esta fecha ha de tomarse necesariamente como una simple panorámica preliminar del mismo.

Las facies hidroquímicas detectadas se distribuyen como se indica en el cuadro 5.2.1.2.

Cuadro 5.2.1.2.- Distribución de facies hidroquímicas. Año 1980

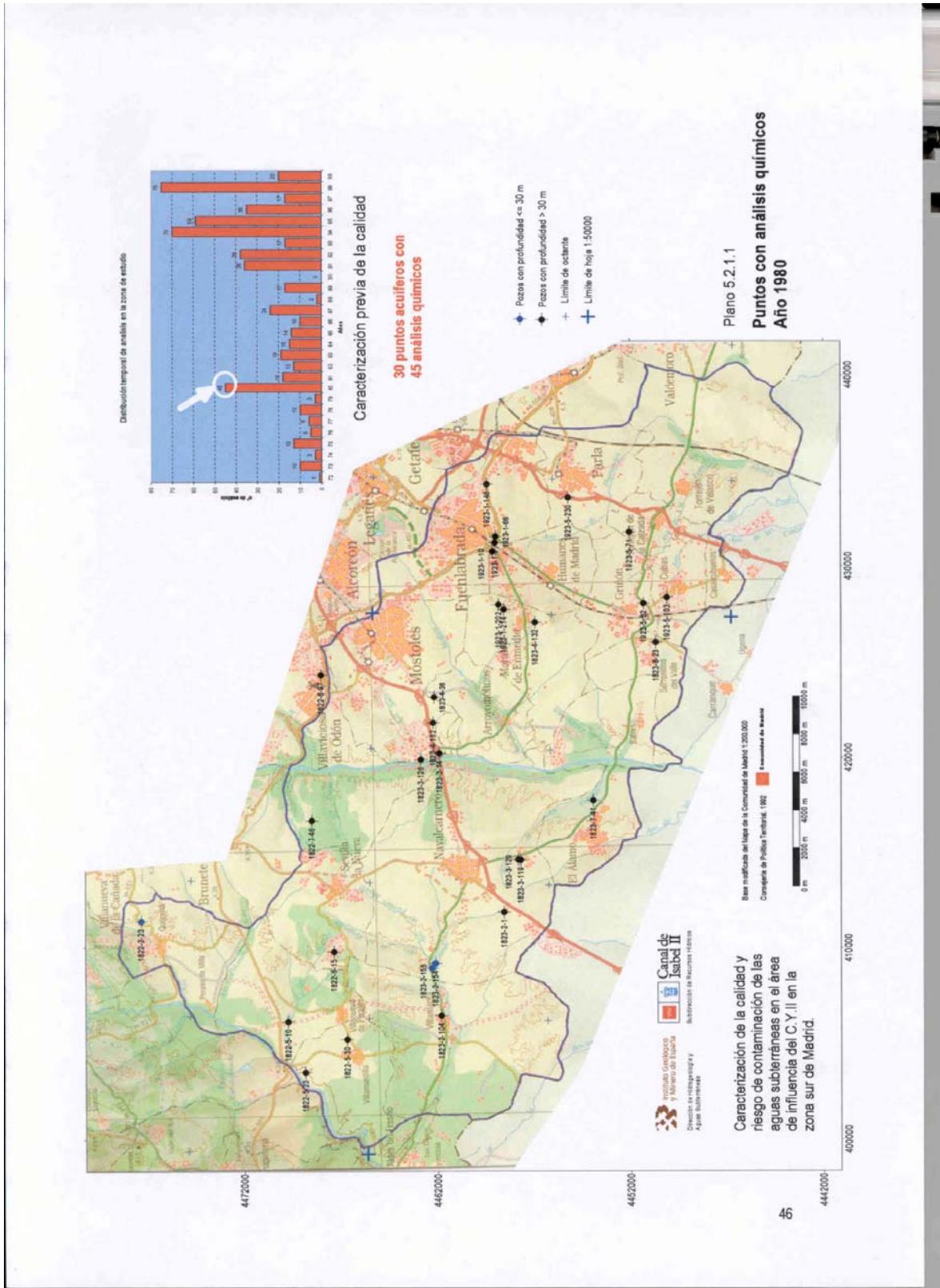
Facies hidroquímica	Captaciones con profundidad < 30 m	Captaciones con profundidad > 30 m	Total
Bicarbonatada. cálcica	2	14	16
Bicarb - cálcico magnésica		2	2
Bicarb - cálcico sódica		4	4
Bicarb - magnésico cálcica		1	1
Bicarbonatada sódica		8	8
Bicarb - sulfatada cálcica	1	4	5
Bicarb- sulfatada magnésica		3	3
Bicarb- sulfatada sódica		1	1
Clorurada cálcica		1	1
Sulfatada cálcica		1	1
Sulfatada magnésico cálcica		2	2
Total análisis	3	41	44

Como puede observarse, la facies hidroquímica predominante eran la bicarbonatada cálcica y la bicarbonatada sódica que representan respectivamente el 36 y el 18% de los datos disponibles. En menor proporción se detectan aguas de facies mixtas. Es de señalar que las facies de tipo bicarbonatado sódico se presentan en las captaciones más profundas.

En el cuadro 5.2.1.3 se presenta el resumen estadístico de los datos de concentraciones de constituyentes mayoritarios en captaciones de más de 30 m, en las que se dispone de un número relativamente significativo, que corrobora la amplia variabilidad de concentraciones de constituyentes mayoritarios en la zona de estudio.

Cuadro 5.2.1.3.- Datos estadísticos de concentraciones de elementos mayoritarios. 1980.
Captaciones de más de 30 m de profundidad.

	n	Máx	Mín	Media	Sd
Cl	41	99	7	41	24.7
SO₄	41	285	2	85	82



Análisis químicos año 1980. 41 análisis en puntos de profundidad mayor de 30 m

Fuente	Hoja	Oct	Punto	Prof	F. toma	DQO	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	Na	Mg	Ca	K	pH	Cond	R. seco	NO ₂	NH ₄	P ₂ O ₅	SiO ₂
35046	1822	5	10	110	01-may-80	35,4	11,5	317,2		13,8	46	9,7	84,1	1,4	7,6	692	519					
35160	1822	5	10	110	01-dic-80	36	45	195			37	12	52	3	8,4	251	393	0,19				
35046	1822	5	23	100	01-may-80	28,3	22,7	195,2			93,5	4,8	4		8	424	348,5					
35160	1822	5	23	100	01-dic-80	28	51	183			100	2	4		8,1	388	369					
Base Aguas	1822	5	30	61	01-jun-80	92	12	354		26	44	19	120	1	8	895		0,07				
Base Aguas	1822	5	30	61	01-nov-80	92	22	183		26	45	12	68	1	8,4	619		0,1				
35160	1822	6	15	78	01-may-80	85	3	122			27	12	44	2	8,2	426	295					
Base Aguas	1822	7	46	200	01-may-80	21	42	142		46	26	12	40	0	8,2	519	309	0				
Base Aguas	1822	8	97	135	01-dic-80	99	285	146		102	67	88	72	2	8,1	1039	839	0				
35046	1823	2	1	170	01-may-80	14,1	22,7	122		13,8	20	9,7	28	1	7,1	310	230,3					
35160	1823	2	1	170	01-nov-80	14	14	146			23	5	36		8,2	259	238					
35046	1823	2	104	80	01-may-80	21,2	2,7	219,6			66,8	4,8	16	0,7	7,6	415	332					
35160	1823	2	104	80	01-dic-80	14	3	195		48	74	2	24	1	8,6	366	373					
35160	1823	3	14	141	01-nov-80	28	14	208		14	80	5	16	1	8,5	381	372					
35046	1823	3	120	80	01-may-80	21,2	11,5	158,6		7,8	17,3	9,7	36	1	7	358	262,1					
Base Aguas	1823	3	120	80	01-nov-80	21	2	158			20	4	40	1	8,5	298	255					
35046	1823	3	126	147	01-may-80	28,3	8,3	183			66,8	2,4	12	1	7,65	350	301					
35046	1823	4	36	80	01-may-80	14,1	11,5	109,8		18,5	14,2	9,7	28	1	7	251	205,8					
35160	1823	4	36	80	01-nov-80	7	14	110		26	15	5	32	1	7,8	220	210					
35046	1823	4	132	100	01-may-80	49,6	152,7	256,2		29,7	58,1	19,4	96,1	2,3	7,4	848	664	0,07				
35160	1823	4	132	100	01-dic-80	57	217	208		80	59	49	68	4	8,2	826	721					
35160	1823	4	162	90	01-dic-80	14	68	134		23	20	20	36	1	7,9	266	316					
35160	1823	7	41	62	01-may-80	64	211	269		46	42	49	92	11	8,1	732	784					
35160	1823	7	41	62	01-dic-80	57	178	244		20	49	58	52	10	8,4	674	686					
35046	1823	8	23	100	01-may-80	28,3	47,7	134,2		24,7	28,7	7,2	52,1	0,7	7	447	323,6					
35160	1823	8	23	100	01-dic-80	14	86	146		48	27	17	56		8,1	370	394					
35160	1923	1	9	80	01-dic-80	36	64	195		46	53	15	64	5	8,5	495	490					
35160	1923	1	10	130	01-may-80	70	242	134		82	80	36	72	4	8,3	826		0,9				
Base Aguas	1923	1	66	93	01-jun-80	71	75	305		14	100	27	32	5	7,8	767		0,09				
35160	1923	1	66	93	01-dic-80	64	90	256		39	120	12	48	6	8,6	685	658					
35160	1923	1	146	80	01-dic-80	85	263	342		56	120	66	72	11	8,4	1074	1039					
35160	1923	1	202	146	01-dic-80	57	135	171		39	50	29	56	2	8,2	596	538					
35160	1923	1	214	110	01-dic-80	36	72	244		47	20	60	3	8,7	516	498						
35160	1923	5	62	80	01-may-80	28	162	207		71	56	41	52	1	8,2	555						
35160	1923	5	62	80	01-dic-80	28	168	232		58	60	37	60		8,2	619	643					
35046	1923	5	71	70	01-may-80	28,3	47,7	305		21,6	48	34	48	2,3	7,6	644	534,9					
35160	1923	5	71	70	01-nov-80	28	61	293		20	47	20	76	3	8,5	546	572					
35046	1923	5	103	100	01-may-80	49,6	199,6	292,8		51,8	53,4	46,2	88,1	1,5	7,5	921	783	0,21				
35160	1923	5	103	100	01-nov-80	36	205	269		54	55	83	68	2	8,2	703	751					
35160	1923	5	230	100	01-may-80	49	74	207		29	40	14	92	4	8,4	511						
35160	1923	5	230	100	01-dic-80	36	68	256		48	42	22	88	4	8,4	551	583					

Cuadro 5.2.1.1

HCO₃	41	354	109	208	65.7
NO₃	32	102	7.8	37.5	20.5
Na	41	120	14.2	52.1	27
Mg	41	66	2	22	18.7
Ca	41	120	4	53	26.5
Cond	41	1074	220	552	222.4
R.seco	35	1039	205	480	208
NO₂	9	0.9	0	0.18	0.26

El intento de establecer alguna correlación entre la profundidad de las captaciones y las concentraciones de los elementos mayoritarios ha resultado infructuoso dado que los coeficientes de correlación entre estos parámetros son escasamente significativos como se muestra en el cuadro 5.2.1.4. En las figuras 5.2.1.1 y 5.2.1.2 se incluyen a modo de ejemplo la representación gráfica de estas relaciones en el caso de la conductividad, calcio, nitratos y sulfatos. El resto de representaciones gráficas puede encontrarse en el anexo 5.2.

Cuadro 5.2.1.4.- Coeficientes de correlación entre la profundidad de las captaciones y las concentraciones de elementos mayoritarios. 1980.

	Coef. Correlación
Cl	-0.2
SO₄	- 0.03
HCO₃	- 0.37
NO₃	0.14
Na	-0.06
Mg	-0.16
Ca	- 0.24
Conductividad	- 0.14

Las correlaciones entre iones son, igualmente, poco significativas. En la figura 5.2.1.3 se incluye, a modo de ejemplo, la representación gráfica de las relaciones entre bicarbonatos - calcio y sulfatos - calcio cuyos coeficientes son, respectivamente, 0.51 y 0.47.

La distribución espacial de conductividad y nitratos queda reflejada en los planos 5.2.1.2 y 5.2.1.3. Salvo casos puntuales de conductividades superiores a 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ligados por lo común a zonas periurbanas, las conductividades se reparten con relativa homogeneidad a lo ancho de toda la zona con valores inferiores a 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ con mínimos detectados en la zona sur de Móstoles, hasta Arroyomolinos y al sur de Navalcarnero.

Los contenidos más altos en nitratos se detectan, igualmente en las zonas periurbanas de Móstoles- Villaviciosa de Odón y en la zona industrial de Fuenlabrada. En la mayor parte del área de estudio, particularmente en la margen derecha del río Guadarrama, se mantienen, salvo casos esporádicos, en valores generalmente inferiores a 30 mg/L

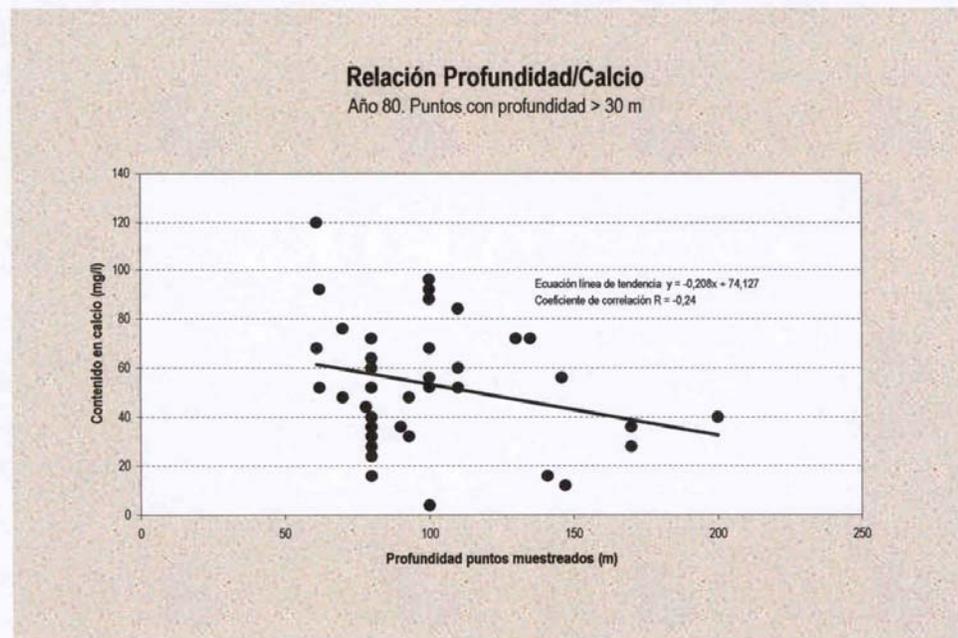
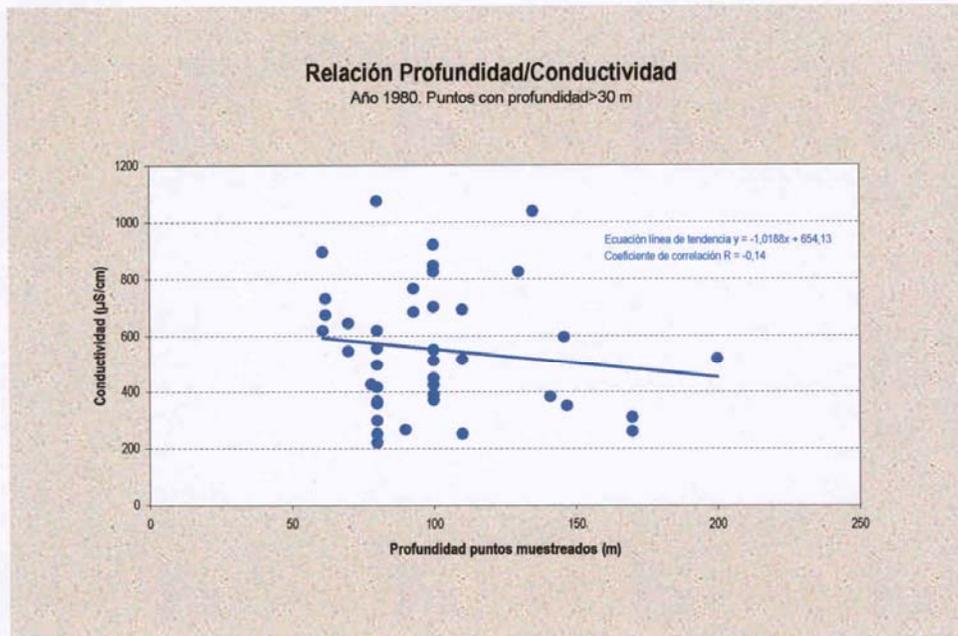


Figura 5.2.1.1

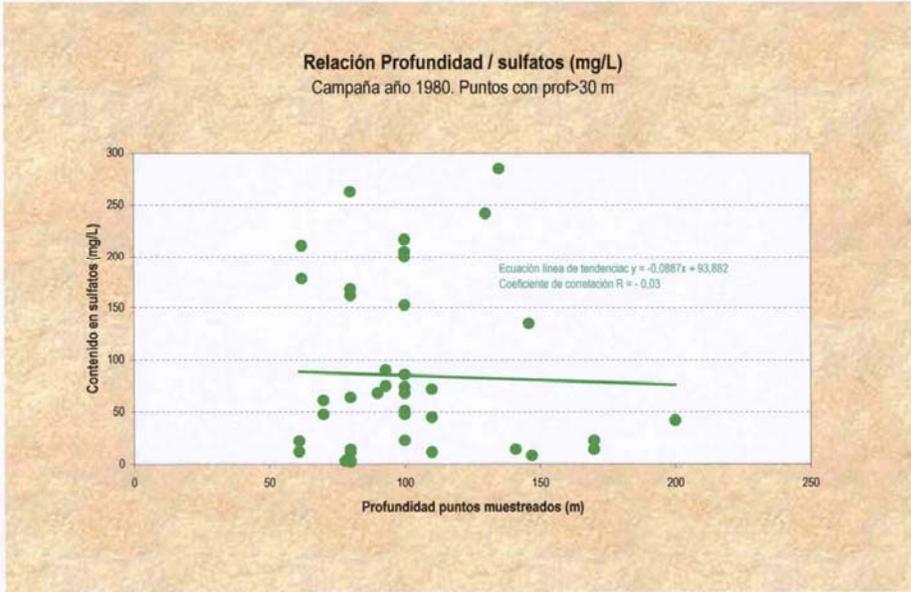
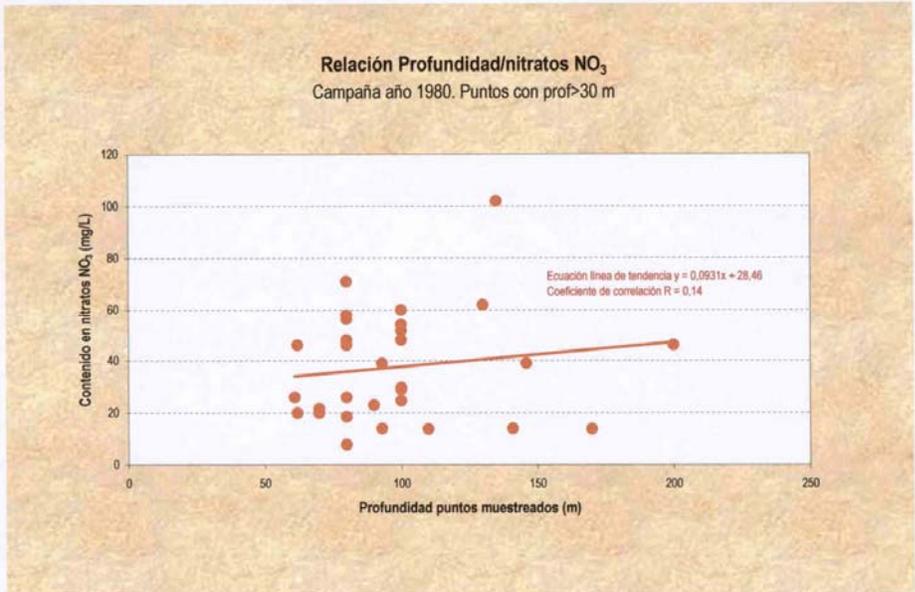


Figura 5.2.1.2

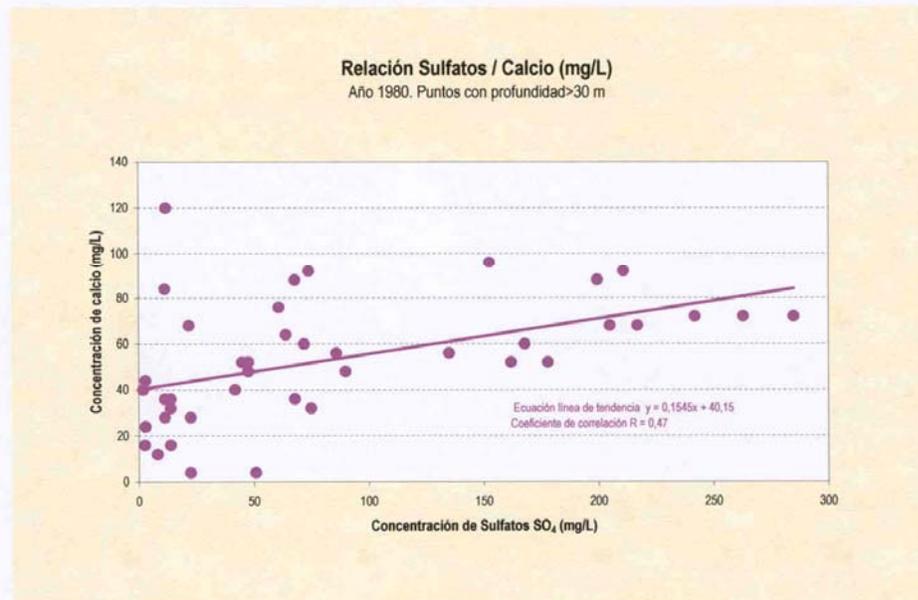
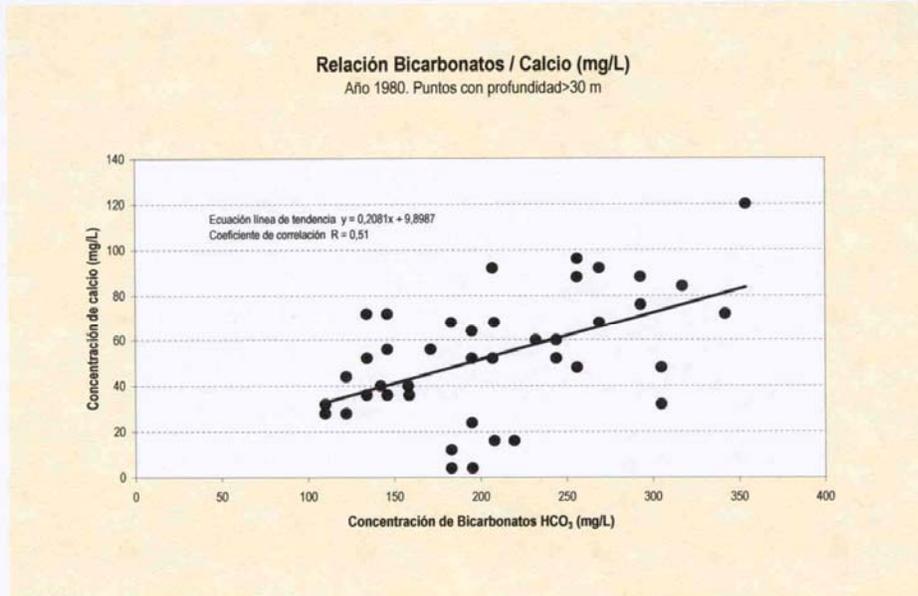
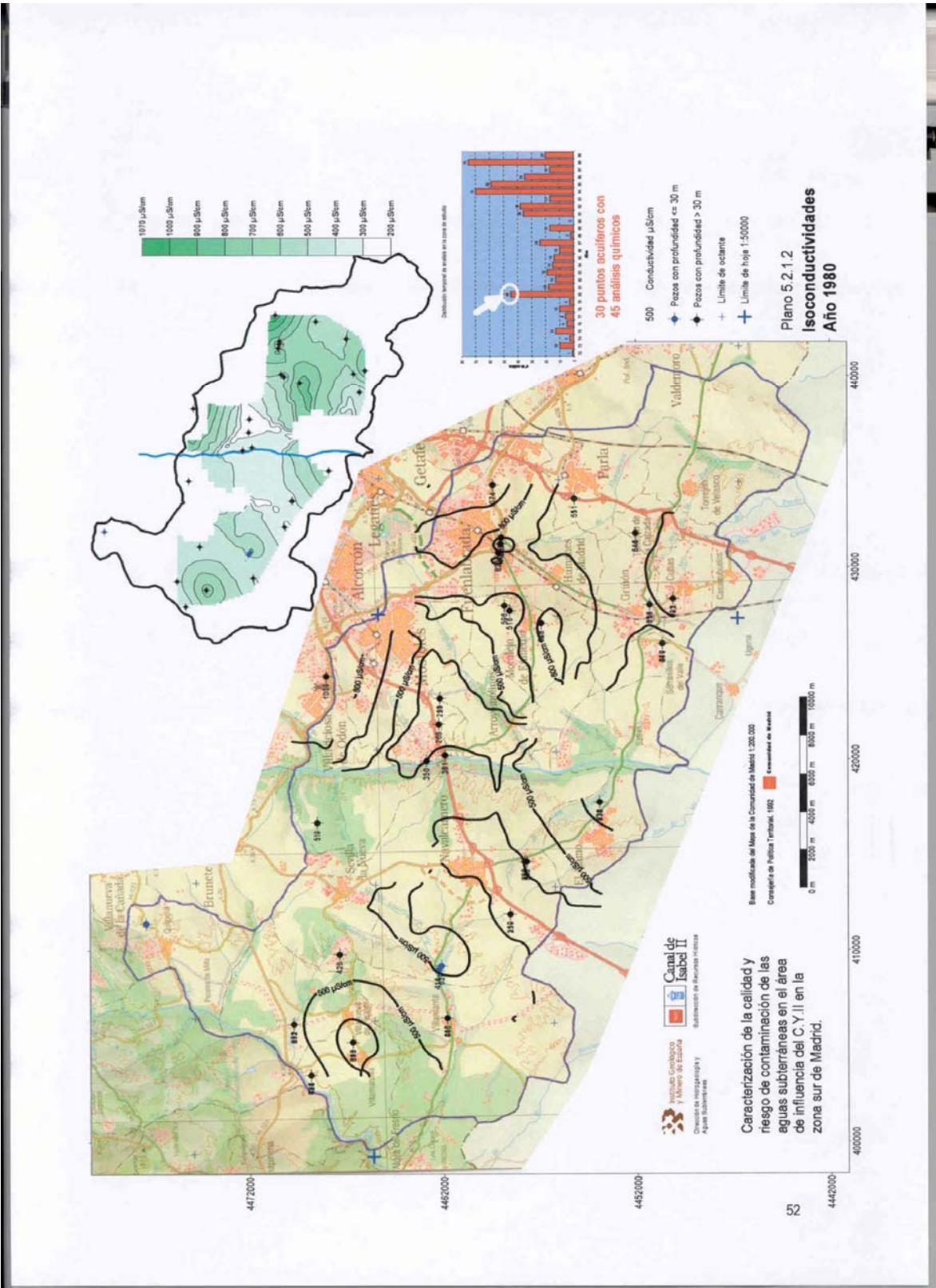
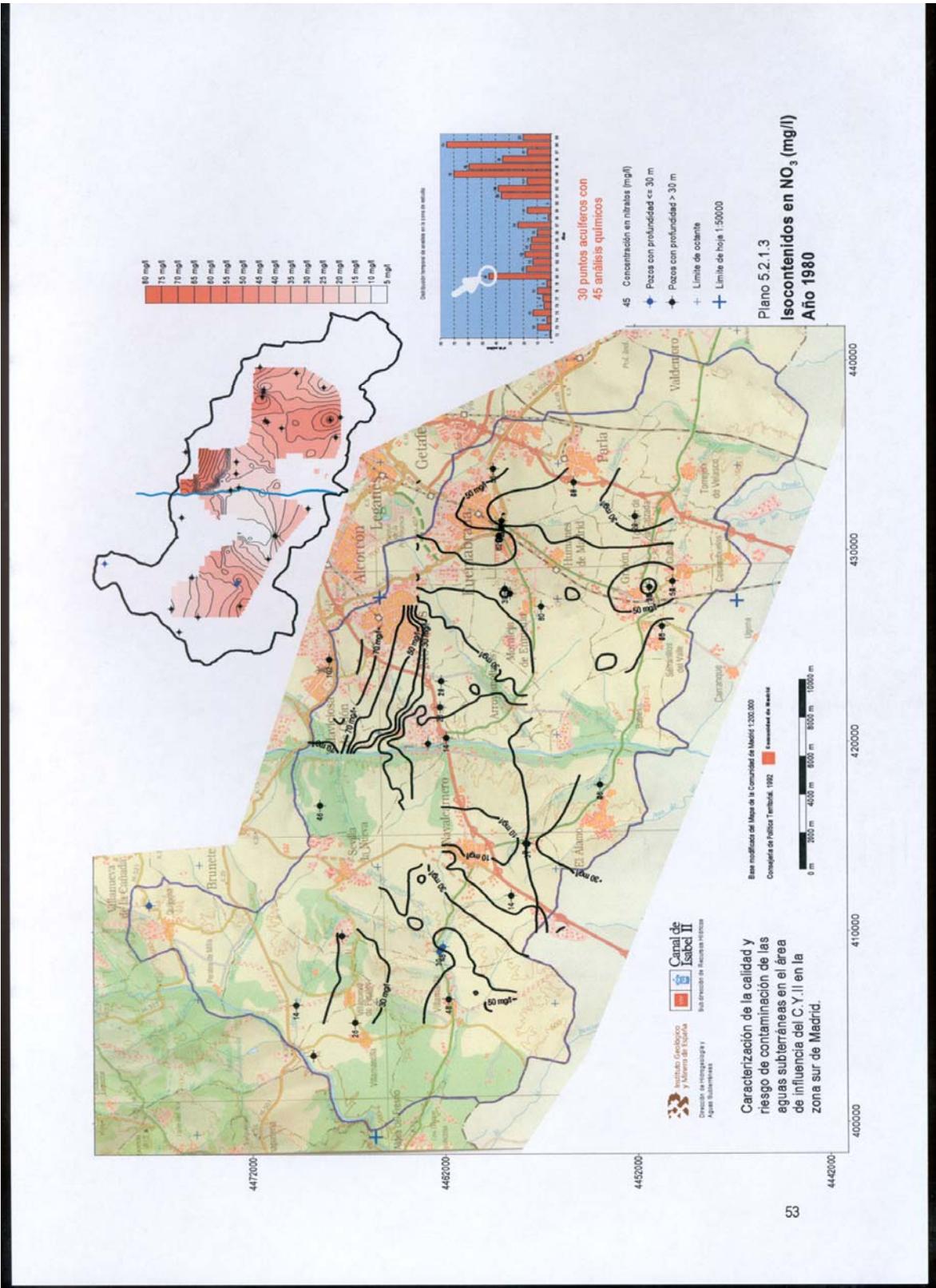


Figura 5.2.1.3





5.2.2 La campaña de 1994

Para el establecimiento del quimismo de las aguas subterráneas de la zona de estudio en este año se dispone de 70 análisis químicos, no siempre completos, de los que 18 corresponden a la campaña de primavera y 52 a la de otoño. Los datos de análisis disponibles se incluyen en el cuadro 5.2.2.1.

Dado que sólo se dispone de seis análisis correspondientes a captaciones de menos de 30 m de profundidad, la citada caracterización se extiende exclusivamente a las captaciones de más de 30 m de profundidad. Esta circunstancia no permite la comparación de la composición química de las aguas más someras del acuífero y las más profundas.

En el cuadro 5.2.2.2 se presenta el resumen de los datos estadísticos correspondientes a estas captaciones. En él queda patente la amplia variabilidad de concentraciones de los elementos analizados. Son de destacar los bajos contenidos mínimos de cloruros, sodio, magnesio y calcio. Los valores medios detectados se encuentran dentro de la normalidad de los encontrados en el acuífero terciario detrítico de Madrid.

Es de destacar igualmente que la presencia de nitratos es una constante en las aguas subterráneas de la zona dado que se detecta en la totalidad de los sondeos. La presencia de nitritos y amonio se ha constatado, respectivamente, en 40 y 30 de las captaciones en las que se dispone de datos correspondientes a estos elementos.

Cuadro 5.2.2.2 Datos estadísticos de concentración de constituyentes. (1994)

	n	Máx	Mín	Media	Sd
Cl	59	160	6	41.9	28.9
SO₄	64	1250	3.8	80.7	197.9
HCO₃	62	586	31	216.9	87.2
NO₃	64	80	0	26.5	18.5
Na	64	191	13	59.7	38.2
Mg	63	90	0.5	15.9	14.2
Ca	64	336	0.8	56.3	52.9
Cond	63	2972	219	646.5	459.5
NO₂	62	2.4	0	0.1	0.3
NH₄	61	3.9	0	0.1	0.6
P₂O₅	28	0.9	0	0.1	0.2
SiO₂	33	65.2	0	28.2	24.0

La distribución de facies hidroquímicas se presenta en el cuadro 5.2.2.3.

Análisis químicos año 1994. 64 análisis en puntos de profundidad mayor de 30 m

Fuente	Hoja	Oct	Punto	Prof	F. toma	DQO	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	Na	Mg	Ca	K	pH	Cond	NO ₂	NH ₄	P ₂ O ₅	SiO ₂
Base Aguas	1822	5	10	110	02-nov-94	0,6	28	11	320	0	21	29	10	93	1	7,7	550	0,05	0,05	0,09	60
Base Aguas	1822	5	23	100	29-abr-94	1	29	13	291	0	19	27	13	85	1	7,8	555	0,05	0,05	0,09	59
Base Aguas	1822	5	23	100	02-nov-94	0,6	18	14	147	34	6	70	1	3	0	9,6	290	0,05	0,05	0,96	15,5
Base Aguas	1822	5	33	61,5	29-abr-94	0,9	73	11	231	8	3	136	3	5	0	8,9	529	0,05	0,05	0,13	15,4
Base Aguas	1822	5	33	61,5	02-nov-94	0,6	77	9	221	15	4	133	3	3	1	9	525	0,05	0,05	0,14	15,1
Base Aguas	1822	5	50	120	29-abr-94	1,5	20	25	147	27	2	70	2	3	0	9,8	334	0,05	0,05	0,41	7,1
Varela (96)	1822	7	83	180	01-ago-94		40	8	205	0	5,6	23	4	66	1,5	7,31	466	0,05			
Base Aguas	1822	8	116	60	29-abr-94	1,1	40	20	202	0	0	75	7	20	1	7,7	493	0,05	0,05	0,05	22
Base Aguas	1822	8	116	60	10-oct-94	0,6	22	6	145	0	4	54	2	9	1	8,1	270	0,05	0,05	0,05	7,4
Base Aguas	1823	2	104	80	29-abr-94	1,1	29	5	223	0	16	25	14	47	1	7,8	410	0,05	0,05	0,08	49,5
Base Aguas	1823	2	104	80	02-nov-94	0,6	29	8	232	0	23	26	9	59	1	7,9	441	0,05	0,05	0,05	57,8
CYII	1823	3	39	180	03-nov-94		3,8	117,4	14	2,1	66			0,8	0,4		268	0	0,01		
CYII	1823	3	138	200	03-nov-94		10,7	154,8	0	9,5	21,7	5,7	42	1,1		378	0	0,01			
Varela (96)	1823	3	139	95	01-ago-94		11	19	153	0	34	33	7	36	2	7,46	403	0,01	0		
Varela (96)	1823	3	140	120	01-ago-94		16	16	164	0	7,3	21	6	41	1,4	7,83	334	0,01	0		
Base Aguas	1823	4	36	80	29-abr-94	1,1	6	12	97	0	23	13	8	21	1	7,7	219	0,08	0,05	0,06	46,4
Base Aguas	1823	4	36	80	21-oct-94	0,6	6	9	100	0	27	14	5	25	1	7,6	221	0,05	0,05	0,52	65,2
Base Aguas	1823	4	132	100	29-abr-94	1,1	39	77	264	0	58	43	22	82	4	7,6	690	0,06	0,05	0,18	49,4
Base Aguas	1823	4	132	100	27-oct-94	0,6	41	72	277	0	80	52	17	94	5	7,5	705	0,07	0,05	0,21	64,4
CS-CM	1823	4	192	150	23-feb-94		20,5	14			33,3	35	0,5	13,3	1,1	7,73	300				
CYII	1823	4	194	132	03-nov-94			21,3	110,2	0	18,6	23,7	4,4	20	1,1		298	0	0,03		
CYII	1823	4	195	128	03-nov-94			30,9	132,2	0	27,8	27,3	6,2	35	1,3		378	0	0,03		
CYII	1823	4	196	114	03-nov-94			79,2	170,2	0	38,9	39,4	10,6	64	1,6		595	0	0,03		
Varela (96)	1823	4	197	69	01-ago-94		18	20	158	0	5,1	61	4	11	1,2	7,68	352	0,03	0,07		
Varela (96)	1823	4	198	120	01-ago-94		9	22	146	0	29	29	5	39	1,8	7,55	375	0	0		
Varela (96)	1823	4	199	105	01-ago-94		36	54	220	0	35	40	12	72	2,2	7,51	611	0,06	0,06		
Varela (96)	1823	4	200	70	01-ago-94		160	168	280	0	48	117	20	125	2,5	7,42	1270	0,07	0,03		
Varela (96)	1823	7	75	150	01-ago-94		23	52	176	0	3,8	99	2	4	1	7,89	465	0,18	0		
Varela (96)	1823	7	79	150	01-ago-94		11	12	92	0	15	19	4	22	0,9	7,34	237	0	0		
Varela (96)	1823	8	48	120	01-ago-94		40	35	274	0	18	41	16	66	3,1	7,65	625	0,02	0		
Varela (96)	1823	8	49	60	01-ago-94		38,0	31,0	244,0	0	24,0	39,0	16,0	58,0	2,9	7,67	594	0,06	0,00	0,00	0,0
Varela (96)	1823	8	50	125	01-ago-94		18,0	43,0	232,0	0	15,0	35,0	14,0	52,0	2,4	7,58	515	0,00	0,01	0,00	0,0
Varela (96)	1823	8	52	100	01-ago-94		29	71	247	0	23	45	20	60	2,5	7,77	646	0	0		
Varela (96)	1823	8	53	120	01-ago-94		29	64	71	0	19	46	20	64	2,7	7,72	662	0,01	0		
Varela (96)	1823	8	54	100	01-ago-94		20	30	223	0	18	34	12	52	2	7,53	493	0	0		
Varela (96)	1823	8	59	180	01-ago-94		40,0	48,0	268,0	0	24,0	46,0	16,0	68,0	3,2	7,96	658	0,00	0,00	0,00	0,0
Base Aguas	1923	1	9	80	29-abr-94	0,7	29	49	214	4	21	55	22	22	6	8,3	504	0,05	0,05	0,05	26,5
Base Aguas	1923	1	69	95	29-abr-94	1	45	47	272	2	43	107	20	24	3	8,2	651	0,05	0,05	0,05	38,3
Base Aguas	1923	1	69	95	27-oct-94	0,4	46	44	195	0	44	109	19	26	3	8,1	652	0,05	0,05	0,05	34,2
Varela (96)	1923	1	94	87	01-ago-94		83	166	274	0	64	80	20	117	2,8	7,86	1071	0,02	0		
Base Aguas	1923	1	214	110	29-abr-94	0,9	34	26	273	0	28	55	18	58	2	8	575	0,05	0,05	0,05	46,7
Base Aguas	1923	1	214	110	27-oct-94	0,6	37	23	291	0	31	57	12	62	2	7,9	568	0,05	0,05	0,05	47,5
Varela (96)	1923	1	278	100	01-ago-94		68	108	244	0	60	97	20	60	6,3	7,73	902	0	0		
Varela (96)	1923	1	354	100	01-ago-94		61	86	280	0	39	57	28	76	5,3	7,81	837	0,18	0,01		
Varela (96)	1923	1	355	100	01-ago-94		52	25	140	0	17	36	6	47	1,3	7,6	456	0	0		
CS-CM	1923	1	364	120	27-abr-94		44,2	26,7			25	77,5	10,9	36,1	2,93	7,96					
Varela (96)	1923	1	374	150	01-ago-94		49	50	226	3,6	29	63	16	48	3,3	8,05	646	0	0		
Varela (96)	1923	1	375	150	01-ago-94		45	61	259	0	32	54	13	74	3,9	7,77	692	0	0		
Varela (96)	1923	2	182	50	01-ago-94		135	274	414	0	73	102	90	110	9,5	7,72	1587	2,4	0,03		
Base Aguas	1923	5	19	150	29-abr-94	0,8	43	29	256	0	33	148	5	2	0	7,8	543	0,07	0,05	0,15	46,5
Base Aguas	1923	5	19	150	27-oct-94	0,6	48	32	238	0	35	48	16	53	2	7,8	548	0,05	0,05	0,14	46,3
Varela (96)	1923	5	245	190	01-ago-94		32	35	220	0	25	39	16	52	2,9	7,64	557	0,03	0		
Varela (96)	1923	5	255	120	01-ago-94		43	43	271	0	21	45	20	60	3,6	7,77	665	0,04	0		
Varela (96)	1923	5	274	90	01-ago-94		59	46	220	0	35	45	20	64	2,4	7,71	678	0,01	0		
Varela (96)	1923	5	276	50	01-ago-94		49	127	244	0	67	53	36	72	3,6	7,63	860	0,01	0		
Varela (96)	1923	5	277	50	01-ago-94		41	24	182	0	11	55	14	22	3,7	7,83	472	0,06	0		
Varela (96)	1923	5	278	60	01-ago-94		38	113	208	0	58	57	32	52	3,8	7,66	752	0,02	0		
Varela (96)	1923	5	279	75	01-ago-94		59	34	306	0	21	51	28	60	4,9	7,93	741	0,03	0		
Varela (96)	1923	5	280	90	01-ago-94		27	78	229	0	26	40	16	66	2,7	7,66	633	0,03	0		
Varela (96)	1923	5	281	151	01-ago-94		40	35	205	0	29	40	16	52	2,7	7,7	571	0,01	0		
Base Aguas	1923	6	172	74	29-abr-94	1,6	109	1047	31	0	2	191	32	265	14	7,6	2640	0,05	3,9	0,05	0,1
Base Aguas	1923	6	172	74	03-nov-94	2,2	102	1250	54	18	2	189	52	336	14	9,6	2972	0,05	3,4	0,05	0,6
Base Aguas	1924	1	4	79	29-abr-94	2,2	21	75	378	0	41	77	39	38	4	7,7	875	0,09	0,05	0,05	53,1
Base Aguas	1924	1	4	79	24-oct-94	2	18	65	586	0	43	83	45	87	4	7,9	927	0,05	0,05	0,05	57,5

Cuadro 5.2.2.1

Cuadro 5.2.2.3, Distribución de facies hidroquímicas en la zona de estudio (1994)

Facies Hidroquímica	Captaciones con profundidad < 30 m	Captaciones con profundidad > 30 m	Total
Bicarbonatada. cálcica	4	25	29
Bicarb - cálcico magnésica	1	3	4
Bicarb - cálcico sódica		6	6
Bicarbonatada magnésica		1	1
Bicarb - magnésico cálcica	1		1
Bicarbonatada sódica		14	14
Bicarb - sódico magnésica		2	2
Bicarb - sulfatada cálcica		1	1
Bicarb- sulf mag – cálcica		1	1
Clorurada cálcica		1	1
Sulfatada cálcica		2	2
Sulfat - bicarb. Cálcica		1	1
Total análisis	6	57	63

En dicho cuadro puede apreciarse el predominio de las aguas bicarbonatadas cálcicas (46%), seguidas de las bicarbonatadas sódicas (22%) que, es de destacar, sólo se presentan en sondeos de más de 30 m de profundidad. Las facies mixtas así como las cloruradas o sulfatadas cálcicas se presentan en proporciones mínimas, en todo caso inferiores al 10% de las ocasiones.

Como se ha tenido y se tendrá ocasión de comprobar en los apartados sucesivos, la variación de concentraciones es independiente de la profundidad de las captaciones, como demuestran los bajos coeficientes de correlación entre ambos parámetros resumidos en el cuadro 5.2.2.4. En las figuras 5.2.2.1 y 5.2.2.2 se adjuntan las representaciones gráficas de algunas de estas relaciones. El resto de representaciones gráficas de este tipo de relación puede encontrarse en el anexo 5.2.

Cuadro 5.2.2.4.- Coeficientes de correlación entre la profundidad y las concentraciones de elementos mayoritarios (Captaciones de más de 30 m de profundidad)

	Coef. correlación
Cl	-0.29
SO₄	-0.22
HCO₃	-0.15
NO₃	-0.18
Na	-0.30
Mg	-0.37
Ca	-0.18
Conductividad	-0.29

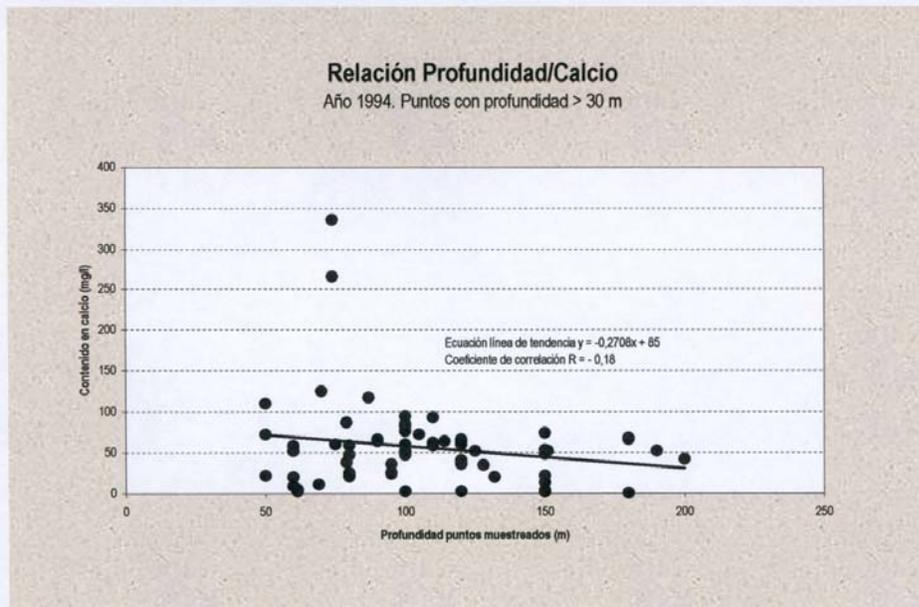
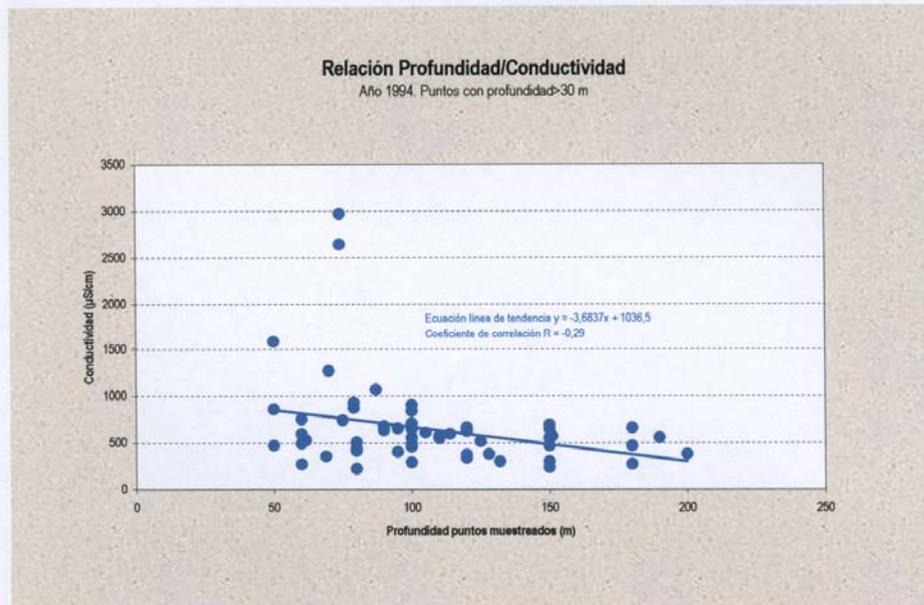


Figura 5.2.2.1

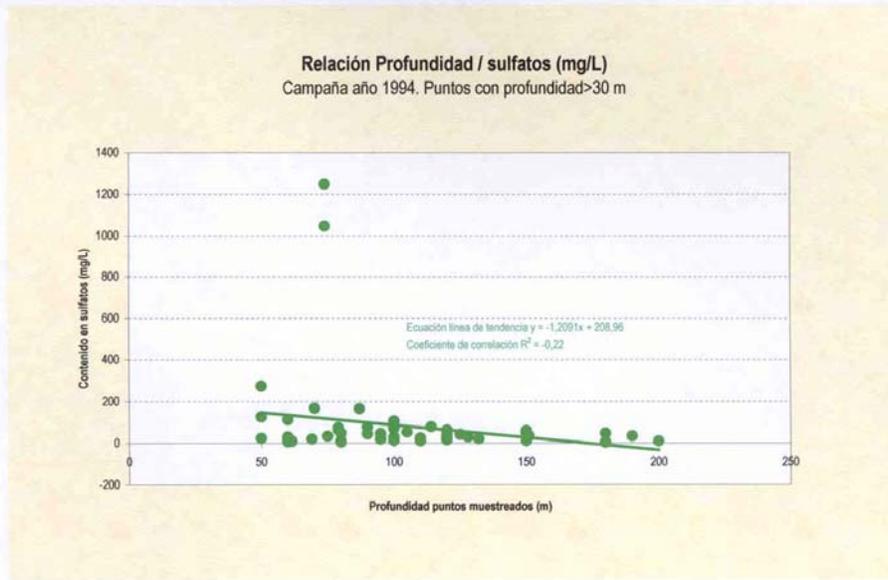
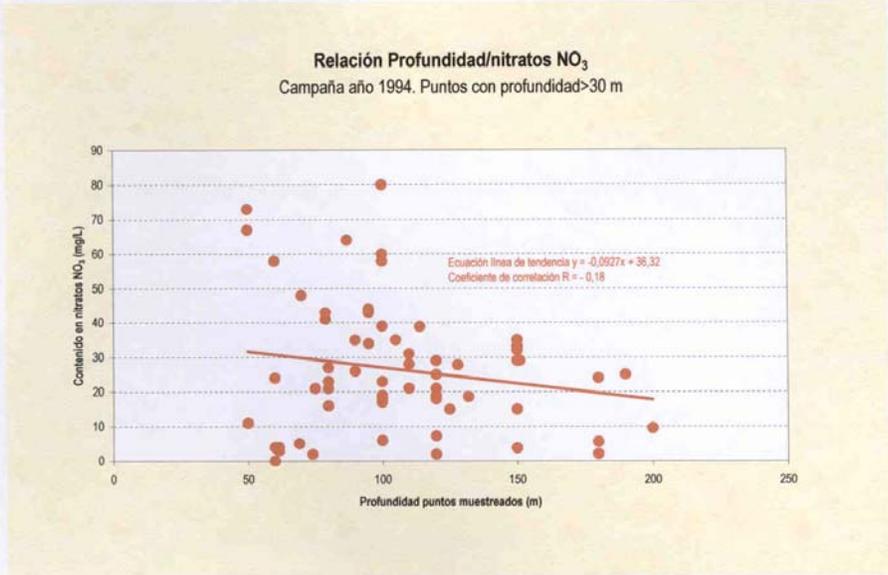


Figura 5.2.2.2

Como en la campaña de 1980, no se evidencia correlación entre iones. A modo de ejemplo en la figura 5.2.2.3. se incluye la representación de esta relación entre bicarbonatos - calcio y sulfatos - calcio. En esta última el coeficiente de correlación, 0.89, aparentemente significativo, está sesgado por dos muestras que presentan concentración de sulfatos superior a los 1000 mg/L, correspondientes a un único punto, 1923-6-172 situado al este de Parla, en facies de transición.

La distribución espacial de la conductividad y nitratos queda reflejada en los planos 5.2.2.1, de situación de puntos muestreados, y 5.2.2.2 y 5.2.2.3. Como puede observarse en ellos, existe una acusada polarización de los puntos de muestreo disponibles hacia el sector oriental de la cuenca - margen izquierda del Guadarrama - y, dentro de él, hacia las zonas urbanizadas e industriales existentes entre Alcorcón - Moraleja de Enmedio - Humanes - Griñón.

En la margen derecha del Guadarrama y en el sector occidental de la margen izquierda los valores de conductividad se mantienen por lo general por debajo de los 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En el sector oriental se aprecia un aumento progresivo de conductividad hacia la facies de transición. Los valores máximos de conductividad de este sector 1071, 1587, 860 2640 y 2972 $\mu\text{S}/\text{cm}$ se han detectado en los puntos 1923-1-94, 1923-2-182, 1923-5-276 y 1923-6-172, respectivamente, en los que se presentan los valores máximos de sulfatos de la zona: 166, 274, 127 y 1047 y 1250 mg/L. En similar situación se encuentra el punto 1823-4-200, al norte de Arroyomolinos, en el que la concentración de sulfatos es de 168 mg/L.

Las concentraciones de nitratos, salvo excepciones puntuales, se mantienen por debajo de los 15 mg/L en toda la margen derecha del río Guadarrama y en el sector inmediato adyacente al cauce en una línea imaginaria entre Villaviciosa de Odón y Batres. Valores sistemáticos por encima de los 30 mg/L se observan en la mitad oriental de la margen izquierda del río, ligados a las zonas urbanizadas e industriales de Leganés, Getafe, Fuenlabrada, Humanes, Griñón y Torrejón de la Calzada. Los puntos en que las concentraciones de nitratos sobrepasan los límites permitidos se sitúan precisamente en estas zonas.

5.3.- Conclusiones

A la vista de lo indicado en los apartados precedentes sobre la composición química de las aguas subterráneas en la zona de estudio durante las campañas de 1980 y 1994 puede concluirse que:

- las aguas subterráneas en la zona de estudio presentaban facies predominantes bicarbonatadas cálcicas y bicarbonatadas sódicas. Las facies mixtas se detectaban en mucha menor proporción.
- las variaciones de concentración de elementos mayoritarios, aunque relativamente amplias, se mantenían dentro de los valores habituales en el acuífero terciario detrítico de Madrid.

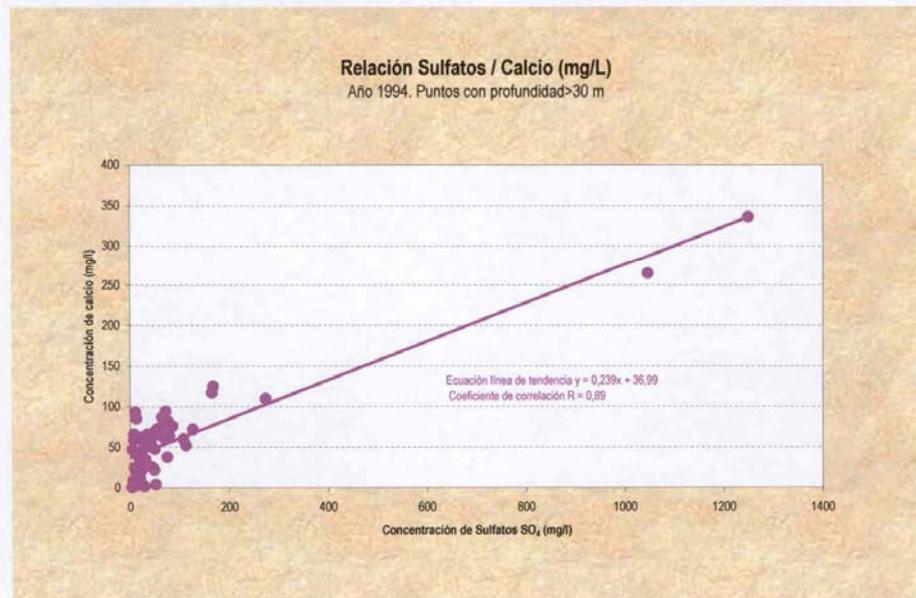
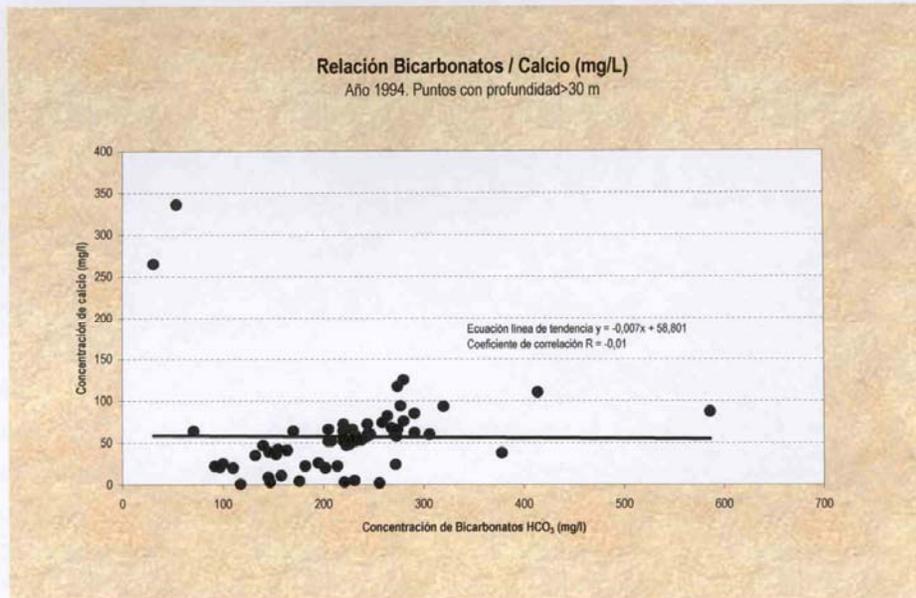
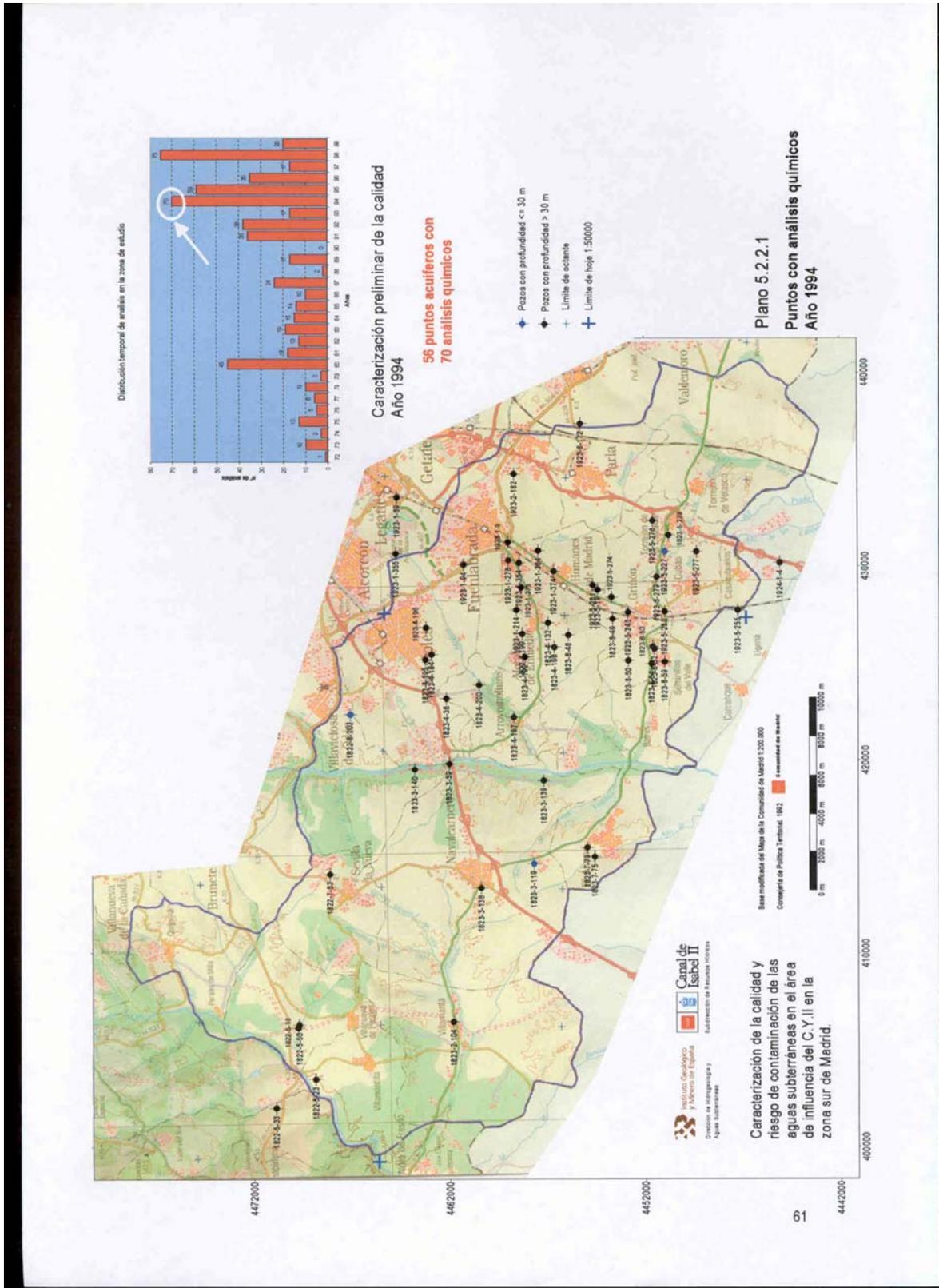
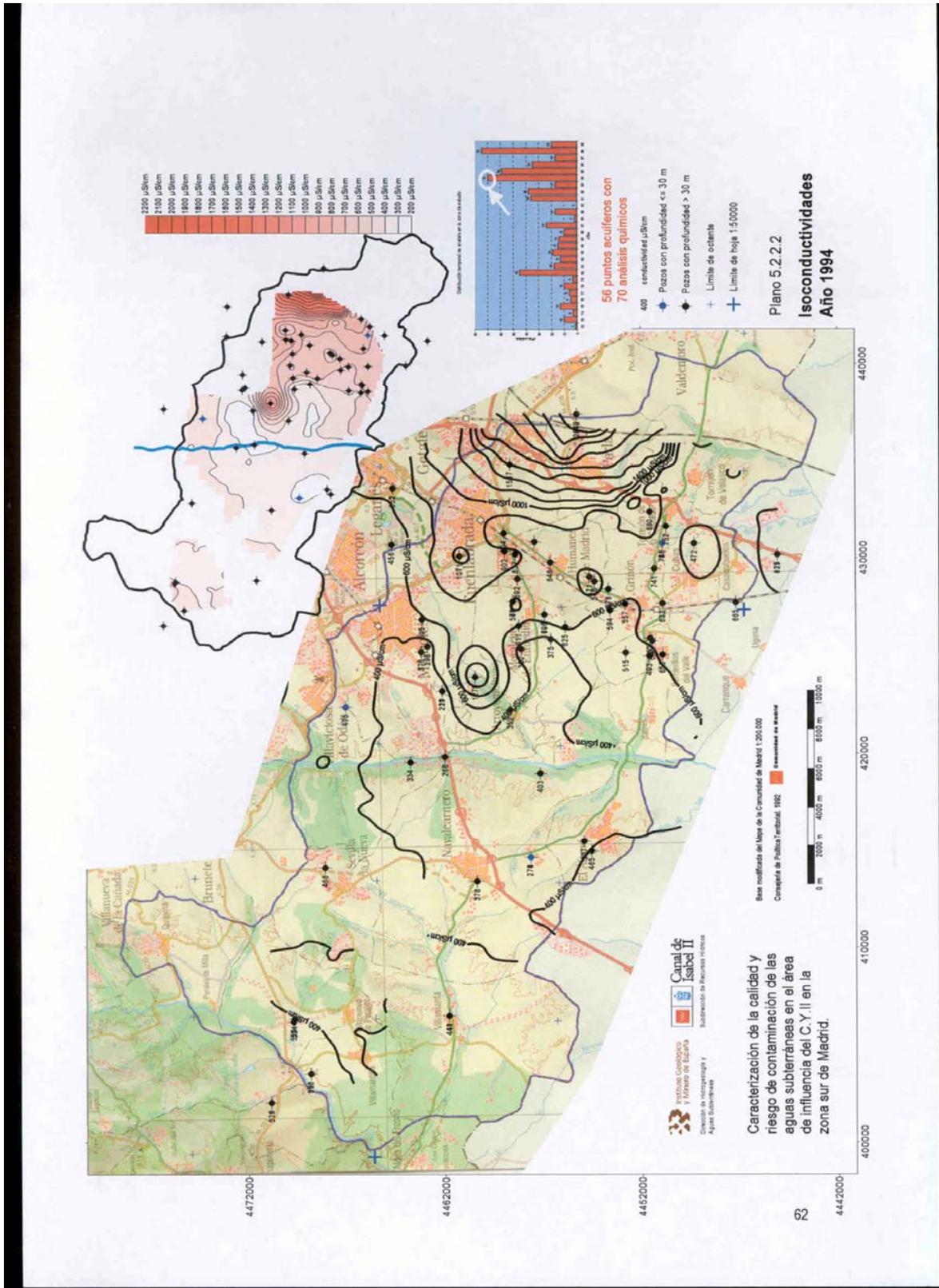
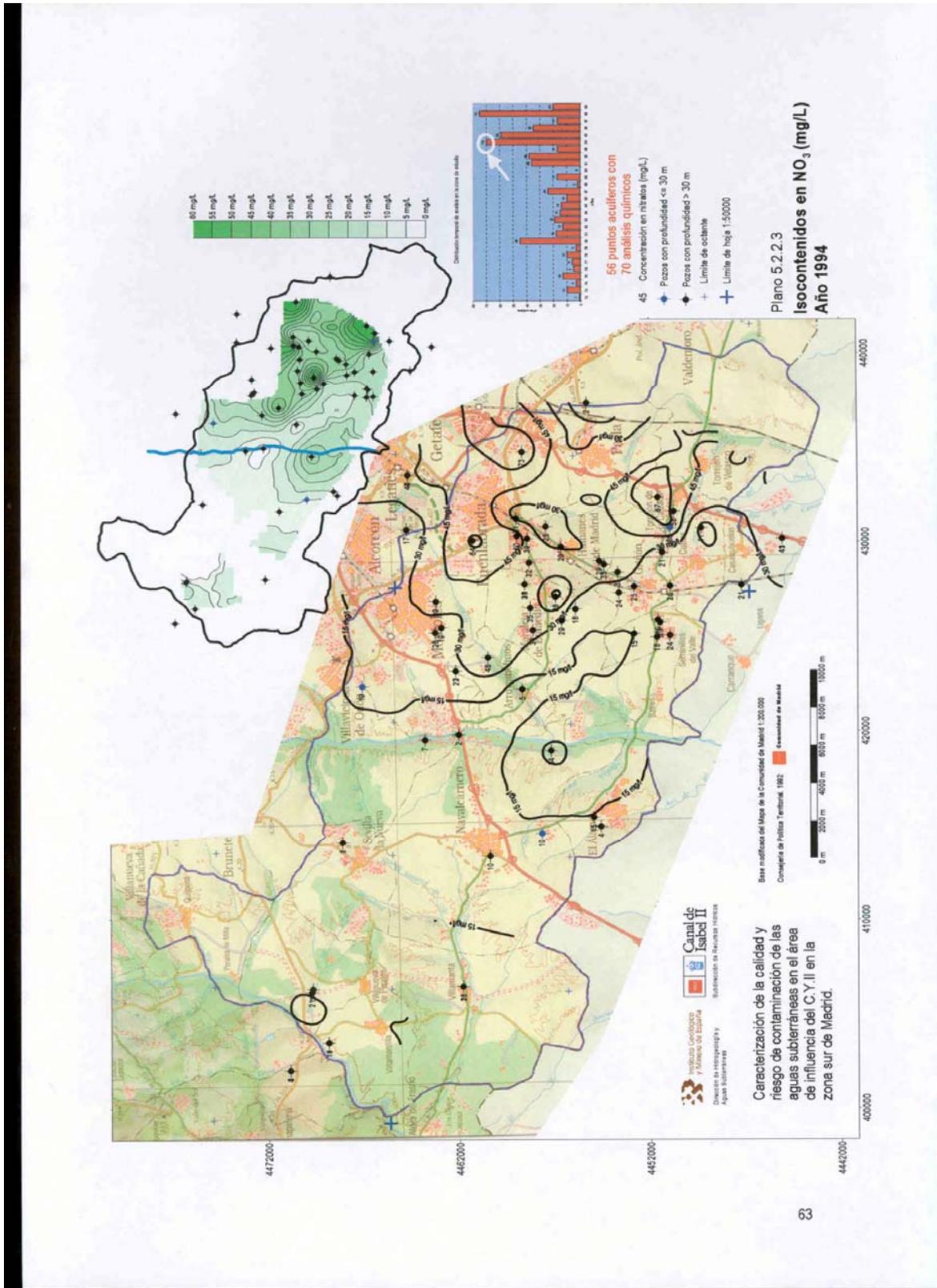


Figura 5.2.2.3







- en mayor o menor concentración, la presencia de nitratos era una constante en las aguas subterráneas de la zona dado que se ha detectado en la totalidad de los sondeos. Esta presencia, ligada por lo general a entornos urbanos o industriales de Serranillos del Valle, Humanes, Fuenlabrada y Móstoles, constituía la principal causa de limitación de la potabilidad de las aguas subterráneas para consumo humano.
- no se han encontrado relaciones significativas entre las concentraciones de los diversos constituyentes y la profundidad de las captaciones ni se ha evidenciado correlación significativa entre los diferentes constituyentes de las aguas subterráneas.

5.4.- La evolución de la composición química en el tiempo

La caracterización de la evolución temporal de la composición química del agua subterránea en la zona de estudio se realiza a partir de los análisis químicos correspondientes a 25 captaciones que presentan una serie de al menos cinco análisis, (Cuadro 5.4.1) cuya distribución espacial puede observarse en el plano 5.4.1. La información analítica disponible, adjunta en el anexo 5.4 se resume en el cuadro siguiente:

Serie	Nº de puntos
5 - 10 análisis	13
Más de 10 análisis	12

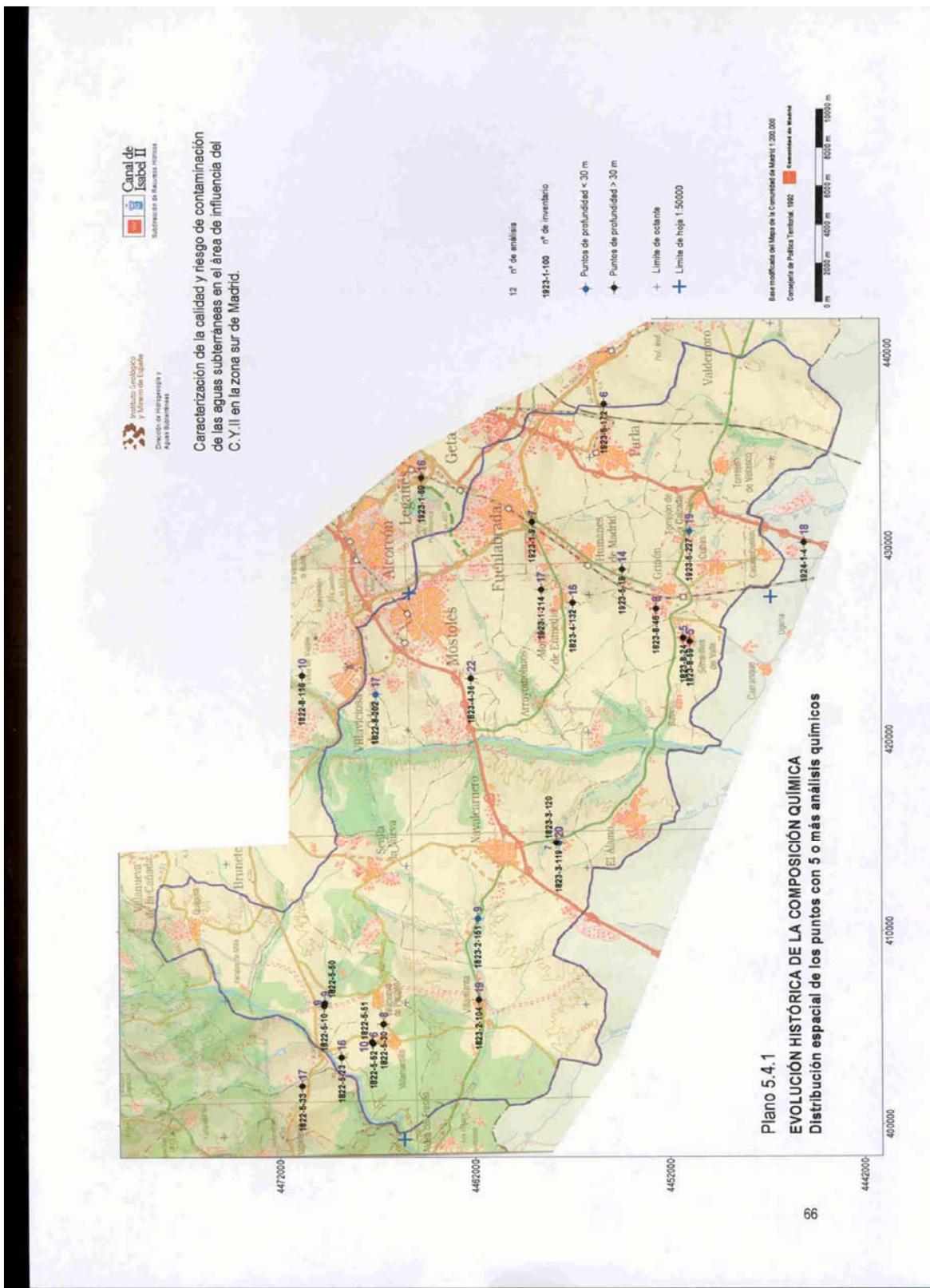
La profundidad de las captaciones seleccionadas oscila entre 0 y 305 m. La mayor parte de los sondeos tienen profundidad comprendida entre 100 y 200 m. El periodo de análisis disponibles se extiende de forma discontinua desde 1975 a 1999. La mayor parte de datos en serie continua pertenecen al periodo 1991 - 1999.

La evolución de la composición química se aborda mediante el estudio de la conductividad y el contenido en nitratos como parámetros indicativos de dicha composición.

Cuadro 5.4.1

Relación de puntos utilizados para el estudio de la evolución temporal de la calidad en la zona de estudio

Punto acuífero	Profundidad (m)	N° total de análisis	Años con valores	Periodo continuo	n° análisis
1822-5-10	110	9	80-98	94-98	6
1822-5-23	100	16	80-98	91-98	11
1822-5-30	61	8	80-91	80-82	7
1822-5-33	61,5	17	84-98	91-98	13
1822-5-50	120	9	83-94	91-94	4
1822-5-51	100	10	91-98	97-98	8
1822-5-52	260	6	97-98	97-98	6
1822-8-116	60	10	89-96	91-96	9
1822-8-202	15	17	83-99	94-99	10
1823-2-104	80	19	80-99	91-99	13
1823-2-151	0	9	81-91	83-86	5
1823-3-119	13	20	80-99	91-99	14
1823-3-120	80	7	80-91	80-82	6
1823-4-36	80	22	80-99	91-99	14
1823-4-132	100	16	80-96	91-96	9
1823-8-24	90	5	83-89	84-86	3
1823-8-46	305	8	79-99	98-99	3
1823-8-59	180	5	87-95	94-95	2
1923-1-9	80	7	80-94	91-94	5
1923-1-69	95	16	84-98	91-98	12
1923-1-214	110	17	80-99	91-99	15
1923-5-19	150	14	75-95	91-95	8
1923-5-227	20,5	19	83-98	91-98	14
1923-6-172	74	6	75-94	92-94	5
1924-1-4	79	18	84-99	91-99	14



5.4.1.- Evolución de la conductividad

Los datos estadísticos de conductividad en los 25 puntos se acompañan en el cuadro 5.4.1.1.

Las figuras 5.4.1.1 a 5.4.1.25, correspondientes a la evolución de iones mayoritarios, conductividad, SiO₂, especies nitrogenadas y P₂O₅, se adjuntan en el anexo 5.4

Los valores extremos de conductividad detectados en el conjunto de captaciones corresponden a 195 y 3851 μ S/cm. Los valores máximos oscilan en el intervalo de 256 a 3851 μ S/cm, en tanto que los mínimos se distribuyen en el rango de 195 a 1060 μ S/cm. Los valores medios corresponden al intervalo de 231 - 2186 μ S/cm. Los valores máximos detectados en la serie corresponden a las captaciones 1923-6-172 y 1924-1-4, de similar profundidad, situadas al este de Parla y al sur de Casarrubuelos, zonas en las que se evidencian influencias litológicas de la facies de transición. Excluidos estos puntos, los valores medios de conductividad más frecuentes se distribuyen en el rango de 300 a 700 μ S/cm.

La variabilidad de la conductividad en cada captación se pone de manifiesto por las diferencias observadas entre los valores máximo y mínimo de la serie de datos disponibles en cada una de ellas. Las diferencias más frecuentes oscilan entre valores de 100 y 400 μ S/cm, como se indica en el cuadro 5.4.1.2.

Cuadro 5.4.1.2.- Diferencias máximo-mínimo de conductividad.

Diferencias (μ S/cm)	Nº de puntos
< 100	3
100 - 200	7
200 - 300	4
300 - 400	4
400 - 500	2
500 - 1000	3
>1000	2

En valores porcentuales dicha variabilidad queda reflejada en el cuadro 5.4.1.3 en que se incluyen los porcentajes de variación sobre los valores mínimos.

Cuadro 5.4.1.3.- Variaciones porcentuales de la conductividad sobre el valor mínimo.

Variaciones (%)	Nº de puntos	Intervalo (%)
< 100	16	5-93
100-200	7	128-176
>200	2	210-493

Cuadro 5.4.1.1

Resumen estadístico de los valores de conductividad ($\mu\text{S/cm}$) en los 25 puntos acuíferos

Punto acuífero	Profundidad (m)	n° análisis	Valor máximo	Valor mínimo	Diferencia máx-min	% variación sobre el mínimo	Media	Desviación standart	Desviación sobre la media (med-min)	Desviación sobre la media (max-med)
1822-5-10	110	9	692	251	441	176	500	125	249	192
1822-5-23	100	16	555	290	265	91	339	66	49	216
1822-5-30	61	8	895	467	428	92	704	141	237	191
1822-5-33	61,5	17	583	477	106	22	529	26	52	54
1822-5-50	120	9	563	334	229	69	510	68	176	53
1822-5-51	100	10	479	335	144	43	418	42	83	61
1822-5-52	260	6	451	335	116	35	399	37	64	52
1822-8-116	60	10	622	270	352	130	478	124	208	144
1822-8-202	15	17	516	195	321	165	404	105	209	112
1823-2-104	80	19	520	353	167	47	422	47	69	98
1823-2-151	-	9	1450	670	780	116	974	252	304	476
1823-3-119	13	20	500	225	275	122	303	88	78	197
1823-3-120	80	7	424	266	158	59	339	50	73	85
1823-4-36	100	22	256	201	55	27	231	15	30	25
1823-4-132	100	16	1063	470	613	130	705	135	235	378
1823-8-24	90	5	555	500	55	11	533	19	33	22
1823-8-46	305	8	692	358	334	93	535	86	177	157
1823-8-59	180	5	669	638	31	5	654	12	16	15
1923-1-9	80	7	535	343	192	56	450	64	107	85
1923-1-69	95	16	861	560	301	54	667	61	107	194
1923-1-214	110	17	738	475	263	55	607	75	132	131
1923-5-19	150	14	597	441	156	35	526	49	85	71
1923-5-227	20,5	19	980	430	550	128	729	153	299	251
1923-6-172	74	6	3290	1060	2230	210	2186	824	1126	1104
1924-1-4	79	18	3851	649	3202	493	1071	681	422	2780

En el cuadro 5.4.1.1. esta circunstancia se manifiesta, igualmente, en los valores de desviación sobre la media que, en el caso de valores mínimos, oscilan entre 16 y 1126 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y, en el de los valores máximos, entre 15 y 2780 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

A la vista de las figuras 5.4.1.1 a 5.4.1.25 y del cuadro 5.4.1.4 la variabilidad de la conductividad se constata por las variaciones máximas detectadas en una misma captación tanto en el conjunto de la serie como en campañas consecutivas o con datos consecutivos.

Las variaciones mencionadas se producen en puntos diferentes de las respectivas series temporales, sin coincidencia, y corresponden a periodos de tiempo que pueden oscilar entre los seis meses, entre dos campañas consecutivas, y varios años.

Cuadro 5.4.1.4.- Variaciones máximas de conductividad en diversas campañas.

Nº	Prof (m)	Variaciones en años el conjunto de la serie			Variaciones en campañas consecutivas		
		Variación	Difer.	Fechas	Variación	Difer.	Fechas
18225010	110	692-251	-441	P80-O80	692-251	-441	P80-O80
18225023	100	290-555	265	P94-O94	290-555	265	P94-O94
18225030	61	895-467	-428	P80-P82	467-860	393	P82-O82
18225033	61.5	477-583	106	P85-P92	513-583	70	P91-P92
18225050	120	563-334	-229	O93-P94	563-334	-229	O93-P94
18225051	100	335-477	142	P97-P98	386-477	91	P98-O98
18225052	260	335-450	115	P97-P98	335-393	58	P97-P97
18228116	60	270-622	352	O94-O95	270-580	310	O94-P95
18225202	15	516-195	-325	P92-P95	215-516	301	P91-P92
18232104	80	520-353	-167	P92-O96	353-503	150	O96-O98
18232151	0	670-1450	780	P84-P85	933-1450	517	O84-P85
18233119	13	500-225	-275	O83-P96	388-500	112	P80-P81
18233120	80	424-266	-158	O91-P91	300-424	124	P81-O91
18234036	100	201-256	55	P91-P98	251-220	-31	O81-O83
18234132	100	1083-470	-613	O84-O92	1083-757	-326	O84-P85
18238024	90	500-555	55	P86-P89	500-555	55	P86-P89
18238046	305	692-358	-334	P79-P95	358-546	188	P95-O96
18238059	180	669-638	-31	P91-P95	642-669	27	P87-P91
19231009	80	343-535	192	P91-O93	383-535	152	O92-O93
19231069	95	560-861	301	P84-P96	861-667	-194	P96-O96
19231214	110	475-738	263	P94-P98	649-475	-174	P93-O93
19235019	150	597-441	-156	P75-O92	590-441	-149	P92-O92
19235227	20.5	430-980	550	O93-P98	510-778	268	P86-P89
19236172	74	3290-1060	-2230	P75-P92	1670-2640	970	O93-P94
19241004	79	649-3851	3202	O92-P96	789-3851	3062	P96-O96

P86 = Primavera 86; O92= Otoño 92

En las figuras 5.4.1.26 a 5.4.1.32 se presentan las tendencias de evolución de la conductividad para el conjunto de la serie de datos disponibles en cada punto. La tendencia dominante es la de aumento que se presenta en 12 de los 25 sondeos seleccionados. La tendencia al descenso se presenta en 6 sondeos, en el mismo número que se detecta la tendencia a la estabilidad. Sólo en el sondeo 1923-1-009 se evidencia una clara tendencia al descenso entre 1981 y 1991, seguida de la tendencia inversa entre 1991 y 1995.

Los tres tipos de tendencia se pueden observar en la zona septentrional de Villanueva de Perales donde tres sondeos presentan tendencia al ascenso de conductividad, otros tres al aumento de la misma y uno a la estabilidad.

Tendencias opuestas se producen en sondeos muy próximos de similares características. Tal es el caso de las captaciones 1823-4-132 y 1923-1-214, con 100 y 110 m de profundidad respectivamente, en las proximidades de Moraleja de Enmedio.

En las figuras 5.4.1.1 a 5.4.1.25 puede comprobarse que, en general y como era previsible, las variaciones de conductividad, incluso en los sondeos más próximos a la facies de transición, se asocian a variaciones en paralelo de las concentraciones de los varios constituyentes mayoritarios y no a variaciones individuales en la concentración de cualquiera de estos constituyentes. En el cuadro 5.4.1.5 se especifican los constituyentes asociados a las variaciones de conductividad mencionadas.

Cuadro 5.4.1.5.- Constituyentes asociados a las variaciones de conductividad

Nº	Prof (m)	Constituyentes
18225010	110	HCO ₃ , Ca, Mg
18225023	100	HCO ₃ , Ca, Na
18225030	61	HCO ₃ , Ca
18225033	61.5	HCO ₃ , Cl, Na
18225050	120	HCO ₃ , Cl, Ca, Mg
18225051	100	-
18225052	260	-
18228116	60	HCO ₃ , SO ₄ , Ca, Na, Mg
18225202	15	HCO ₃ , SO ₄ , Ca, Na
18232104	80	HCO ₃ , Cl, Ca, Na
18232151	0	HCO ₃ , Ca, Mg
18233119	13	HCO ₃ , Cl, Ca, Mg, Na
18233120	80	-
18234036	100	HCO ₃ , SO ₄ , Ca, Na
18234132	100	HCO ₃ , SO ₄ , Ca, Na
18238024	90	-
18238046	305	HCO ₃ , Ca, Mg
18238059	180	-
19231009	80	HCO ₃ , Na, Ca, Mg
19231069	95	HCO ₃ , Na, Ca
19231214	110	SO ₄ , Cl, Ca, Na
19235019	150	HCO ₃ , SO ₄ , Ca, Na

19235227	20.5	SO ₄ ,Cl, Ca, Na
19236172	74	SO ₄ ,Ca,Na
19241004	79	-

Exceptuando coincidencias esporádicas de ascensos o descensos simultáneos de conductividad y nivel piezométrico, en las captaciones en que se dispone de datos de ambos parámetros, no se advierte correlación entre ellos como puede observarse en las figuras 5.4.1.33 a 5.4.1.39.

5.4.2.- La evolución de la concentración de nitratos

Por lo que se refiere a la evolución de la concentración de nitratos hay que hacer notar que la presencia de este constituyente en las captaciones con máximo registro histórico se detecta en el 84% de las mismas desde el comienzo de la serie como se indica en el cuadro 5.4.2.1.

Cuadro 5.4.2.1. Intervalos de concentración de nitratos en el primer año de la serie.

	Nº de puntos	Media	%
NO₃ = 0	4	0	16
0 < NO₃ < 25	11	11.5	44
25 > NO₃ < 50	8	32.8	32
NO₃ > 50	2	89	8

Las captaciones que no presentan evidencias de existencia de nitratos en el primer año de la serie tienen profundidades de 100, 80, 214 y 70 metros. Las concentraciones máximas de este constituyente se han detectado en el punto 1823-2-151, manantial, y en el 1924-1-004, sondeo de 79 metros de profundidad.

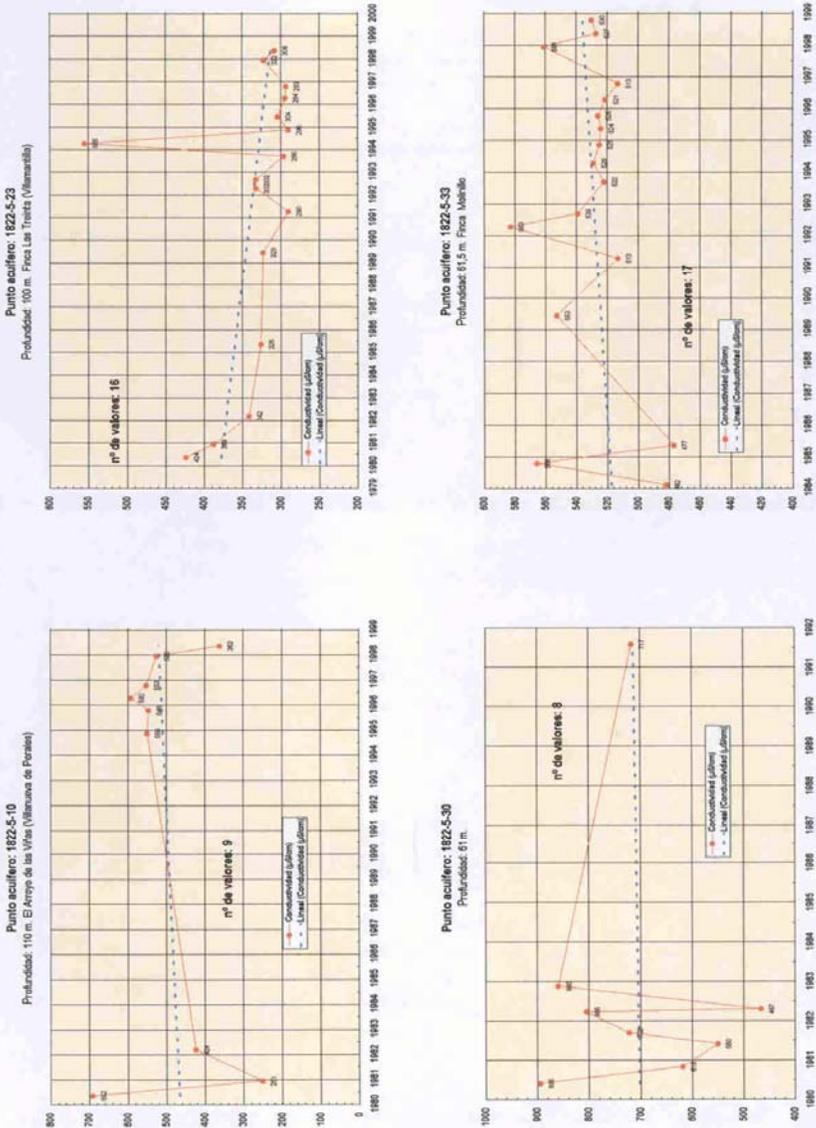
Considerando el conjunto de la serie (300 datos disponibles, cuadro 5.4.2.2) sólo en el 15% de las ocasiones la concentración de nitratos sobrepasa los 50 mg/L; en el 35% de los casos dicha concentración se mantiene entre los 25 y los 50 mg/L y en el 50 % está comprendida entre los 0 y los 25 mg/L.

En el citado cuadro 5.4.2.2. puede observarse que en ninguna de las captaciones la concentración de nitratos sobrepasa sistemáticamente la concentración máxima admitida por la R.T.S. Los porcentajes en que se produce esta situación sólo sobrepasan el 50 % de las ocasiones en los puntos 1823-4-132 (56%), 1923-5-227 (68%) y 1823-2-151 (78%).

Tendencias en la evolución de la conductividad

Puntos acuíferos con 5 o más análisis químicos

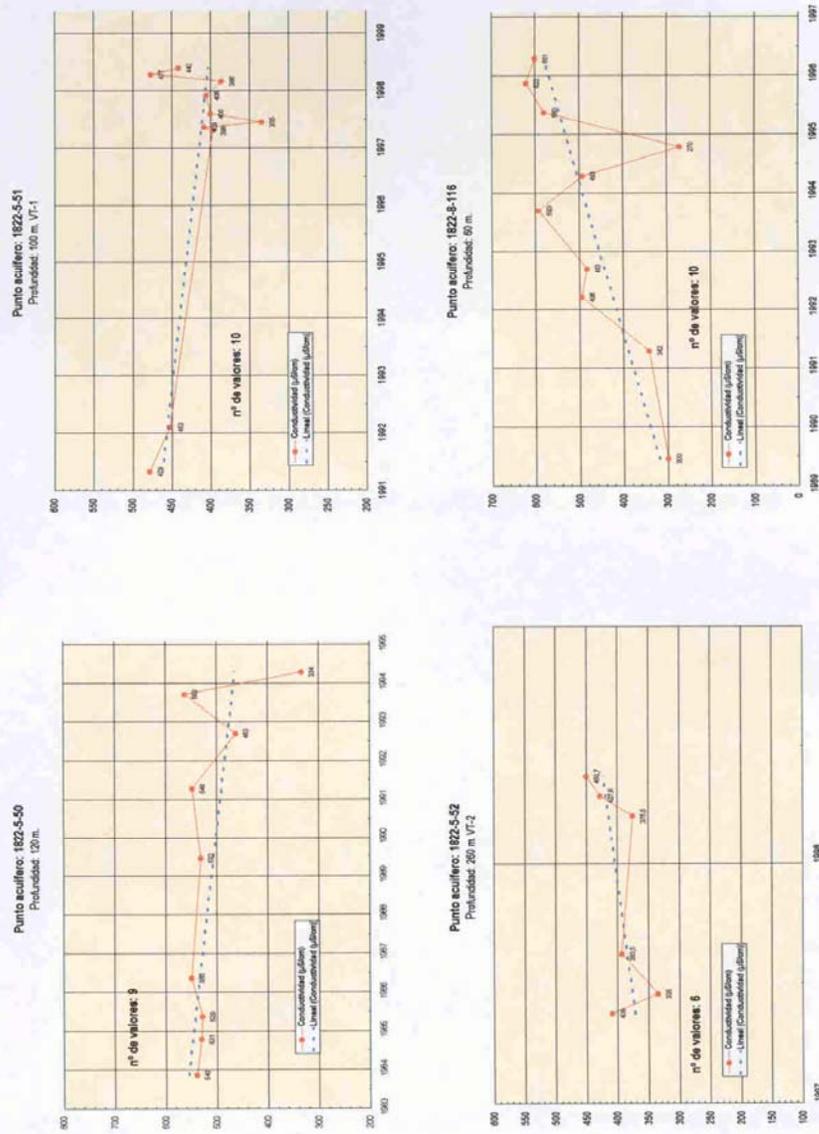
Figura 5.4.1.26



Tendencias en la evolución de la conductividad

Puntos acuíferos con 5 o más análisis químicos

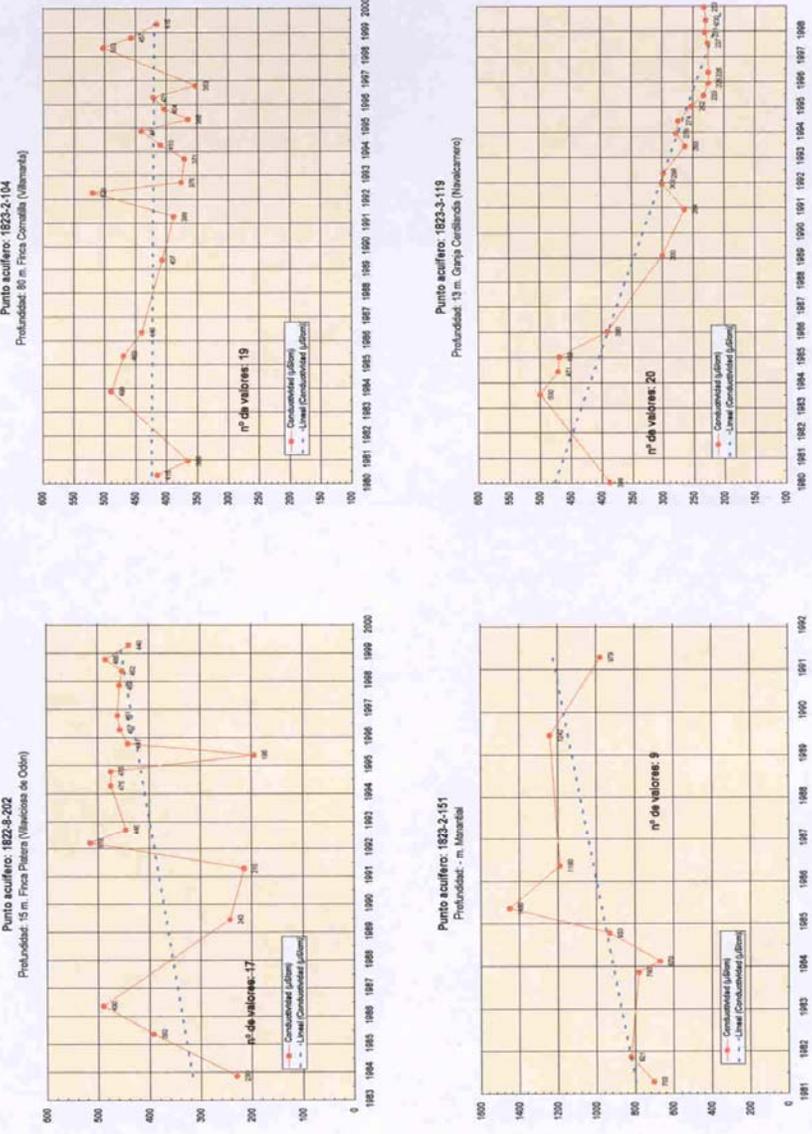
Figura 5.4.1.27



Tendencias en la evolución de la conductividad

Puntos acuíferos con 5 o más análisis químicos

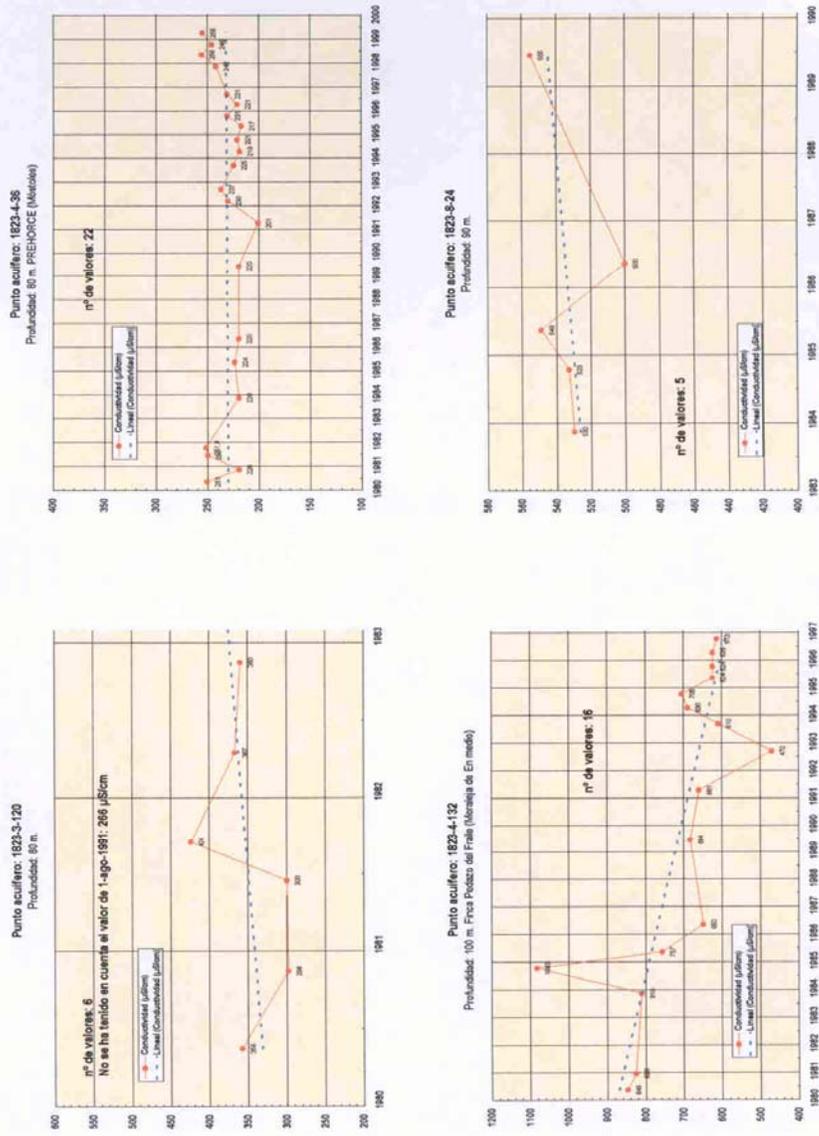
Figura 5.4.1.28



Tendencias en la evolución de la conductividad

Puntos acuíferos con 5 o más análisis químicos

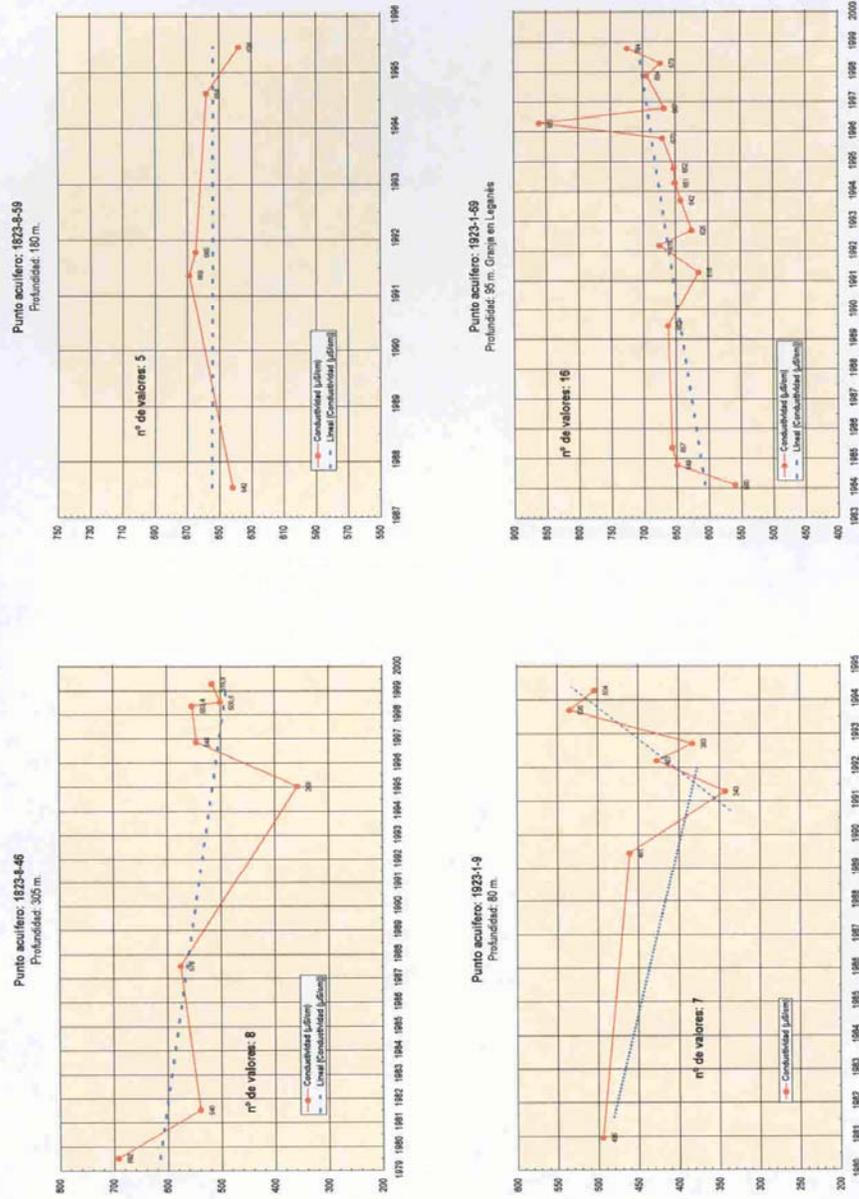
Figura 5.4.1.29



Tendencias en la evolución de la conductividad

Puntos acuíferos con 5 o más análisis químicos

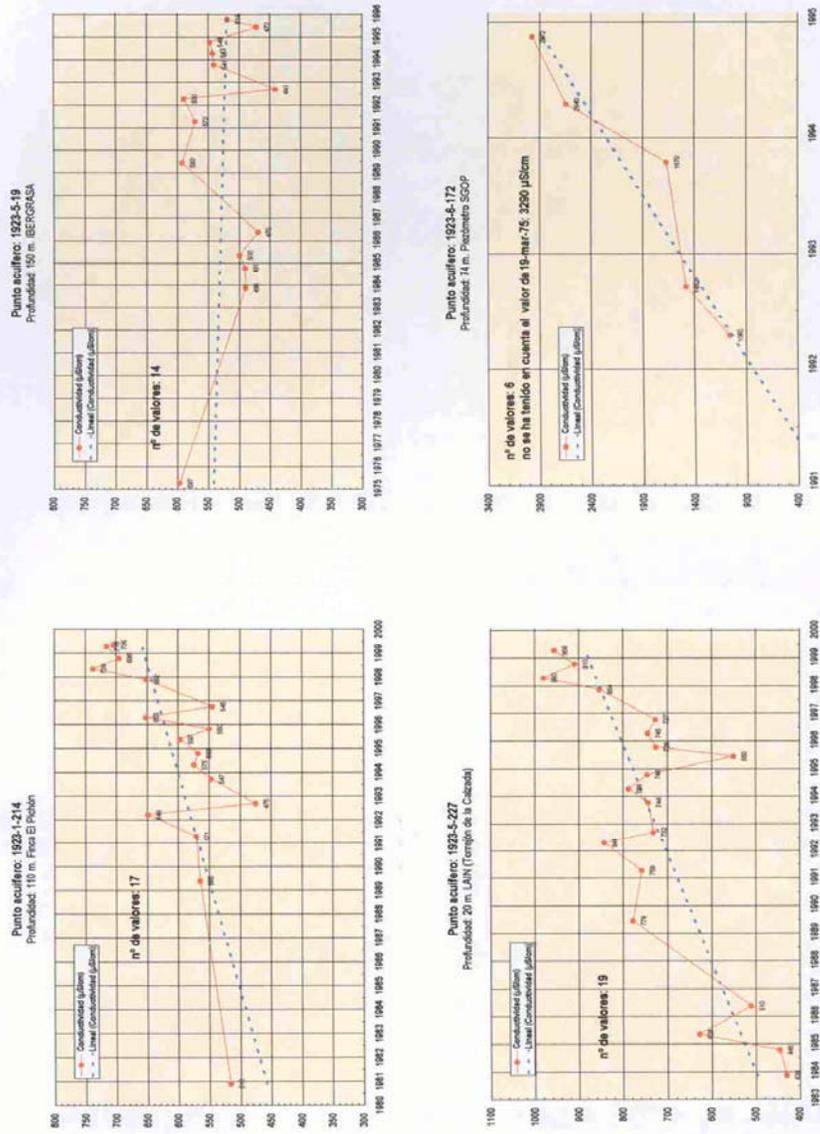
Figura 5.4.1.30



Tendencias en la evolución de la conductividad

Puntos acuíferos con 5 o más análisis químicos

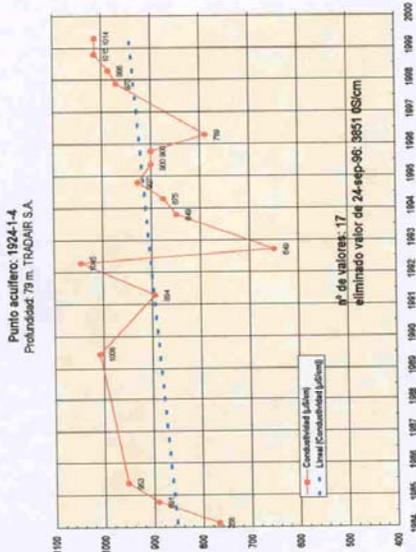
Figura 5.4.1.31



Tendencias en la evolución de la conductividad

Puntos acuíferos con 3 o más análisis químicos

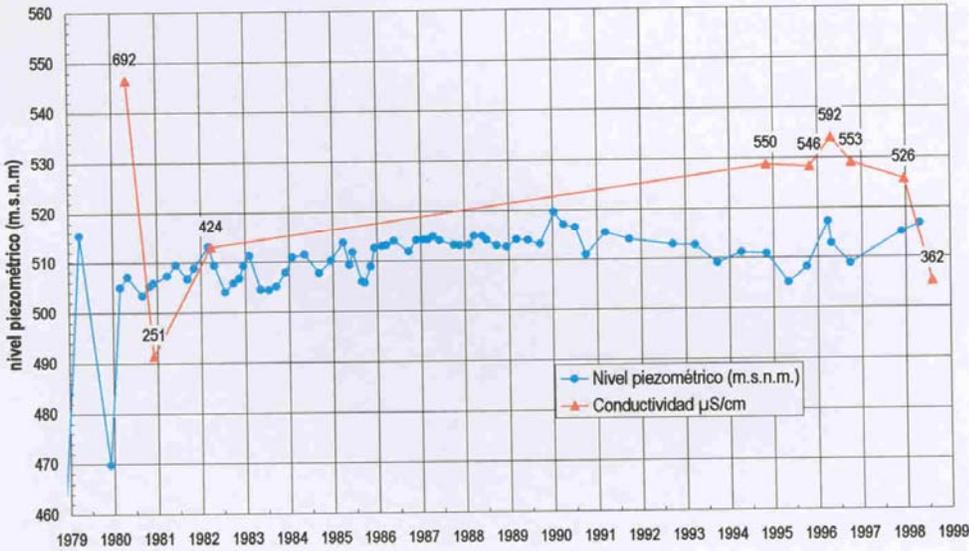
Figura 5.4.1.32



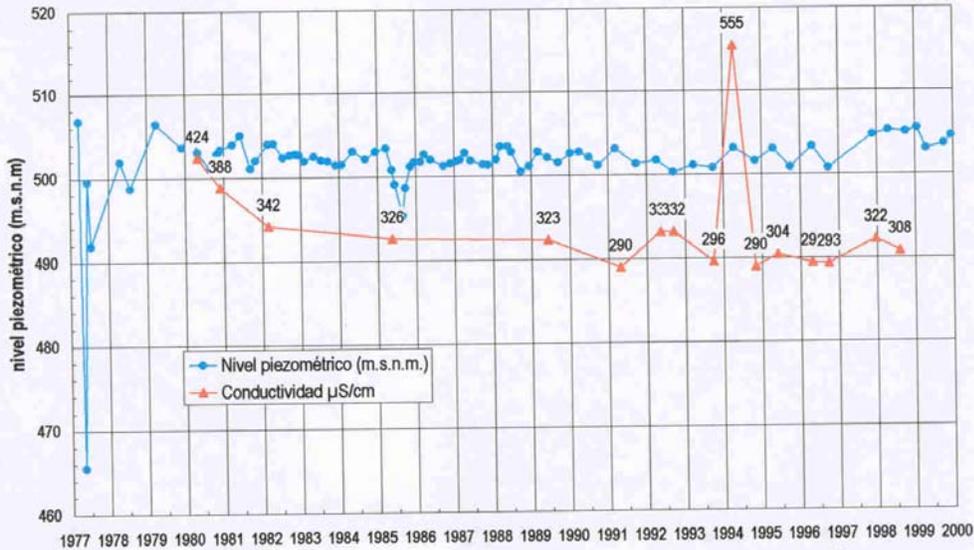
Relación entre las variaciones de conductividad y el nivel piezométrico

Figura 5.4.1.33

Punto acuífero: 1822-5-10
Profundidad: 110 m. Cota: 520 m



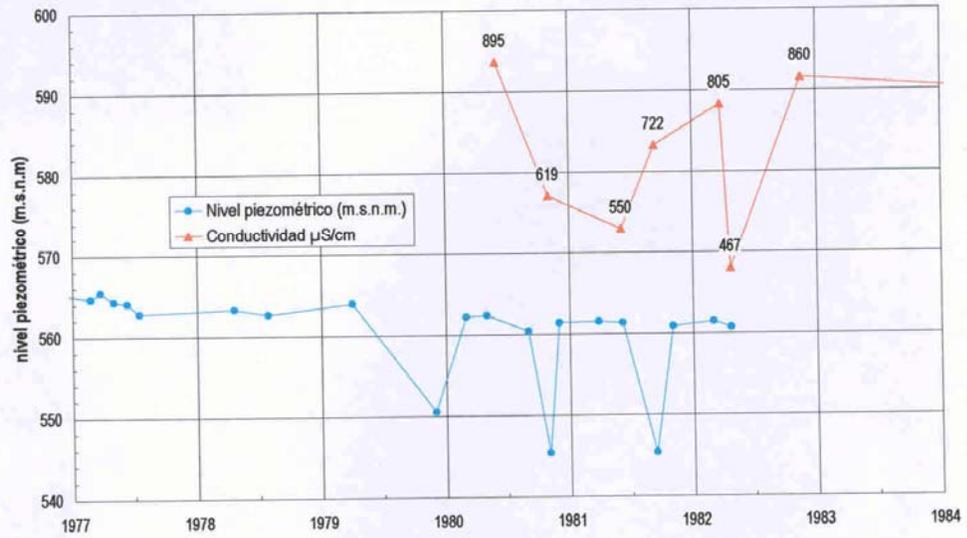
Punto acuífero: 1822-5-23
Profundidad: 100 m. Cota: 508 m



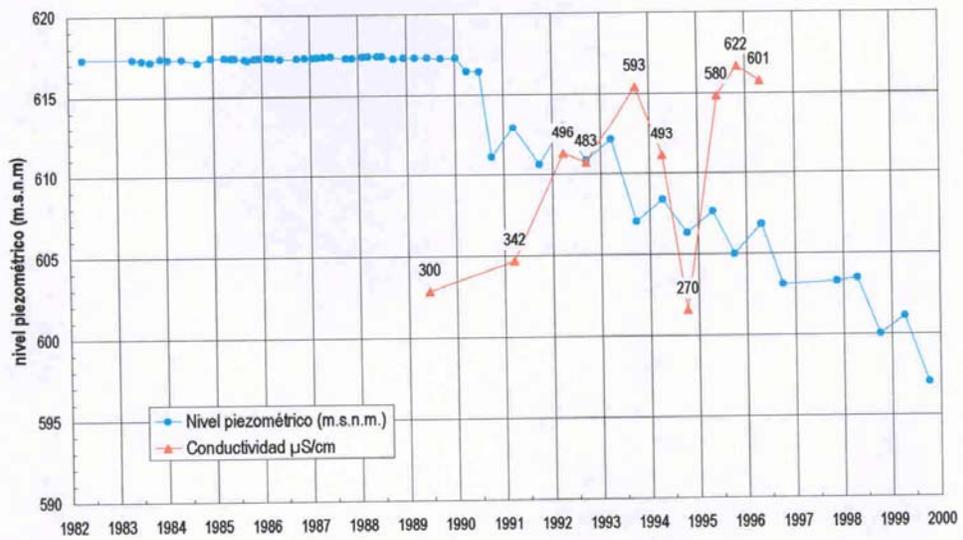
Relación entre las variaciones de conductividad y el nivel piezométrico

Figura 5.4.1.34

Punto acuífero: 1822-5-30
Profundidad: 61 m. Cota: 583 m



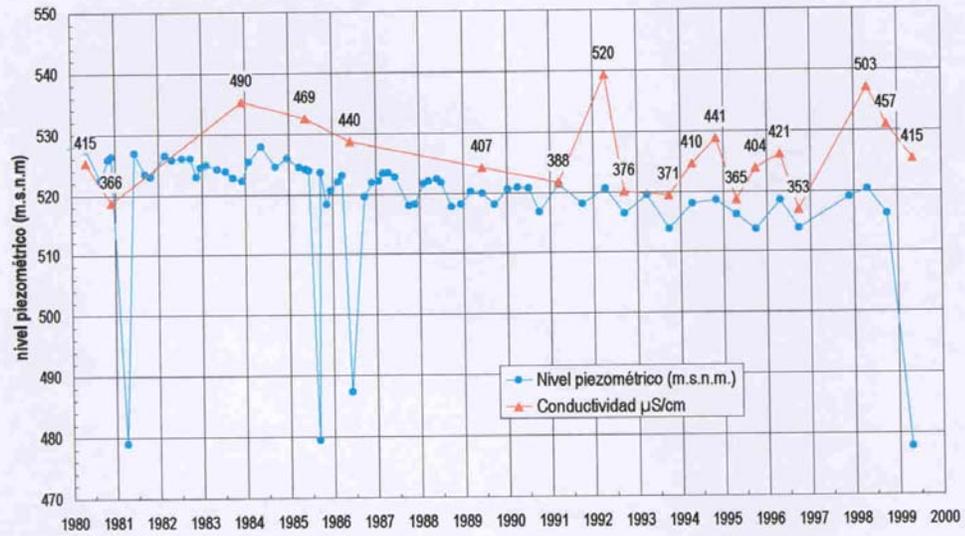
Punto acuífero: 1822-8-116
Profundidad: 60 m. Cota: 618 m



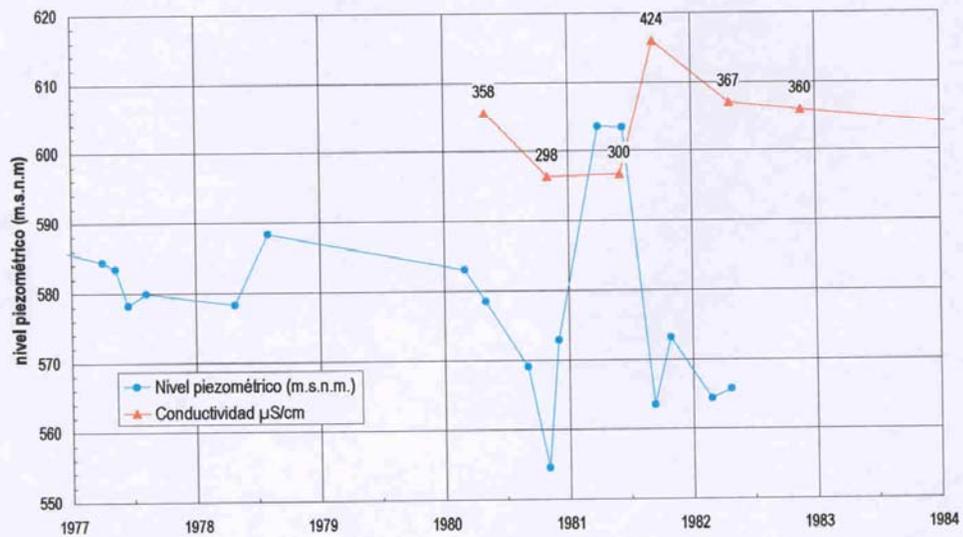
Relación entre las variaciones de conductividad y el nivel piezométrico

Figura 5.4.1.35

Punto acuífero: 1823-2-104
Profundidad: 80 m. Cota: 550 m



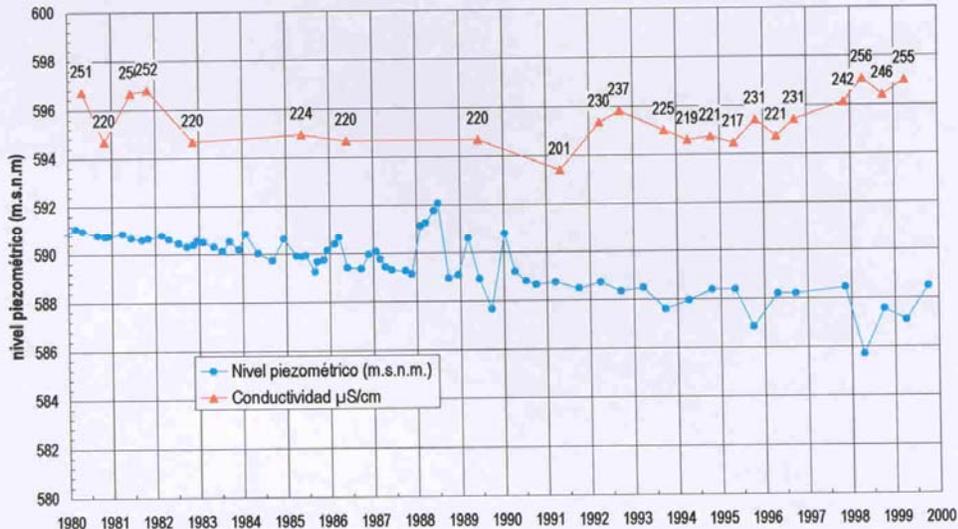
Punto acuífero: 1823-3-120
Profundidad: 80 m. Cota: 619 m



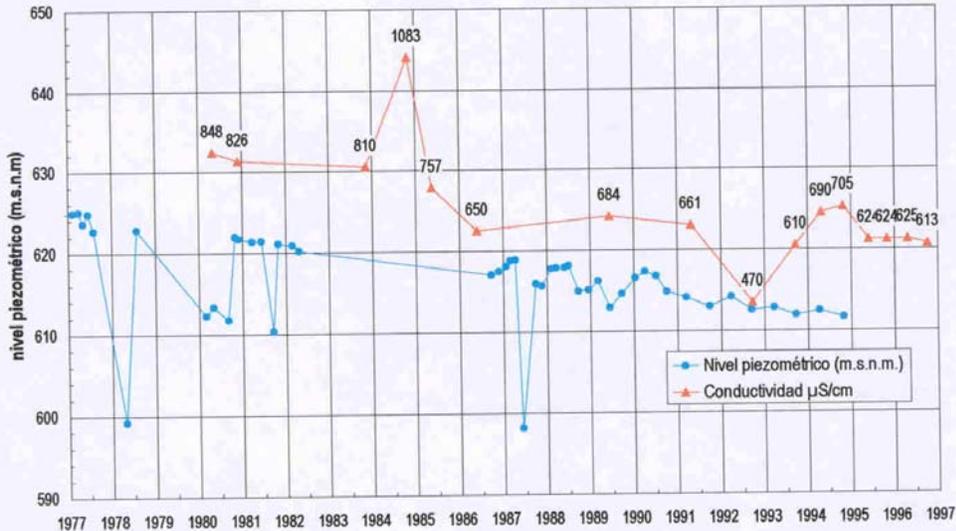
Relación entre las variaciones de conductividad y el nivel piezométrico

Figura 5.4.1.36

Punto acuífero: 1823-4-36
Profundidad: 80 m. Cota: 646 m



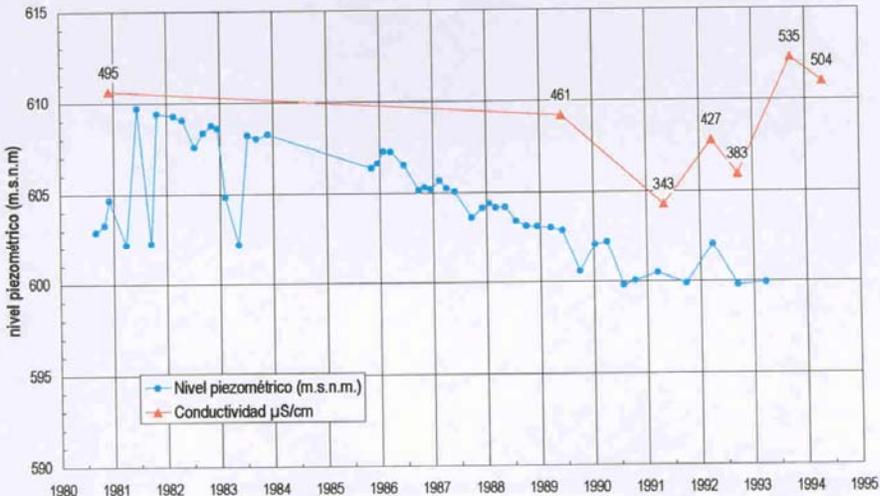
Punto acuífero: 1823-4-132
Profundidad: 100 m. Cota: 672 m



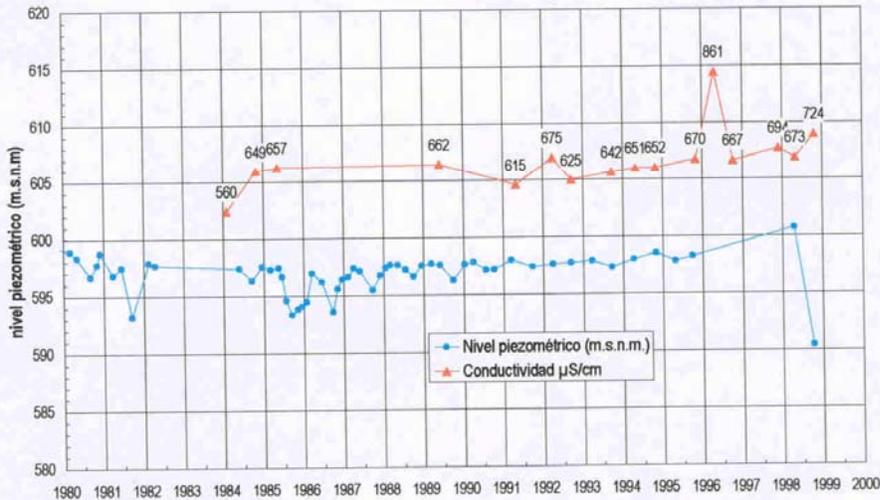
Relación entre las variaciones de conductividad y el nivel piezométrico

Figura 5.4.1.37

Punto acuífero: 1923-1-9
Profundidad: 80 m. Cota: 677 m



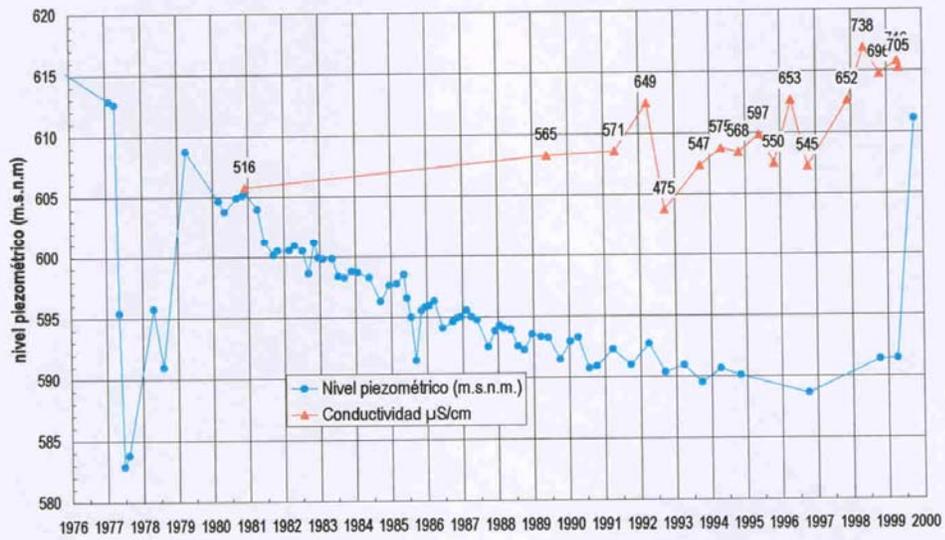
Punto acuífero: 1923-1-69
Profundidad: 95 m. Cota: 676 m



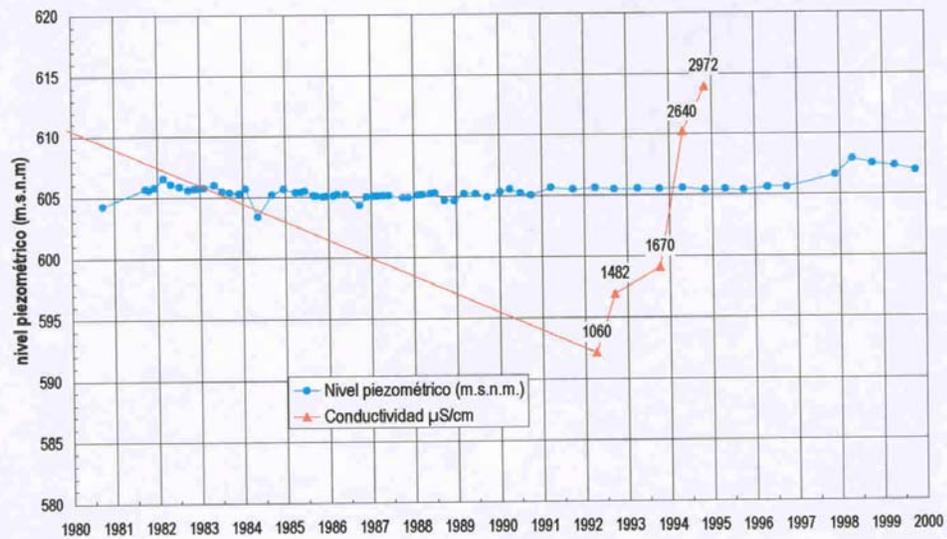
Relación entre las variaciones de conductividad y el nivel piezométrico

Figura 5.4.1.38

Punto acuífero: 1923-1-214
Profundidad: 110 m. Cota: 678 m



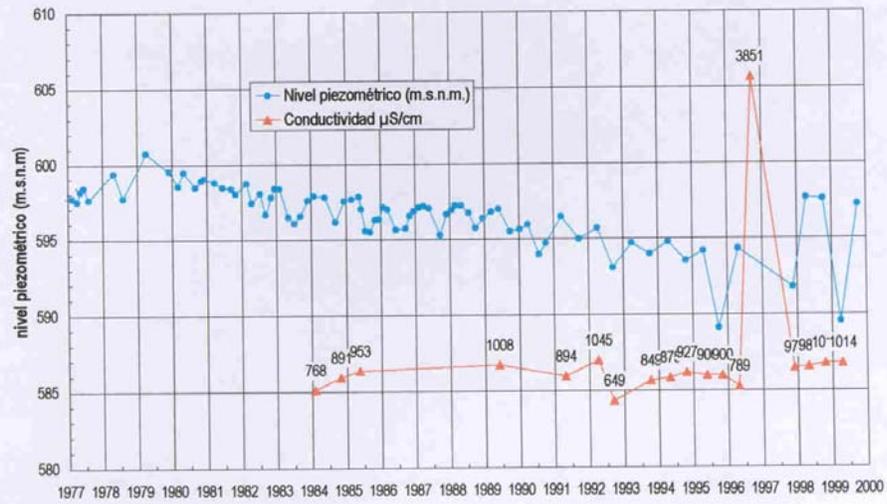
Punto acuífero: 1923-6-172
Profundidad: 74 m. Cota: 610 m



Relación entre las variaciones de conductividad y el nivel piezométrico

Figura 5.4.1.39

Punto acuífero: 1924-1-4
Profundidad: 79 m. Cota: 615 m



Cuadro 5.4.2.2

Intervalos de concentración de nitratos NO₃ (mg/L) en el conjunto de la serie

Punto acuífero	Profundidad (m)	n° análisis	Concentración >50 mg/L	%	Concentración 25-50 mg/L	%	Concentración < 25 mg/L	%
1822-5-10	110	8			2	25	6	75
1822-5-23	100	13					13	100
1822-5-30	61	8			6	75	2	25
1822-5-33	61,5	17					17	100
1822-5-50	120	9			1	11	8	89
1822-5-51	100	10					10	100
1822-5-52	260	6					6	100
1822-8-116	60	9					9	100
1822-8-202	15	17			5	29	12	71
1823-2-104	80	18	1	6	3	17	14	78
1823-2-151	-	9	7	78	2	22		
1823-3-119	13	20	1	5	4	20	15	75
1823-3-120	80	6			2	33	4	67
1823-4-36	100	22			14	64	7	32
1823-4-132	100	16	9	56	7	44		
1823-8-24	90	5	1	20	2	40	2	40
1823-8-46	305	8			1	13	7	88
1823-8-59	180	5			1	20	4	80
1923-1-9	80	7			1	14	6	86
1923-1-69	95	16	1	6	15	94		
1923-1-214	110	16	5	31	9	56	2	13
1923-5-19	150	14	1	7	12	86	1	7
1923-5-227	20,5	19	13	68	6	32		
1923-6-172	74	5	1	20			4	80
1924-1-4	79	18	5	28	13	72		
Total		301	45		106		149	
%			15		35		50	

En 15 de las 25 captaciones consideradas la concentración de nitratos se mantiene por debajo de los 25 mg/L en porcentajes superiores al 70 % de las ocasiones.

En el cuadro 5.4.2.3. se presenta el resumen estadístico de los datos disponibles sobre la concentración de nitratos en las 25 captaciones seleccionadas.

Los valores máximos se mantienen en un amplio intervalo: 6 - 500 mg/L, aunque generalmente están comprendidos entre 10 y 70 mg/L; los valores mínimos están comprendidos entre 1 y 34 mg/L, si bien, por lo común, oscilan entre 5 y 25 mg/L. Los valores medios se mantienen entre 3 y 179 mg/L aunque con mayor frecuencia varían entre 10 y 50 mg/L.

Sin olvidar que en el 85% de las ocasiones (cuadro 5.4.2.2) las concentraciones de nitratos se mantienen por debajo de los 50 mg/L, conviene señalar, a efectos de destacar la posibilidad de variación de las mismas en cualquier captación, que se han detectado variaciones espectaculares sobre los valores mínimos en diferentes puntos de las series individuales como se señala en el cuadro 5.4.2.3. Estas variaciones sobre el valor mínimo oscilan entre el 67 % (punto 1823-8-59) y 5420% (punto 1823-2-104) ; las variaciones, no obstante, suelen estar comprendidas en el intervalo del 100 al 300%. Las desviaciones sobre la media se mantienen en valores mucho más estrechos: 5-20% en el caso de los valores mínimos en relación con la media y 10-50 en el caso de los valores máximos en relación con la media.

En las figuras 5.4.2.1 a 5.4.2.7 puede observarse la ausencia de correlación de las variaciones de nivel piezométrico y las concentraciones de nitratos en los puntos en que se dispone de datos de ambos parámetros.

Las pautas de variación de estas concentraciones son muy variables (figura 5.4.2.8). Las pautas de variación observadas en el caso de disponer de información de dos campañas consecutivas, primavera - otoño del mismo año u otoño - primavera del año siguiente, se presentan en la figura 5.4.2.9. En ella puede constatar que la pauta de ascenso de concentración de una campaña a la siguiente se detecta en el 35% de las ocasiones, la de descenso de concentración entre una campaña y la siguiente en el 42 % y la de mantenimiento de la concentración en el 22% de las ocasiones. Ninguna de estas tendencias está ligada a captaciones de una determinada profundidad ni a un área geográfica ni a una situación hidrogeológica concreta.

En la misma figura se presenta la situación de las tendencias observadas en el caso de tres campañas consecutivas. La tendencia más frecuente es la de aumento de concentración entre la primera y la segunda campaña, seguido de un descenso en la tercera. Tendencias al incremento constante de concentraciones o al descenso de las mismas en las tres campañas sólo se detectan en una ocasión al igual que la tendencia de mantenimiento de las concentraciones. Pautas de descenso seguido de constancia o de ascenso seguido de constancia sólo se detectan una vez en cada caso.

Si se consideran las pautas de variación en el caso de cuatro campañas consecutivas la más frecuente es la aumento (1ª-2ª) - disminución (2ª-3ª) - aumento (3ª-4ª), como puede observarse en la citada figura 5.4.2.9. Esta pauta de variación se puede observar en captaciones de profundidades entre 20 y 110 m.

Cuadro 5.4.2.3

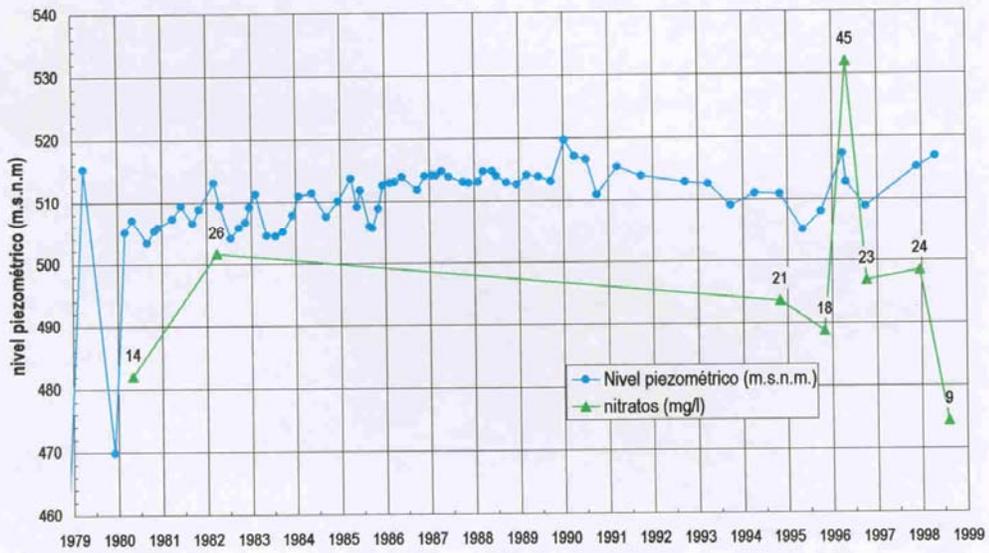
Resumen estadístico de los valores de nitratos (mg/L) en los 25 puntos acuíferos

Punto acuífero	Profundidad (m)	nº análisis	Valor máximo	Valor mínimo	Diferencia max-min	% variación sobre el mínimo	Media	Desviación estándar	Desviación (med-min)	Desviación sobre la media (max-med)
1822-5-10	110	8	45	9	36	400	22	10	13	23
1822-5-23	100	13	19	1	18	1800	5	4	4	14
1822-5-30	61	8	44	15	29	193	30	10	15	14
1822-5-33	61,5	17	24	3	21	700	7	6	4	17
1822-5-50	120	9	49	2	47	2350	17	13	15	32
1822-5-51	100	10	13	5	8	157	8	3	3	5
1822-5-52	260	6	13	5	8	145	9	3	4	4
1822-8-116	60	9	6	1	5	500	3	2	2	3
1822-8-202	15	17	40	12	28	233	22	8	10	18
1823-2-104	80	18	55	1	54	5420	19	14	18	36
1823-2-151	-	9	500	34	466	1371	179	147	145	321
1823-3-119	13	20	108	9	99	1096	27	22	18	81
1823-3-120	80	6	37	8	29	374	21	12	13	16
1823-4-36	100	22	44	12	32	265	25	6	13	19
1823-4-132	100	16	200	30	170	573	65	39	35	135
1823-8-24	90	5	56	18	39	219	30	14	12	27
1823-8-46	305	8	26	5	21	426	18	8	13	8
1823-8-59	180	5	25	15	10	67	22	4	7	3
1923-1-9	80	7	46	12	34	283	19	11	7	27
1923-1-69	95	16	62	34	28	82	43	7	9	19
1923-1-214	110	16	78	23	55	239	41	18	18	37
1923-5-19	150	14	69	20	49	244	33	11	13	36
1923-5-227	20,5	19	98	26	72	283	60	17	35	38
1923-6-172	74	5	60	2	58	2900	14	23	12	46
1924-1-4	79	18	90	29	61	210	49	16	20	41

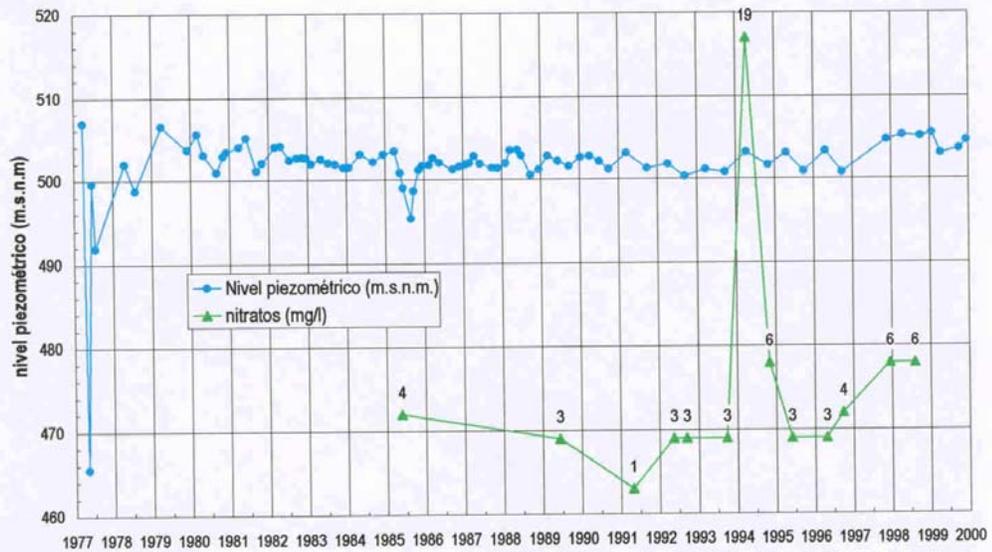
Relación entre las variaciones de nitratos y el nivel piezométrico

Figura 5.4.2.1

Punto acuífero: 1822-5-10
Profundidad: 110 m. Cota: 520 m



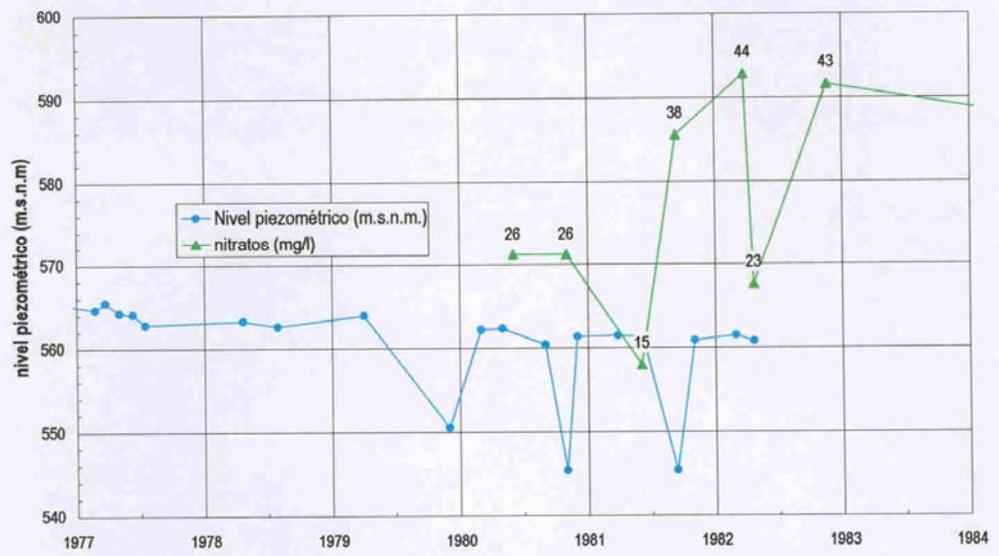
Punto acuífero: 1822-5-23
Profundidad: 100 m. Cota: 508 m



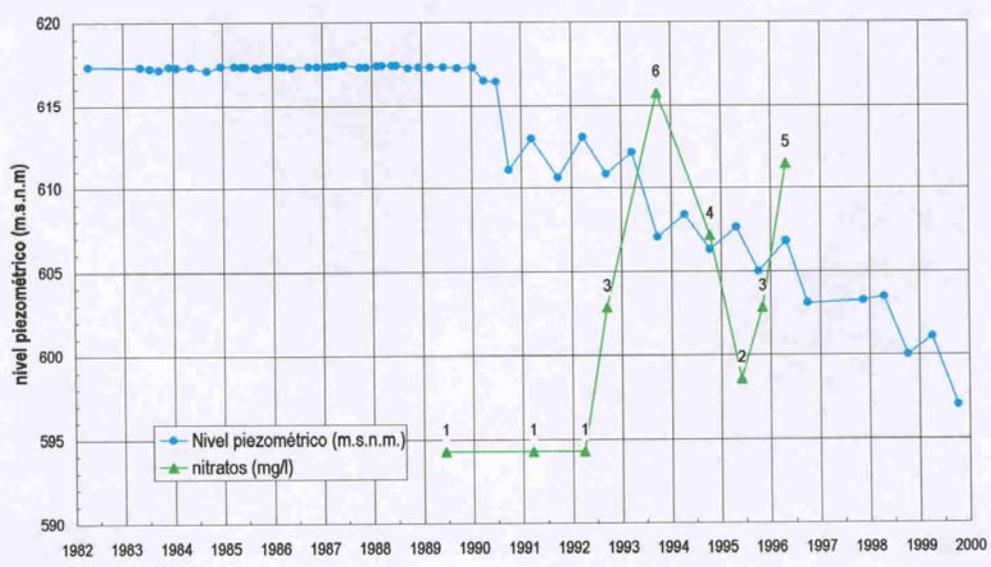
Relación entre las variaciones de nitratos y el nivel piezométrico

Figura 5.4.2.2

Punto acuífero: 1822-5-30
Profundidad: 61 m. Cota: 583 m



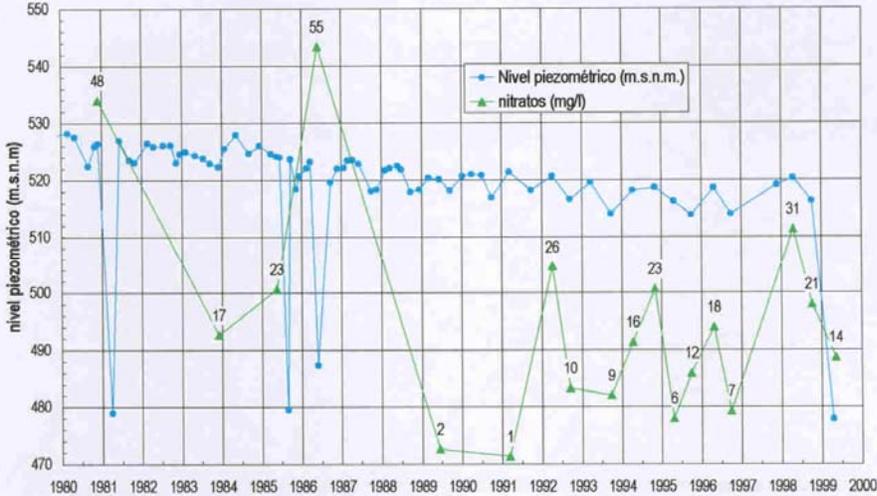
Punto acuífero: 1822-8-116
Profundidad: 60 m. Cota: 618 m



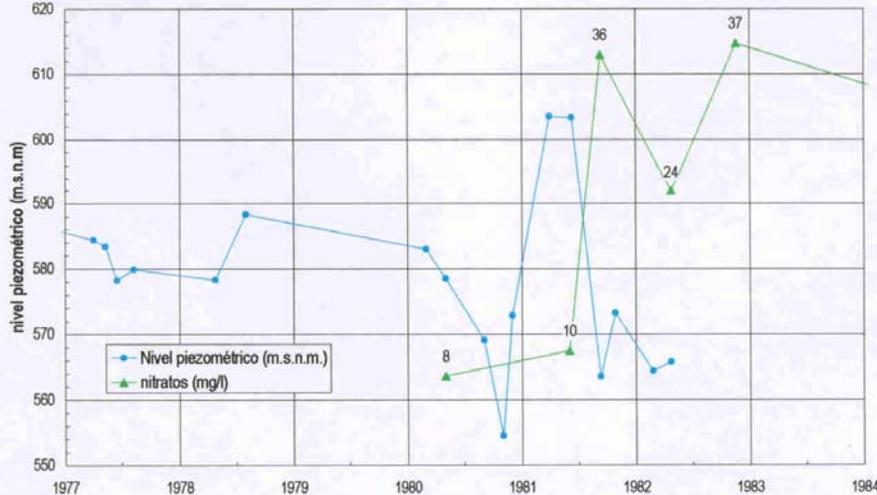
Relación entre las variaciones de nitratos y el nivel piezométrico

Figura 5.4.2.3

Punto acuífero: 1823-2-104
Profundidad: 80 m. Cota: 550 m

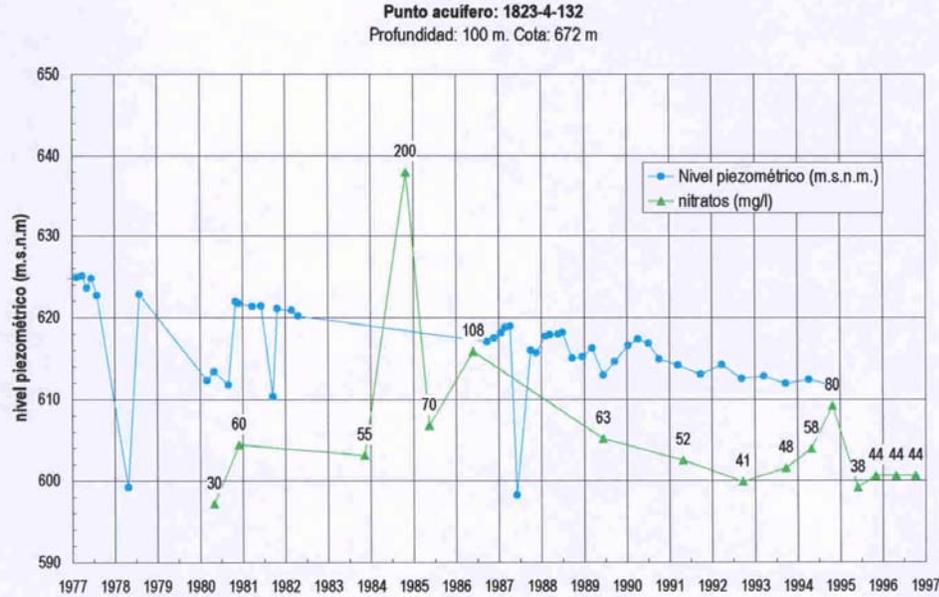
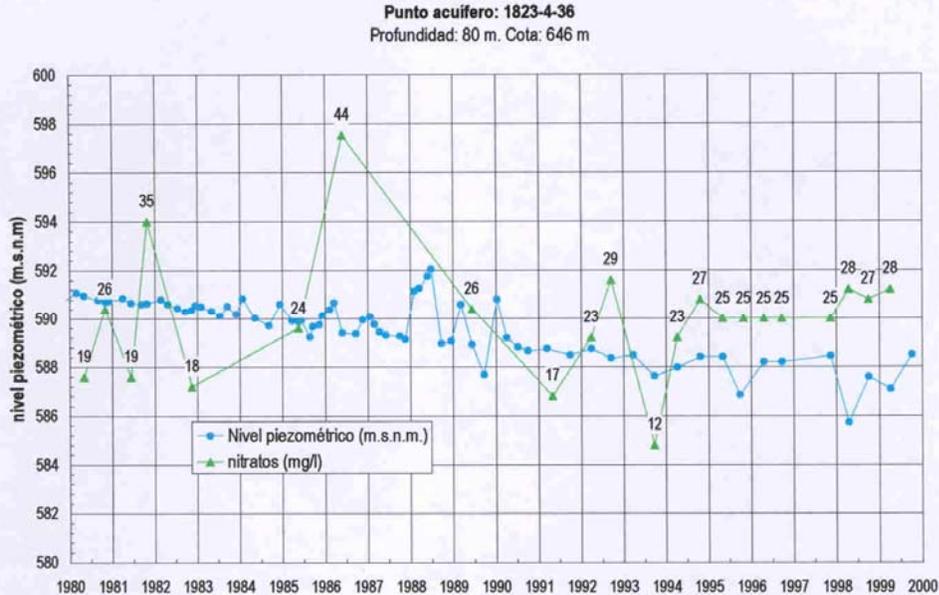


Punto acuífero: 1823-3-120
Profundidad: 80 m. Cota: 619 m



Relación entre las variaciones de nitratos y el nivel piezométrico

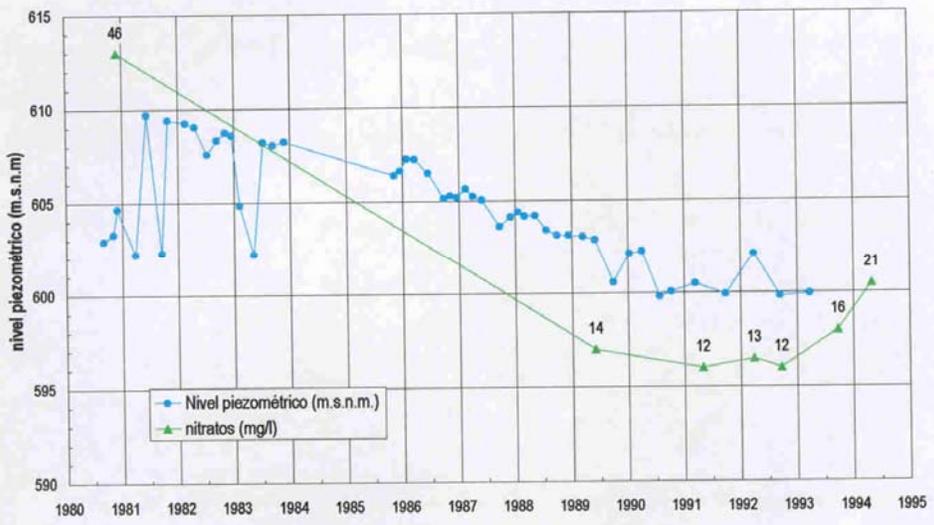
Figura 5.4.2.4



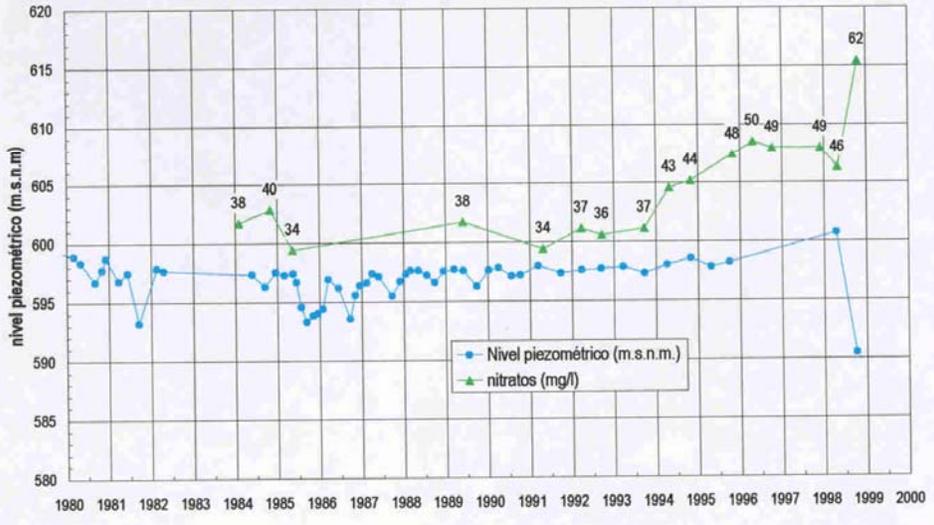
Relación entre las variaciones de nitratos y el nivel piezométrico

Figura 5.4.2.5

Punto acuífero: 1923-1-9
Profundidad: 80 m. Cota: 677 m



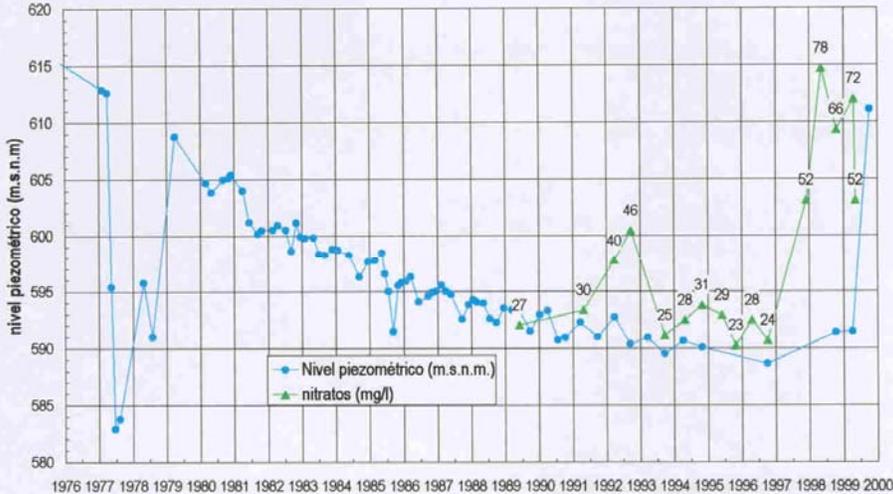
Punto acuífero: 1923-1-69
Profundidad: 95 m. Cota: 676 m



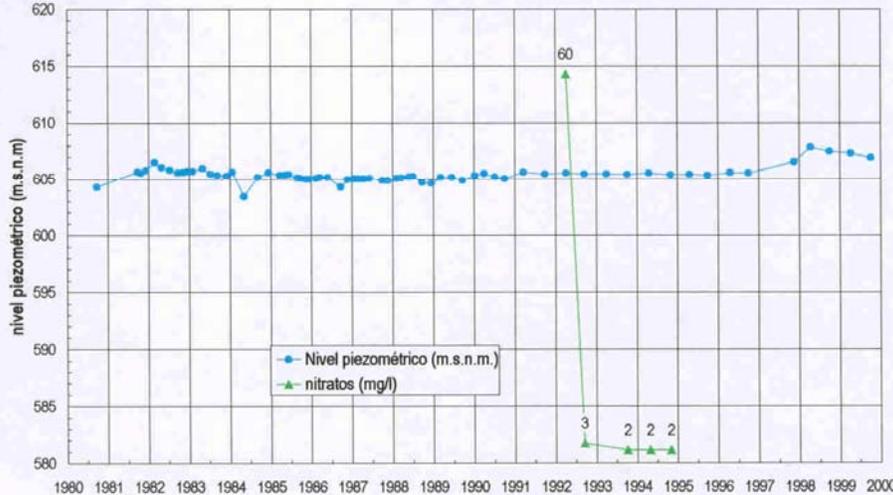
Relación entre las variaciones de nitratos y el nivel piezométrico

Figura 5.4.2.6

Punto acuífero: 1923-1-214
Profundidad: 110 m. Cota: 678 m



Punto acuífero: 1923-6-172
Profundidad: 74 m. Cota: 610 m



Relación entre las variaciones de nitratos y el nivel piezométrico

Figura 5.4.2.7

Punto acuífero: 1924-1-4
Profundidad: 79 m. Cota: 615 m

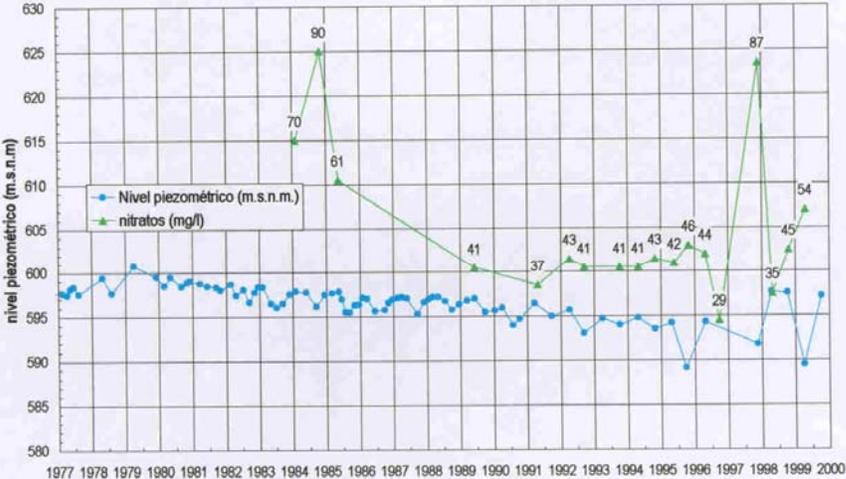


Figura 5.4.2.9
Pautas de variación de las concentraciones de NO₃

Datos de 2 series consecutivas

Pauta	n
	11
	13
	7
Total	31

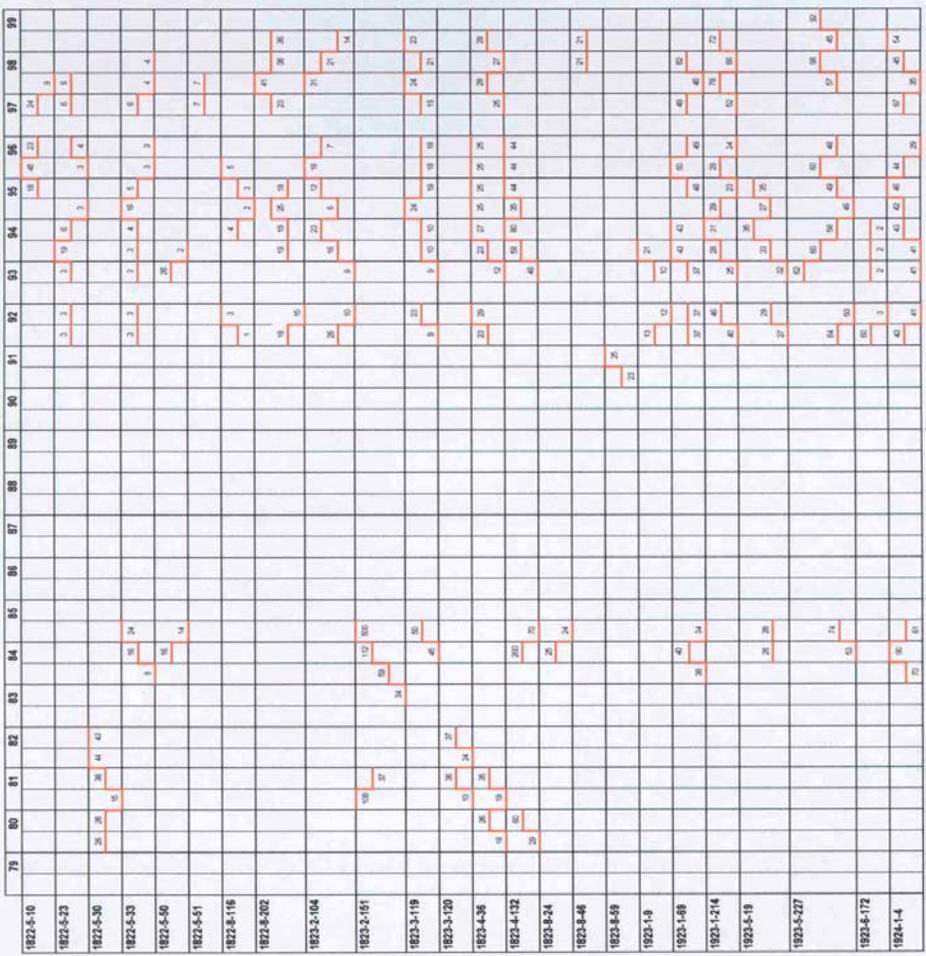
Datos de 3 series consecutivas

Pauta	n
	1
	4
	1
	1
	1
	1
	1
	1
Total	11

Datos de 4 series consecutivas

Pauta	n
	1
	5
	1
	2
	1
	1
Total	11

Figura 5.4.2.8
Pautas de variación de NO₃



En series de campañas consecutivas con más de cinco datos las pautas son complejas y no responden a un modelo de variación determinado. Es de señalar que en este caso la pauta de mantenimiento de concentración en tres campañas consecutivas sólo se detecta en los sondeos 1822-5-33, 1823-3-119 y 1823-4-132 con profundidades de 61, 13 y 100 metros, respectivamente

5.4.3.- Conclusiones

A la vista del análisis efectuado sobre la evolución observada en la composición del agua subterránea de la zona puede concluirse que:

- se producen variaciones positivas y negativas de muy diversa magnitud en la conductividad y en las concentraciones de nitratos en diferentes puntos de las series respectivas.
- las pautas de variación cambian de un año a otro, de unas campañas a otras, y de unas zonas a otras de modo que no pueden ser consideradas como una constante de una determinada captación ni de un área concreta a largo plazo.
- la presencia de nitratos, en concentraciones que en la mayor parte de las ocasiones no sobrepasan los 50 mg/L, es una constante en todas las captaciones seleccionadas.
- las variaciones de conductividad se asocian por lo general a variaciones en el mismo sentido - aumento/disminución - de un conjunto de iones mayoritarios y no a variaciones individuales de algún determinado constituyente que pudiera reflejar la incidencia de un proceso geoquímico único en las citadas variaciones.
- Las variaciones de conductividad y de concentración de nitratos no se asocian a determinados intervalos de profundidad de las captaciones ni a cambios de nivel piezométrico ni a determinadas fechas o campañas de muestreo.

5.5.- La calidad histórica en los sistemas locales del C.Y.II

Para la definición de la calidad histórica del agua captada en los sondeos de los Sistemas Locales se dispone de los siguientes análisis, no siempre completos y frecuentemente discontinuos a lo largo del periodo 1973-1999. Entre ellos se incluyen los correspondientes a la campaña de muestreo efectuada en otoño de 1999 en los sondeos de los Sistemas Locales que estaban operativos. (Cuadro 5.5.1.y figura 5.5.1.)

Cuadro 5.5.1.- Análisis químicos disponibles.

Sistema Local	Iones mayoritarios				Iones minoritarios			
	Nº puntos	Nº análisis	%	Serie (años)	Nº puntos	Nº análisis	%	Serie (años)
Batres	7	26	28	79-99	6	16	32,6	87-99
Casarrubuelos	1	3	3	94-98	1	1	2	98
Moraleja de Enmedio	1	2	2,1	91	-	-	-	-
Móstoles	10	26	28	94-99	6	8	16,3	94-99
Navalcarnero	3	7	7,6	83-95	3	6	12,2	94-95
Parla	2	2	2,1	73-79	1	1	2	73
Villamantilla	2	18	19,5	91-99	2	13	26,5	97-99
Villanueva De Perales	2	8	8,6	91-99	2	4	8	98-99
Total	28	92	-	-	21	49	-	-

Se dispone, pues, de información analítica de iones mayoritarios en 28 captaciones y de iones minoritarios en 21 captaciones.

Salta a la vista la diferencia del número de sondeos que constituye cada campo y el número de análisis disponibles en cada uno de ellos.

El 75% de los análisis de iones mayoritarios disponibles corresponde a los campos de Batres (28%), Móstoles (28%), que concentran el mayor número de sondeos, y al de Villamantilla que, con sólo dos sondeos, dispone del 19,5% de los análisis.

Actualmente los campos de Moraleja de Enmedio, Casarrubuelos y Parla no disponen de sondeos en servicio controlados por el C.Y.II.

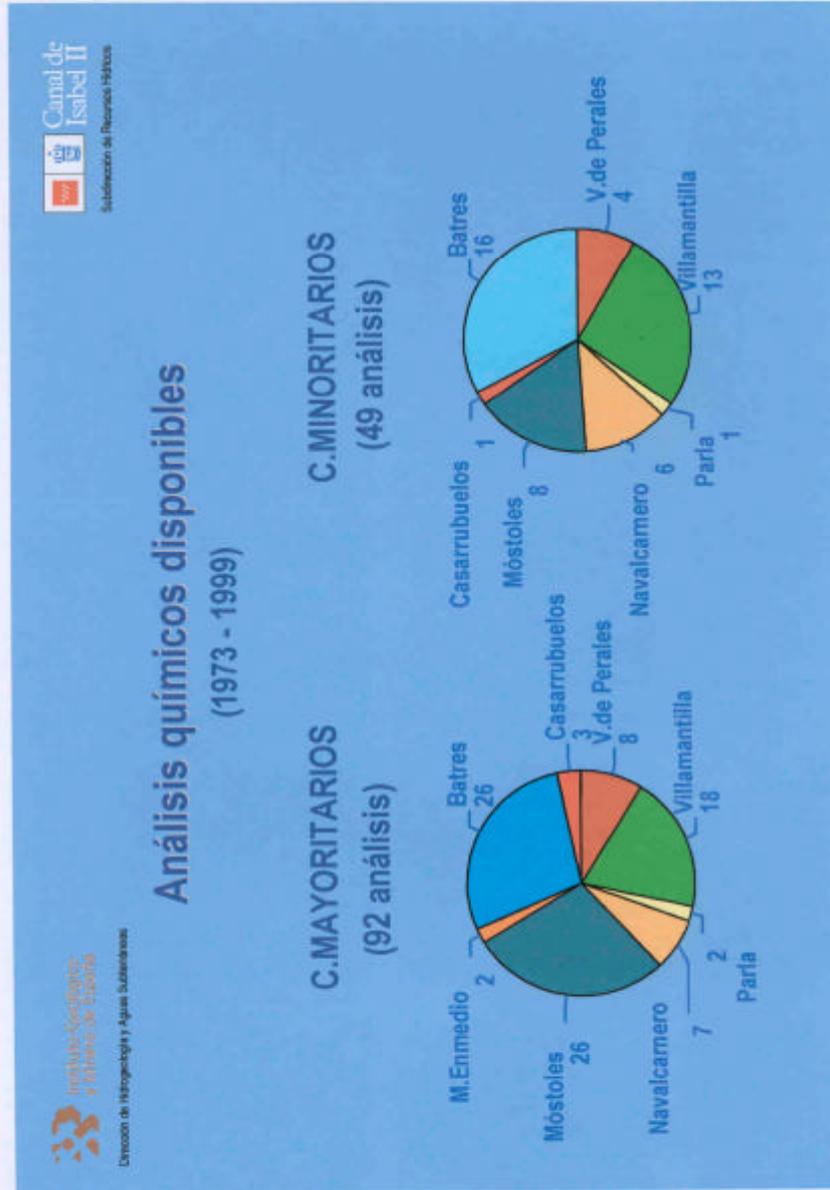


Fig:5.5.1

En el cuadro 5.5.2. se incluye la relación del número de análisis de iones mayoritarios completos e incompletos disponibles en cada sondeo.

Cuadro 5.5.2.- Constituyentes mayoritarios. Análisis completos e incompletos disponibles.

Campo	Sondeo	A.C	A.I
Batres	P-B1	2	-
	B1	3	2
	B2	3	2
	B3	1	-
	B4	5	4
	B5	1	2
	B6	-	1

Campo	Sondeo	A.C	A.I
Casarrubuelos	CR-1	3	-
Moraleja de Enmedio	ME-1	2	-
Navalcarnero	F.Profesional	-	1
	Navalcarnero 4	4	-
	R.Guadarrama	1	1
Parla	Parla 9	1	-
	Parla 20	1	1
Villamantilla	VT-1	3	3
	VT-2	5	7
Villanueva de Perales	VP-1	4	1
	VP-2	2	1

Campo	Sondeo	A.C	A.I
Móstoles	Antusana II bis	3	-
	Antusana III	1	3
	Antusana IV	1	3
	Covimar	1	2
	Depósito	-	2
	Las Nieves	2	2
	P.Coimbra	1	-
	Polígono	-	1
	Reguera I	1	2
	Reguera II	-	1

A.C = Análisis completos. Total : 50 A.I = Análisis incompletos. Total : 42			
--	--	--	--

Así pues prácticamente el número de análisis incompletos iguala al número de análisis completos disponibles. Los análisis incompletos se han incluido a fin de conservar el registro histórico analítico en los Sistemas Locales y apoyar el estudio de evolución temporal de la concentración de los diversos constituyentes.

La información analítica sobre constituyentes minoritarios, cuando existe, es muy incompleta y casi siempre poco continua en el tiempo.

La falta de referencias relativas a los análisis originales sólo permite asegurar que no se dispone de dato cuando éste figura en blanco en los diferentes inventarios de procedencia. Los datos que figuran en blanco en los análisis correspondientes al muestreo de I.T.G.E en la campaña de otoño de 99 representan valoraciones analíticas de laboratorio expresadas como "menor que" una concentración determinada que coincide con el límite de detección correspondiente.

En el Anexo 5.5 se incluye un resumen de análisis químicos por campos junto con los correspondientes datos estadísticos.

Las profundidades de los sondeos de los Sistemas Locales oscilan entre 80 (Parla 20) y 511 metros (Navalcarnero 4), aunque en el 66% de los casos están comprendidas entre 100 y 200 m. Sólo el 22,2 % sobrepasan los 200 metros y nada más que el 14,8 sobrepasa los 300. (Cuadro 5.5.3.) La profundidad del sondeo Parque Coimbra es desconocida.

Cuadro 5.5.3.- Distribución de profundidades de los sondeos de los Sistemas Locales.

Intervalo de profundidad (m)	Nº de sondeos	%	Profundidad media (m)	Desviación Típica
<100	3	11,1	90,6	10
101-200	18	66,6	144,5	28,5
201-300	2	7,4	262,5	3,5
301-400	3	11,1	348,3	48
401-500	0	0,0	-	-
>500	1	3,7	-	-
Total	27	100	-	-

Así pues la información analítica disponible sobre las captaciones de los Sistemas Locales se refiere en el 66% de las ocasiones a sondeos que captan el agua en la zona del acuífero comprendida entre los 100 y 200 m de profundidad; en el 11% de las ocasiones a los tramos de acuífero de menos de 100 m; en el 7 y 11 % a los comprendidos entre 200 y 300 y 300 y 400 respectivamente. El porcentaje de información analítica correspondiente a profundidades de más de 400 metros es mínimo y corresponde a un único sondeo de 511 metros de profundidad.

En los cuadros 5.5.4 y 5.5.5 se incluyen los datos estadísticos de concentración de elementos mayoritarios y minoritarios por campos con indicación de los parámetros que sobrepasan alguna vez el límite de la R.T.S.

Cuadro 5.5.4.- Datos estadísticos de concentración de iones mayoritarios Serie histórica. Sistemas Locales.

CAMPO		BATRES				CASARRIBUELOS				MORALEJA ENMEDIO				MÓSTOLES			
IONES	n	Máx	Mín	Med	STD	IONES	n	Máx	Mín	Med	STD	IONES	n	Máx	Mín	Med	STD
Cl	22	78,0	9,0	24,4	15,1	Cl	3	43,0	40,0	41,7	1,5	Cl	23	66,5	10,1	26,0	13,7
SO4	18	137,5	17,0	38,3	30,1	SO4	3	46,0	43,0	44,3	1,5	SO4	13	145,4	7,6	63,4	39,9
HCO3	17	327,0	100,3	171,9	60,8	HCO3	3	286,0	288,0	275,0	9,8	HCO3	23	226,0	110,2	169,8	40,0
CO3	7	21,2	0,0	8,0	8,4	CO3	3	0,0	0,0	0,0	0,0	CO3	8	0,0	0,0	0,0	0,0
NO3	25	26,3	0,3	11,5	8,7	NO3	3	26,0	21,0	23,3	2,5	NO3	26	66,7	3,3	25,4	11,5
Na	18	160,4	35,8	61,5	33,2	Na	3	55,0	45,0	48,7	5,5	Na	13	132,4	21,0	59,8	36,8
Mg	18	29,1	0,8	8,2	8,5	Mg	3	20,0	20,0	20,0	0,0	Mg	13	13,0	1,0	7,2	3,1
Ca	18	70,0	1,3	24,1	25,2	Ca	3	70,0	60,0	64,7	5,0	Ca	13	64,0	4,0	36,7	19,9
K	17	2,7	0,5	1,3	0,7	K	3	4,1	3,6	3,9	0,0	K	13	2,0	0,5	1,3	0,4
NO2	10	0,02	0	0,01	0,01	NO2	3	0,00	0,00	0,00	0,02	NO2	10	0,10	0,00	0,00	0,03
NH4	7	0,36	0	0,06	0,13	NH4	3	0,00	0,00	0,00	0,00	NH4	6	2,60	0,03	1,26	1,35
P2O5	14	2,19	0,02	0,22	0,5	P2O5	0					P2O5	14	0,07	0,03	0,04	0,01
SiO2	22	55,6	4,7	23,9	13,7	SiO2	1	31,9	31,9	31,9	0,0	SiO2	23	54,4	0,0	30,4	14,0
pH	22	9,00	7,10	8,06	0,60	pH	3	7,8	7,6	7,7	0,1	pH	23	8,7	7,2	7,5	0,3
Cond	25	809	301,7	447,8	131,0	Cond	3	665,0	612,0	646,0	30,0	Cond	25	645,6	266,9	475,8	144,2

CAMPO		PARLA				VILLAMANTILLA				VILLANUEVA PERALES							
IONES	n	Máx	Mín	Med	STD	IONES	n	Máx	Mín	Med	STD	IONES	n	Máx	Mín	Med	STD
Cl	2	113,4	63,0	86,2	35,6	Cl	17	51,8	14,0	31,6	10,1	Cl	6	46,0	27,5	38,2	6,9
SO4	2	424,0	112,0	268,0	220,6	SO4	8	22,0	0,0	7,4	6,6	SO4	6	15,0	0,5	8,8	6,5
HCO3	2	360,4	244,0	317,2	103,5	HCO3	8	244,1	165,0	203,1	28,4	HCO3	6	221,0	172,7	196,9	21,5
CO3	0					CO3	3	0,0	0,0	0,0	0,0	CO3	1	0,0	0,0	0,0	0,0
NO3	2	71,0	40,0	56,5	21,9	NO3	18	12,8	5,0	8,0	2,7	NO3	8	21,2	7,3	14,8	5,3
Na	2	120,2	100,0	110,1	14,2	Na	8	86,8	50,3	67,8	12,8	Na	6	52,0	19,3	30,9	12,9
Mg	2	87,5	34,0	60,8	37,6	Mg	8	6,3	2,3	4,9	1,4	Mg	6	7,0	4,0	5,9	1,0
Ca	2	120,2	40,0	80,1	56,7	Ca	8	44,1	6,0	27,8	15,5	Ca	6	74,2	52,0	63,6	9,4
K	2	4,0	3,3	3,7	0,4	K	9	1,2	0,7	1,0	0,1	K	6	1,2	0,8	1,0	0,1
NO2	2	0,20	0,20	0,20	0,06	NO2	15	0,20	0,00	0,00	0,05	NO2	5	0,00	0,00	0,00	0,00
NH4	0					NH4	11	0,10	0,00	0,01	0,01	NH4	2	0,00	0,00	0,00	0,00
P2O5	0					P2O5	15	0,90	0,00	0,20	0,30	P2O5	3	0,10	0,00	0,00	0,03
SiO2	0					SiO2	16	30,1	12,5	21,9	5,0	SiO2	4	42,5	28,7	34,7	6,7
pH	2	7,9	7,4	7,6	0,2	pH	18	8,2	7,3	7,7	0,2	pH	8	7,8	7,1	7,3	0,2
Cond	2	1513,0	671,0	1092,0	595,3	Cond	18	479,0	335,0	411,0	40,6	Cond	8	523,0	347,0	446,0	66,6

Cuadro 5.5.5.-Datos estadísticos de concentración de iones minoritarios
Serie histórica. Sistemas Locales.

CAMPO	BATRES			CASARRUBUELOS			MÓSTOLES			NAVALCARNERO			PARLA			VILLAMANTILLA			VILLANUEVA PERALES			
	n	Máx	Mín	Med	n	Máx	Mín	Med	n	Máx	Mín	Med	n	Máx	Mín	Med	n	Máx	Mín	Med		
IONES																						
F	9	0,810	0,204	0,406	0	0	0,160	0,160	0,160	4	0,590	0,000	0,298	0	0	0,210	0,060	0,110	2	0,360	0,290	0,325
Li	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,0	0,0	0,0	1	0,400	0,400	0,400	0	0	0	0	0
Fe	1	0,032	0,032	0,032	1	0,440	0,440	0,440	0,440	6	0,556	0,040	0,185	8	0,050	0,000	0,015	0	0	0,087	0,067	0,067
Mn	2	0,020	0,010	0,020	0	0	0,010	0,010	0,010	6	0,010	0,000	0,003	0	0	0,050	0,020	0,030	1	0,157	0,157	0,157
Cu	3	0,0054	0,0002	0,0027	0	0	0,0040	0,0040	0,0040	0	0	0,0040	0,0040	0	0	0,0030	0,0010	0,0020	2	0,0053	0,0051	0,0052
Zn	2	0,0700	0,0400	0,0552	0	0	1,5400	0,0700	0,4430	0	0	0,0040	0,0040	0	0	0,1100	0,1000	0,1050	2	0,0800	0,0250	0,0430
Ba	3	0,0638	0,0025	0,0465	0	0	0,0040	0,0040	0,0040	0	0	0,0040	0,0040	0	0	0,0070	0,0040	0,0050	2	0,0052	0,0028	0,0039
Pb	2	0,0020	0,0020	0,0020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0020	0,0020	0,0020	2	0,0030	0,0030	0,0030
Cr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ni	3	0,0025	0,0012	0,0020	0	0	0,0030	0,0030	0,0030	0	0	0,0030	0,0030	0	0	0,0048	0,0016	0,0030	1	0,0027	0,0027	0,0027
Cd	1	0,0012	0,0012	0,0012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
As	8	0,0700	0,0003	0,0308	0	0	0,0188	0,0188	0,0188	0	0	0,0188	0,0188	0	0	0,0030	0,0019	0,0020	0	0	0	0
Al	2	0,037	0,014	0,026	0	0	0,021	0,021	0,021	0	0	0,021	0,021	0	0	0,103	0,019	0,247	0	0	0	0
CN	2	0,0080	0,0075	0,0078	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0230	0,0150	0,0190	0	0	0	0
Fenoles	3	0,00028	0,00017	0,00021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00018	0,00006	0,00012	2	0,00024	0,00019	0,00022
HAP	1	0,00001	0,00001	0,00001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sr	2	0,430	0,024	0,227	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Los valores máximos de la práctica totalidad de los iones mayoritarios (Cl, SO₄, HCO₃, Mg, Ca y NO₃) se detectan en el campo de Parla, como expresión de las influencias litológicas por la proximidad de la facies de transición. Únicamente en el campo de Batres se detecta el mayor contenido en sodio como reflejo de la situación hidrogeológica de la mayor parte de sus sondeos en zona de descarga.

En el cuadro 5.5.6. se presenta un resumen de estos datos estadísticos.

Cuadro 5.5.6.- Valores extremos de concentración (máx-mín) de constituyentes mayoritarios y minoritarios en el conjunto de los campos.

En rojo Concentración >= límite

Constituyente	Rango de variación (mg/L)	Constituyente	Rango de variación (mg/L)
Cl	9,0 – 113,4	F	0,00 - 0,61
SO ₄	0,0 – 424	Li	0,4 - 0,4
HCO ₃	100,3 - 390,4	Fe	0,03 - 0,55
NO ₃	0,3 – 71,0	Mn	0,00 - 0,15
Na	18,3 – 233,8	Cu	0,0002 - 0,0054
Mg	0,8 – 87,5	Zn	0,025 - 1,540
Ca	0,8 – 120,2	Ba	0,0025 - 0,0838
K	0,4 - 4,1	Pb	0,002 - 0,003
Cond (µS/cm)	250,0 – 1.513,0	Ni	0,0012 - 0,0048
NO ₂	0,0 – 0,26	Cd	0,0012 - 0,0012
NH ₄	0,0 - 2,6	As	0,0003 - 0,0700
P ₂ O ₅	0,0 - 2,2	Al	0,014 - 1,103
SiO ₂	0,0 – 55,6	CN	0,0075 - 0,023
		Fenoles	0,00006 - 0,00026
		HAP	0,00001 - 0,00001
		Sr	0,024 - 0,43

En los cuadros 5.5.7 y 5.5.8 se incluyen los rangos de valores más frecuentes de concentración de iones mayoritarios y minoritarios que se representan en las figuras 5.5.2 a 5.5.9 para cada uno de los campos, en lo que se refiere a iones mayoritarios

**Cuadro 5.5.7.-Elementos mayoritarios
Rango de concentraciones más frecuentes**

	Batres		Casarrubuelos		Moraleja		Móstoles	
	n	Rango (mg/L)	n	Rango (mg/L)	n	Rango (mg/L)	n	Rango (mg/L)
Cl	23	10-30	3	40-45	2	48-52	23	10-30
SO4	19	15-40	3	40-45	2	82-86	13	20-80
HCO3	18	100-200	3	250-275	2	255-282	13	100-200
NO3	26	4-20	3	20-25	2	36-46	26	10-30
Na	19	30-80	3	40-60	2	50-51	13	20-50
Mg	19	1-20	3	20-20	2	16-16	13	1-10
Ca	19	1-60	3	60-70	2	88-98	13	20-50
K	18	0-3	3	3-5	2	3,4-3,4	13	1-2
Cond	26	300-550	3	660-670	2	790-811	25	200-475
NO2	11	0-0,01	3	0,0-0,04	2	0-0,02	10	0-0,08
NH4	8	0-0,01	3	0-0	1	0,0	4	0-2,5
P2O5	15	0-0,05		-			14	0,02-0,04
SiO2	23	10-35	1	30			23	30-40

	Navalcarnero		Parla		Villamantilla		V. de Perales	
	n	Rango (mg/L)	n	Rango (mg/L)	n	Rango (mg/L)	n	Rango (mg/L)
Cl	5	40-75	2	63-113	17	30-40	6	25-50
SO4	7	50-90	2	112-424	8	3-8	6	0-15
HCO3	7	100-200	2	244-390	8	180-200	6	150-230
NO3	7	2-5	2	40-71	18	5-10	8	10-20
Na	7	60-70	2	100-120	8	60-70	6	20-30
Mg	6	2-6	2	34-87	8	4-6	6	4-6
Ca	7	0-10	2	40-120	8	20-40	6	50-75
K	7	0-1	2	3-4	8	0,5-2	6	0-2
Cond	7	250-600	2	670-1520	18	350-450	8	300-500
NO2	6	0-0	2	0,1-03	15	0-0,02	5	0-0,01
NH4	6	0-0,01	-	-	11	0-0,03	2	0,01-0,01
P2O5	4	0-0,3	-	-	15	0-0,1	3	0,02-0,04
SiO2	4	15-20	-	-	16	15-30	4	20-40

Cuadro 5.5.8.-Elementos minoritarios
Rango de concentraciones más frecuentes

	BATRES		MÓSTOLES		VILLAMANTILLA		V. DE PERALES		NAVALCARNERO		PARLA		CASARRUBUELOS	
	n	Rango (mg/L)	n	Rango (mg/L)	n	Rango (mg/L)	n	Rango (mg/L)	n	Rango (mg/L)	n	Rango (mg/L)	n	Rango (mg/L)
F	9	0,2-0,5	1	0,16	4	0,05-0,1	2	0,2-0,3	4	0-0,4				
Li	-	-	6	0,04-0,07	-	-	-	-	4	0-0				
Fe	1	0,03	3	0,01-0,01	6	0,05-0,1	1	0,067	4	0-0				
Mn	2	0,01-0,02	1	0,003	6	0,02-0,03	1	0,157	6	0,0-0,05				
Cu	3	0,0002-0,0003	2	0,07-0,08	2	0,0005-0,002	2	0,005-0,005	6	0,0-0,05				
Zn	2	0,04-0,07	1	0,004	2	0,09-0,1	2	0,02-0,06	6	0,0-0,01				
Ba	3	0,05-0,08	1	-	2	0,003-0,007	2	0,002-0,005						
Pb	2	0,002-0,002	-	-	1	0,002	2	0,003-0,003						
Ni	3	0,002-0,003	1	0,003	2	0,001-0,004	1	0,0027						
Cd	1	0,001	-	-	-	-								
As	9	0,005-0,03	1	0,018	2	0,001-0,003								
Al	2	0,01-0,04	1	0,02	7	0,03-0,1								
Cn	2	0,007-0,008	1	-	2	0,01-0,02								
Fenol	3	0,0001-0,0002			2	0,00006-0,0001	2	0,0001-0,0002						
HAP	1	0,00001												
Sr	2	0,02-0,4												

Campo de Moraleja : No hay datos de elementos minoritarios

Como resumen gráfico de los rangos más frecuentes de variación del contenido iónico y del estado de "contaminación" más frecuente de las aguas en los diversos campos se incluyen en la figura 5.5.10 los rangos más frecuentes de conductividad y nitratos en los diferentes campos.

Por lo que se refiere a la conductividad, el rango de variación más amplio se produce en el campo de Parla en el que se dispone de sólo dos datos antiguos (1973 y 1979). La conductividad varía entre 671 y 1513 $\mu\text{S}/\text{cm}$, asociada a los contenidos relativos más elevados de sulfatos, cloruros, sodio y calcio. En el resto de los campos la conductividad se mantiene entre 200 y 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$, asociada a contenidos más bajos de estos constituyentes.

Por lo que se refiere al contenido en nitratos, los rangos de valores más frecuentes se mantienen por debajo del límite de 50 mg/L, establecido en la R.T.S. Sólo en el campo de Parla con rango de 40 – 71 mg/L se sobrepasa dicho límite. El rango de valores más frecuentes más bajo se detecta en el campo de Navalcarnero en que dicho rango se mantiene entre 2 y 5 mg/L. En el resto de los campos el rango se mantiene en general por debajo de los 30 mg/L.

De los datos disponibles se deduce que únicamente se sobrepasan los límites de la R.T.S. en los sondeos y constituyentes que se indican en el cuadro 5.5.9.

Cuadro 5.5.9.- Porcentaje de determinaciones que superan el límite de la RTS en el conjunto de la serie histórica

Consti- tuyente	Lím RTS (mg/L)	Nº determ	Nº det. >= límite	I	Punto en que se sobrepasa el límite	Conc. (mg/L)	Fecha	Persisten- cia por encima límite
SO ₄	250	59	1	1,6	Parla-9	424,00	Jun 73	Sin datos
NO ₃	50	91	2	2,2	Reguera II	58,79	May 99	Sin datos
					Parla 9	71,00	Jun 73	Sin datos
Mg	50	58	1	1,7	Parla 9	87,50	Jun 73	Sin datos
NO ₂	0,1	53	4	7,5	Parla 9	0,16	Jun 73	Sin datos
					Parla 20	0,17	Abr 79	Sin datos
					Las Nieves	0,10	Nov 95	No
					VT - 1	0,21	Ago 97	No
NH ₄	0.5	36	3	8,3	Antusana II bis	2,50	Sep 96	Sin datos
					Antusana II bis	2,60	Sep 96	Sin datos
					Antusana II bis	2,40	Sep 96	Sin datos
Fe	0,2	21	3	14,2	CR - 1	0,44	Abr 98	Sin datos
					Las Nieves	0,55	Sep 99	Sin datos

Mn	0,05	18	2	11,0	VT - 1	0,05	Ago 97	No
					VP - 1	0,15	Sep 99	Sin datos
As	0,05	12	2	16,6	B - I	0,053	Ago 98	Sí
					B - I	0,070	Oct 99	Sin datos
Al	0,2	10	2	20,0	VT - 1	0,208	Mar 98	No
					VT - 2	1,103	Ago 97	No
Total		358	20	5,2				

La relación nº de parámetros no conformados (>RTS) / nº determinaciones disponibles se mantiene en la práctica totalidad de las ocasiones por debajo del 10% y aún del 5%. En la figura 5.5.11 puede observarse que sólo en el 5% de las determinaciones se sobrepasan los límites establecidos para los parámetros determinados. Corresponde al campo de Móstoles el mayor número de determinaciones no conformadas (7). Por parámetros, son los nitritos los que más frecuentemente sobrepasan el límite establecido.

De esta situación general sólo se aparta el campo de Parla en el que de 10 determinaciones con límite en la R.T.S cinco sobrepasan dicho límite. Esta "anomalía" corresponde a los sondeos Parla 9 (SO₄, NO₃, Mg y NO₂ > límite) en un único análisis de 1973 y al Parla 20 (NO₂>lim) en un único análisis del año 1979. No se dispone de nueva información analítica sobre estos sondeos a partir de dichas fechas.

En relación con la persistencia de elementos minoritarios que tienen establecido límite en la R.T.S. conviene señalar que se observa dicha persistencia en los siguientes sondeos (Cuadro 5.5.10):

Cuadro 5.5.10.- Persistencia de constituyentes minoritarios.

Sondeo	Elemento	Periodo de persistencia (*)	Concentraciones extremas (mg/L)
B-1	F	Dic 95- Ago 98	0,48-0,61
B-1	As	Nov 96- Oct 99	0,038-0,07
B-2	As	Ago 98-Nov 99	0,0003-0,02
VT-1	Fe	Jun 97- Ab 98	0,07-0,09
VT-2	Al	Ago 97- Ab 98	0,034-1,103
VT-2	Fe	Jun 97-Ab-98	0,07-0,11

(*) Más de dos datos en campañas o muestreos consecutivos.

La distribución de facies hidroquímicas por campos puede observarse en el cuadro 5.5.11 y su distribución porcentual en la figura 5.5.12 en la que destaca el absoluto predominio de las facies bicarbonatada cálcica (28%) y bicarbonatada sódica (24%) sobre los demás tipos de facies. En las figuras 5.5.13 a 5.5.17 se incluyen los diagramas de Piper correspondientes a los diferentes campos

Iones mayoritarios. Rangos de valores más frecuentes Campo de Batres

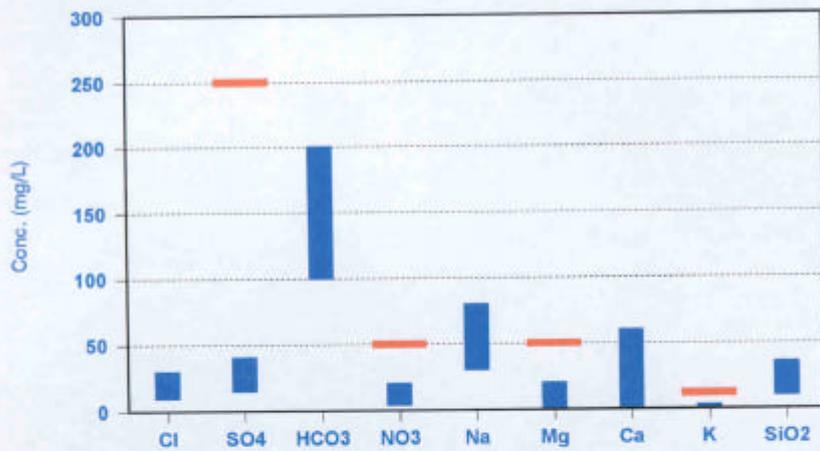


Fig: 5.5.2

Iones mayoritarios. Rangos de valores más frecuentes Campo de Casarrubuelos

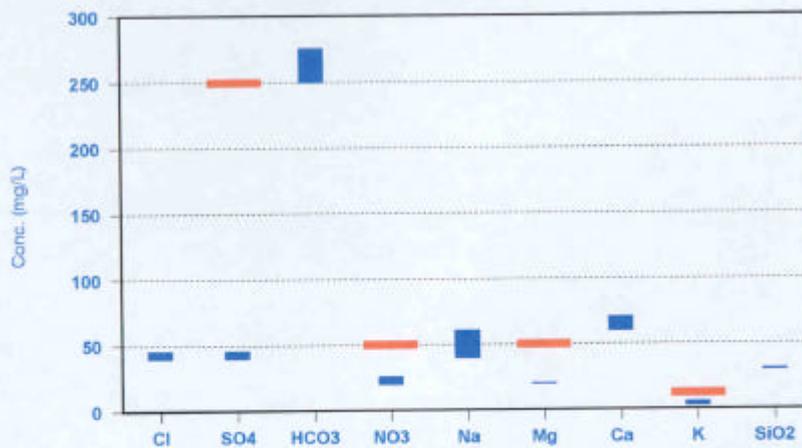


Fig: 5.5.3

Iones mayoritarios.
Rangos de valores más frecuentes
Campo de Moraleja de Enmedio

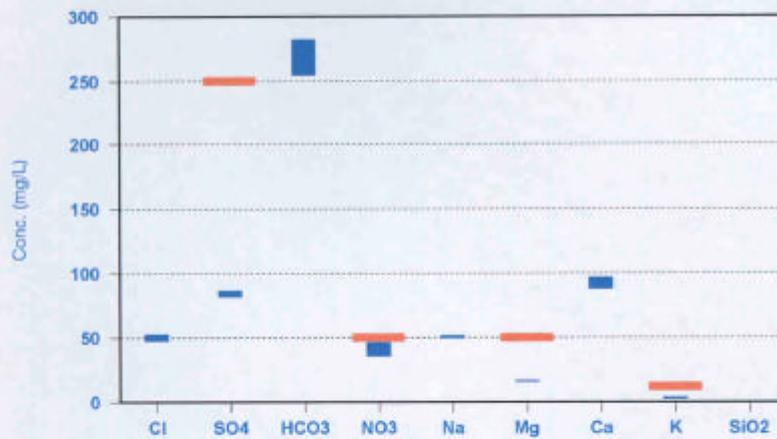


Fig: 5.5.4

Iones mayoritarios.
Rangos de valores más frecuentes
Campo de Móstoles

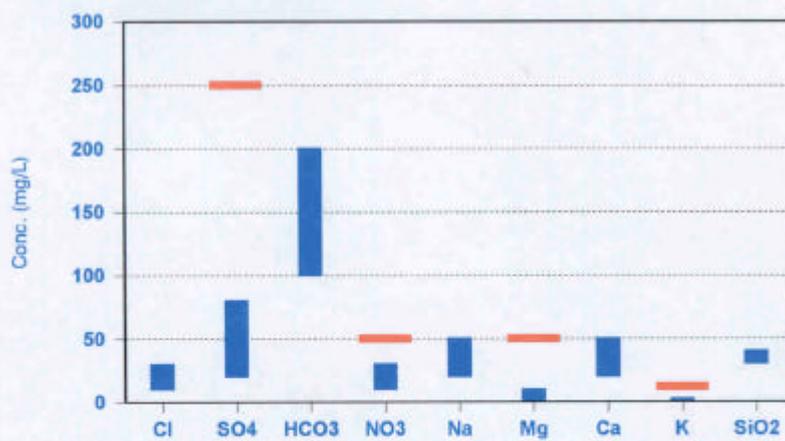


Fig: 5.5.5

Iones mayoritarios.
Rangos de valores más frecuentes
Campo de Navalcarnero

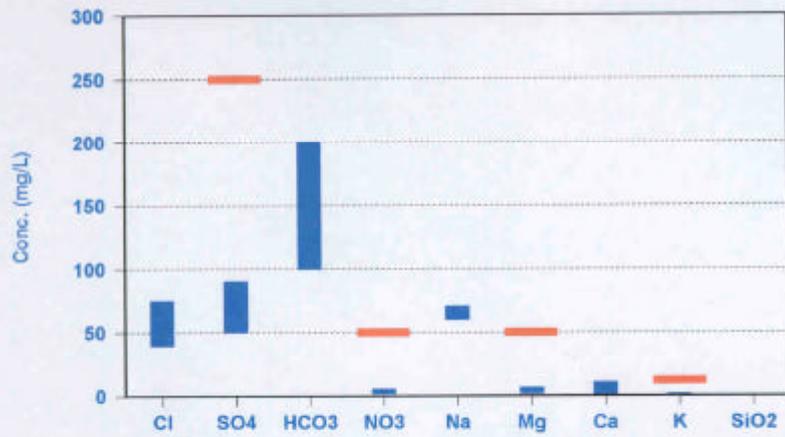


Fig: 5.5.6

Iones mayoritarios.
Rangos de valores más frecuentes
Campo de Parla

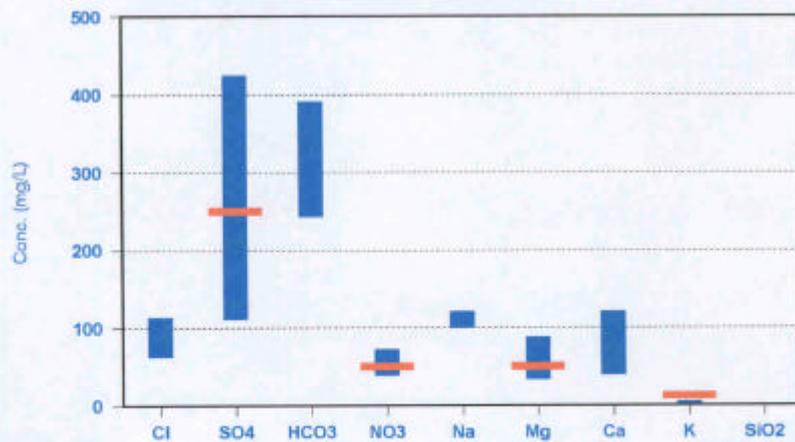


Fig: 5.5.7

Iones mayoritarios. Rangos de valores más frecuentes Campo de Villamantilla

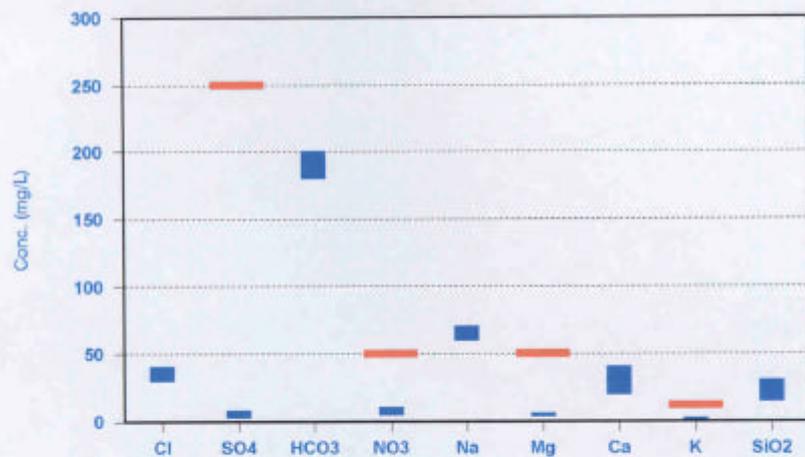


Fig: 5.5.8

Iones mayoritarios. Rangos de valores más frecuentes Campo de Villanueva de Perales

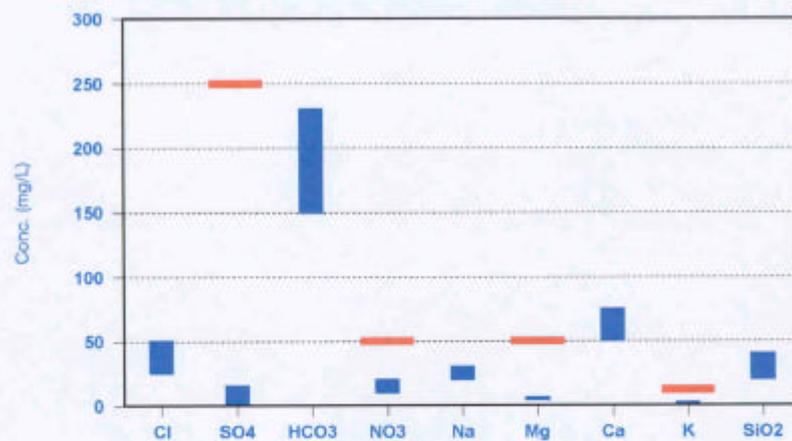
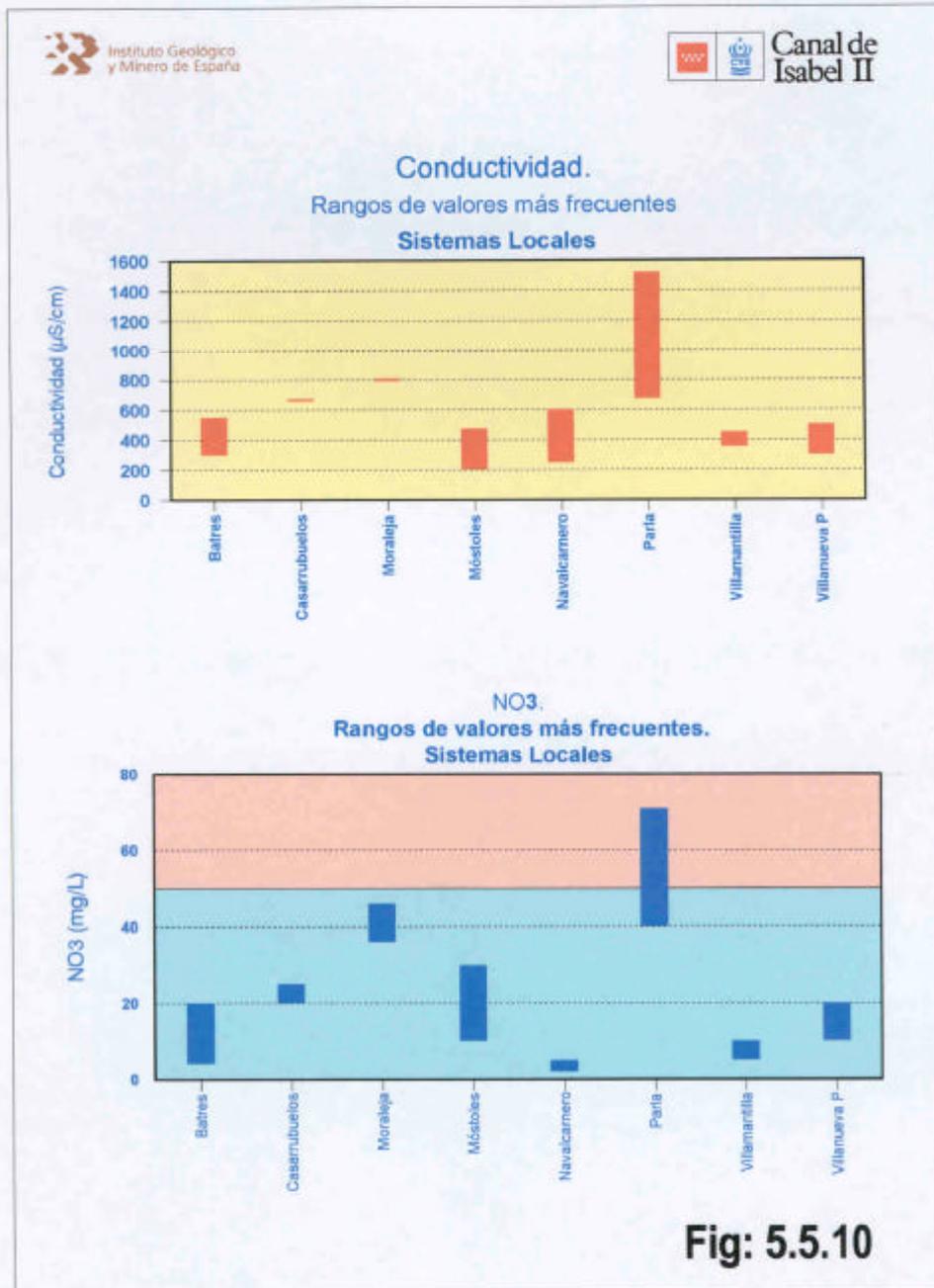
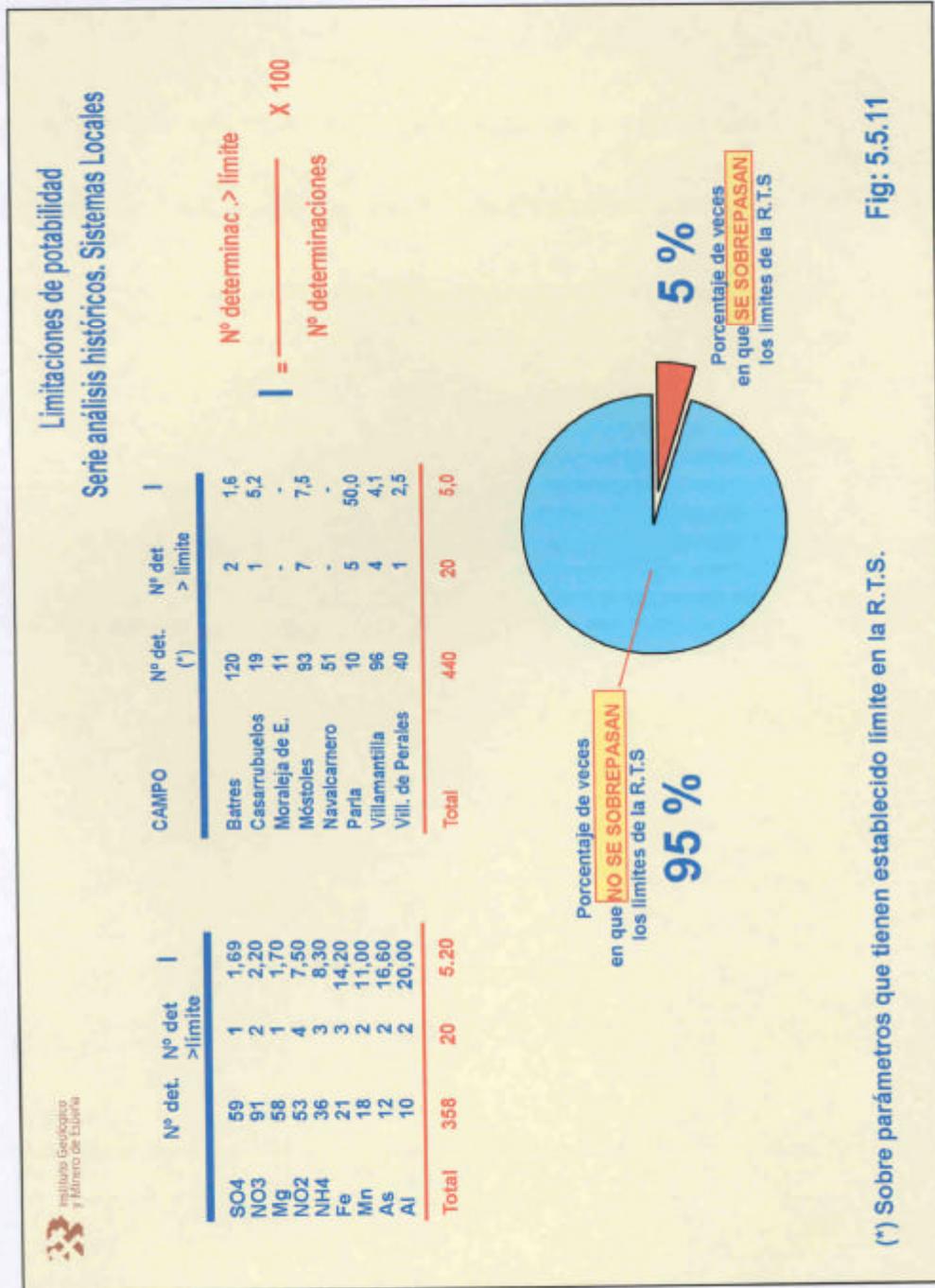


Fig: 5.5.9





Cuadro 5.5.11.- Distribución de facies hidroquímicas por Campos.

Facies	Batres	Casarr.	Mor.E	Móstoles	Navalc	Parla	Villa-mantilla	Vill. Perales	Total	%
Bic-Ca	1	1	1	3	1				7	28
Bic-Na	3			1	1	1			6	24
Bic-NaCa	1			1					2	8
BicSul-Na	1			2					3	12
BicSul-Ca				1					1	4
BicClo-Na					1		2		3	12
BicClo-Ca								2	2	8
SulBic-MgCa						1			1	4
Total	6	1	1	8	3	2	2	2	25	100

En el cuadro 5.5.12 se incluye la relación de facies correspondientes a los diferentes sondeos de los Sistemas Locales.

Cuadro 5.5.12. Facies hidroquímicas en los sondeos de los Sistemas Locales.

Campo: BATRES	
Sondeo	Facies
P-B1	Bic-Na
B1	Bic-Na
B2	Bic-NaCa
B3	BicSul-Na
B4	Bic-Ca
B5	Bic-Na
B6	Sin datos

Campo : CASARRUBUELOS	
Sondeo	Facies
CR-1	Bic-Ca

Campo : M. DE ENMEDIO	
Sondeo	Facies
ME-1	Bic-Ca

Facies hidroquímicas Sistemas Locales

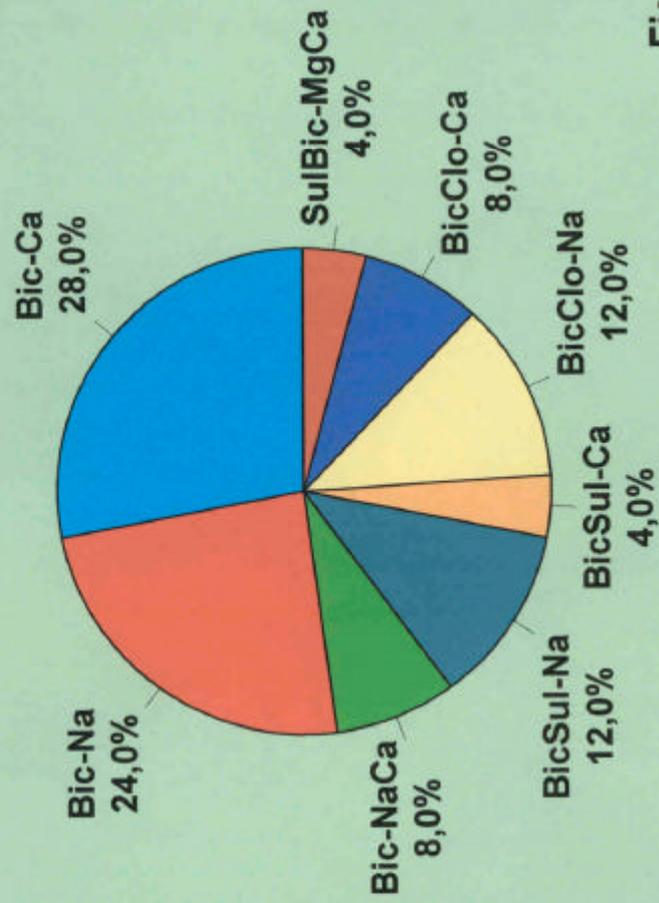


Fig: 5.5.12

Campo : MÓSTOLES	
Sondeo	Facies
Antusana II bis	BicSul-Na
Antusana III	Bic-Ca
Antusana IV	Bic-NaCa
Covimar	Bic-Ca
Depósito	Sin datos
Las Nieves	Bic-Ca
Parque Coimbra	Bic-Na
Polígono	BicSul-Ca
Reguera 1	BicSul-Na
Reguera 2	Sin datos

Campo : NAVALCARNERO	
Sondeo	Facies
F.Profesional	Bic-Ca
Navalcarnero 4	BicClo-Na
R. Guadarrama	Bic-Na

Campo : PARLA	
Sondeo	Facies
Parla 9	SulBic-MgCa
Parla 20	Bic-Na

Campo : VILLAMANTILLA	
Sondeo	Facies
VT-1	BicClo-Na
VT-2	BicClo-Na

Campo : V. DE PERALES	
Sondeo	Facies
VP-1	BicClo-Ca
VP-2	BicClo-Ca

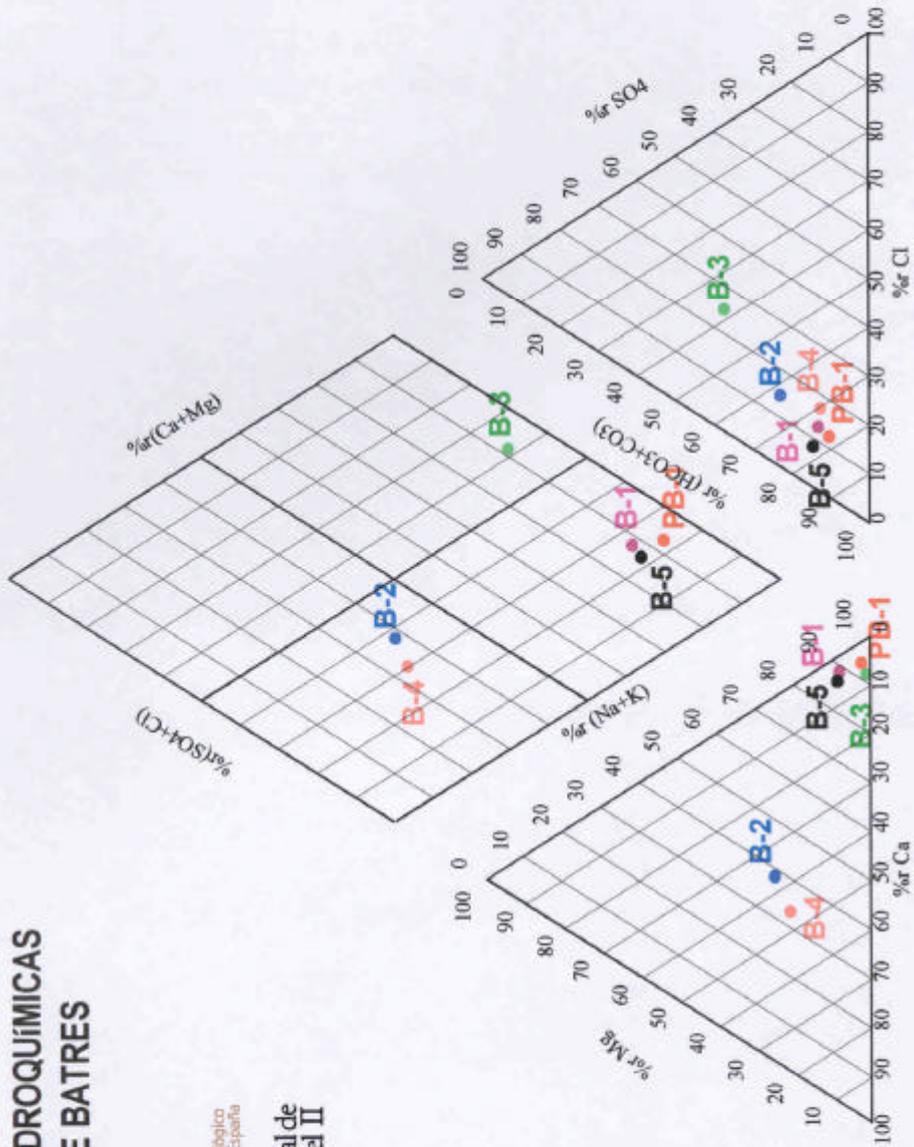
La distribución espacial de facies se presenta en el plano 5.5.1 mediante los correspondientes diagramas de Stiff.

En general las facies correspondientes a las diferentes muestras de los sondeos de los Sistemas Locales corresponden aceptablemente a su posición hidrogeológica, en lo relativo a zona de recarga o descarga.

Así ocurre en la zona de descarga del Guadarrama. De norte a sur, en la zona más próxima al cauce del río, las aguas presentan de forma generalizada facies bicarbonatada sódica. Tal ocurre en los sondeos Parque Coimbra, Río Guadarrama, y las captaciones de Batres próximas al río: Piezómetro B1, y sondeos B1, B2, B3, B5. La mayor componente cálcica del sondeo B2 quizá pueda ser explicada por el hecho de que este sondeo es el de menor profundidad de todos los más próximos. La facies bicarbonatada sódica que presenta el sondeo Navalcarnero 4 es coherente con su proximidad a esta zona de descarga y con su profundidad, 511 m, la mayor de los sondeos de su entorno.

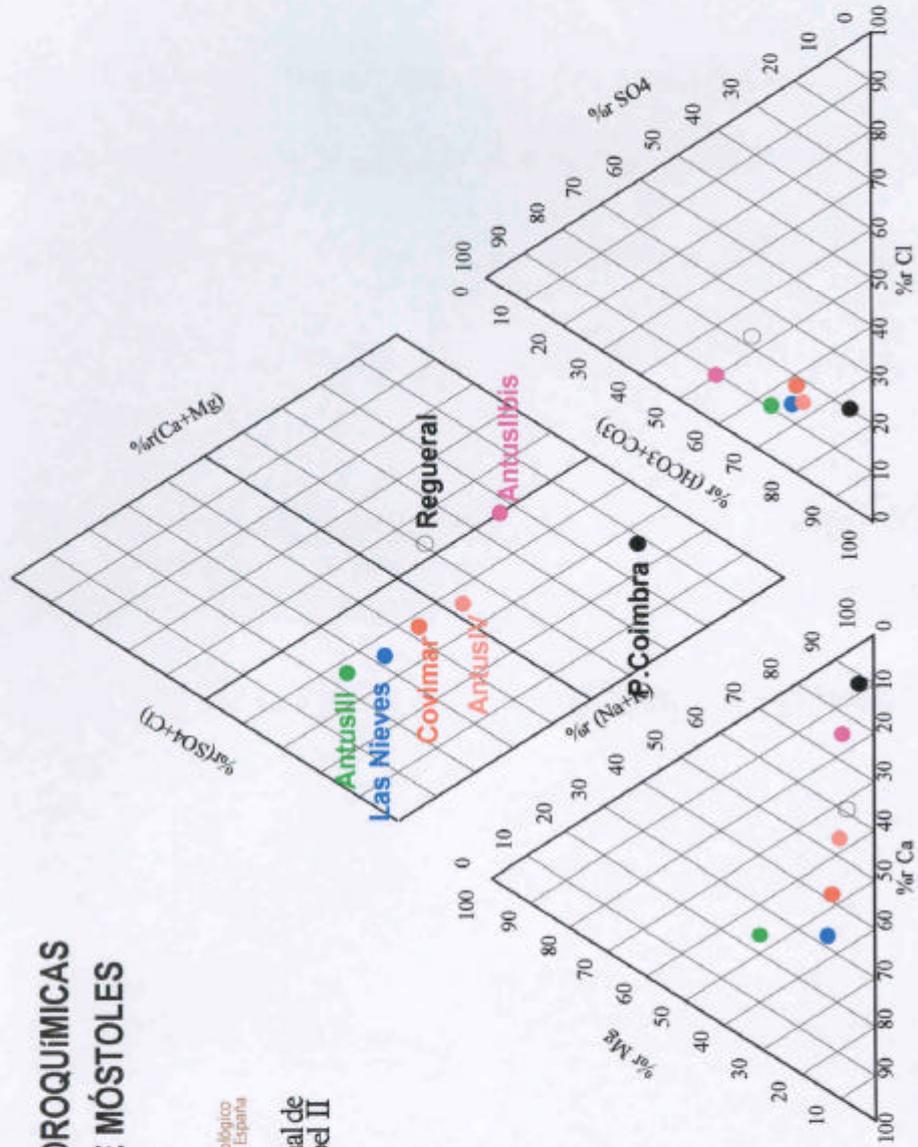
**FACIES HIDROQUÍMICAS
CAMPO DE BATRES**

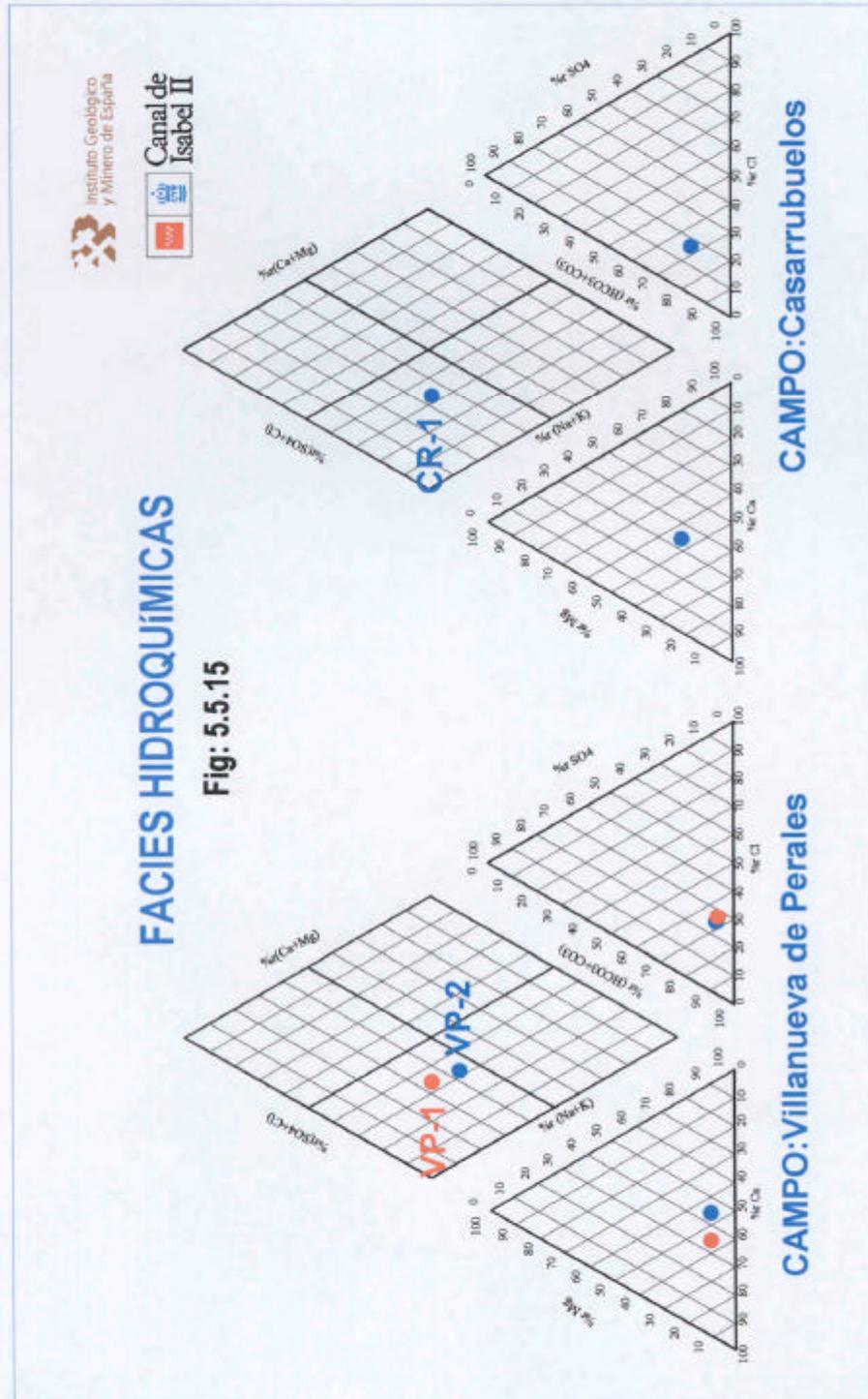
Fig: 5.5.13

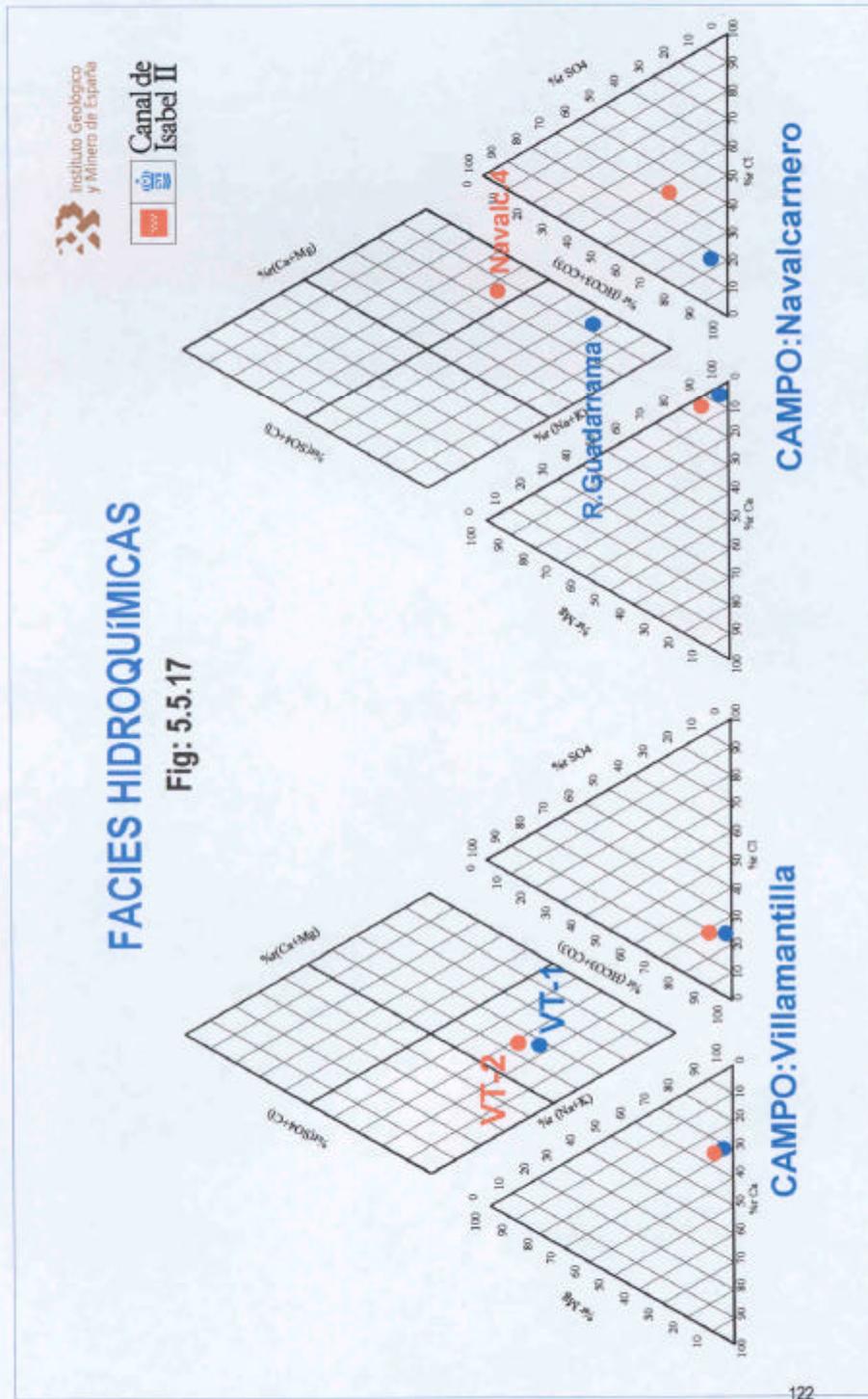


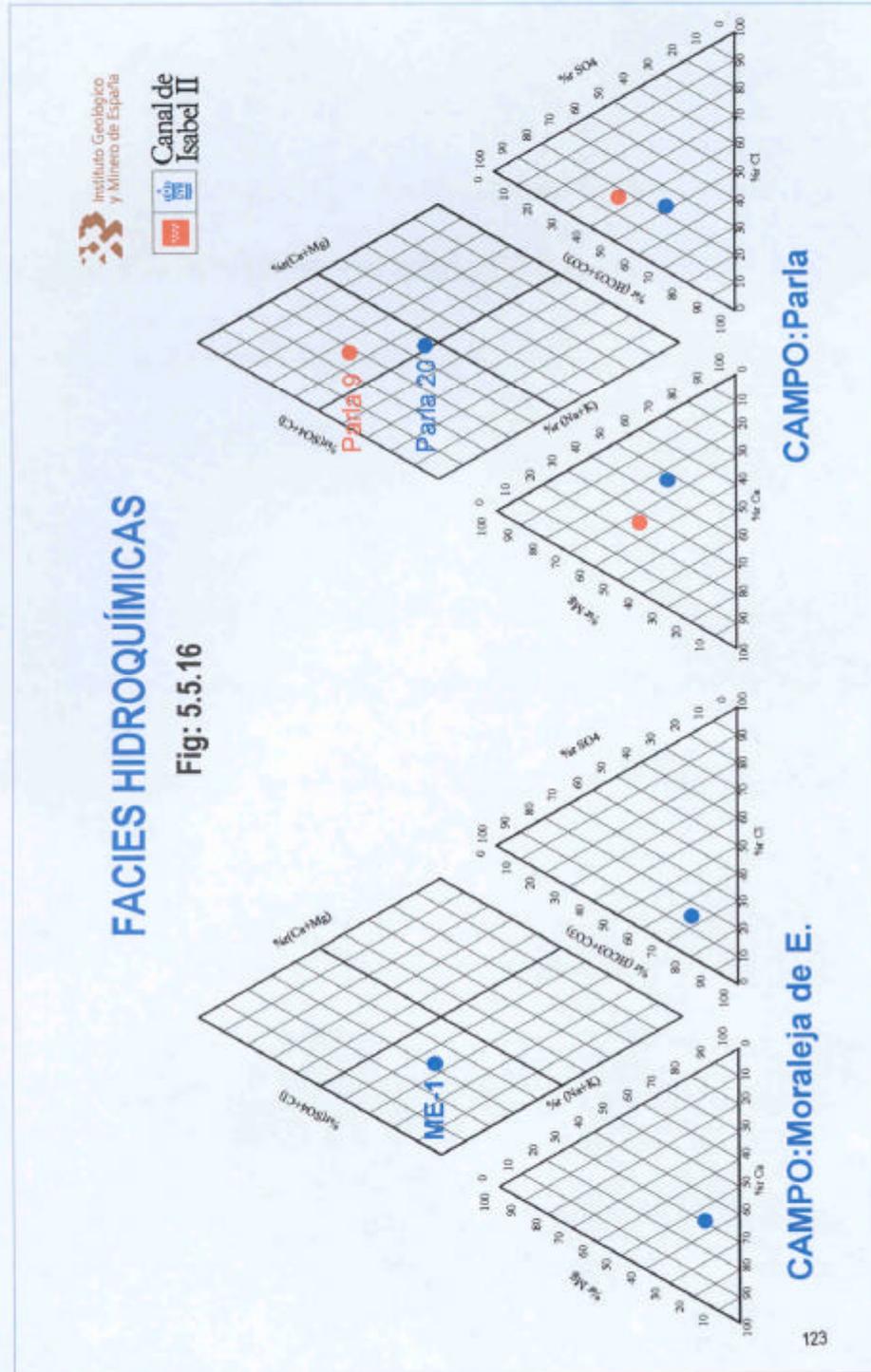
**FACIES HIDROQUÍMICAS
CAMPO DE MÓSTOLES**

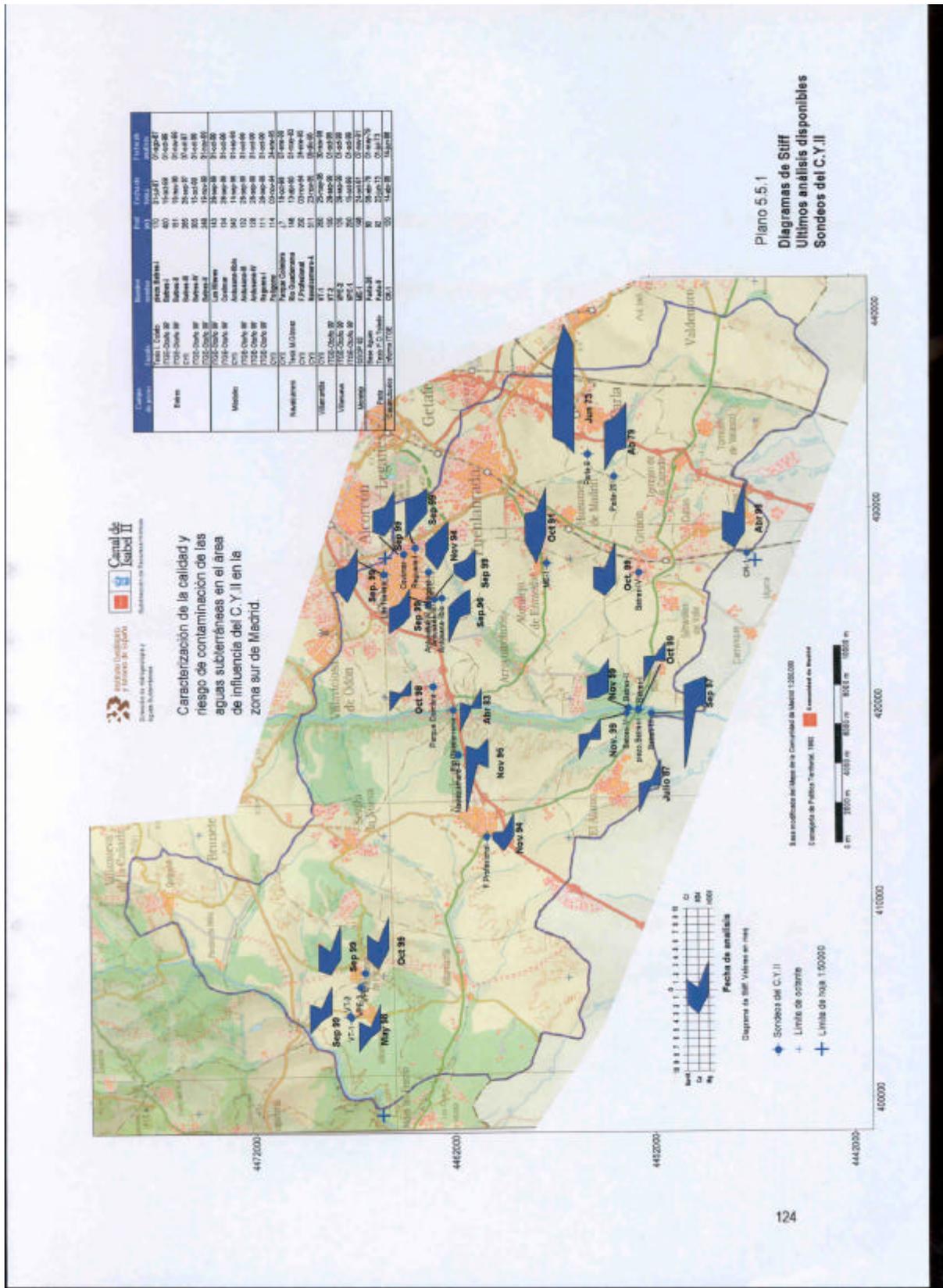
Fig 5.5.14











Las facies bicarbonatadas cálcicas predominan en la zona de recarga situada en la banda Casarrubuelos- Batres- Móstoles. No obstante, se producen excepciones a esta generalización como las de los sondeos Antusana II bis, Antusana IV y Reguera 1 que presentan facies bicarbonatada sódica con componente cálcica más o menos acusada. El sondeo Antusana II bis es el de mayor profundidad y el que presenta menor contenido en calcio de los tres. El contenido en sulfatos, en cambio, es muy similar.

En el sector occidental parece producirse una rápida evolución del agua desde facies bicarbonatadas cálcicas de los sondeos de Villanueva de Perales (VPE-1 y VPE-2) hasta las facies bicarbonatadas sódicas de los sondeos de Villamantilla (VT-1 y VT-2) En el sector oriental, la proximidad de los sondeos del campo de Parla a la facies de transición parece justificar su considerable mayor mineralización y el contenido en sulfatos que presentan.

Por lo que se refiere a la clasificación de las aguas de los Sistemas Locales para riego, del cuadro 5.5.13 y las figuras 5.5.18 a 5.5.25 y en la 5.5.26 se deduce que éstas son predominantemente (76% de las ocasiones) de la Clase C2-S1. Presentan salinidad media, pueden usarse para el cultivo de plantas moderadamente tolerantes a las sales en suelos con moderado grado de lavado; el riesgo de alcalinización del suelo por presencia de sodio intercambiable es bajo.

En el resto de las ocasiones (clases C2-S2, C2-S3, C3-S1 y C3-S3, que representan el 24% de los sondeos) deberían ser utilizadas con algún tipo de precaución en suelos con muy buen drenaje y plantas muy tolerantes a las sales con exigencias de lavados intensos y adición de materia orgánica. Estas precauciones son convenientes en los sondeos PB-1, B-3, ME-1, Navalcarnero 4, Río Guadarrama y Parla 9, por la clase a que pertenecen (Cuadro 5.5.14).

Cuadro 5.5.13 Clasificación de aguas para riego.
Conjunto Sistemas Locales.
(Se toma el dato de la fecha de análisis más reciente)

CAMPO	Nº sondeos	CLASES				
		C2-S1	C2-S2	C2-S3	C3-S1	C3-S3
BATRES	6	4	1			1
CASARRUBUELOS	1	1				
MORALEJA	1				1	
MÓSTOLES	8	8				
NAVALCARNERO	3	1	1	1		
PARLA	2	1			1	

VILLAMANTILLA	2	2				
VILLANUEVA DE PERALES	2	2				
TOTAL	25	19	2	1	2	1
%		76	8	4	8	4

Cuadro 5.4.14.- Clasificación de aguas para riego en los sondeos individualizados por Campos

BATRES	CLASE
PB-1	C2-S2
B-1	C2-S1
B-2	C2-S1
B-3	C3-S3
B-4	C2-S1
B-5	C2-S1

MOSTOLES	CLASE
Antusana II bis	C2-S1
Antusana III	C2-S1
Antusana IV	C2-S1
Covimar	C2-S1
Las Nieves	C2-S1
Parque Coimbra	C2-S1
Polígono	C2-S1
Reguera I	C2-S1

NAVALCARNERO	CLASE
Formación Profesional	C2-S1
Navalcarnero 4	C2-S2
Río Guadarrama	C2-S3

VILLAMANTILLA	CLASE
VT-1	C2-S1
VT-2	C2-S1

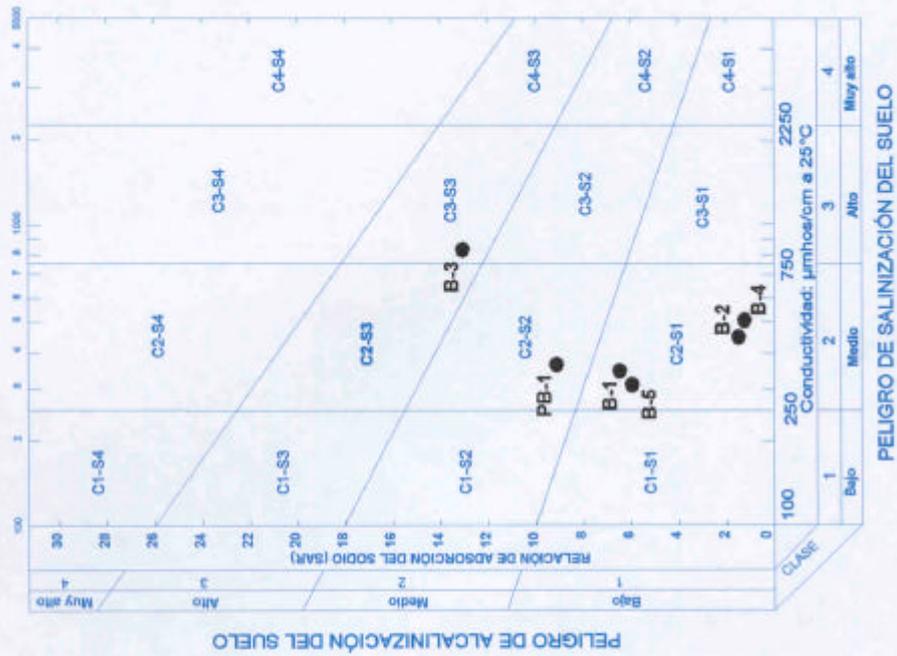
VILLANUEVA PERALES	CLASE
VP-1	C2-S1
VP-2	C2-S1

MORALEJA ENMEDIO	CLASE
ME-1	C3-S1

PARLA	CLASE
Parla 9	C3-S1
Parla 20	C2-S1

CASARRUBUELOS	CLASE
CR-1	C2-S1

CLASIFICACIÓN DE AGUAS PARA RIEGO.



CAMPO DE BATRES

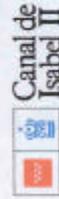
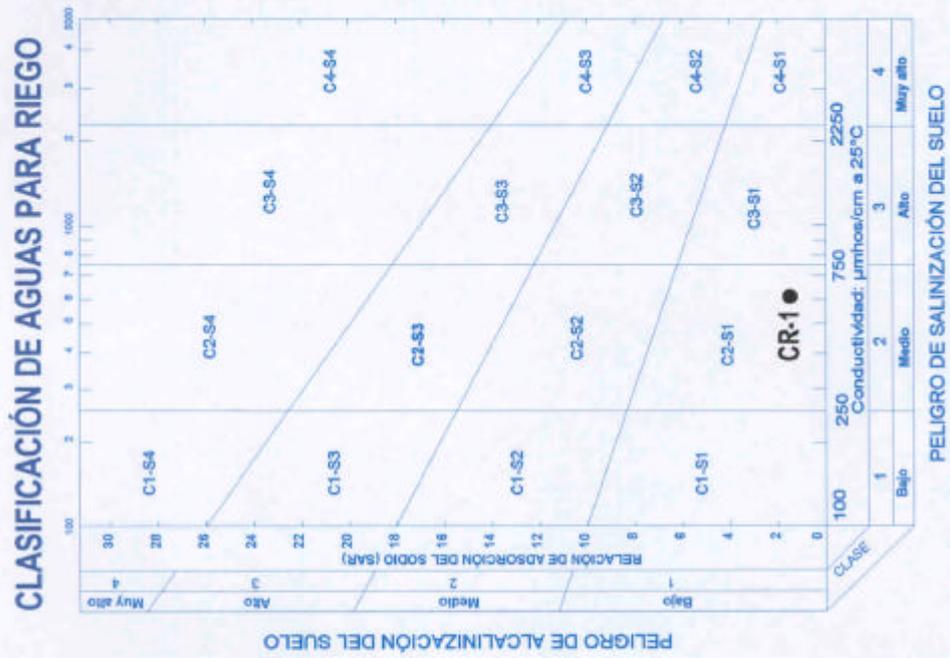


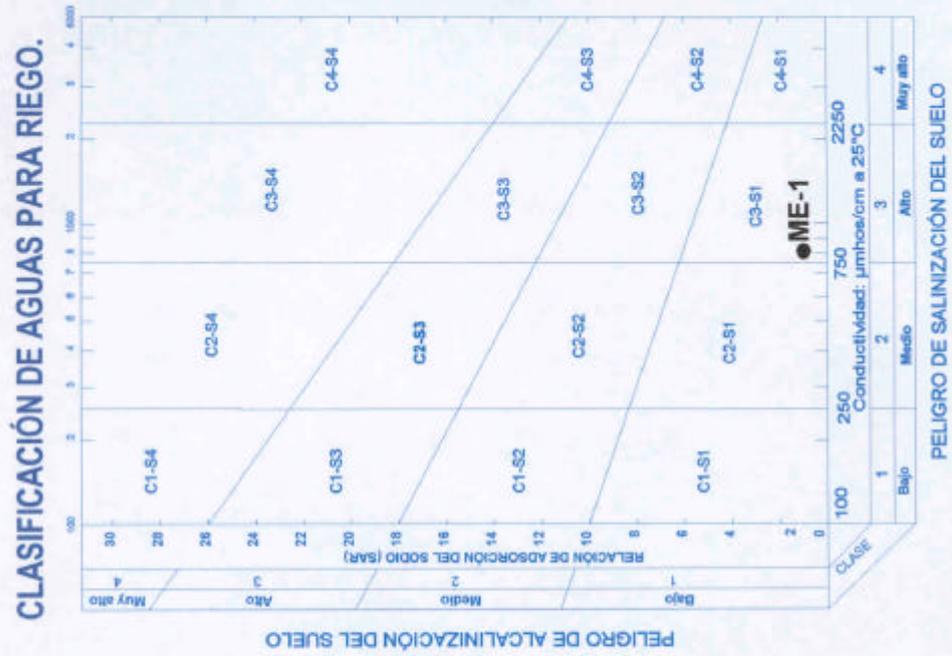
Fig: 5.5.18



CAMPO DE CASARRUBUELOS



Fig:5.5.19



**CAMPO DE
MORALEJA DE ENMEDIO**

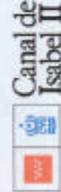
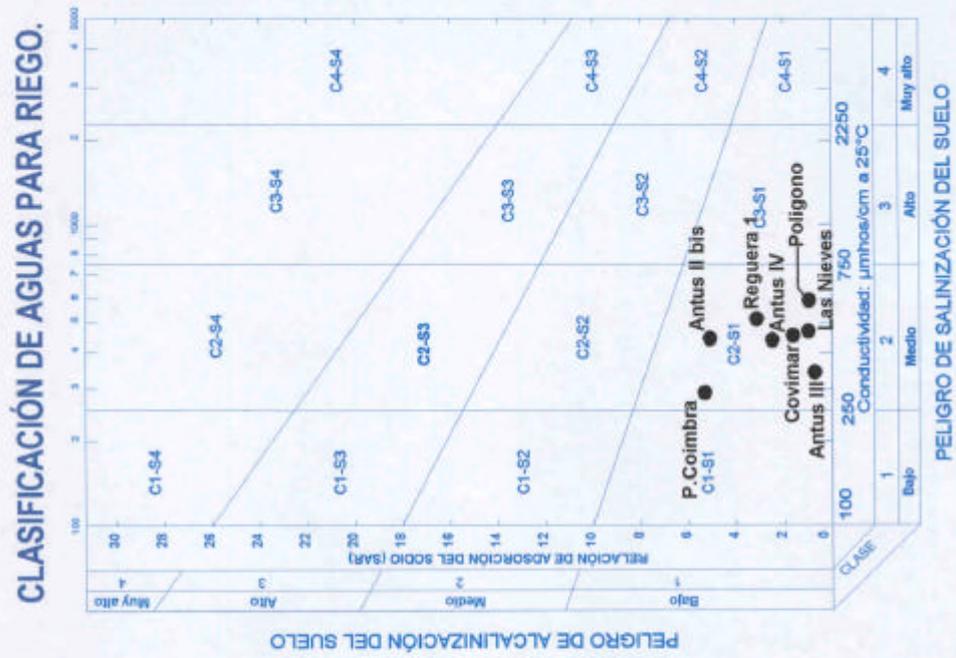


Fig: 5.5.20



CAMPO DE MÓSTOLES
 Instituto Geológico
 y Minero de España

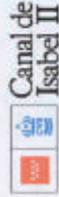
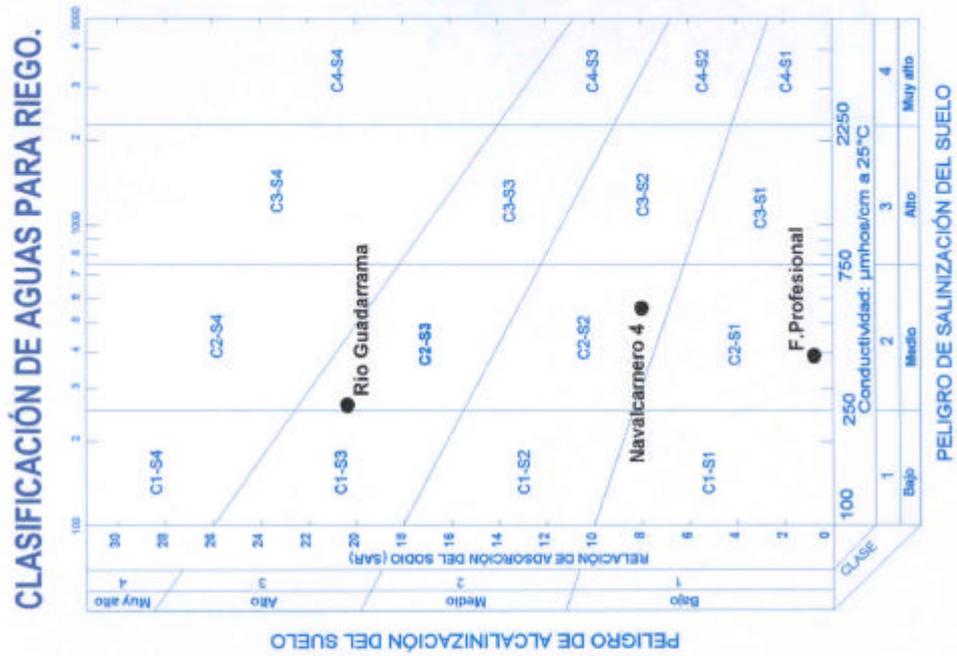


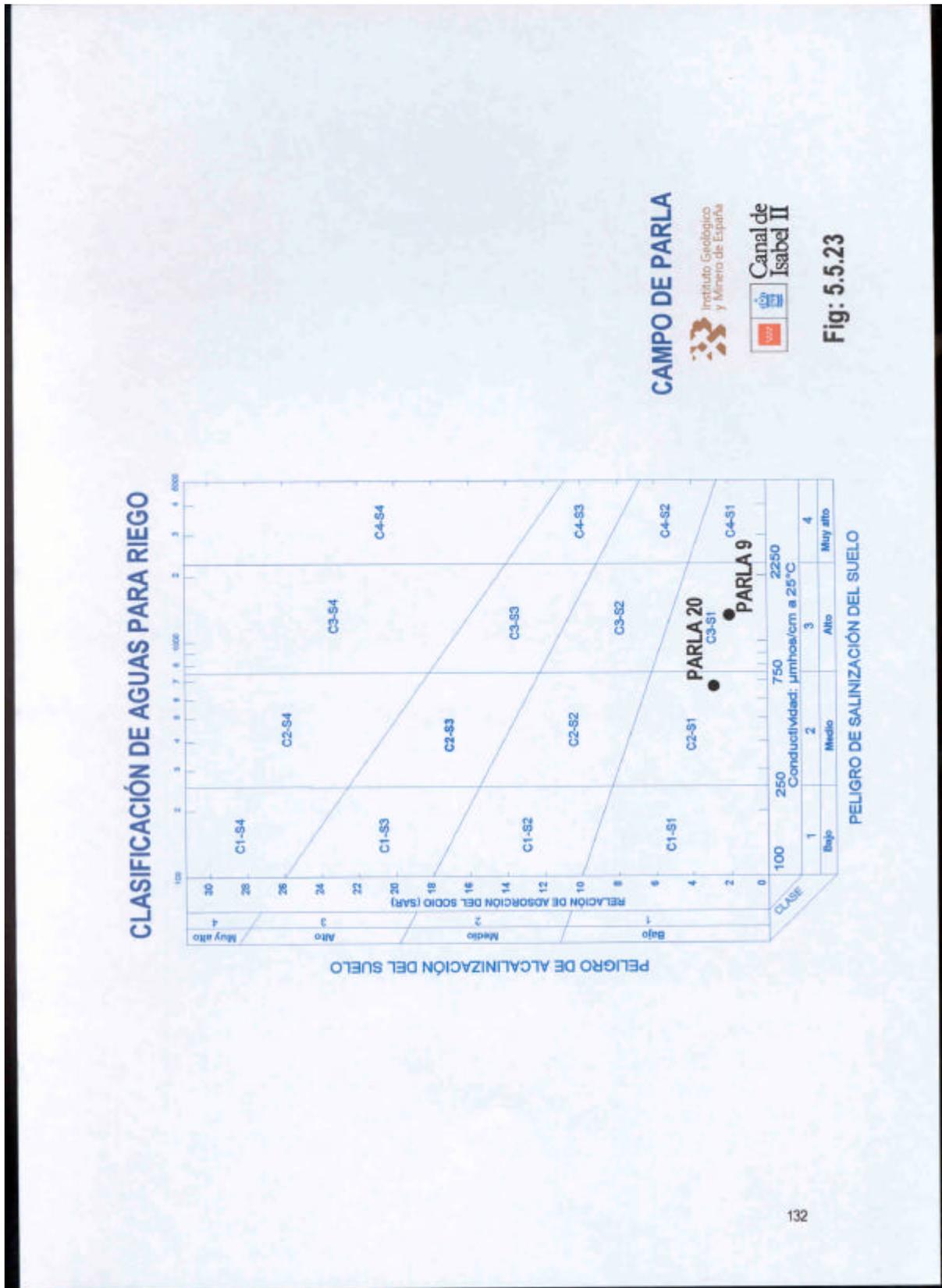
Fig: 5.5.21

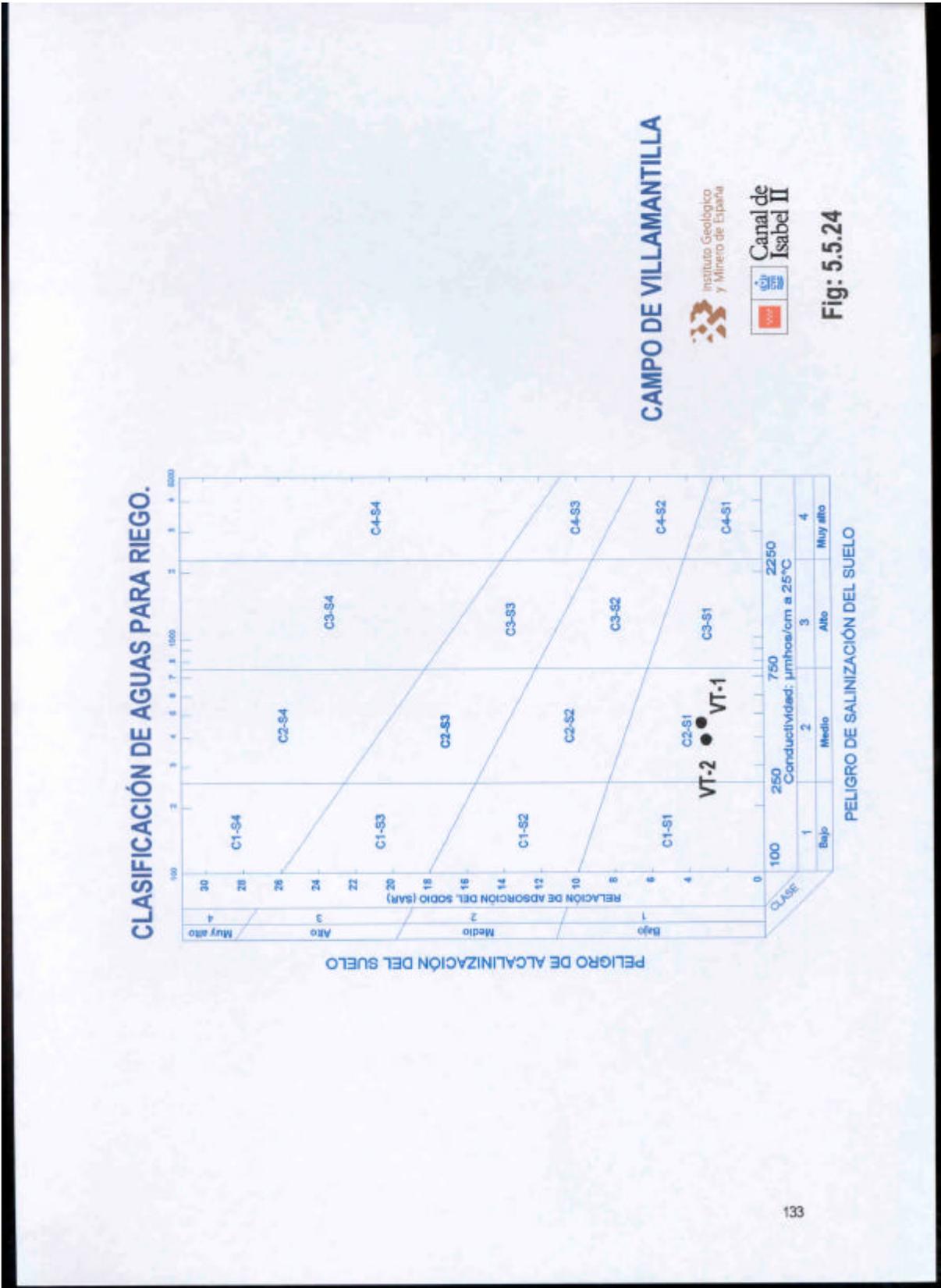


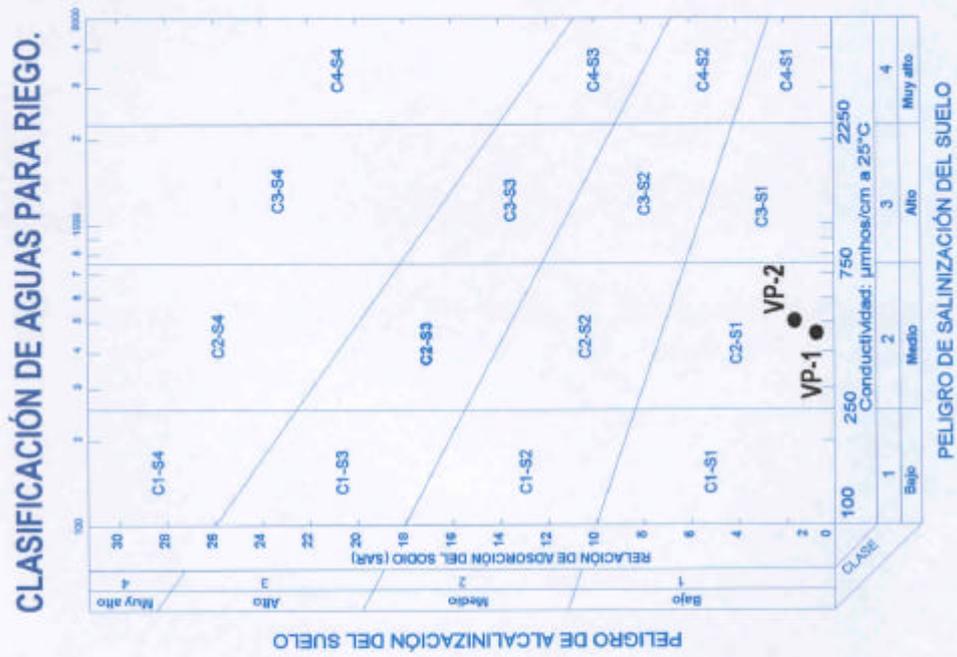
CAMPO DE NAVALCARNERO



Fig: 5.5.22







**CAMPO DE
VILLANUEVA DE PERALES**

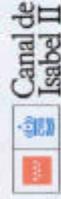


Fig: 5.5.25



Figura 5.5.26

En el cuadro 5.5.15 se incluyen los datos de clasificación de las aguas de los Sistemas Locales por su dureza. Los tipos de agua predominantes son los de aguas blandas y aguas duras que se presentan en el 30 % de las ocasiones, respectivamente, seguidas en su frecuencia de aparición (25%) por las aguas muy duras. El tipo de agua menos frecuente es el correspondiente a aguas algo duras que sólo se presenta

en el 15% de las ocasiones.

Cuadro 5.5.15.- Clasificación de aguas por su dureza

Tipo de agua	Límites (mg/L CaCO ₃)	Nº de datos	%
Blanda	0-50	18	30
Algo dura	50-100	9	15
Dura	100-200	18	30
Muy dura	Hasta saturación	15	25

La distribución de tipos de agua por campos puede observarse en el cuadro 5.5.16. En dicho cuadro puede apreciarse que en los campos de Casarrubuelos, Moraleja y Parla las aguas son sistemáticamente muy duras. En los Campos de Batres y Navalcarnero predominan las aguas blandas: 52.6% y 71.4%, respectivamente, mientras en los de Móstoles, Villamantilla y Villanueva de Perales el tipo predominante de agua es la dura en el 46.1, 50.0 y 66.6 % de las ocasiones respectivamente.

Cuadro 5.5.16.- Tipos de agua por campos

CAMPO	PORCENTAJE				N° puntos	N° datos
	Blanda	Algo dura	Dura	Muy dura		
BATRES	52,6	10,5	15,8	21,0	6	19
CASARRUBUELOS	-	-	-	100	1	3
MORALEJA	-	-	-	100	1	2
MÓSTOLES	7,6	30,7	46,1	15,3	8	13
NAVALCARNERO	71,4	14,3	14,3	-	3	7
PARLA	-	-	-	100	2	2
VILLAMANTILLA	25,0	25,0	50,0	-	2	8
VILLANUEVA DE PERALES	-	-	66,6	33,3	2	6

Como era de esperar, no se ha podido establecer ningún tipo de correlación entre la profundidad de las captaciones y el contenido iónico de las aguas de los sondeos de los Sistemas Locales (Cuadro 5.5.17 y figuras 5.5.27 a 5.5.36) en la que se representan las relaciones con el contenido medio de iones mayoritarios en diferentes fechas con información analíticas de los mismos.

Cuadro 5.5.17.- Coeficientes de correlación profundidad - iones mayoritarios (Sistemas Locales.)

Cond.	Cl	SO ₄	HCO ₃	NO ₃	NO ₂	Na	Mg	Ca	SiO ₂
-0.21	-0.08	-0.10	-0.18	-0.50	-0.28	0.39	-0.29	-0.44	-0.19

La relación profundidad - sodio ($r=0.39$) es la única positiva y, aunque escasamente significativa a efectos estadísticos, podría ser indicadora de procesos de intercambio iónico en profundidad, vista la correlación inversa ($r= -0.44$) que presenta el calcio.

Los datos disponibles sobre la evolución histórica de la composición química en los sondeos de los Sistemas Locales son escasos como se muestra en el cuadro 5.5.18. Los periodos de registro más o menos continuo son cortos; de hecho, incluyendo los datos correspondientes al muestreo de noviembre de 1999, sólo se dispone de series con cinco o más datos de conductividad y nitratos en los sondeos B-1, B-2, B-4, VP-1, VT-1 y VT-2.

Relación profundidad - conductividad media
Sistemas Locales



Fig: 5.5.27

Relación profundidad - concentración media de Cl
Sistemas Locales

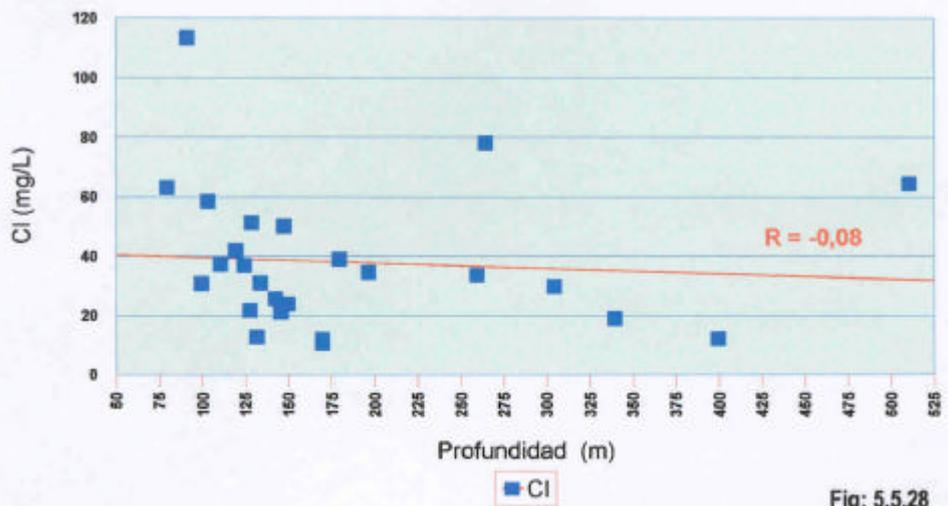


Fig: 5.5.28

Relación profundidad - concentración media de SO_4

Sistemas Locales

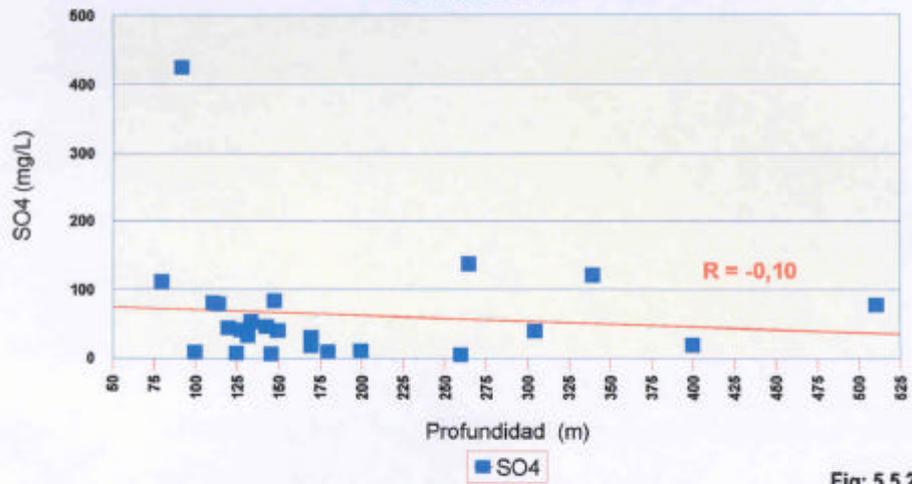


Fig: 5.5.29

Relación profundidad - concentración media de HCO_3

Sistemas Locales

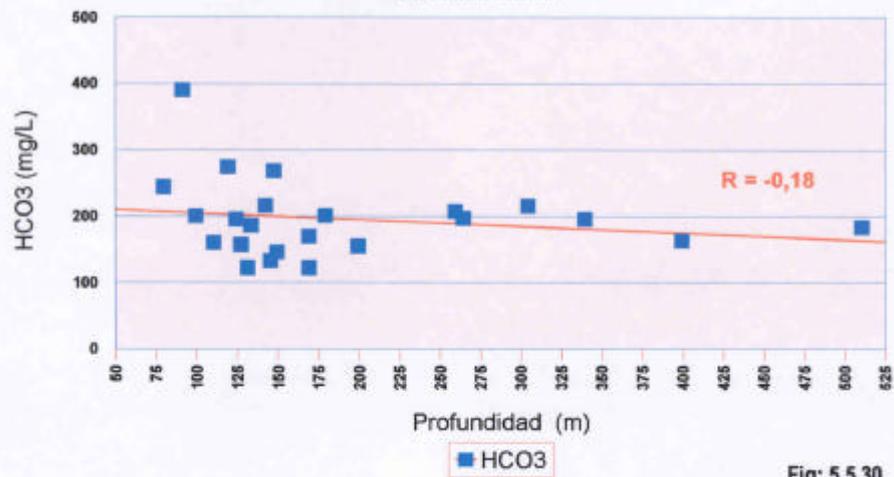


Fig: 5.5.30

Relación profundidad - concentración media de NO₃

Sistemas Locales

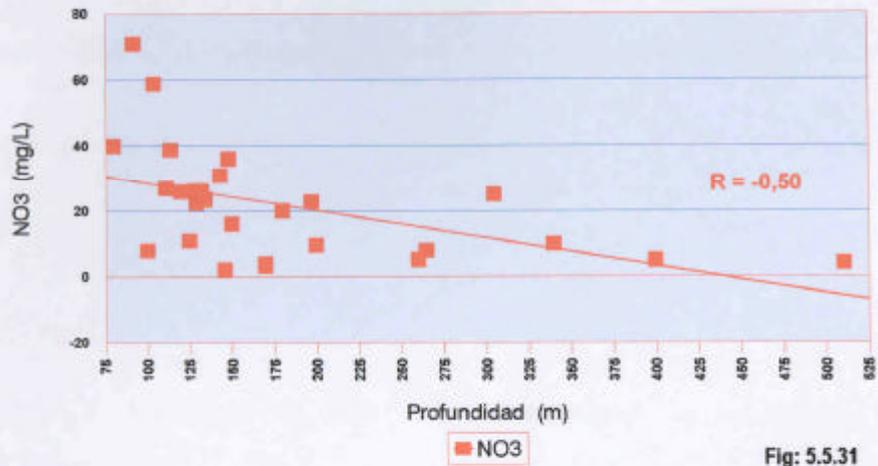


Fig: 5.5.31

Relación profundidad - concentración media de NO₂

Sistemas Locales

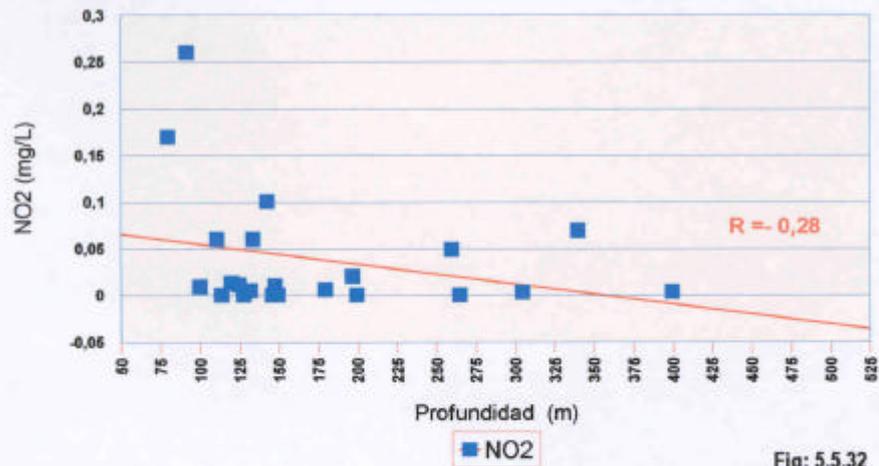


Fig: 5.5.32

Relación profundidad - concentración media de Na
Sistemas Locales

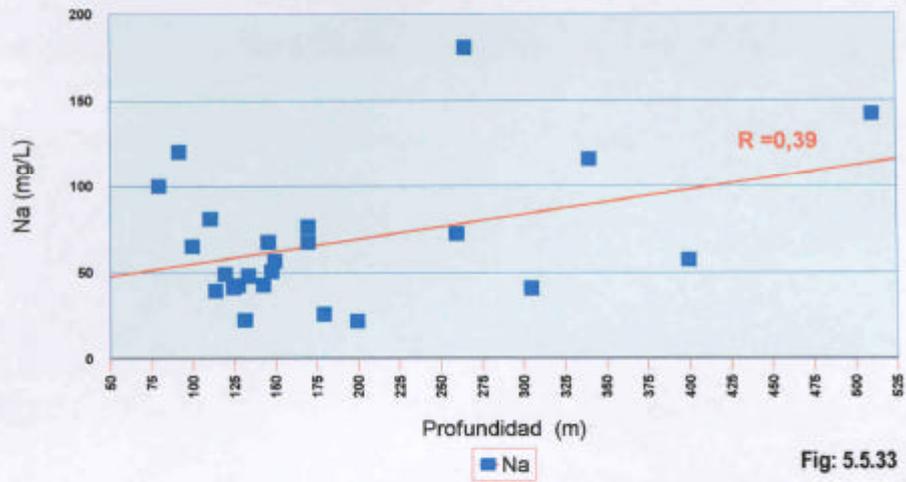


Fig: 5.5.33

Relación profundidad - concentración media de Mg
Sistemas Locales

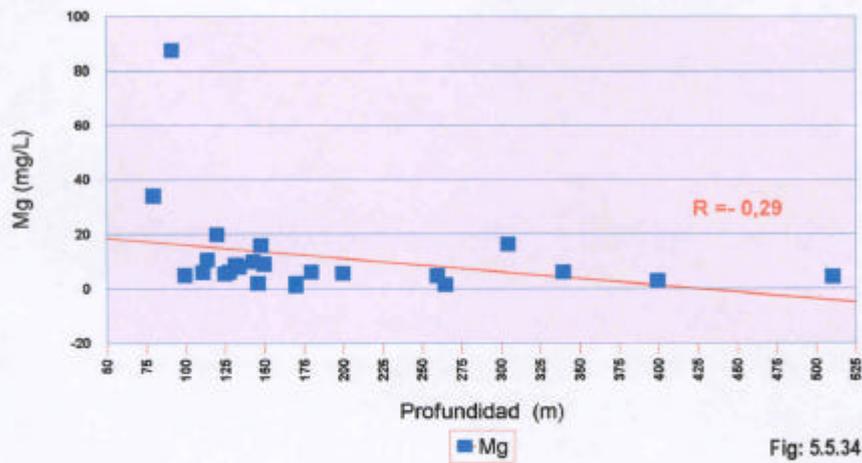


Fig: 5.5.34

Relación profundidad - concentración media de Ca

Sistemas Locales

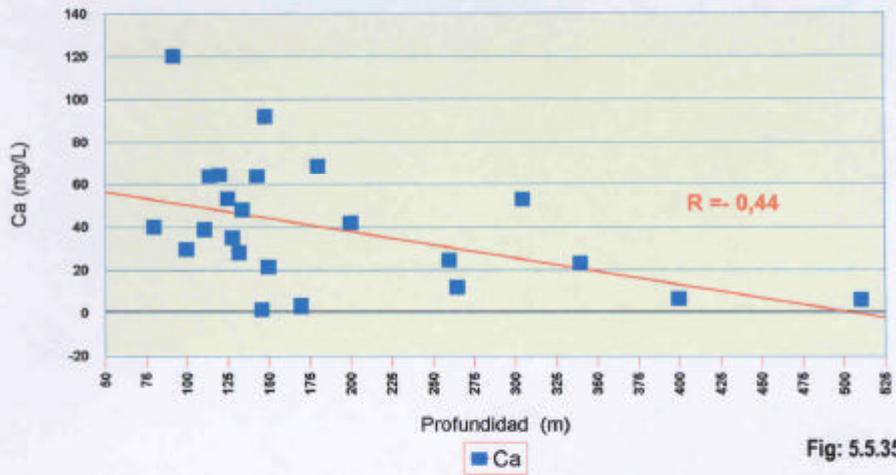


Fig: 5.5.35

Relación profundidad - concentración media de SiO₂

Sistemas Locales

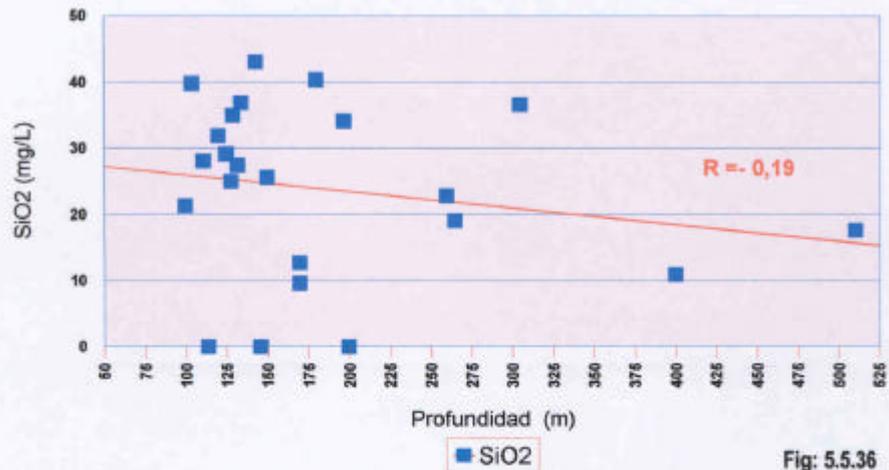


Fig: 5.5.36

Cuadro 5.5.18.- Periodos y datos disponibles de conductividad y nitratos.
Sistemas Locales

Campo	Sondeo	Datos de conductividad	Periodo	Datos de nitratos	Periodo
BATRES	P-B1	2	81-87	2	81-87
	B-1	5	95-99	5	95-99
	B-2	5	87-99	5	87-99
	B-3	1	97	1	97
	B-4	9	79-99	9	79-99
	B-5	3	95-99	3	95-99
	B-6	1	96	1	96
CASARRUBUELOS	CR-1	3	94-98	3	94-98
MORALEJA	ME-1	2	91	2	91
MÓSTOLES	Antusana II bis	3	96	3	96
	Antusana III	4	94-99	4	94-99
	Antusana IV	4	94-99	4	94-99
	Covimar	3	99	3	99
	Depósito	2	99	2	99
	Las Nieves	3	99	4	95-99
	Parque Coimbra	1	98	1	98
	Polígono	1	94	1	94
	Reguera -1	3	99	3	99
NAVALCARNERO	F.Profesional	1	94	1	94
	Navalcarnero-4	4	95	4	95
	R. Guadarrama	2	83-94	2	83-94
PARLA	Parla 9	1	73	1	73
	Parla 20	1	73	1	73
VILLAMANTILLA	VT-1	6	97-98	6	97-98
	VT-2	12	91-99	12	91-99

VILLANUEVA DE PERALES	VP-1	5	91-99	5	91-99
	VP-2	3	91-99	3	91-99

En las figuras 5.5.37 a 5.5.55 se incluyen los gráficos de evolución conductividad y nitratos por puntos. En el anexo 5 se incluyen los gráficos de evolución de aniones, cationes, especies nitrogenadas y fosfatos de cada uno de los sondeos de los Sistemas Locales.

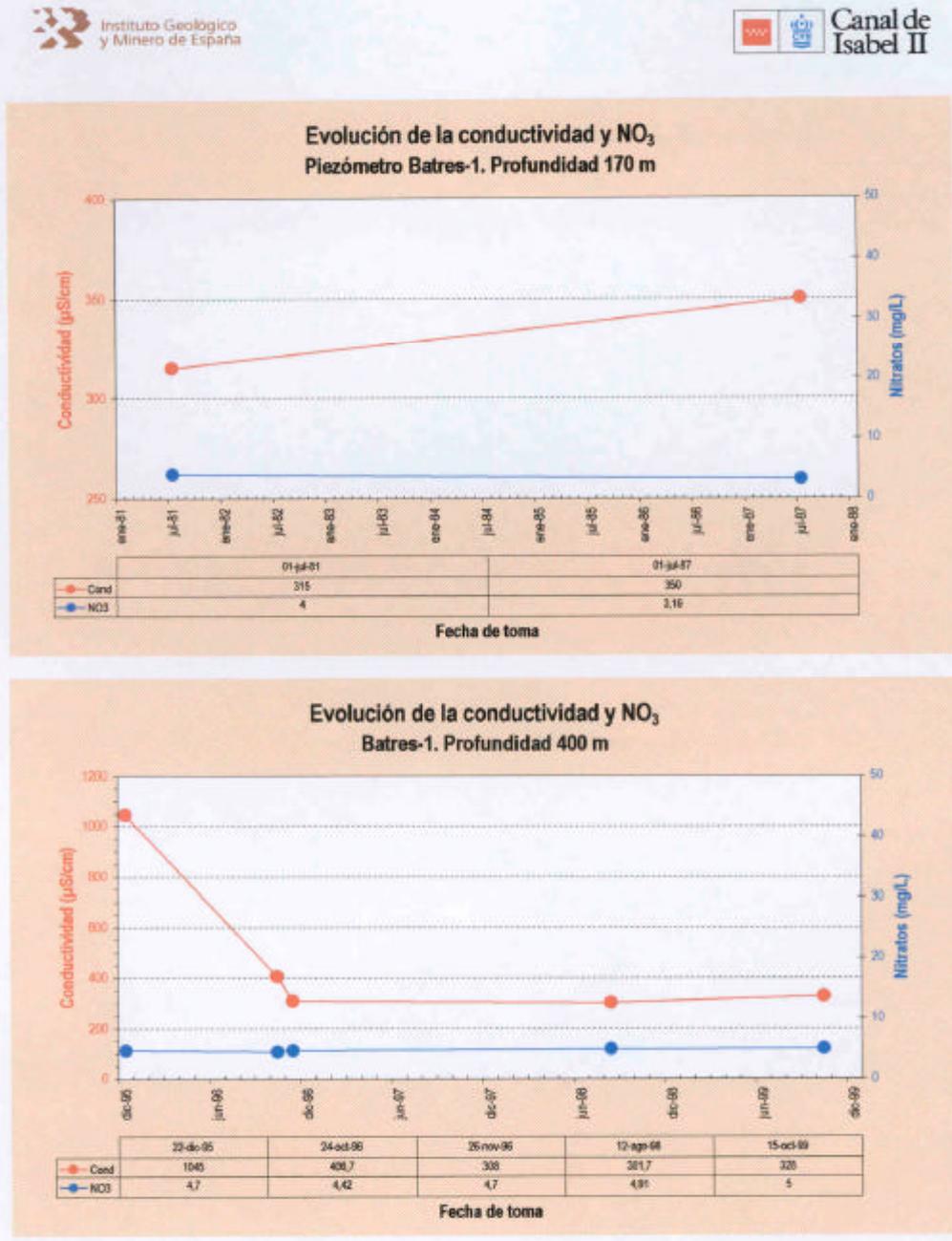
En el cuadro 5.5.19 se presentan las tendencias de conductividad y nitratos en el conjunto de la serie en captaciones con tres o más análisis que se resumen en el cuadro 5.5.20.

Cuadro 5.5.19.- Tendencias (*) de conductividad y nitratos en el conjunto de la serie. (Puntos con tres o más análisis)

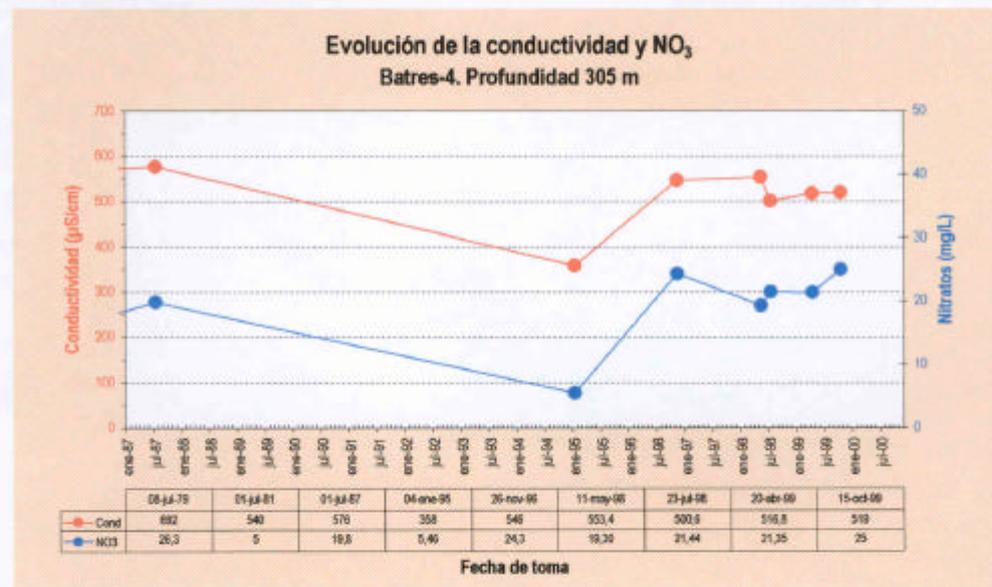
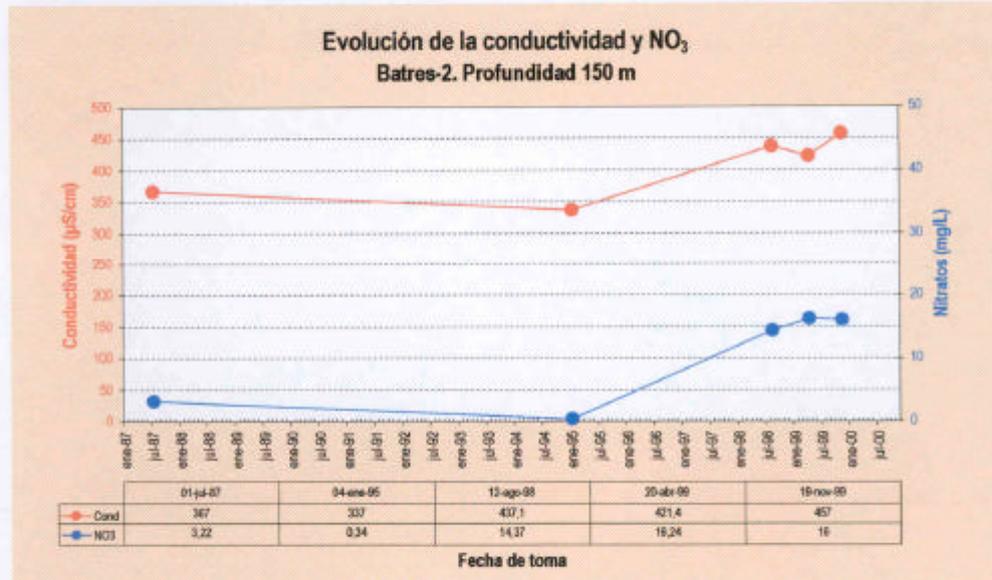
SONDEO	CONDUCTIVIDAD ($\mu\text{S}/\text{cm}$)			NITRATOS (mg/L)		
	Rango en serie	Dif.	TENDENCIA	Rango en serie	Dif.	TENDENCIA
B1	301-406	105	Decreciente	4,4-5,0	0,6	Constante
B2	337-457	120	Creciente	0,3-16,2	15,9	Creciente
B4	358-692	334	Decreciente	5,0-26,0	21	Creciente
B5	310-355	45	Decreciente	2,8-6,1	3,3	Constante
CR1	612-665	53	Decreciente	21,0-26,0	5,0	Constante
Las Nieves	438-472	34	Creciente	16,6-35	18,4	Decreciente
Antusana II bis	425-659	234	Decreciente	6,9-10	3,1	Constante
Antusana III	289-337	48	Creciente	18,6-27,0	8,4	Creciente
Antusana IV	378-445	67	Creciente	27,0-30,5	3,5	Constante
Covimar	452-515	63	Creciente	23,4-28,5	5,1	Decreciente
Reguera I	463-513	50	Creciente	21,2-29,0	7,8	Creciente
Navalcarnero 4	461-614	153	Creciente	0,9-4,4	3,5	Constante
VT 1	335-450	115	Creciente	5,2-12,8	7,6	Decreciente
VT 2	335-477	142	Decreciente	4,9-12,7	7,8	Constante
VP 1	347-523	176	Decreciente	11,0-20,8	9,8	Creciente
VP 2	347-502	155	Creciente	7,2-21,2	14,0	Decreciente

(*) La tendencia de la serie se considera constante si la diferencia de los extremos del rango de variación es inferior a 25 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en

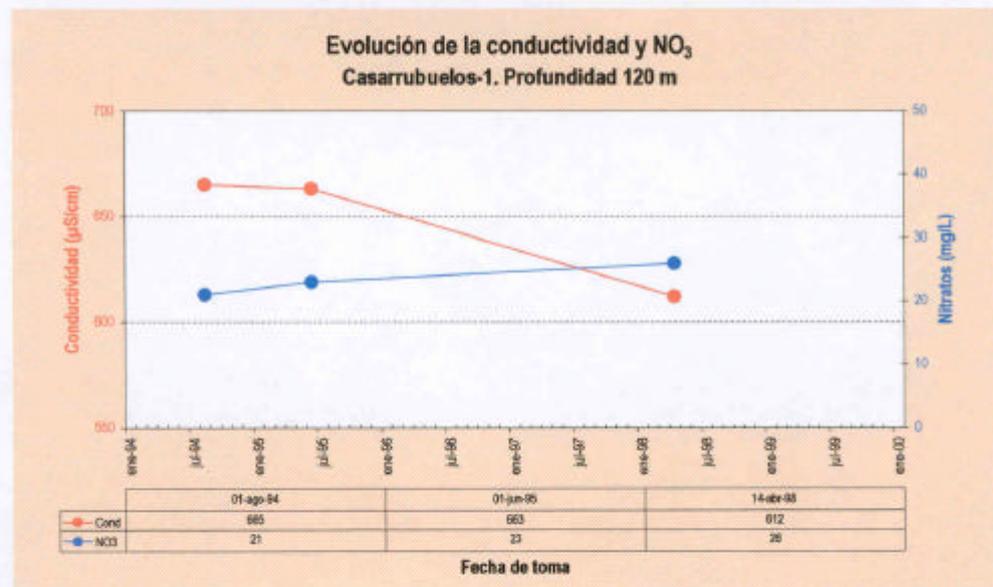
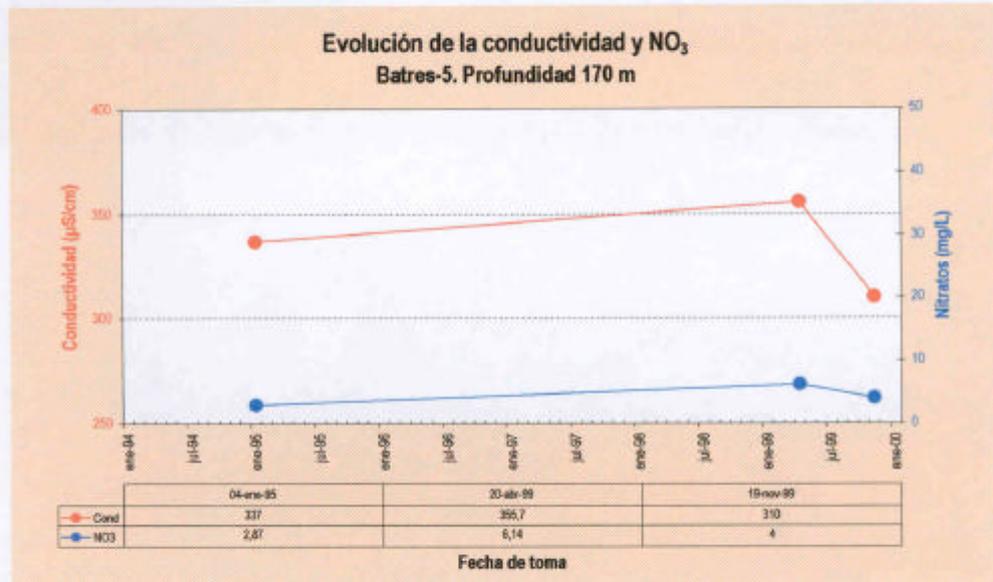
conductividad o a 5 mg/L en nitratos, aunque la pendiente de la recta de tendencia sea positiva o negativa.



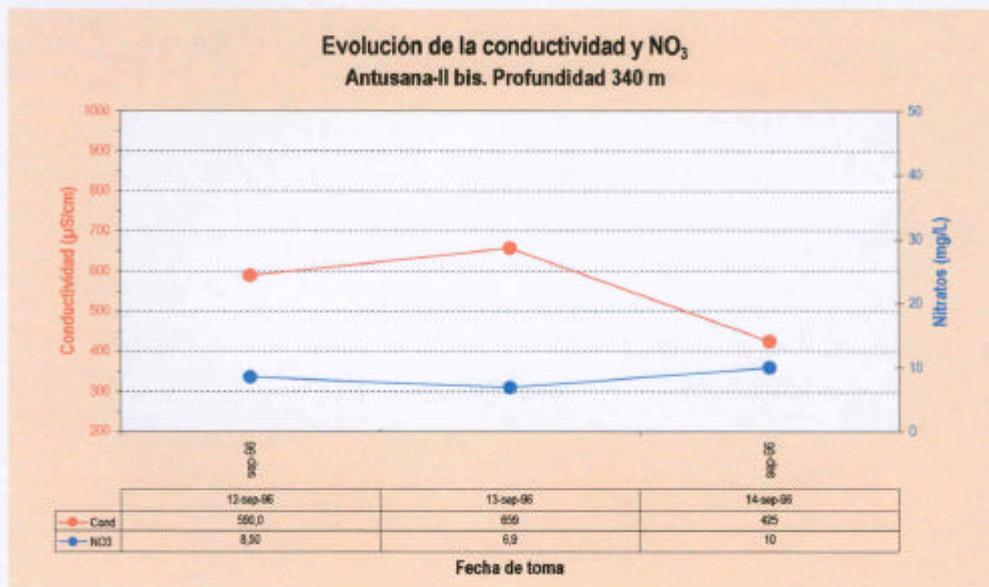
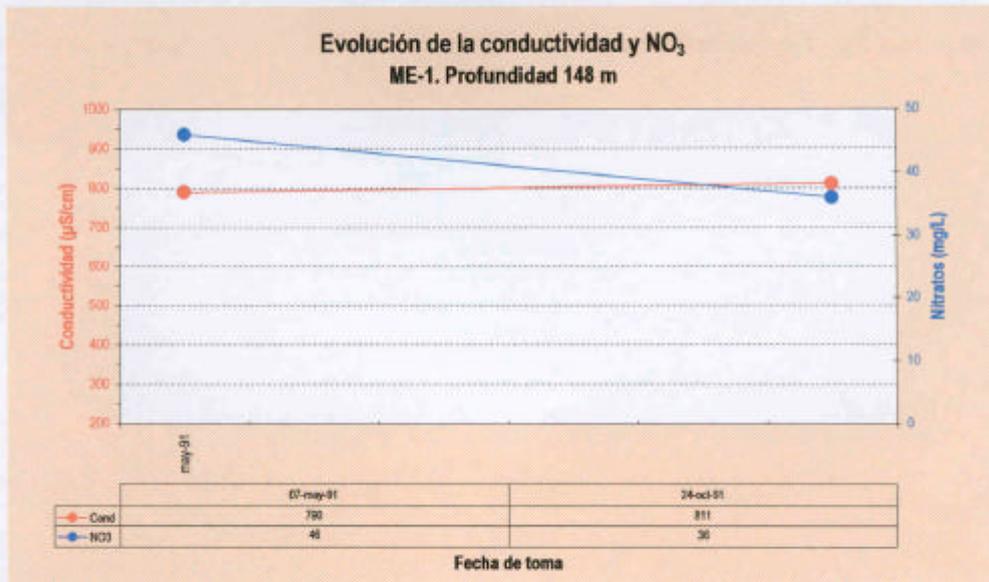
Figuras 5.5.37 y 38



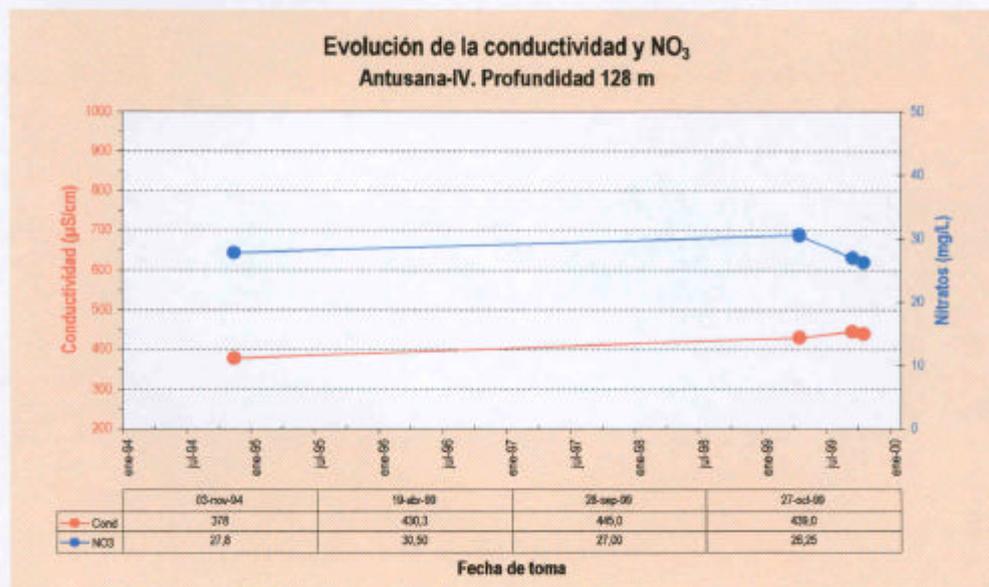
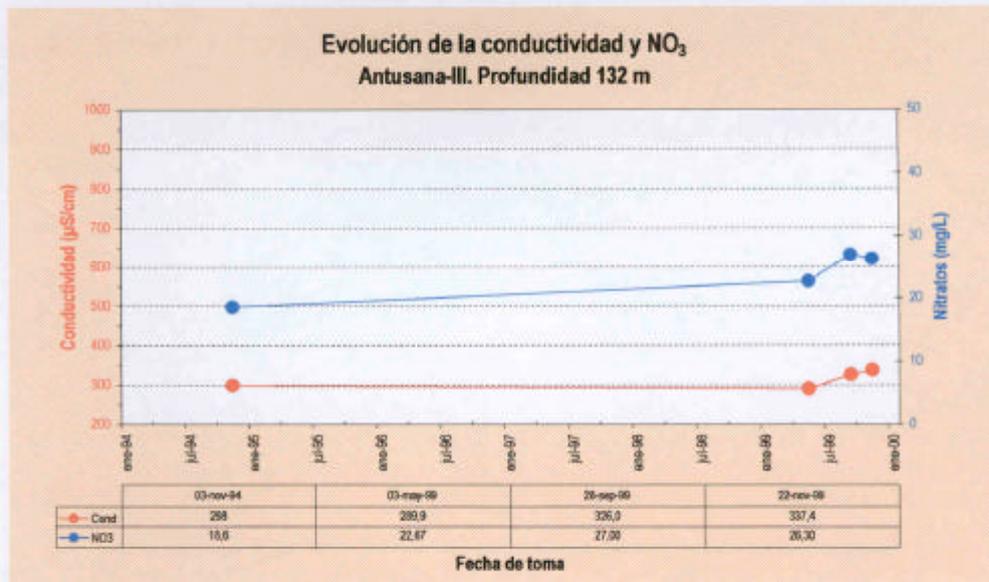
Figuras 5.5.39 y 40



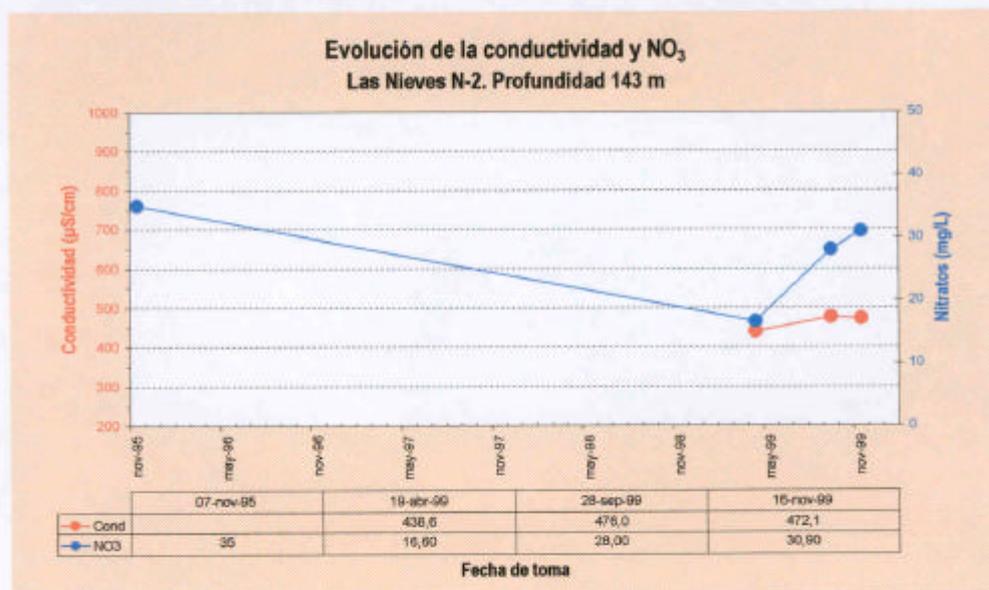
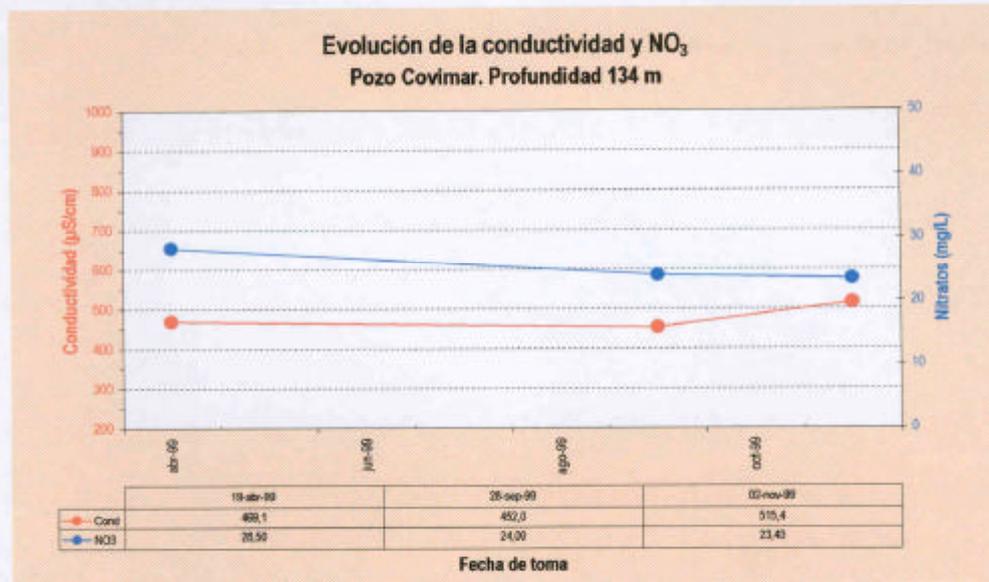
Figuras 5.5.41 y 42



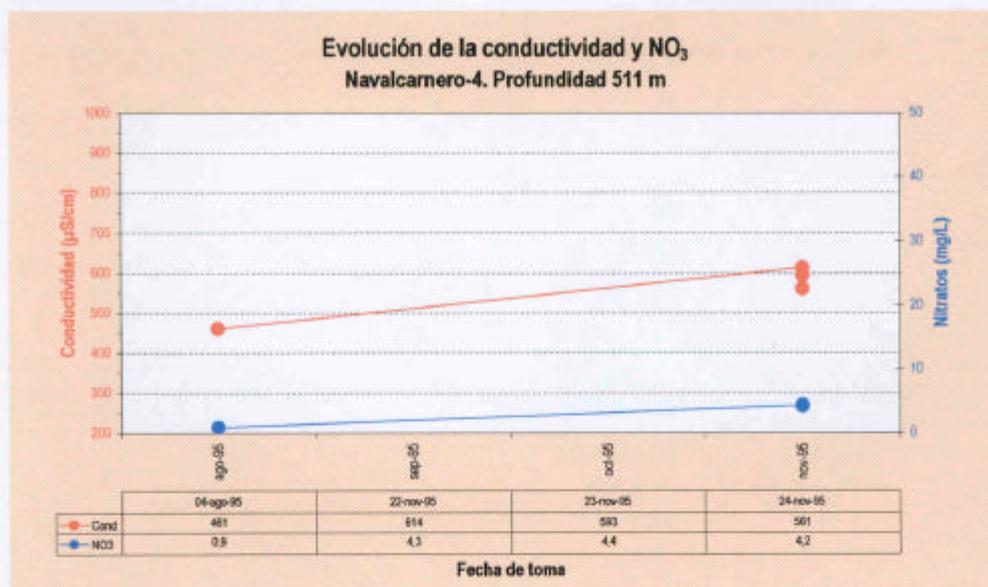
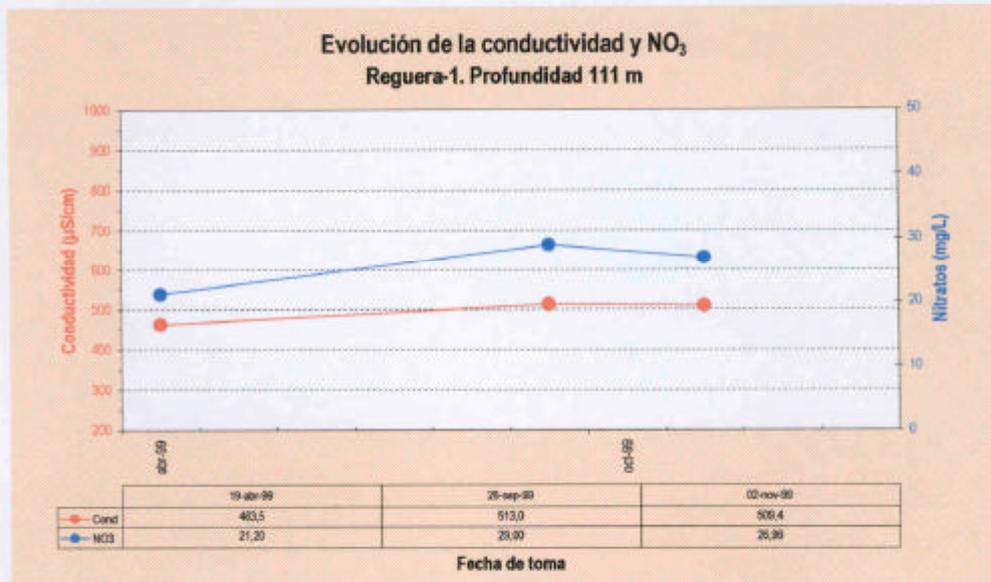
Figuras 5.5.43 y 44



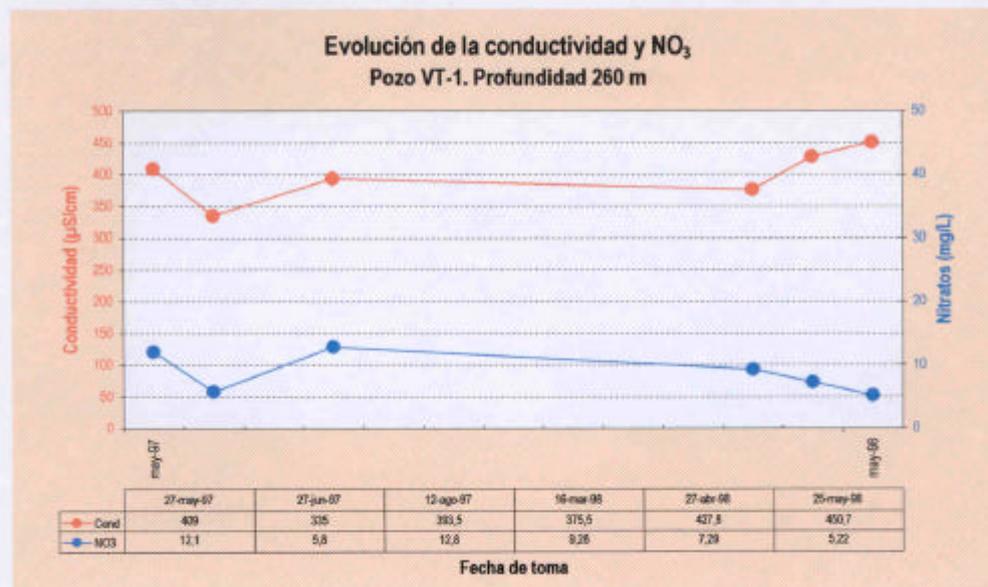
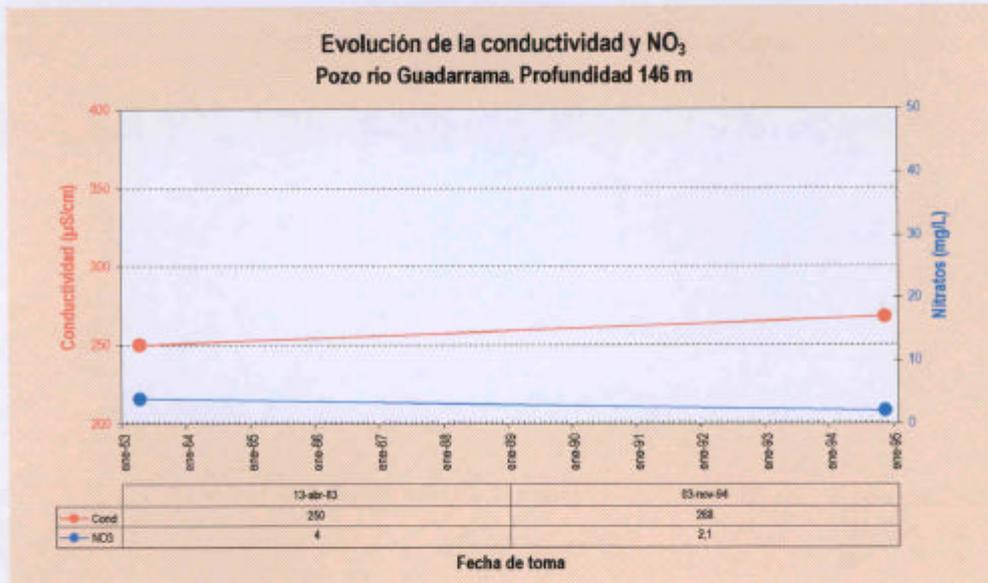
Figuras 5.5.45 y 46



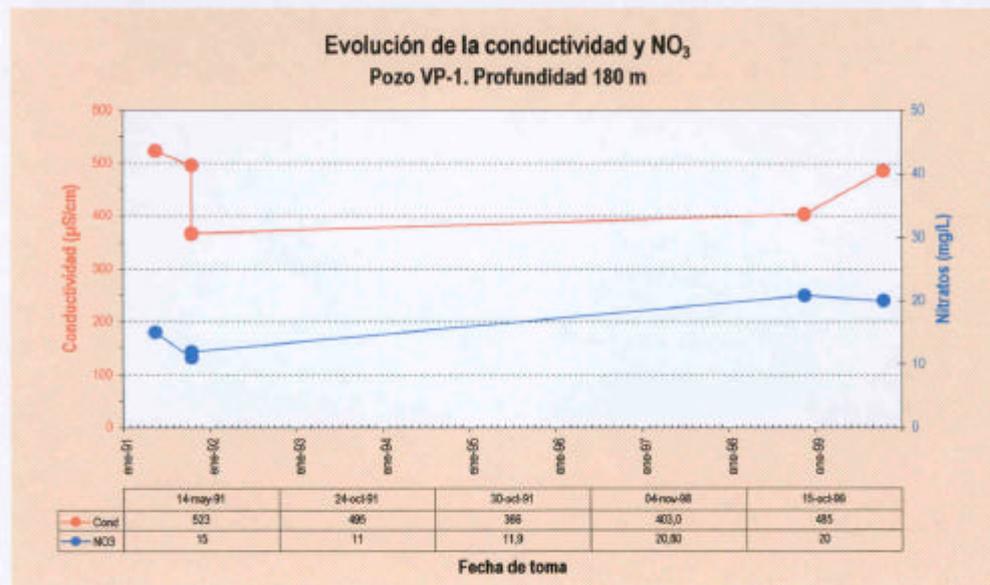
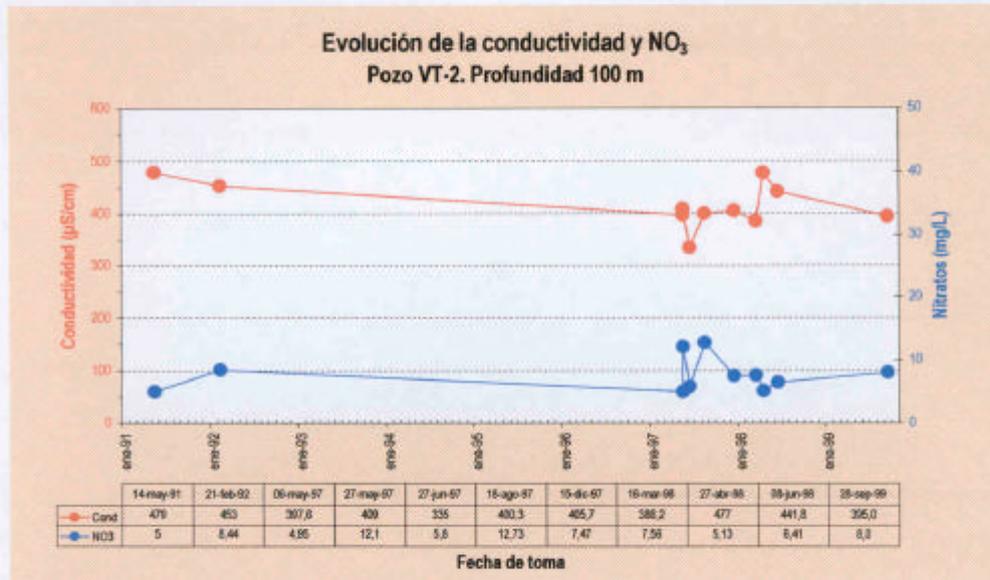
Figuras 5.5.47 y 48



Figuras 5.5.49 y 50



Figuras 5.5.51 y 52



Figuras 5.5.53 y 54

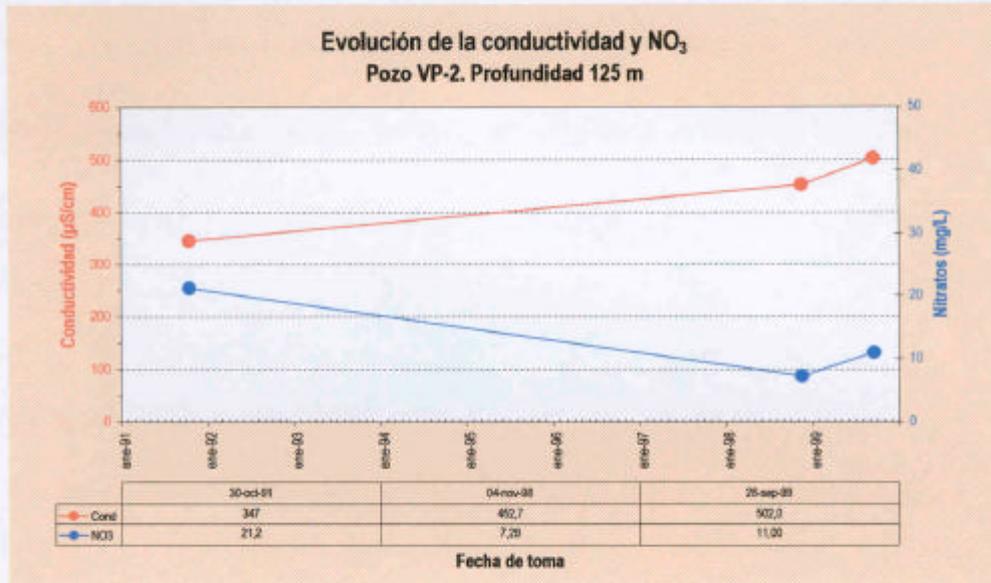


Figura 5.55

Cuadro 5.5.20.- Resumen de las tendencias de conductividad y nitratos.

Tendencia	Conductividad	%	Nitratos	%
Creciente	9	56,2	5	31,2
Decreciente	7	43,7	4	25,0
Constante	-	-	7	43,7
Total	16		16	

Como puede observarse en el cuadro 5.5.20 la frecuencia de detección de tendencias de evolución de conductividad es similar: 56.2% de los casos tendencia creciente y 43.7 tendencia decreciente. En el caso de los nitratos la frecuencia de detección de tendencias es igualmente equilibrada en el sentido de porcentajes de detección similares.

Así pues en los puntos con varios años de registro analítico no se aprecian variaciones sustanciales ni espectaculares del quimismo, si se exceptúa el punto B1 que presenta una reducción notable de conductividad entre el año 1995 (1045 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y 1998 (301 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Probablemente, el análisis de 1995 corresponda al aforo efectuado una vez terminado el sondeo.

No obstante, variaciones apreciables de conductividad en cortos periodos de tiempo son detectables en los sondeos que se indican a continuación.

Sondeo	Fecha	Cond.	Fecha	Cond.	Fecha	Cond.
Antusana II bis	12-9-96	590	13-9-96	659	14-9-96	425
Navalcarnero 4	22-11-95	614	23-11-95	593	24-11-95	561
VT-1	16-3-98	375	27-4-98	427	25-5-98	450
VT-2	16-3-98	386	27-4-98	477		
VT-2	27-5-97	409	27-6-97	335		
VP-1	24-10-91	495	30-10-91	366		

Aunque en ocasiones (Antusana II bis y Navalcarnero 4) esta situación es claramente relacionable con muestreos efectuados durante bombeos de ensayo, en otras la causa de dichas variaciones no ha podido ser establecida.

Como se indica en el cuadro 5.5.21 y, a modo de ejemplo, en las figuras 5.5.56 y 5.5.57, las variaciones de aumento o disminución de la conductividad durante los últimos tres - cuatro años de las series respectivas más largas no sobrepasan por lo general los 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. y representan porcentajes de variación sobre los valores mínimos por debajo del 35% y con frecuencia por debajo del 15%

Tendencias de la conductividad y NO₃

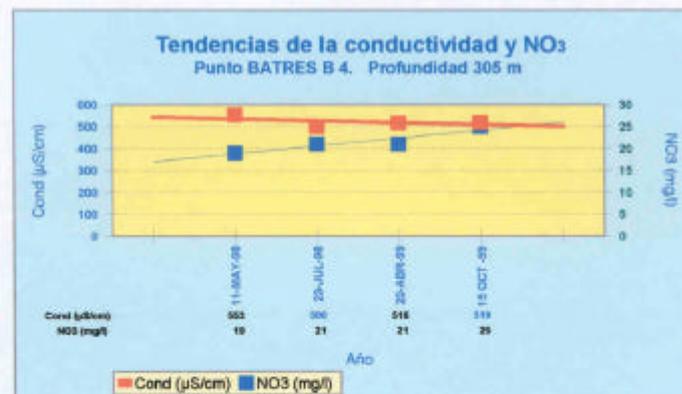
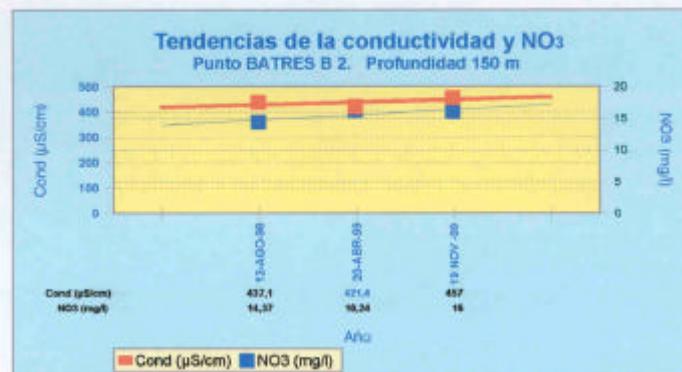
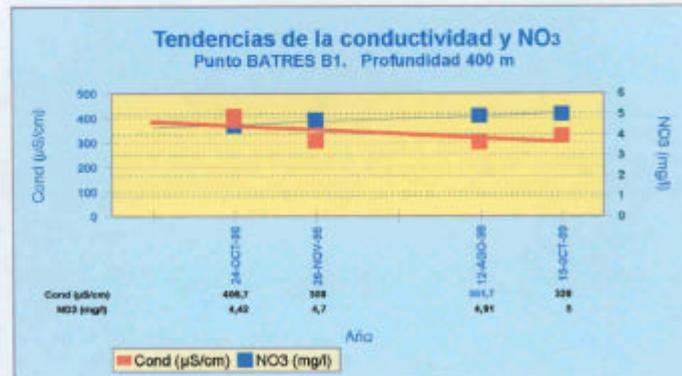


Fig : 5.5.56

Tendencias de la conductividad y NO₃

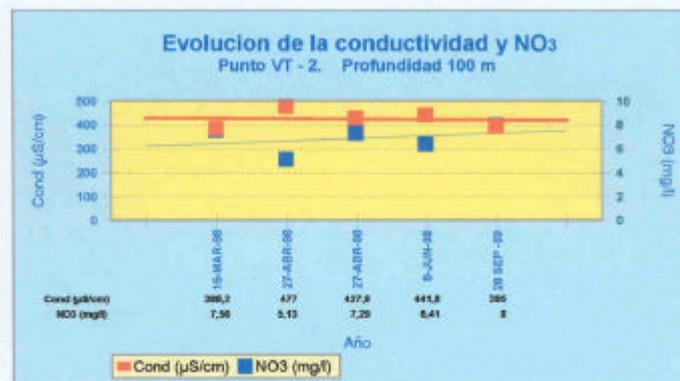
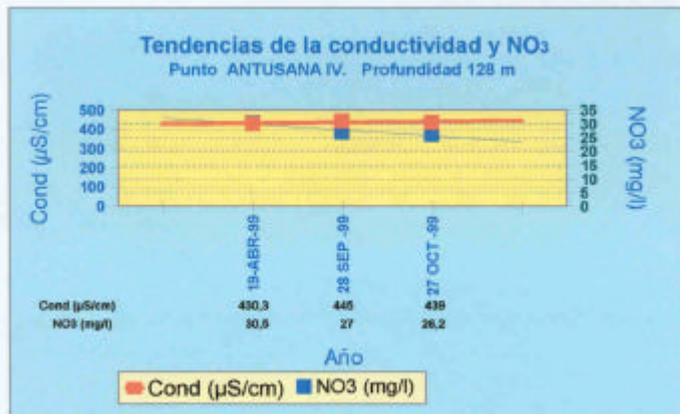
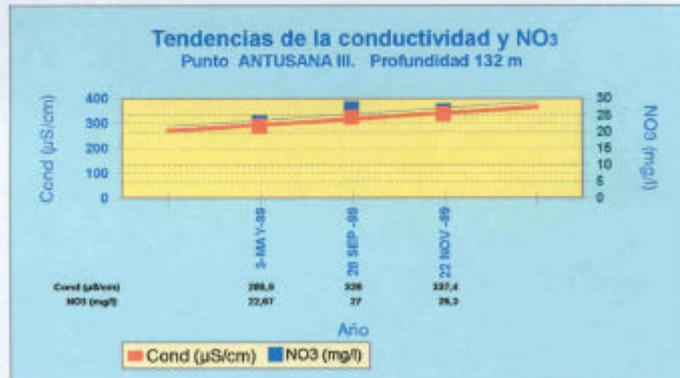


Fig : 5.5.57

Cuadro 5.5.21.- Variaciones de conductividad en los registros más recientes de la serie analítica.

Sondeo	Periodo serie más reciente	Valores extremos en la serie completa ($\mu\text{S/cm}$)	Valores en los años extremos de la serie más reciente ($\mu\text{S/cm}$)	Variación de conduct. Serie reciente ($\mu\text{S/cm}$)	(%) sobre mín Serie reciente	Tendencia
B1	96 - 99	301-426	308 - 328	20	6,4	Constante
B2	98-99	337-457	437-457	20	4,5	Constante
B4	98-99	358-692	553-519	34	6,5	Constante
Antusana III	99	289-337	289-337	48	16	Creciente
Antusana IV	99	378-445	430-445	15	3,4	Constante
Navalcarnero- 4	95	461-614	614-561	53	9,4	Decrec.
VT1	97-98	335-450	393-450	57	14,5	Creciente
VT2	98-99	335-477	477-395	82	20,7	Decrec.
VP1	91-99	347-523	366-485	119	32,5	Creciente

Sin olvidar que se trata de valores absolutos de concentración inferiores a los 25 y, aún, a los 15 mg/L, en los mismos puntos las variaciones de nitratos son por lo general inferiores a los 5 mg/L. (Cuadro 5.5.22)

Cuadro 5.5.22.- Variaciones de concentración de nitratos en los registros más recientes de la serie analítica.

Sondeo	Periodo serie más reciente	Valores extremos en la serie completa (mg/L)	Valores en los años extremos de la serie más reciente (mg/L)	Variación conc.nitrato Serie reciente (mg/L)	% sobre mín. Serie reciente	Tendencia
B1	96 - 99	4,4-5,0	4,4-5,0	0,6	13,6	Constante
B2	98-99	0,3-16,2	14,3-16,0	1,7	11,8	Constante
B4	98-99	5,0-26,0	19-25	6	31,5	Creciente
Las Nieves	99	16,6-35,0	16,6-30,9	14,3	86,1	Creciente
Antusana III	99	18,6-27,0	22,6-26,3	3,7	16,3	Constante
Antusana IV	99	27,0-30,5	30,5-26,2	4,3	14,4	Constante
VT1	97-98	5,2-12,8	12,8-5,22	7,5	143,6	Decrec.
VT2	98-99	4,9-12,7	7,5-8,0	0,5	6,6	Constante
VP1	91-99	11,0-20,8	11,0-20,0	9	81,8	Creciente

La presencia de nitratos en los sondeos de los Sistemas Locales es una constante en el sentido de que aparecen en todos los años del registro. No así los nitritos y amonio que aparecen y desaparecen sin pauta determinada y sin correlación con los nitratos (Cuadro 5.5.23) Los Campos de Moraleja, Casarrubuelos y Parla no se consideran por insuficiencia de datos.

Cuadro 5.5.23. Presencia de especies nitrogenadas en los sondeos de los Sistemas Locales.

(Análisis con determinación de NO_3 , NO_2 y NH_4)

	Batres		Móstoles		Villamantilla		Navalcarnero		Villanueva de Perales	
Nº determinaciones	12		11		12		6		4	
Nº Sondeos	6		7		2		3		2	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Presencia NO_3	12	100	11	100	12	100	6	100	4	100
Presencia NO_2	2	16,6	4	36,3	3	24,9	0	0	2	50
Presencia NH_4	3	24,9	6	54,5	2	16,6	2	33,3	2	50
Presencia NO_3 y NO_2	2	16,6	4	36,3	3	24,9	0	0	2	50
Presencia NO_3 y NH_4	3	24,9	6	54,5	2	16,6	2	33,3	2	50
Presencia NO_2 y NH_4	1	8,3	3	27,2	2	16,6	0	0	2	50
Presencia NO_3 , NO_2 y NH_4	1	8,3	3	27,2	2	16,6	0	0	2	50
Ausencia de NO_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ausencia de NO_2	10	83,3	7	63,6	9	74,9	6	100	2	50
Ausencia de NH_4	9	74,9	5	45,4	10	83,3	4	66,6	2	50
Ausencia de NO_2 y NH_4	8	66,6	4	36,3	9	74,9	4	66,6	2	50

Conclusiones.

A la vista de los escasos datos analíticos, incompletos y discontinuos en el periodo de estudio se puede concluir que:

- La calidad histórica del agua subterránea en los Sistemas Locales es buena en general, relativamente constante en el tiempo, sin una tendencia inequívoca hacia el aumento o disminución de su mineralización.
- Las facies predominantes son la bicarbonatada cálcica y la bicarbonatada sódica. Su distribución espacial es concordante con la ubicación de los sondeos en el esquema de flujo.
- Las aguas subterráneas de los Sistemas Locales presentan escasos problemas de impotabilidad que no suelen ser persistentes. En estos casos las concentraciones sobrepasan ligeramente los límites establecidos.
- Aunque la presencia de nitratos es una constante en todos los sondeos, no se advierten indicios evidentes de contaminación puntual.

A horizontal strip of a topographic map is positioned at the bottom of the page. The map features various colored lines representing terrain contours, roads, and water bodies. The colors include shades of green, yellow, orange, and brown, typical of a standard topographic map.

6. Caracterización de la calidad actual

6.- Caracterización de la calidad actual

6.1.- La calidad en la campaña de otoño de 1999

El estudio de caracterización de la calidad del agua subterránea en esta campaña se ha efectuado para el conjunto de la zona de estudio y, específicamente, para los sondeos de los Sistemas Locales del Canal de Isabel II.

Dada la persistencia de incertidumbres sobre las características del acuífero en el área de estudio (distribución de litología, mineralogía, ambientes geoquímicos, etc.) y sobre las de buena parte de las captaciones que extraen agua de él (posición de los tramos filtrantes, columna litológica, niveles, régimen de explotación, etc.) la caracterización química de las aguas subterráneas en esta campaña ha de ser necesariamente de carácter general; la justificación de detalle del quimismo en determinados puntos o áreas queda fuera de las posibilidades de este estudio y supeditada a un mayor nivel de información sobre los mismos.

6.1.1.- La calidad en el conjunto de la zona

El análisis de la composición química del agua subterránea en la zona de estudio se ha realizado a partir de los datos de 76 análisis químicos de muestras de agua tomadas durante los meses de septiembre, octubre y noviembre de 1999 en los sondeos cuya relación figura en el cuadro 6.1.1.1 y cuya situación y distribución espacial puede observarse en el plano 6.1.1.1. Los planos de situación de estos puntos a escala 1/50.000 se incluyen en el anexo de Cartografía.

El resumen de análisis químicos utilizados se incluye en el anexo 6.1. Los originales de estos análisis, junto con las fichas de inventario y fichas de campo se incluyen en el anexo de Inventario.

La gran mayor parte de los puntos de muestreo se concentran en la margen izquierda del río Guadarrama, zona en la que se sitúan los núcleos urbanos más importantes (Móstoles, Fuenlabrada, Humanes) y en donde se desarrolla buena parte de la actividad industrial de la Comunidad de Madrid. La escasez de puntos de muestreo en la margen derecha del río Guadarrama es debida a la inexistencia de enclaves urbanos y actividades industriales en gran parte de la misma.

Aunque se ha procurado utilizar como puntos de muestreo captaciones de más de 100 m de profundidad - representativas de la zona habitual de explotación del acuífero - la inexistencia de sondeos de este tipo en determinadas zonas o la falta de autorización de los propietarios para efectuar el muestreo en ellos ha imposibilitado el cumplimiento de esta condición.

En el cuadro 6.1.1.2 se presenta la distribución de los puntos de muestreo clasificados por intervalos de profundidad y por la situación de las bombas.

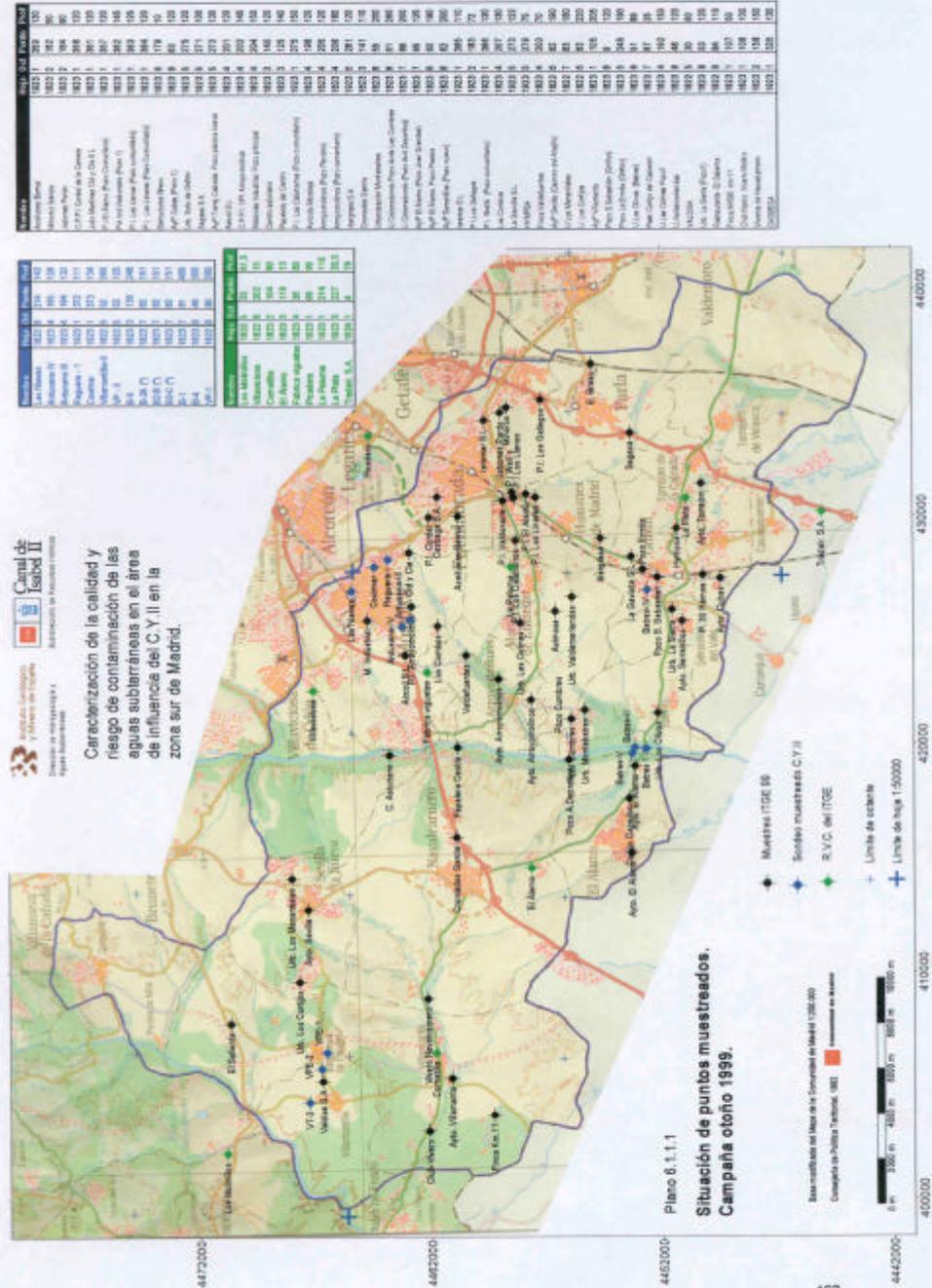


Cuadro 6.1.1.1

Relación de puntos muestreados en la campaña de otoño 1999

Nombre	Hoja	Cut	Punto	Prof (m)	Prof bomba (m)	UTMX	UTMY	P-rama
Aceburnas Berco	1823	1	250	130	100	428950	448212	13-sep-99
Mirano Berco	1823	2	187	56	45	434746	448867	13-sep-99
Jaboroa Berco	1823	2	194	96	66	434511	448871	13-sep-99
C.P.F.I. Cordel de la Carrera	1823	1	304	124	98	428871	448227	13-sep-99
Jabo Martínez Cid y Cía S.L.	1823	1	361	135	97	428258	448288	14-sep-99
P.I. El Riuco (Pozo Comunitario)	1823	1	357	126	130	428926	448246	14-sep-99
Holind Vidolarena (Pozo I)	1823	1	382	146	132	430628	448580	14-sep-99
P.I. Las Llanas (Pozo comunitario)	1823	1	383	125	90	430770	448379	14-sep-99
P.I. Los Llanos (Pozo Comunitario)	1823	1	384	120	105	430788	448740	15-sep-99
Estructuras Brava	1823	6	179	10	8	436657	448508	17-sep-99
Ay ² Cubas (Pozo I)	1823	8	63	120	100	427250	448446	17-sep-99
Un. Sida de Gordón	1823	5	275	120	100	427386	448209	17-sep-99
Sagepa S.A.	1823	5	271	108	80	428421	448233	17-sep-99
Ay ² Torre Coladze (Pozo pozos nuevos)	1823	5	272	130	113	431383	448282	17-sep-99
Arenal S.L.	1823	4	267	120	105	427888	448266	21-sep-99
C.P.F.I. NPI Arroyalrío	1823	4	202	140	120	428041	448789	21-sep-99
Mirolas Industrial (Pozo principal)	1823	4	204	160	95	429459	448474	21-sep-99
Centro estuero	1823	3	146	120	100	419230	448370	21-sep-99
Papelera del Centro	1823	3	125	140		419825	448056	21-sep-99
P.I. Los Celibrosos (Pozo comunitario)	1823	1	379	150	118	428683	448311	23-sep-99
Playa Marabá	1823	4	158	120	103	425827	448603	23-sep-99
Arroyalrío (Pozo Fendón)	1823	4	205	120	110	427941	448702	23-sep-99
Arroyalrío (Pozo comunitario)	1823	4	206	180	150	428654	448908	23-sep-99
Bergasa S.A.	1823	5	281	120	85	428895	448458	23-sep-99
Comandos García	1823	3	141	110	100	415804	448088	23-sep-99
Urbanización Montebates	1823	8	35	200	150	425218	448232	24-sep-99
U. Colaresando Pozo Avda Las Carreras	1823	8	81	260	190	427114	448591	24-sep-99
U. Colaresando (Pozo Avda Deportiva)	1823	7	86	200		419328	448623	24-sep-99
P.I. El Alamo (Pozo Juan Grande)	1823	1	365	125	98	415238	448336	24-sep-99
Los Molinos	1822	5	33	67.5		420314	447682	03-oct-99
Vilavieja	1822	8	202	15		422346	448278	03-oct-99
Corsella	1823	2	194	60		408472	448180	07-oct-99
El Alamo	1823	3	119	13		414897	448182	07-oct-99
Palacio vigantes	1823	4	36	80		423395	448248	07-oct-99
Pinedero	1823	1	89	85		433518	448487	08-oct-99
La Paloma	1823	1	254	110		427740	448541	08-oct-99
La Plata	1825	5	237	26.5		430241	448580	08-oct-99
Quiso S.A.	1824	1	4	75		430767	448426	16-oct-99
Ay ² El Alamo (Pozo Prados)	1823	1	30	196	170	419638	448370	24-sep-99
Ay ² Serranillo (Pozo nuevo)	1823	8	87	200	150	429400	448112	24-sep-99
Warner S.L.	1823	1	385	110	95	434187	448470	28-sep-99
P.I. Los Gallegos	1823	2	183	75	66	429882	448724	28-sep-99
P.I. Wolfis (Pozo comunitario)	1823	1	386	130	115	431877	448580	28-sep-99
Los Combes	1823	4	287	130	100	428178	448188	28-sep-99
La Gonzalez S.L.	1823	5	273	125	100	428197	448311	30-sep-99
HYMOSA	1823	5	279	75	60	429437	448133	30-sep-99
Pozos Montebates	1823	4	200	70	60	423383	448084	30-sep-99
Ay ² Sevilla (Carrera del Abuelo)	1822	8	82	190	145	412759	448759	01-oct-99
U. Los Martirios	1822	7	83	190	160	414255	448818	01-oct-99
U. Los Cortijos	1822	6	83	220	200	408930	448780	01-oct-99
Ay ² Villarenta	1823	1	195	205	170	403359	448122	01-oct-99
Pozo S. Sebastián (Golfe)	1823	8	9	120	115	427381	448273	04-oct-99
Pozo La Ermita (Golfe)	1823	5	240	190	185	427673	448289	04-oct-99
U. Los Olivos (Bates)	1823	8	31	86	80	427031	448218	06-oct-99
Rest. Campo del Cazador	1823	7	87	25	20	411623	448247	06-oct-99
U. Los Colinas Pozo I	1823	4	180	150	120	425389	448310	06-oct-99
U. Vidolarena	1823	8	48	120	100	429440	448580	06-oct-99
UN-DESA	1822	8	38	60	50	405228	448697	06-oct-99
Un. La Sierra (Pozo I)	1823	8	53	120	100	425073	448793	08-oct-99
Restaurante El Sábete	1822	6	84	170	90	407769	447964	15-oct-99
Pozo M-500 (an II)	1823	1	107	30	45	403722	448514	15-oct-99
Club Ispico. Vivara Malino	1823	1	108	190	85	403009	448208	15-oct-99
Viveros de Navalcarnero	1823	2	158	150	120	428857	448238	15-oct-99
CAZEEGA	1823	1	325	130	110	438798	448797	29-oct-99
Las Bravas	1822	6	214	143		428778	448541	29-oct-99
Ateneo IV	1823	4	196	128		425178	448228	29-oct-99
Ateneo III	1823	4	194	132	120	425460	448200	29-oct-99
Regata - I	1823	1	372	111	105	428066	448346	29-oct-99
Castor	1823	1	373	134	114	427748	448432	29-oct-99
Villaverde II	1822	5	52	260		404218	448725	29-oct-99
VP - II	1822	5	53	125	103	406776	448790	29-oct-99
B-5	1823	3	136	248	132	419800	448330	19-nov-99
B-2A	1823	7	82	151	93	419850	448330	19-nov-99
B-2	1823	7	82		93	419850	448330	19-nov-99
B-2-C	1823	7	82		93	419850	448330	19-nov-99
B-3	1823	7	81	400	183	419800	448270	19-nov-99
B-4	1823	8	46	305	152	420750	448280	19-nov-99
VP-I	1822	6	80	200		406480	448420	19-nov-99

* puntos de la red de calidad del Tajo (ITGE)
 * puntos del Canal de Isabel II



Cuadro 6.1.1.2.- Distribución de los puntos muestreados por intervalos de profundidad.

Intervalo de profundidad (m)	Profundidad			Profundidad de la bomba		
	Nº puntos	%	Profundidad media (m)	Nº Datos	Profundidad media (m)	Espesor medio (m) ^(*)
10 -100	18	23	57.5	10	51.5	7.5
100 - 200	47	62	132	43	110	23
200 -300	9	12	221	6	160	62
300 - 400	2	3	352	3	148	205

(*) espesor medio situado por debajo de la bomba

El intervalo de profundidades en el que se incluye la mayor parte de los sondeos muestreados es el de 100 a 200 m (62 %). Prácticamente el 97% de las muestras de agua recogidas proviene de sondeos con profundidades entre 50 y 300 m, por lo que se pueden considerar "representativas" de la zona de explotación habitual del acuífero en esta zona. La gran mayor de los puntos muestreados se sitúa en zonas de interfluvio.

En el citado cuadro se incluyen, igualmente, los datos disponibles de profundidad de las bombas y de la longitud media del tramo de sondeo que queda por debajo de las bombas. La profundidad media de las bombas en los sondeos muestreados es del orden de los 100 a 150 m.

La longitud media del tramo de sondeo situado por debajo del punto de emplazamiento de las bombas es progresivamente creciente con la profundidad del mismo. Esta porción de sondeo situado bajo la bomba puede llegar, incluso, a suponer hasta el 50% de la longitud del mismo, lo que significa que la bomba se sitúa en la mitad del pozo como ocurre en algún caso del campo de Batres del CYII.

En la figura 6.1.1.1 se muestra la distribución de los 76 puntos muestreados clasificados por la procedencia de la información, el término municipal en el que se ubican y el uso del agua que se extrae de ellos.

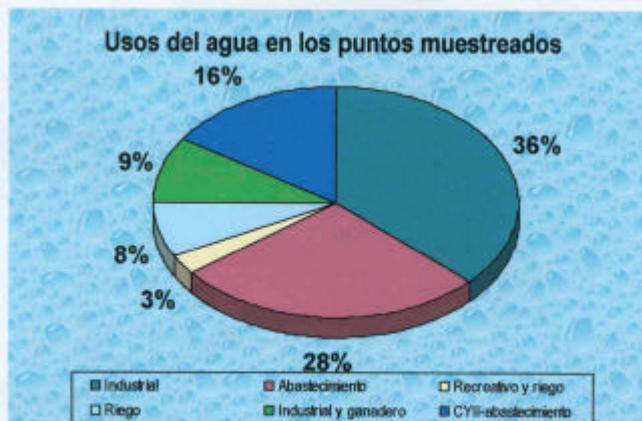
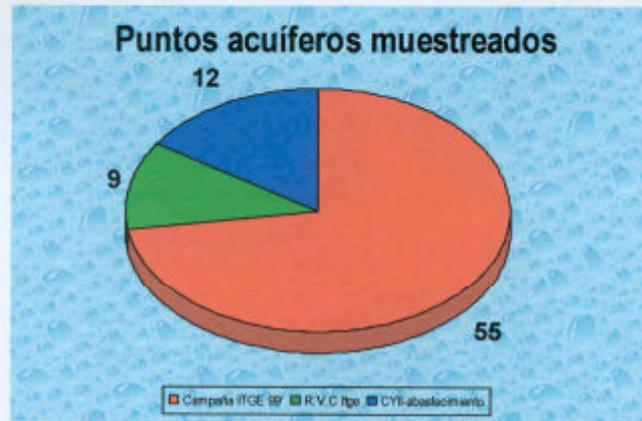
Doce de estos puntos corresponden al Campo de Batres y a los Sistemas Locales de Móstoles, Villamantilla y Villanueva de Perales, gestionados por el C.Y.II; nueve están incluidos en la red de vigilancia de la calidad de la cuenca del Tajo, controlada por el I.T.G.E, y los 55 restantes corresponden a captaciones de diversas entidades y particulares. Respecto a la distribución de los puntos por términos municipales destacan los de Móstoles, Fuenlabrada y Humanes debido, como se dijo anteriormente, a que es en estos municipios donde hay una mayor densidad de población y de tejido industrial. El principal uso del agua de los puntos muestreados es, como cabía esperar, el industrial en un 36% de ellos, seguido del abastecimiento urbano.

6.1.1.1.- Características generales de la composición química del agua subterránea en la zona de estudio

Las características generales de la composición química del agua subterránea en la zona de estudio quedan reflejadas en el cuadro 6.1.1.3 en el que se presenta un resumen estadístico de datos de análisis químicos disponibles.

Figura 6.1.1.1

**Distribución de puntos de muestreo
Campaña otoño 1999**



Cuadro 6.1.1.3
Resumen estadístico de los valores de análisis químicos

Constituyente	nº datos	Concentración máxima (mg/L)	Concentración mínima (mg/L)	Media (mg/L)	Desviación estandar
Cl	76	233	8	49,7	41,9
SO4	76	300	5	70,3	63,5
HCO3	76	556	65	202,5	71,9
CO3	76	11	0	0,8	2,3
NO3	76	78	1	27,9	18,3
Na	76	177	16	58,6	31,2
Mg	76	84	1	16,0	16,9
Ca	76	174	3	53,3	31,7
K	75	9	1	2,3	1,9
pH	76	9	6,9	7,7	0,5
Cond	76	1439	256	571,5	240,1
R-seco	76	1031	186	405,2	171,8
NO2	4	0,07	0,06	0,1	0,0
NH4	2	2,6	0,24	1,4	1,2
PO4	27	0,6	0,05	0,2	0,1
SiO2	76	55,6	3,2	32,3	10,2

Es patente la amplia variabilidad de las concentraciones de constituyentes mayoritarios y conductividad así como la escasa presencia de NO₂ y NH₄. Las concentraciones medias se sitúan en los valores normales del acuífero detrítico.

Los rangos más frecuentes de variación de concentraciones quedan reflejados en el cuadro 6.1.1.4.

Cuadro 6.1.1.4
Rangos más frecuentes de variación de concentraciones

Constituyente	rango (mg/l)	%
Cl	0-50	66
SO4	0-50	47
HCO3	150-250	60
NO3	0-20	40
Na	0-50	49
Mg	0-10	58
Ca	0-60	62
K	0-2	71
Cond (µS/cm)	200-600	61
SiO2	20-40	70

Cabe destacar que el 40 % de los puntos muestreados presenta unas concentraciones de NO₃ dentro del intervalo de 0 a 20 mg/L y que los valores más frecuentes de conductividad se encuentran en el rango de 200 a 600 µS/cm para un 61 % de los mismos. Los rangos en que se mueven las concentraciones de los constituyentes mayoritarios, casi siempre entre 0 y 50 mg/L, con frecuencias en general por encima del 50%, refleja el reducido contenido iónico de las aguas subterráneas de la zona.

Las facies hidroquímicas más frecuentes en los puntos muestreados son la bicarbonatada cálcica, detectada en el 44% de las ocasiones, y la bicarbonatada sódica, presente en casi el 30 % de las muestras de la zona de estudio como se puede observar en el cuadro 6.1.1.5. Las facies cloruradas sódicas o sulfatadas sódicas, así como facies mixtas, aparecen en porcentajes inferiores al 5%.

Cuadro 6.1.1.5
Distribución de facies hidroquímicas
Campaña otoño 1999

Facies hidroquímica	Profundidad menor 30 m	Profundidad mayor 30 m	Total	%
Bicarbonatada cálcica	1	33	34	44
Bicarb. Cálcica-magnésica	1	1	2	3
Bicarb. Cal-sódica		4	4	5
Bicarb-clorurada cal		1	1	1
Bicarbonatada magnésica	1	1	2	3
Bicarb. Mag-cal		1	1	1
Bicarb. Sódica		22	22	28
Bicarb. Sod-cal		1	1	1
Clorurada-bicarb cal		1	1	1
Clorurada sódica	1		1	1
Sulfatada-Bicar cál		1	1	1
Sul-bicarb mag		1	1	1
Sulfatada-cálcica	1	1	2	3
Sulf-clor cal		1	1	1
Sul-clor cal-mag		1	1	1
Sulfatada sódica		1	1	1
Total análisis	5	71	76	100

En el anexo 6.1 se incluye la relación de facies correspondientes a cada sondeo.

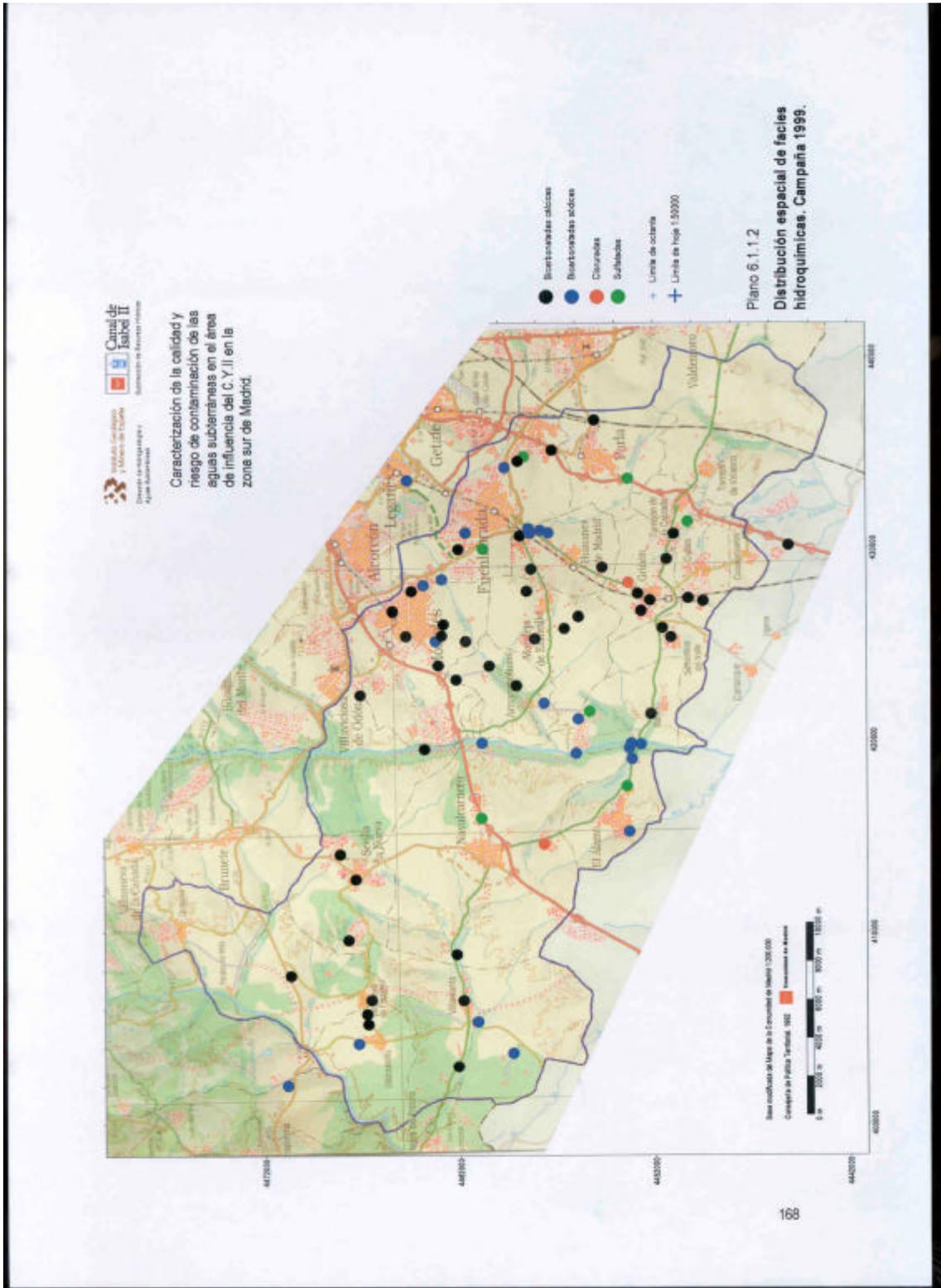
En el plano 6.1.1.2 se muestra la distribución espacial de facies hidroquímicas en la zona.

En las zonas entre Sevilla la Nueva-Villanueva de Perales – Villamanta y entre Griñón-Moraleja de En medio-Móstoles-sur de Villaviciosa se localizan principalmente aguas bicarbonatadas cálcicas.

Las aguas bicarbonatadas sódicas se localizan preferentemente en la zona próxima al río Guadarrama, al sur de Móstoles, Fuenlabrada y en varios puntos al oeste de la zona entre el río Perales y Villamanta.

Aguas con componente sulfatada predominante aparecen dispersas por toda la zona y al este de la misma, a lo largo de la carretera de Toledo, en donde se establece el cambio de facies hacia materiales de transición y evaporíticos.

Sólo se presenta un caso de agua clorurada sódica, detectado en la captación de la granja El Alamo, de 13 m de profundidad. En ella se presentan concentraciones muy altas en varios constituyentes, probablemente debido a una contaminación puntual, por lo que para la



elaboración de alguno de los planos de isocontenidos presentados más adelante los datos correspondientes a esta captación no han sido tenidos en cuenta. El sondeo de 122 m de profundidad de La Gaviota S.L, en las proximidades de Griñón, presenta aguas de facies clorurada-bicarbonatada cálcica en un área en la que predominan casi exclusivamente las aguas bicarbonatadas cálcicas.

6.1.1.2.- Constituyentes mayoritarios

A efectos de ofrecer una panorámica general de la configuración química de detalle del agua subterránea en la zona de estudio se pasa a analizar de forma individualizada cada uno de los elementos mayoritarios y, en primer lugar, la conductividad como expresión del conjunto de todos ellos.

A efectos de interpretación de los planos de distribución espacial de los diferentes elementos conviene señalar que la zonación de concentraciones establecida en los planos de isolíneas o isocontenidos de cada uno de ellos debe ser tomada como una aproximación simplificada dadas las limitaciones de que pueden adolecer. Entre ellas: distribución espacial de puntos de muestreo no uniforme, con densidad de puntos muy contrastada entre el sector oriental y occidental de la zona; contraste notable de concentraciones de elementos en sondeos muy próximos, no justificado suficientemente con la información disponible, etc.

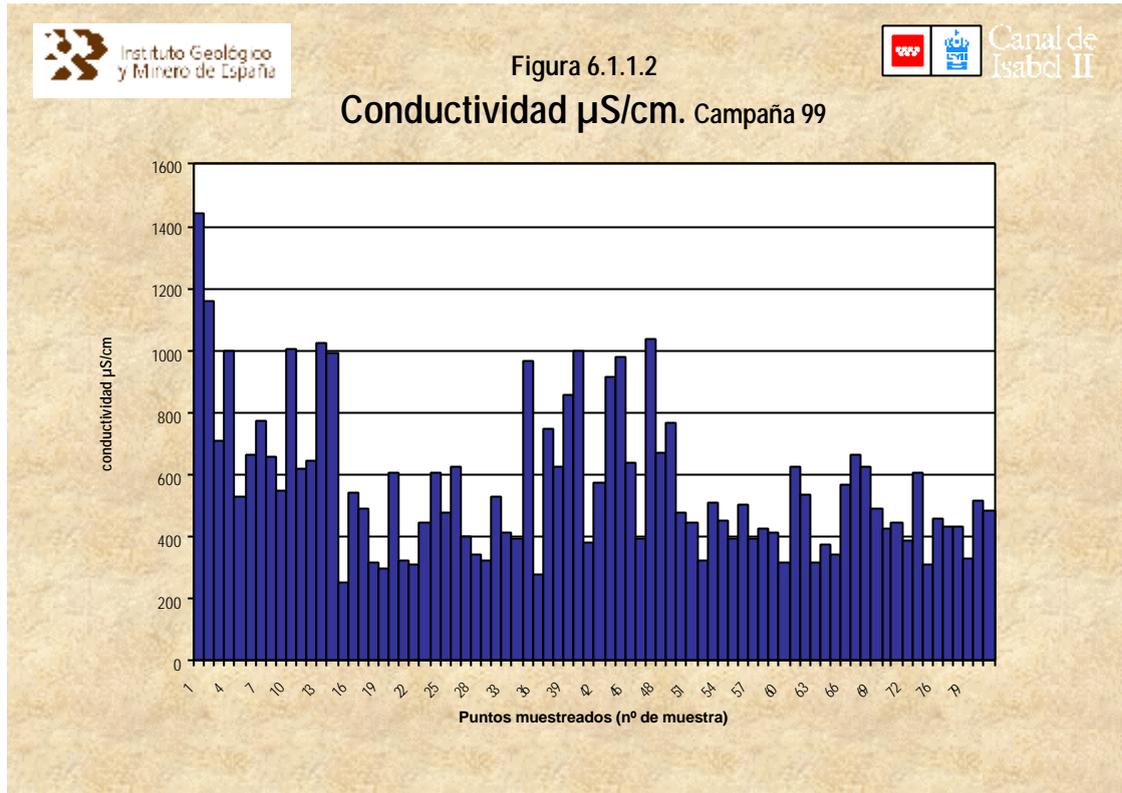
Los mapas de isolíneas o líneas de isocontenidos se han realizado con el programa SURFER® v. 6.01. El método geoestadístico empleado ha sido el de obtención de un mallado y posterior generación de isolíneas mediante *kriging con búsqueda simple* en un radio de 5000 m.

Para el trazado de isolíneas el método de *búsqueda simple* emplea los puntos con dato en el entorno próximo, en vez de utilizar todos los puntos existentes con dato del parámetro que se considere. En caso de existir puntos con más de un dato, se procede a la determinación del valor medio.

El radio de búsqueda se ha establecido en 5000 m por ser el que mejor podría adaptarse a las características de la zona de estudio y a la distribución de los puntos de muestreo con información hidroquímica.

Conductividad

Los valores extremos de conductividad en la zona oscilan entre 256 y 1439 $\mu\text{S}/\text{cm}$ detectados en sendos sondeos de 120 y 130 m de profundidad, situados en las inmediaciones de Móstoles y en el polígono industrial de La Piqueta, en Fuenlabrada, respectivamente. El valor medio se sitúa en 571 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En la figura 6.1.1.2 se presentan los valores de conductividad en los puntos muestreados.

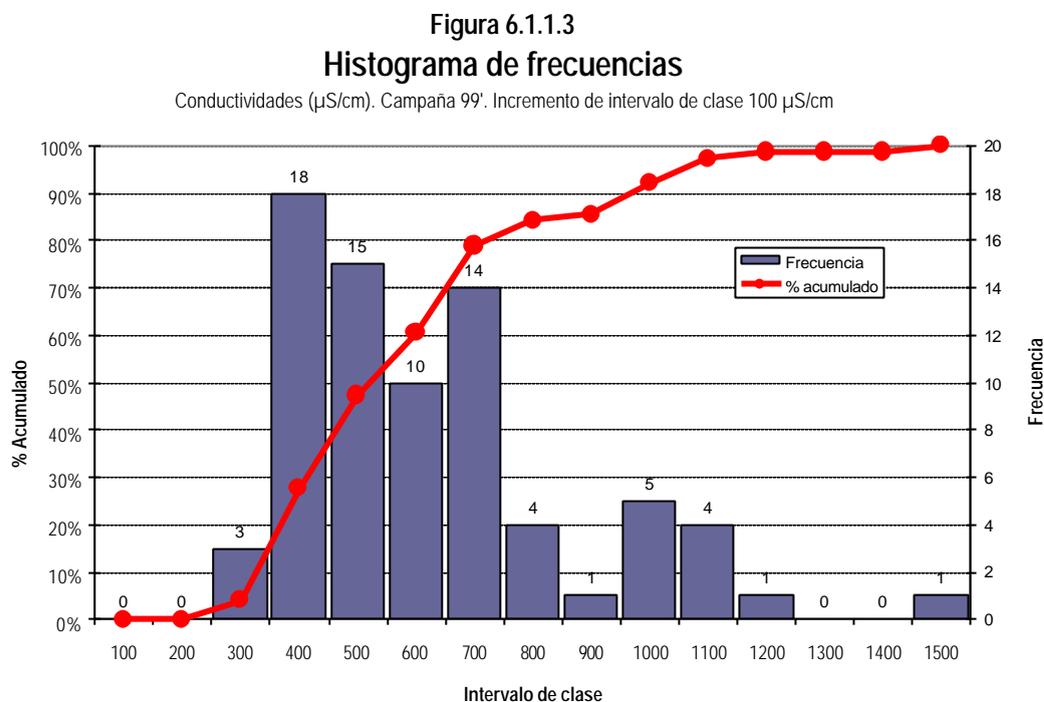


En el cuadro 6.1.1.6 se establecen los intervalos de los valores de conductividades obtenidos en la campaña de muestreo. Casi el 50 % de los valores se sitúan por debajo de los 500 µS/cm y prácticamente un 45 % en el intervalo de 500 a 1000 µS/cm. Tan sólo 6 puntos acuíferos sobrepasan los 1000 µS/cm.

Cuadro 6.1.1.6
Intervalos de conductividad

Clase o Intervalo	nº de puntos o frecuencia	%	% acumulado	puntos en el intervalo	%
< 200	0	0,0%	0,0%	0	0
200-300	3	3,9%	3,9%	36	47,3%
300-400	18	23,7%	27,6%		
400-500	15	19,7%	47,4%		
500-600	10	13,2%	60,5%	34	44,7%
600-700	14	18,4%	78,9%		
700-800	4	5,3%	84,2%		
800-900	1	1,3%	85,5%		
900-1000	5	6,6%	92,1%		
1000-1100	4	5,3%	97,4%	6	7,9%
1100-1200	1	1,3%	98,7%		
> 1200	1	1,3%	100,0%		

En el histograma de frecuencias de la figura 6.1.1.3 se observa que para un incremento del intervalo de clase de 100 $\mu\text{S/cm}$, es en el intervalo de 300 a 400 $\mu\text{S/cm}$ en el que se concentra un mayor número de puntos (18), seguido del intervalo de 400 a 500 $\mu\text{S/cm}$ con 15 puntos.



Asimismo en dicha figura se observa que el 80% de los puntos muestreados tiene una conductividad menor de 700 $\mu\text{S/cm}$ y que en más del 90 % del total es inferior a 1000 $\mu\text{S/cm}$.

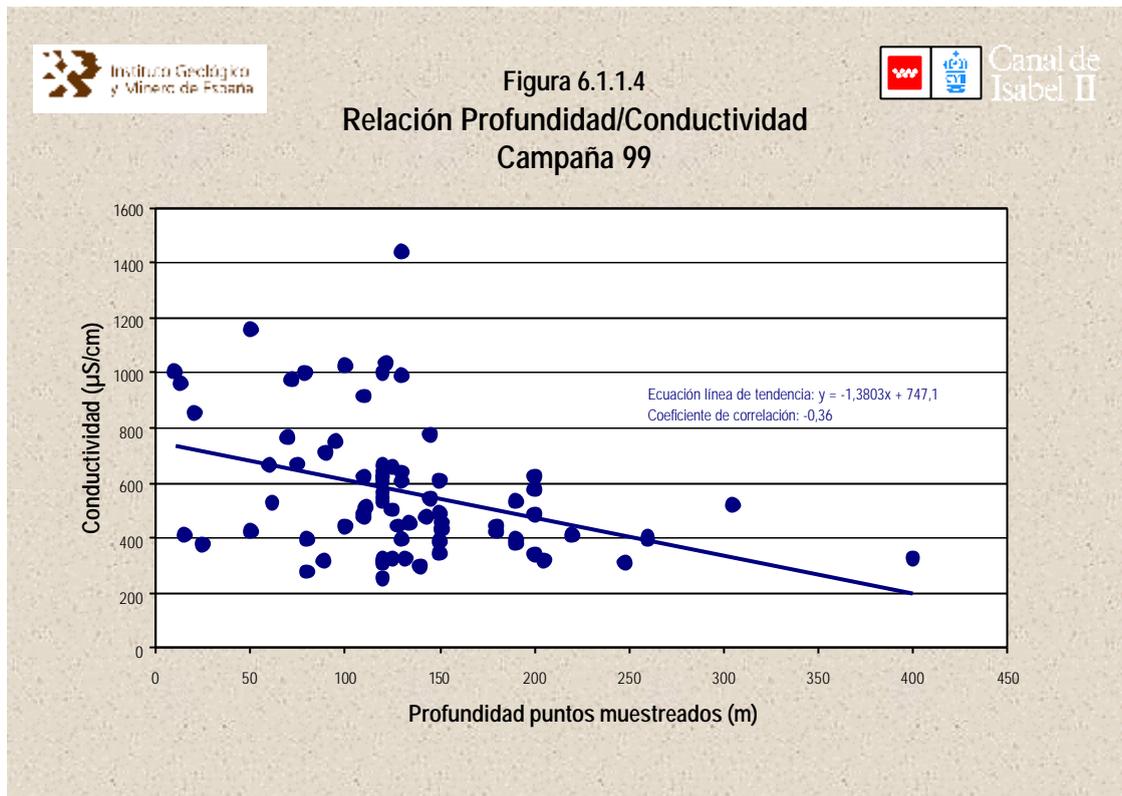
Cuadro 6.1.1.7
Valores medios de conductividad clasificados por intervalos de profundidad de los sondeos

Intervalo de profundidad (m)	nº puntos	conductividad media ($\mu\text{S/cm}$)	desviación estandar
10-100	20	685,5	225
100-200	49	552	240
200-300	5	367	203
300-400	2	423	95

En el cuadro 6.1.1.7 se observa que las conductividades medias van disminuyendo a medida que aumenta el intervalo de profundidades de los sondeos, hasta los 300 m. En el intervalo de 300 a 400 m de profundidad sólo existen dos sondeos del CYII del campo de Batres. Mientras que el sondeo Batres-I posee una conductividad de 328 $\mu\text{S/cm}$, la

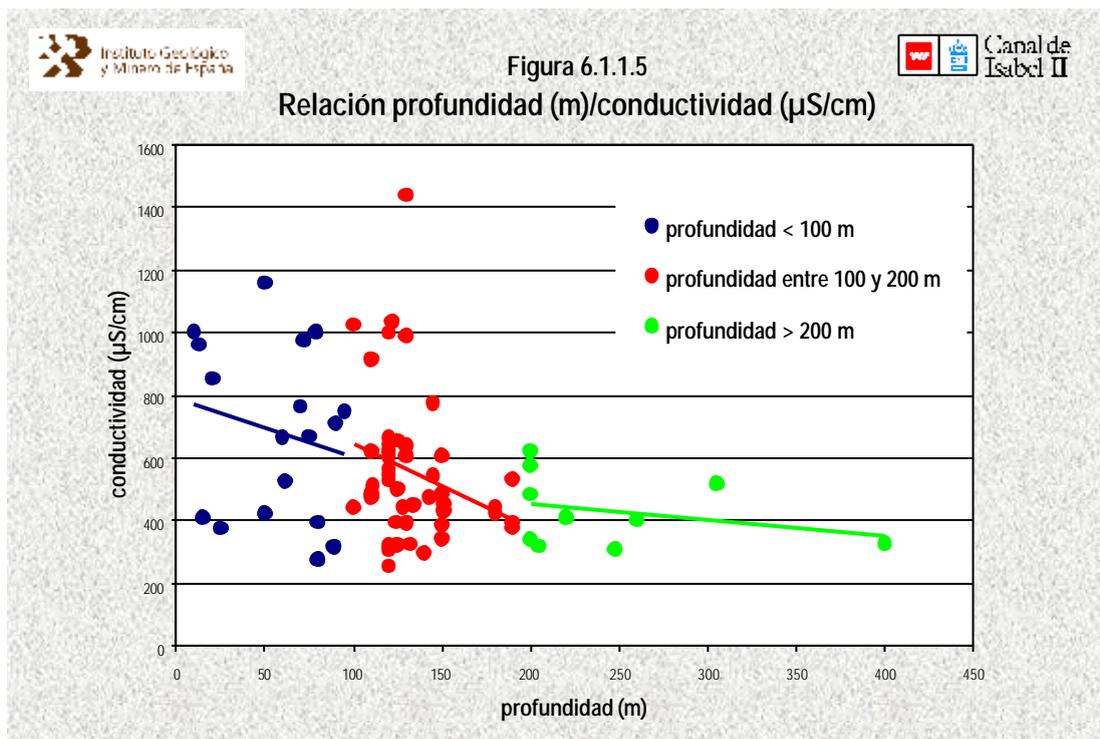
del Batres- IV es de 519 $\mu\text{S/cm}$ por lo que la media es superior a la tendencia observada.

En la figura 6.1.1.4 se representa la relación entre la profundidad de las captaciones y la conductividad en la que se evidencia una correlación inversa ($r = - 0.36$) entre estos dos parámetros y puesta de manifiesto en el apartado de caracterización preliminar de la calidad en el conjunto de la zona. Aunque el coeficiente de correlación no puede ser considerado como significativo sí parece serlo el hecho de que las conductividades de los sondeos de más de 200 o 250 metros de profundidad sean muy frecuentemente más bajas que las de los sondeos de profundidad inferior.



En el cuadro 6.1.1.8 y en la figura 6.1.1.5 se han representado los valores de conductividad de todos los puntos muestreados clasificados por intervalos de profundidad.

En la figura 6.1.1.5 puede observarse la existencia de la misma correlación negativa entre el aumento de la profundidad y la disminución de la conductividad para los intervalos de 10 a 100 m y el de 100 a 200 m y de más de 200 m puesta de manifiesto anteriormente.



Cuadro 6.1.1.8

Valores de conductividad clasificados por intervalos de profundidad. Campaña 1999

Profundidad de 10 a 100 m

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof (m)	Cond (µS/cm)
Minorco Ibérica	1923	2	182	50	1158
Jabones Pardo	1923	2	184	90	711
Estructuras Bravo	1923	6	179	10	1003
Segasa S.A.	1923	5	271	100	1025
Los Molinillos	1822	5	33	61,5	528
Villaviciosa	1822	8	202	15	411
Cornatilla	1823	2	104	80	395
El Alamo	1823	3	119	13	962
Fabrica viquetas	1823	4	36	80	277
Picadero	1923	1	69	95	749
La Plata	1923	5	227	20,5	854
Tradair. S.A.	1924	1	4	79	1001
P.I.Los Gallegos	1923	2	183	72	976
HYMPSA	1923	5	279	75	669
Finca Valdefuentes	1823	4	200	70	764
U.Los Olivos. (Bates)	1823	8	51	89	318
Rest.Cortijo del Cazador	1823	7	87	25	377
VALDISA	1822	5	30	60	666
Finca M-530 km 11	1823	1	107	50	424
Club hípico. Vivero Molino	1823	1	108	100	443

valores Conductividad (µS/cm)	
n° datos	20
valor máximo	1158
valor mínimo	277
media	685
desviación e.	269

Excluidos los puntos con altos valores de conductividad por altas concentraciones de SO₄ y/o Cl (en rojo)

valores Conductividad (µS/cm)	
n° datos	13
valor máximo	962
valor mínimo	277
media	547
desviación e.	209

Profundidad 100-200 m

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof (m)	Cond (µS/cm)
Acellunas Barruz	1923	1	359	130	1439
C.P.P.I Cordel de la Carrera	1923	1	358	120	1000
Julio Martínez Cid y Cía S.L	1923	1	361	120	531
P.I.El Alamo (Pozo Comunitario)	1923	1	357	120	665
Pol.Ind Valdonaire (Pozo 1)	1923	1	362	145	776
P.I. Los Llanos (Pozo comunitario)	1923	1	363	125	657
P.I. Los Llanos (Pozo Comunitario)	1923	1	364	120	549
Ayt° Cubas (Pozo 1)	1823	8	63	120	620
Urb. Soto de Grinón	1923	5	275	120	643
Ayt° Torre Calzada. Pozo piscina nueva	1923	5	272	130	990
Aircoil S.L.	1823	4	201	120	256
C.P.P.I. N°1 Arroyomolinos	1823	4	202	145	543
Móstoles Industrial. Pozo principal	1823	4	204	150	488
Centro asturiano	1823	3	140	120	316
Papelera del Centro	1823	3	125	140	298
P.I. Los Calahorros (Pozo comunitario)	1923	1	375	150	608
Avícola Moraleja	1823	4	198	120	323
Arroyomolinos (Pozo Pendón)	1823	4	205	120	308
Arroyomolinos (Pozo cementerio)	1823	4	206	180	445
Ibergrasa S.A.	1923	5	281	120	605
Cromados García	1823	3	141	110	477
Urbanización Monteabates	1823	8	55	200	624
U.Cotorredondo (Pozo Avd.Deportiva)	1823	7	86	200	341
Ayt° El Alamo (Pozo Juan Grandes)	1823	7	65	125	325
La Paloma	1923	1	214	110	622
Ayt° El Alamo. Pozo Prados	1823	8	60	190	380
Ayt° Serranillos (Pozo nuevo)	1823	8	62	200	576
Isramar S.L.	1923	1	365	110	915
P.I. Well's (Pozo comunitario)	1923	1	366	130	640
Los Combos	1823	4	207	130	394
La Gaviola S.L.	1923	5	273	122	1036
Las Nieves	1822	8	214	143	476
Antusana IV	1823	4	195	128	445
Antusana III	1823	4	194	132	326
Requera - 1	1923	1	372	111	513
Covimar	1923	1	373	134	452
VP - II	1822	5	53	125	502
Ayt° Sevilla (Camino del Atajillo)	1822	6	82	190	395
U.Los Manantiales	1822	7	83	180	426
Pozo S.Sebastián (Grinón)	1823	8	9	120	622
Pozo La Ermita (Grinón)	1923	5	245	190	533
U.Las Colinas Pozo1	1823	4	192	150	344
U.Valdemerlendias	1823	8	48	120	564
Urb. La Sierra (Pozo1)	1823	8	53	120	623
Restaurante. El Saliente	1822	6	84	110	488
Viveros de Navalcarnero	1823	2	158	150	387
CASBEGA	1923	1	325	130	607
B-2A	1823	7	82	151	457
VP-1	1822	6	80	200	485

valores Conductividad (µS/cm)	
n° datos	49
valor máximo	1439
valor mínimo	256
media	552
desviación e.	220

Excluidos los puntos con altos valores de conductividad por altas concentraciones de SO₄ y/o Cl (en rojo)

valores Conductividad (µS/cm)	
n° datos	43
valor máximo	776
valor mínimo	256
media	489
desviación e.	123

Profundidad 200-300

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof (m)	Cond (µS/cm)
U.Cotorredondo Pozo Avda Las Cumbres	1823	8	61	260	403
Villamantilla-II	1822	5	52	260	395
U. Los Cortijos	1822	6	83	220	410
Ayt° Villamanta	1823	1	105	205	320
B-5	1823	3	136	248	310

valores Conductividad (µS/cm)	
n° datos	5
valor máximo	410
valor mínimo	310
media	367
desviación e.	43

Profundidad 300-400 m

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof (m)	Cond (µS/cm)
B-1	1823	7	81	400	328
B-4	1823	8	46	305	519

valores Conductividad (µS/cm)	
n° datos	2
valor máximo	519
valor mínimo	328
media	423
desviación e.	95

En las figuras 6.1.1.6, 6.1.1.7 y 6.1.1.8 se presentan las correlaciones entre la conductividad y algunos constituyentes mayoritarios. Coeficientes de correlación elevados corresponden a las relaciones entre conductividad - cloruros ($r=0.81$), conductividad - sulfatos ($r=0.79$) y conductividad - dureza calculada ($r = 0,86$). Como era de esperar, los coeficientes más altos corresponden a las relaciones conductividad - semisuma de aniones y cationes (meq) y conductividad - residuo seco que arrojan el valor de 0.99 en ambos casos.

En el plano 6.1.1.3 se presenta la distribución espacial de los valores de conductividad en la zona de estudio.

Los valores de conductividad en la margen derecha del Guadarrama y en el sector occidental de la margen derecha, hasta el eje imaginario norte - sur definido por Móstoles - Moraleja de Enmedio -Serranillos, se mantienen por lo general por debajo de los 450 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Hacia el sector oriental de esta margen derecha se observa el ya conocido aumento creciente de la conductividad en relación con la progresiva influencia de la facies de transición.

Valores de conductividad superiores a los 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ se localizan en la zona de Fuenlabrada y Griñón, en el entorno de los polígonos industriales, cuyo origen no parece corresponder a un efecto de influencia litológica.

El valor anómalo de 962 $\mu\text{S}/\text{cm}$, localizado al norte de El Álamo, en la margen derecha del río, parece ser atribuible a efecto de contaminación, como se ha indicado anteriormente.

Valores relativamente bajos de conductividad, entre 300 y 350 $\mu\text{S}/\text{cm}$, se sitúan a lo largo del eje del río Guadarrama, contradiciendo en cierto modo las expectativas derivadas del modelo de flujo que propugna un aumento de conductividad en las zonas de descarga del acuífero.

Los puntos que poseen valores de conductividad superiores a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ corresponden a:

- Aceitunas Barruz (1439 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y P.I. Cordel del a Carrera (1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) situados en polígonos industriales de Fuenlabrada.
- La Gaviota (1036 $\mu\text{S}/\text{cm}$) en las inmediaciones de Griñón en el polígono industrial.
- Minorco Ibérica (1158 $\mu\text{S}/\text{cm}$), Estructuras Bravo (1003 $\mu\text{S}/\text{cm}$), Segasa (1025 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y Tradair S.A. (1001 $\mu\text{S}/\text{cm}$) cuyos altos valores de conductividad están asociados a concentraciones elevadas de sulfatos por encontrarse en las proximidades de las facies de transición hacia materiales evaporíticos.

Cloruros

Los valores extremos de concentración de cloruros en las 76 muestras tomadas corresponden al pozo "El Álamo", de 13 m de profundidad, que presenta el valor máximo de 233 mg/L, y al sondeo de Aircoil S.L., de 120 m, en Móstoles, que presenta el valor mínimo de 8 mg/L. El valor medio de las concentraciones obtenidas es de 50 mg/L.

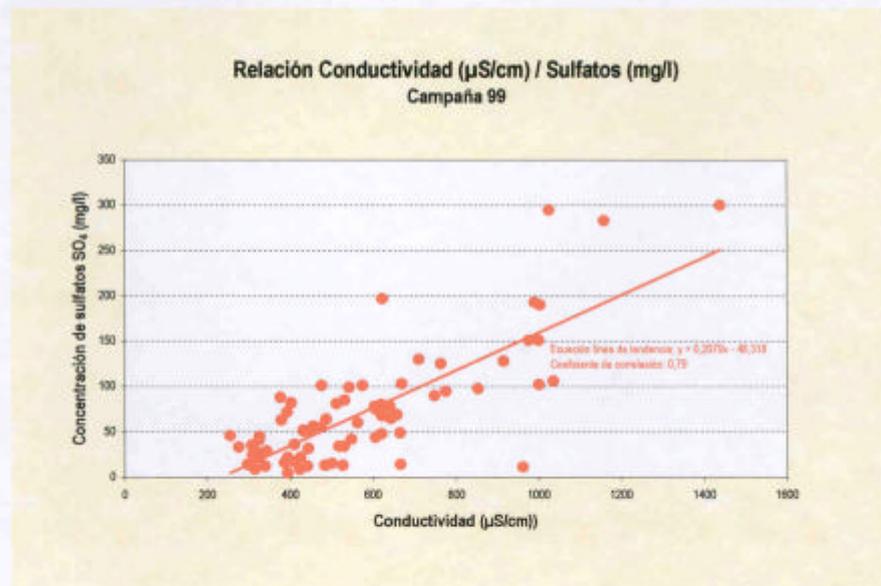
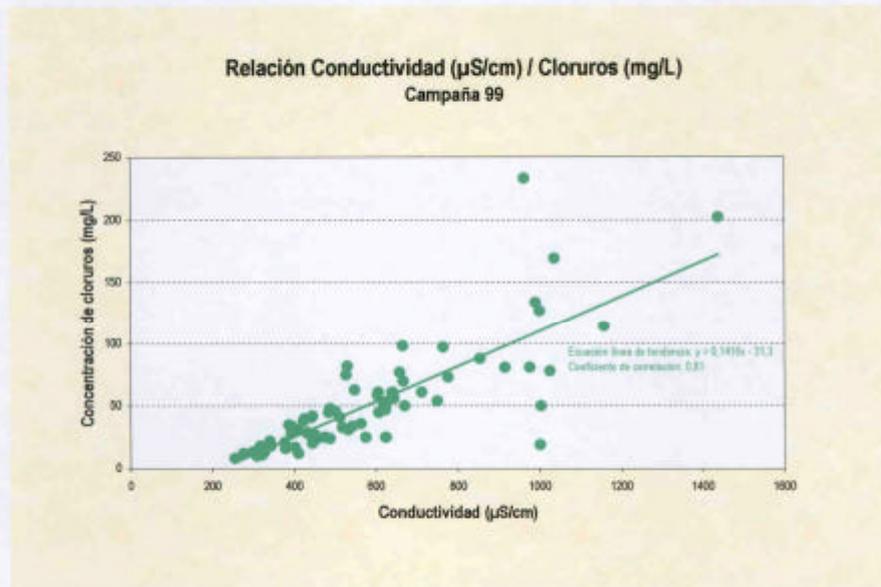


Figura 6.1.1.6

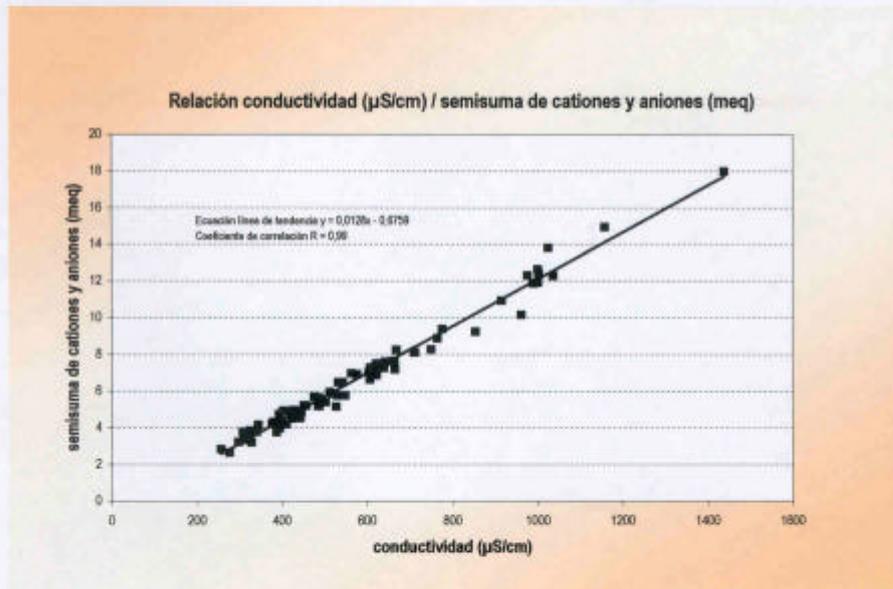
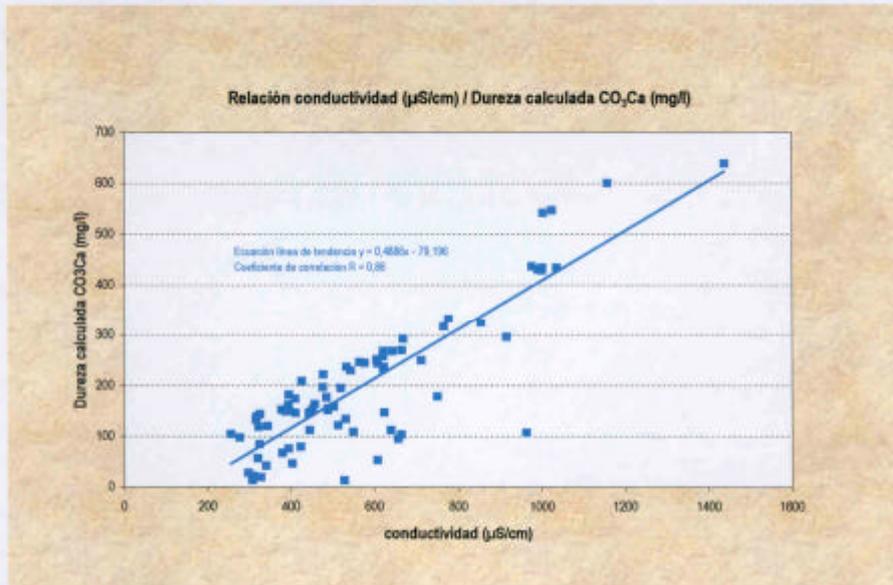


Figura 6.1.1.7

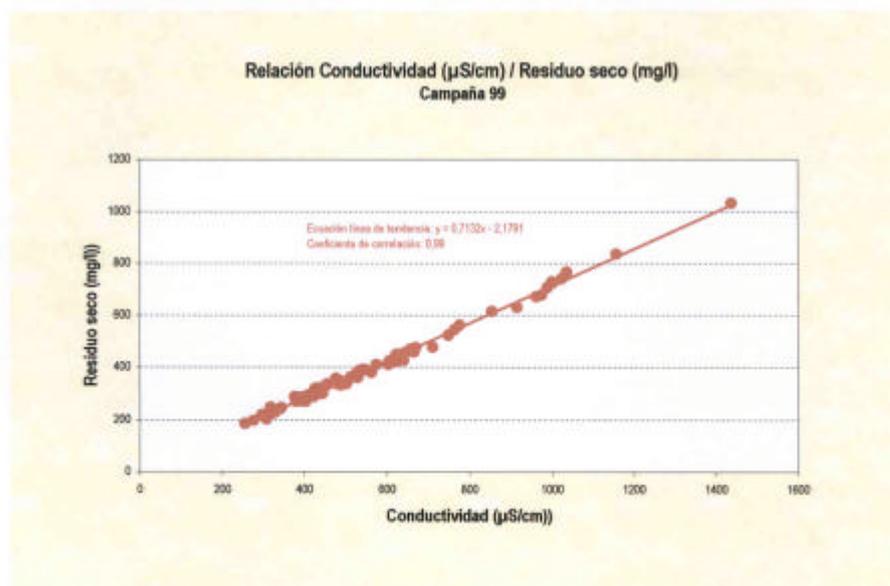
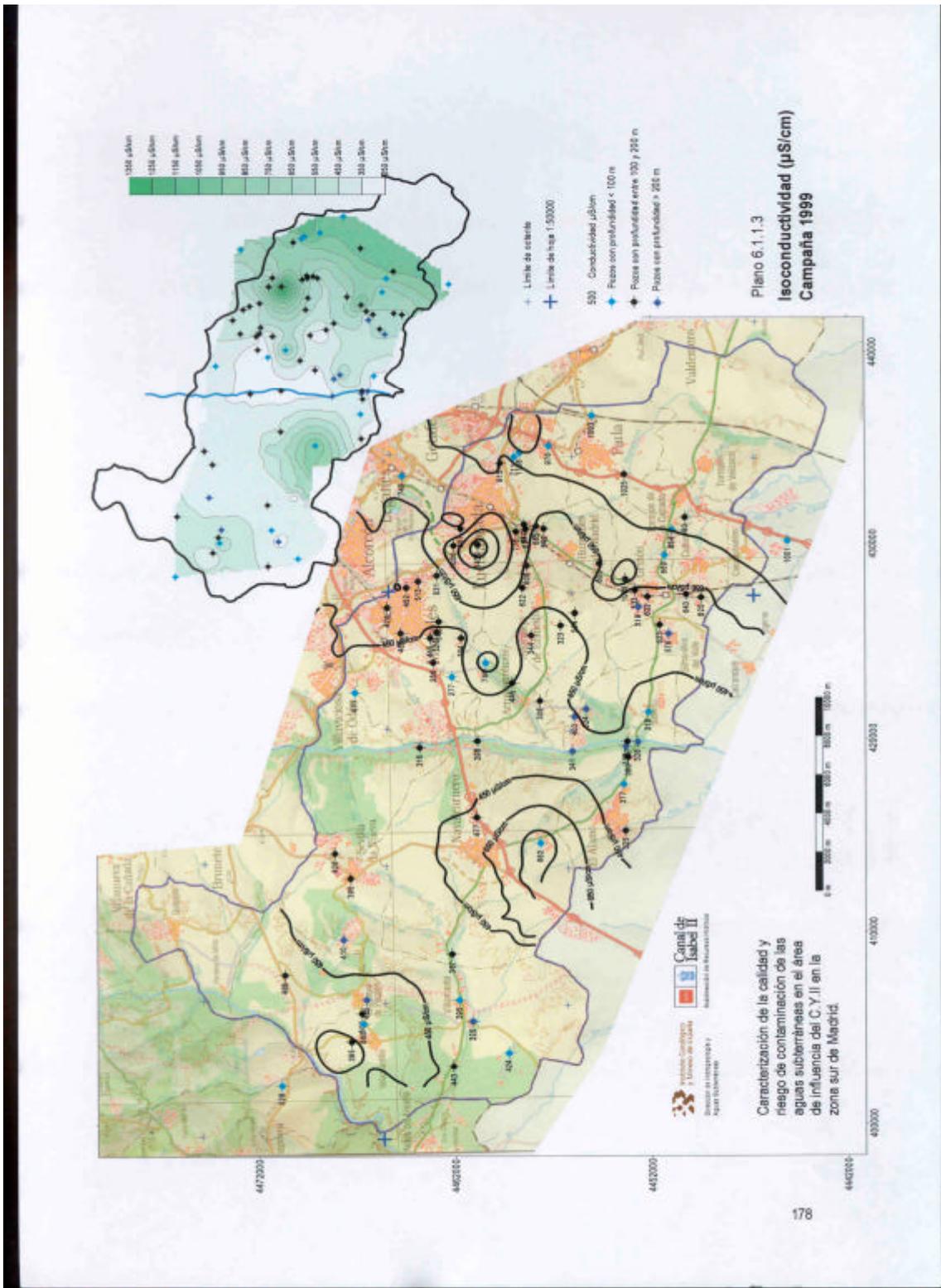


Figura 6.1.1.8



Cuadro 6.1.1.9
Distribución de cloruros por intervalos de concentración

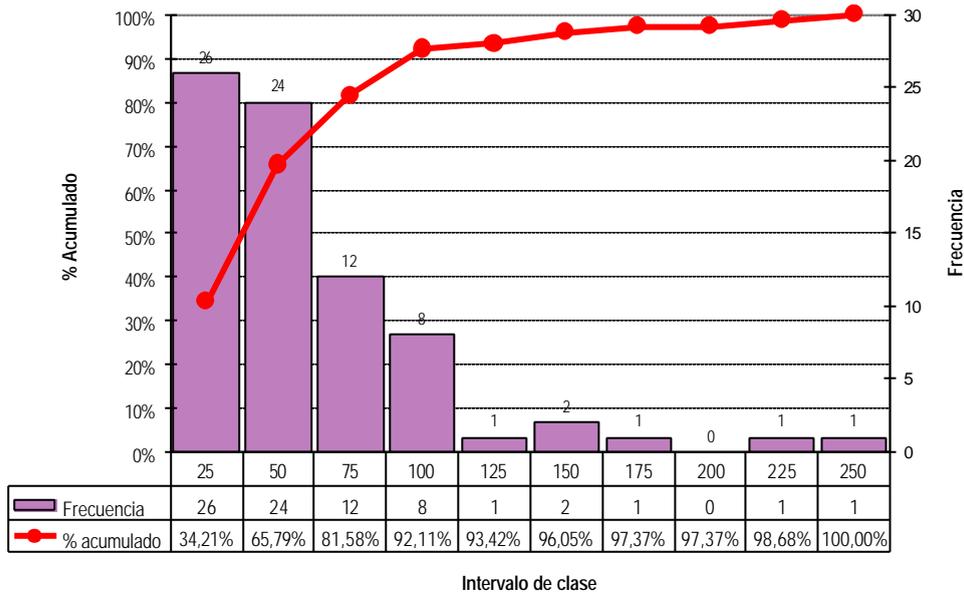
Intervalo o Clase	nº de puntos o frecuencia	%	% acumulado
0-25	26	34%	34%
25-50	24	32%	66%
50-75	12	16%	82%
75-100	8	11%	92%
100-125	1	1%	93%
125-150	2	3%	96%
150-175	1	1%	97%
175-200	0	0%	97%
200-225	1	1%	99%
225-250	1	1%	100%

En el cuadro 6.1.1.9 se presenta la distribución de los cloruros por intervalos de concentración y en la figura 6.1.1.9 el correspondiente histograma de frecuencias.

En ellos se observa que los intervalos de concentraciones más frecuentes corresponden a 0-25 y de 25 - 50 mg/L en el que se agrupan más del 60

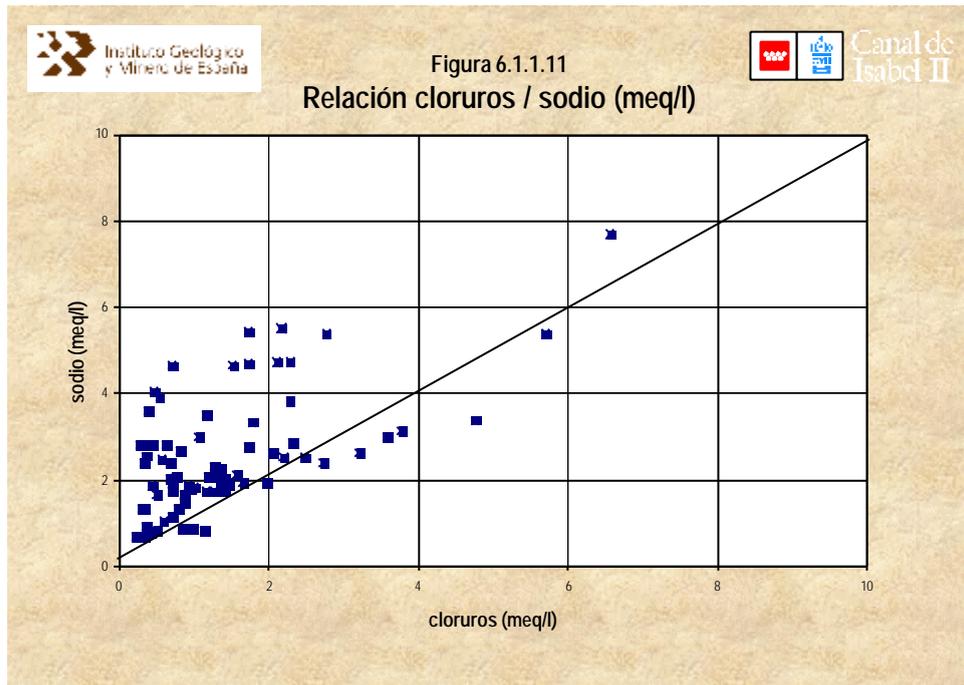
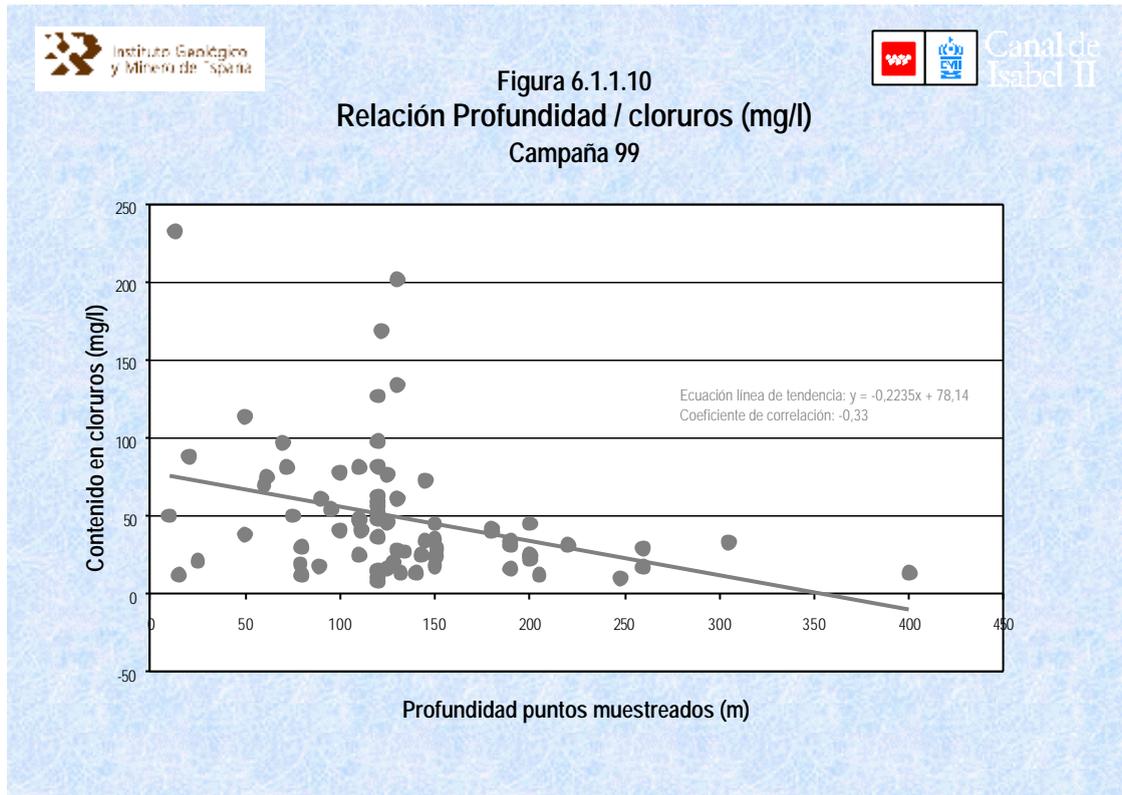
% de las muestras obtenidas. El 80 % de los puntos muestreados presenta una concentración inferior a 75 mg/L.

Figura 6.1.1.9
Histograma de frecuencias
Concentraciones de cloruros (mg/l). Campaña 99'

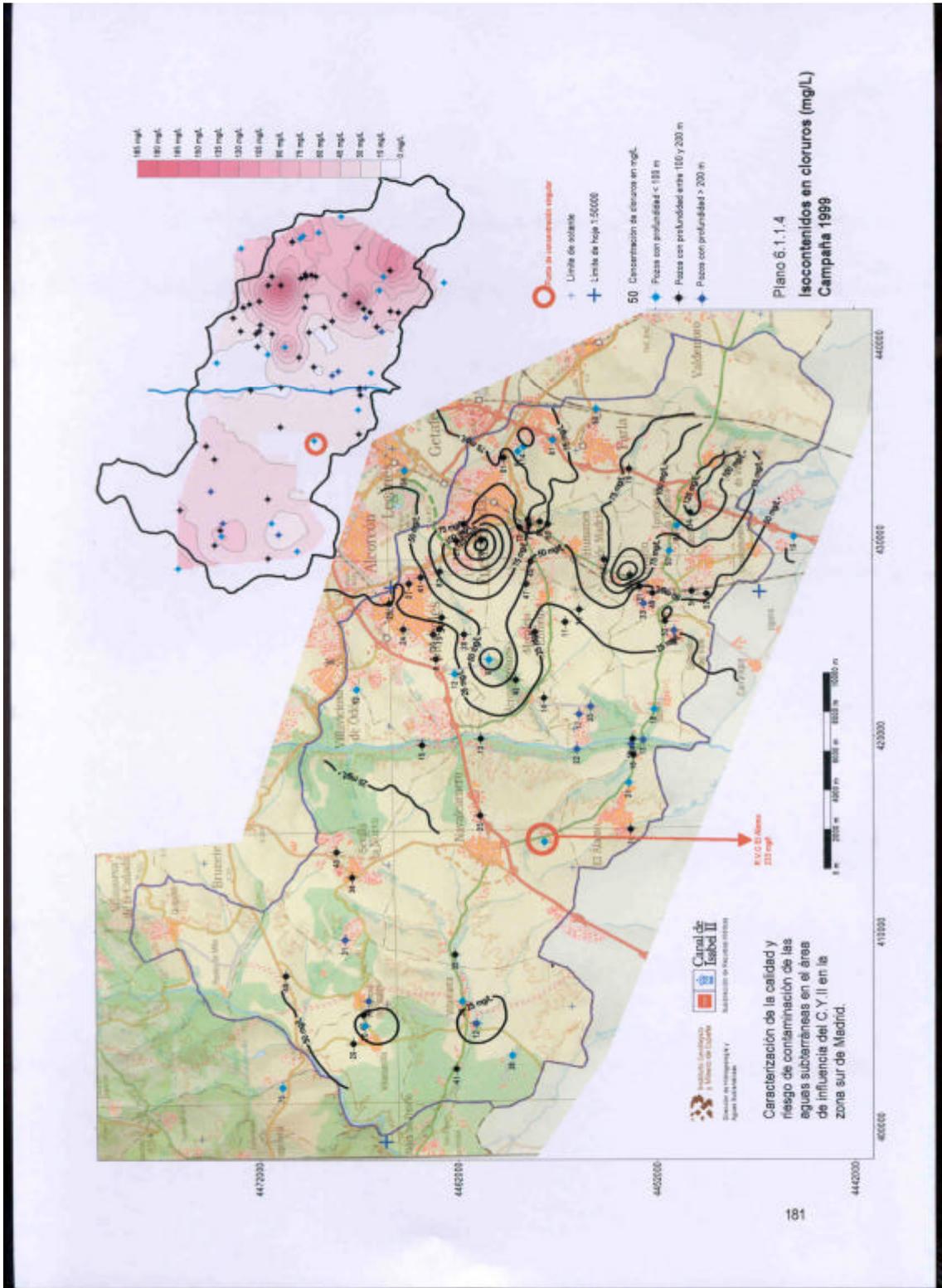


En la figura 6.1.1.10 se puede observar la relación entre la profundidad de las captaciones y el contenido en cloruros. En ella se pone de manifiesto la baja correlación, negativa, existente ($r = -0.33$). La falta de correlación puede justificarse por el carácter conservativo de este constituyente y la reducida capacidad de aporte de este elemento en los sedimentos detríticos.

El hecho de la no-procedencia de los cloruros de la disolución de sales como el ClNa se pone de manifiesto en la figura 6.1.1.11 en la que se advierte una concentración y un aumento más rápido del Na que del Cl, que se aparta de la relación teórica 1:1. El aporte de estos constituyentes se ha atribuido a la alteración de silicatos sin que se descarten, como se verá inmediatamente, efectos de contaminación de origen industrial.



En efecto, en el plano 6.1.1. 4 se observa que las mayores concentraciones de cloruros se localizan en el área oriental de la zona de estudio (Fuenlabrada y Griñón) donde se ubican varias captaciones en que se sobrepasan los 100 mg/L. Dichas captaciones corresponden a: Aceitunas Barruz (202 mg/L), Minorco Ibérica (114 mg/L), P.I. Cordel de la Carrera (127 mg/L) y La Gaviota (169 mg/L). Todas ellas están emplazadas en entornos industriales cuya actividad viene desarrollándose desde hace varias décadas.



El efecto de la influencia de la facies de transición queda patente por el aumento de las concentraciones hacia el sector oriental en que se observan concentraciones de más de 75 mg/L de la zona coexistiendo con los máximos detectados en sondeos de zonas industriales activas.

En el sector occidental de la zona las concentraciones de cloruros se mantienen por lo general por debajo de los 25 mg/L.

Sulfatos

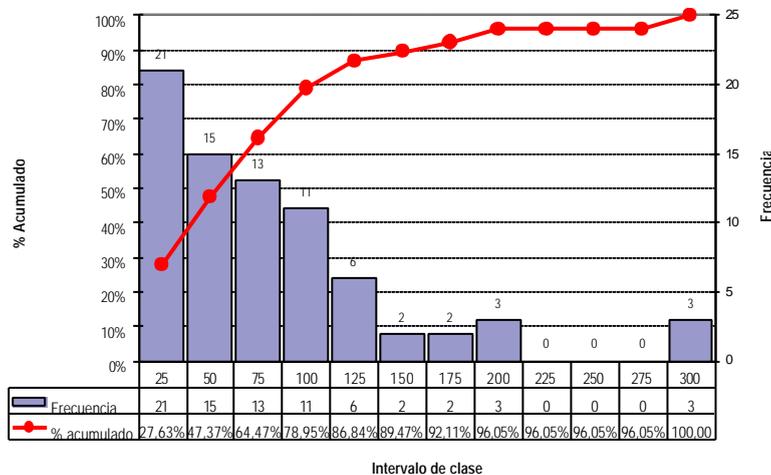
Cuadro 6.1.1.10
Distribución de sulfatos por intervalos de concentración

Intervalo o Clase	nº de puntos o frecuencia	%	% acumulado
0-25	21	28%	28%
25-50	15	20%	47%
50-75	13	17%	64%
75-100	11	14%	79%
100-125	6	8%	87%
125-150	2	3%	89%
150-175	2	3%	92%
175-200	3	4%	96%
200-225	0	0%	96%
225-250	0	0%	96%
250-275	0	0%	96%
275-300	3	4%	100%

Los valores de concentración de sulfatos en la zona de estudio oscilan en el rango de 5 a 300 mg/L con un valor medio de 70 mg/L. La concentración máxima observada corresponde al sondeo de Aceitunas Barruz junto a Loranca; la mínima se ha detectado en el sondeo de la finca Cornatilla, en Villamanta

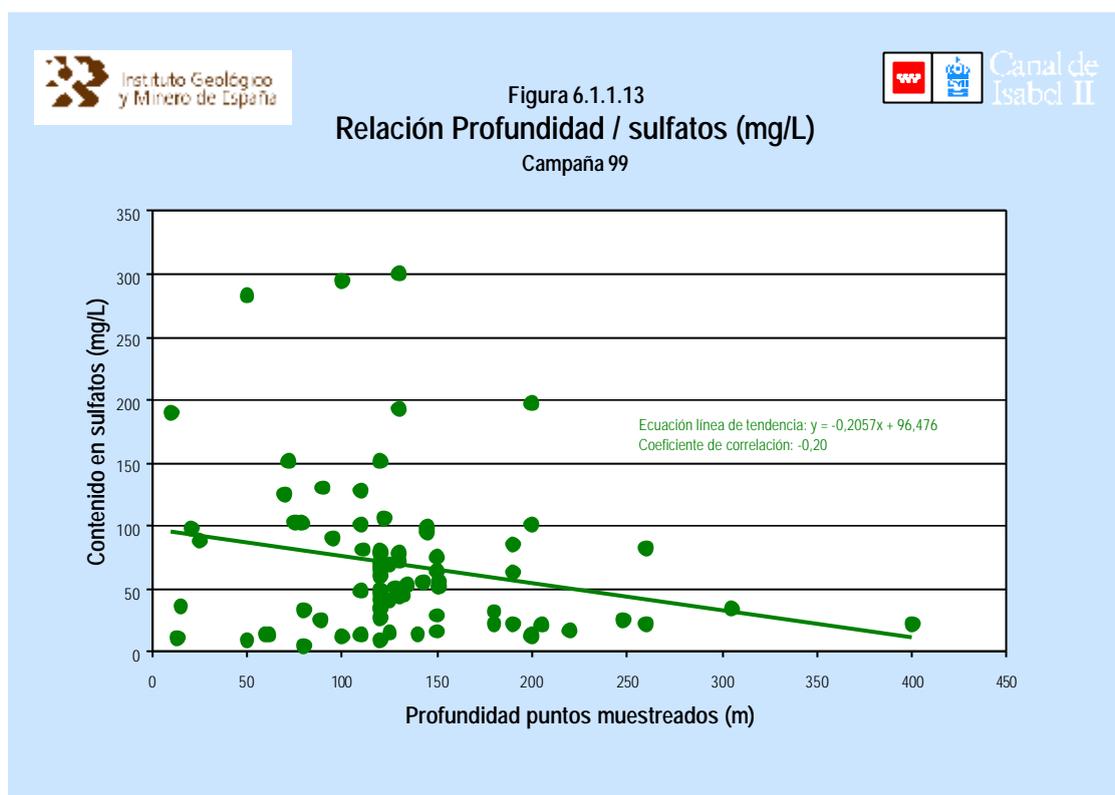
En el cuadro 6.1.1.10 se representan la distribución de las concentraciones por intervalos de profundidad y en la figura 6.1.1.12 el histograma de frecuencias asociado.

Figura 6.1.1.12
Histograma de frecuencias
Concentraciones de sulfatos (mg/l). Campaña 99'



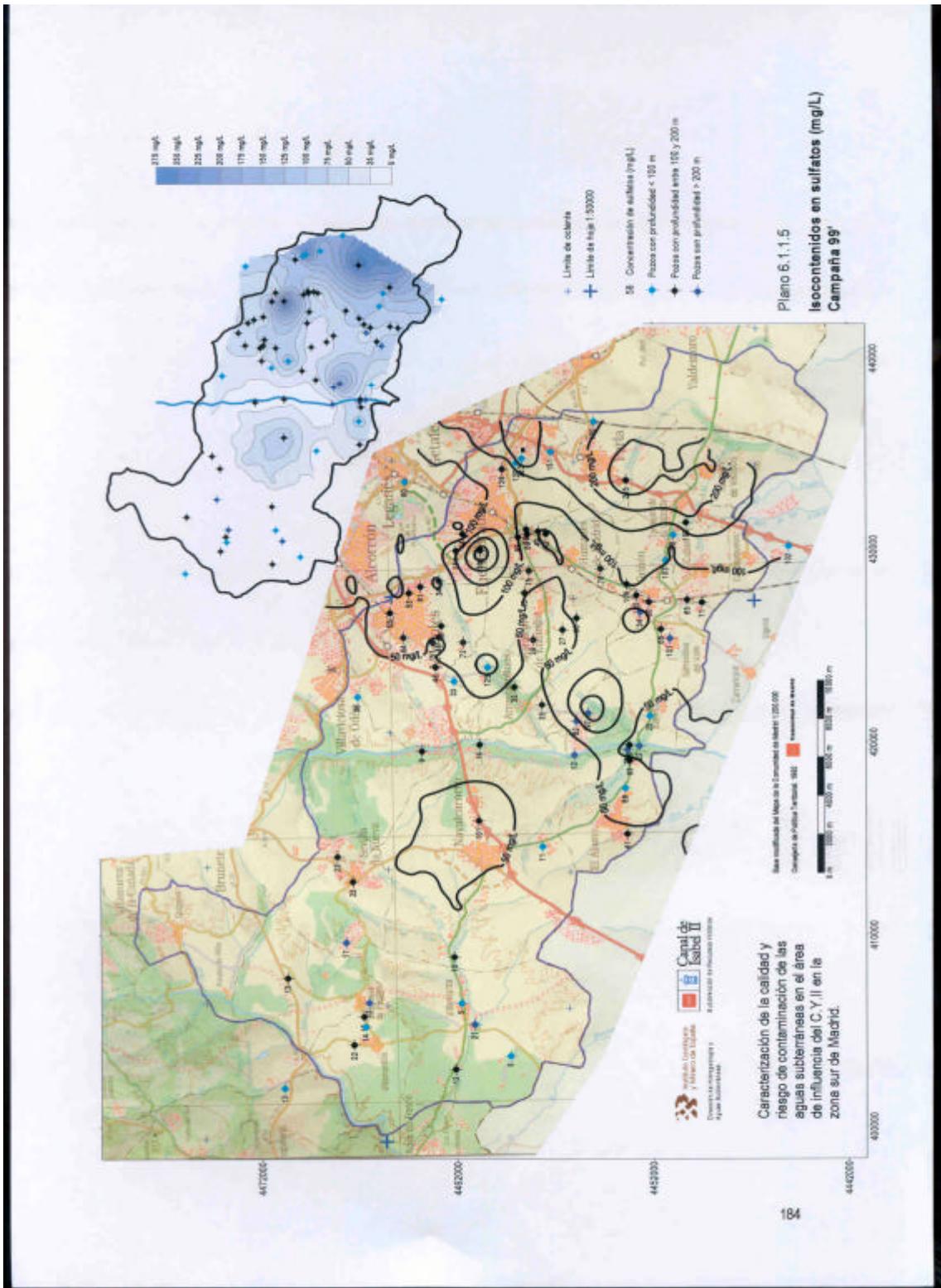
El intervalo de concentraciones en el que se incluyen un mayor número de muestras corresponde al de 0 a 25 mg/L que representan casi el 30% del total de las mismas. El 50 % de las muestras se agrupan en los intervalos de concentraciones de 0 a 25 y de 25 a 50 mg/L y prácticamente el 80 % del total tienen una concentración de menos de 100 mg/L.

En la figura 6.1.1.13 se establece la relación entre la profundidad de los puntos muestreados y las concentraciones de sulfatos. La independencia entre ambas queda patente a la vista del coeficiente de correlación de 0.20 entre ellos. Conviene destacar que, al igual que en el caso de los cloruros, las concentraciones detectadas en sondeos de más de 200 - 250 m de profundidad estas concentraciones se mantienen sistemáticamente bajas; en este caso por debajo de los 100 mg/L.



Como se refleja en el plano 6.1.1.5 de isocontenidos en sulfato, en la casi totalidad de la margen derecha del río Guadarrama los valores de concentración de este elemento no sobrepasan los 25 mg/L. El valor singular de 101 mg/L, correspondiente al sondeo de Cromados García, en Navalcarnero, podría estar asociado a algún tipo de contaminación de origen industrial, sin relación con el resto de valores de este sector de la zona.

En la zona sur, comprendida entre El Álamo y las urbanizaciones MonteBatres y Cotorredondo, también existen altas concentraciones, del orden de los 80 mg/L, con un máximo de casi 200 mg/L en un sondeo de abastecimiento de la urbanización Montebatres cuyo origen no puede en un principio asociarse con la actividad industrial. Algunos de los sondeos del cercano campo de Batres del CYII han alcanzado en diversas ocasiones altas concentraciones de sulfatos sin que se hayan podido establecer evidencias de su origen. Tanto en las columnas litológicas de los materiales atravesados en los sondeos Batres-1 y Batres-3 aparecen niveles de margas y arcillas azules que podrían indicar el comienzo de las facies de transición.



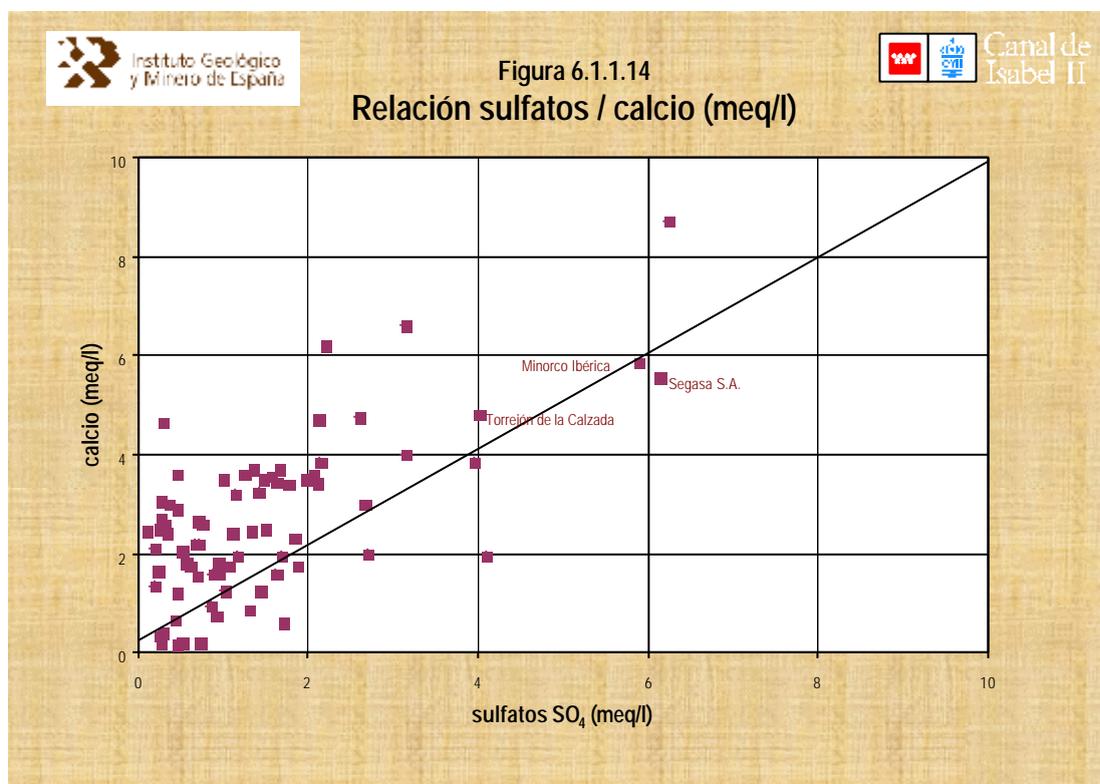
En el sector oriental de la zona se observa un aumento progresivo de las concentraciones hacia el sudeste donde claramente se aprecia este incremento ligado a la influencia litológica de los materiales de las facies de transición.

Al igual que en el caso de otros constituyentes aparecen altos valores de concentración en la zona de Fuenlabrada asociados a zonas industriales activas y estables desde hace varios años.

Los puntos con concentraciones superiores a 250 mg/L son los siguientes:

- Aceitunas Barruz y Minorco Ibérica con 300 y 283 mg/L respectivamente situados, como anteriormente se ha explicado, en zonas industriales, y éste último próximo a la zona de transición.
- Segasa S.A. en Parla con 295 mg/L situado en la zona de transición hacia materiales evaporíticos.

En la figura 6.1.1.14 se puede apreciar la existencia de aportes de calcio diferentes al de la disolución de yeso o anhidrita. En los casos en que se supone un aporte de sulfatos debido a la influencia litológica de las facies de transición la relación se acerca claramente a la proporción 1:1 del yeso (SO_4Ca) como ocurre en los casos de las muestras de Estructuras Bravo, Torrejón de la Calzada, Minorco Ibérica y Segasa.



Bicarbonatos

El valor máximo de concentración de este constituyente corresponde al sondeo de 80 m de profundidad de Tradair S.A con un valor de 556 mg/L; el valor mínimo es de 65 mg/L y corresponde al sondeo de 25 m del Restaurante El Cortijo del Cazador. El valor medio de las concentraciones es de 202 mg/L.

Cuadro 6.1.1.11

Distribución de bicarbonatos por intervalos de concentración

Intervalo o Clase	nº de puntos o frecuencia	%	% acumulado
0-50	0	0%	0%
50-100	3	4%	4%
100-150	13	17%	21%
150-200	26	34%	55%
200-250	20	26%	82%
250-300	8	11%	92%
300-350	4	5%	97%
350-400	1	1%	99%
y mayor...	1	1%	100%

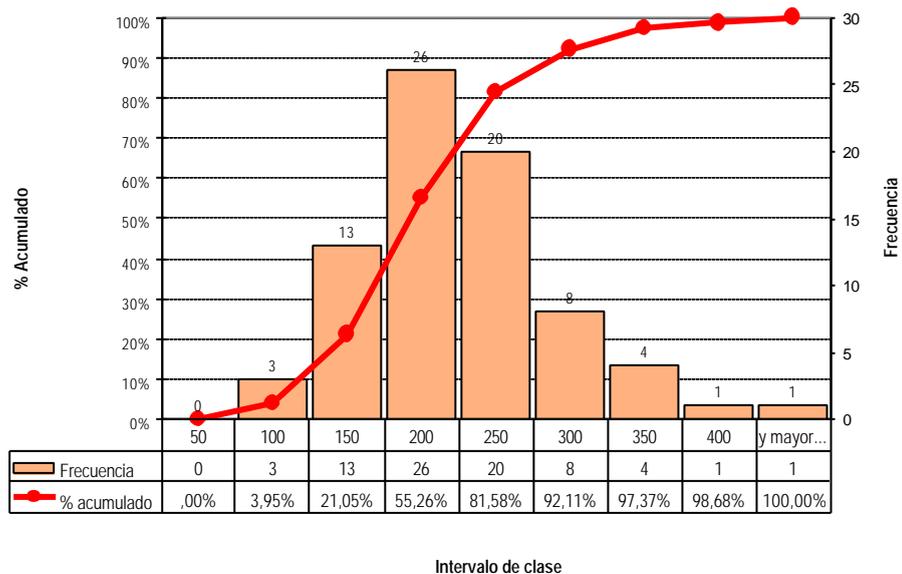
En el cuadro 6.1.1.11 se representa la distribución de concentraciones por intervalos y en la figura 6.1.1.15 el correspondiente histograma de frecuencias.

Los valores de concentración más frecuentes se engloban en el intervalo de 150 a 200 mg/L y representan el 34 % del total de muestras; en el intervalo de 200 a 250 mg/L se concentra el 26 % de los valores observados; más del 80 % de los valores presentan una concentración inferior a los 250 mg/L.

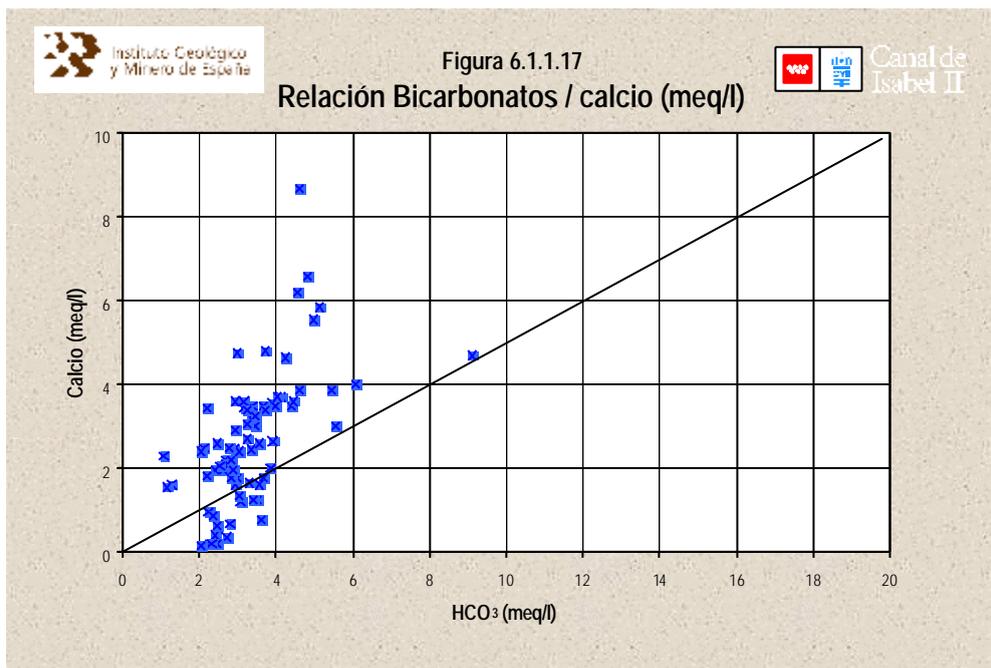
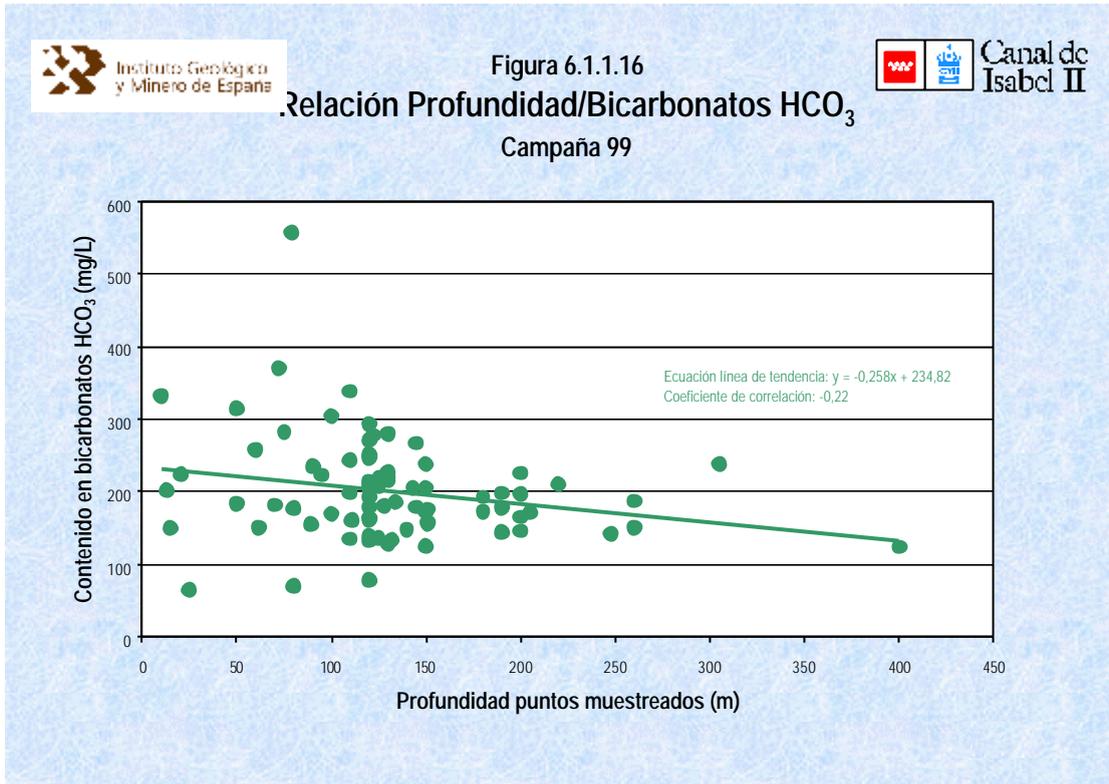
Figura 6.1.1.15

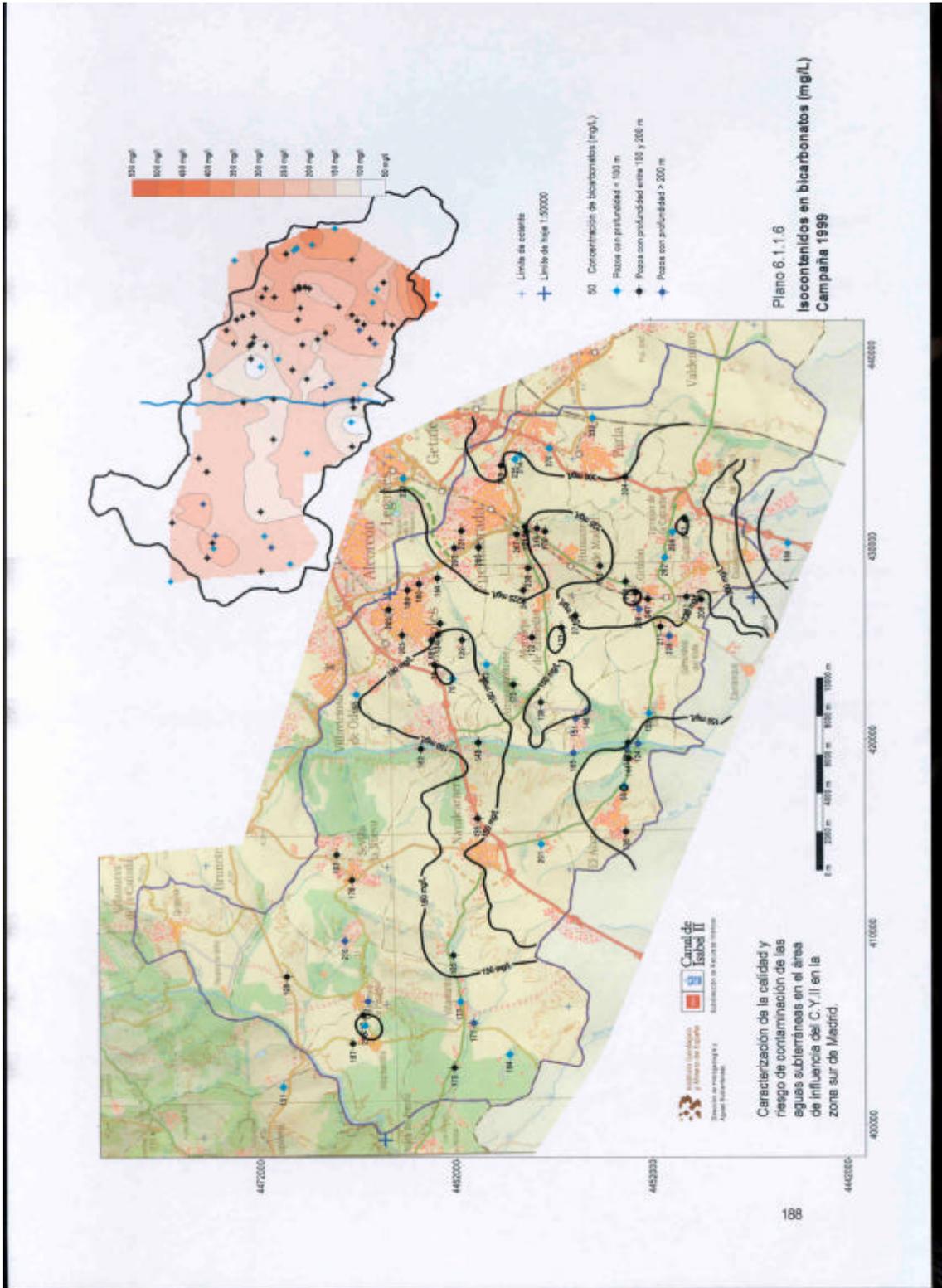
Histograma de frecuencias

Concentraciones de bicarbonatos (mg/L). Campaña 99'

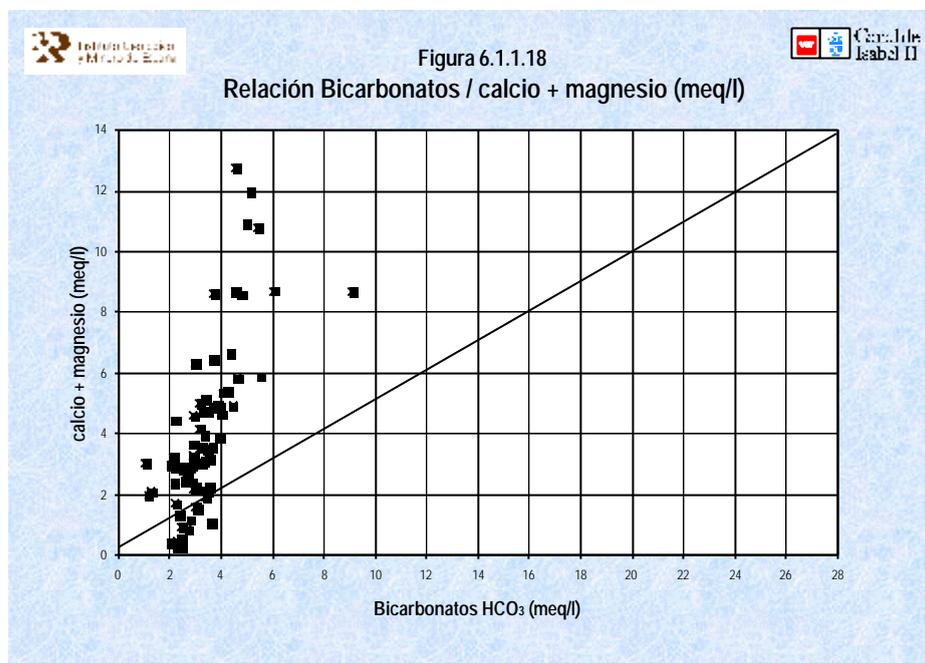


En la figura 6.1.1.16 se pone de relieve la escasa relación que presentan las variables de profundidad y concentración en HCO_3 de las muestras obtenidas. El coeficiente de correlación presenta un valor negativo de 0,22, escasamente significativo. Esta correlación inversa, observada en otras zonas del acuífero, ha sido achacada en anteriores estudios a procesos de precipitación de carbonatos por aumento de la temperatura en profundidad y parece estar corroborada por la disminución de calcio con la profundidad como se verá en el apartado correspondiente a este ión.





En las figuras 6.1.1.17 y 6.1.1.18 puede observarse una mayor concentración y un aumento más rápido de los iones calcio y calcio+magnesio que del ión bicarbonato lo que pone de manifiesto la existencia de aportes de estos iones diferentes a los de la disolución de calcita o dolomita; probablemente dichos aportes son debidos a la meteorización de minerales silicatados con calcio.



En el plano 6.1.1.6 puede observarse la distribución espacial de bicarbonatos en la zona de estudio. Es patente la amplia distribución de concentraciones entre 150 y 250 mg/L por la mayor parte de la misma con un aumento hacia el sector oriental donde se alcanzan valores en torno a los 300 mg/L.

Nitratos

Los valores máximos de concentración de este constituyente corresponden al sondeo de Aceitunas Barruz y al pozo de 20 m de la finca La Plata con valores, en ambos casos, de 78 mg/L. El mínimo se detecta en el sondeo de abastecimiento de la Avenida Deportiva de la Urbanización Cotorredondo, junto al río Guadarrama, con un valor de 1 mg/L. El valor medio de las concentraciones de nitratos es de 28 mg/L.

En el cuadro 6.1.1.12 puede observarse la distribución de nitratos por intervalos de concentración y en la figura 6.1.1.19 el histograma de frecuencias asociado. Casi el 80 % de los puntos muestreados tiene una concentración inferior a 40 mg/L. Los intervalos de concentración más frecuentes corresponden a 10-20 y 20-30 mg/L, con el 24% en ambos casos.

Los valores de nitratos de cada muestra obtenida, clasificados por intervalos de profundidad, se presentan en el cuadro 6.1.1.13.

Cuadro 6.1.1.13

Valores de nitratos y nitritos clasificados por intervalos de profundidad. Campaña 1999

Profundidad de 10 a 100 m

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof (m)	NO ₃ (mg/L)	NO ₂ (mg/L)
Minorco Ibérica	1923	2	182	50	55	
Jabones Pardo	1923	2	184	90	2	
Estructuras Bravo	1923	6	179	10	75	
Segasa S.A.	1923	5	271	100	41	
Los Molinillos	1822	5	33	61,5	4	0,07
Villaviciosa	1822	8	202	15	34	
Cornatilla	1823	2	104	80	11	
El Alamo	1823	3	119	13	22	
Fabrica viguetas	1823	4	36	80	29	
Picadero	1923	1	69	95	66	
La Plata	1923	5	227	20,5	78	
Tradair. S.A.	1924	1	4	79	54	
P.I.Los Gallegos	1923	2	183	72	29	
HYMPSA	1923	5	279	75	19	
Finca Valdefuentes	1823	4	200	70	44	
U.Los Olivos. (Bates)	1823	8	51	89	16	
Rest.Cortijo del Cazador	1823	7	87	25	52	
VALDISA	1822	5	30	60	33	
Finca M-530 km 11	1823	1	107	50	7	0,06
Club hipico. Vivero Molino	1823	1	108	100	14	

	valores NO ₃ (mg/L)	valores NO ₂ (mg/L)
n° datos	20	2
valor máximo	78	0,07
valor mínimo	2	0,06
media	34	0,065
desviación e.	22,6	0,005

Profundidad 100-200 m

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof (m)	NO ₃ (mg/L)	NO ₂ (mg/L)
Aceitunas Barruz	1923	1	359	130	78	
C.P.P.I Cordel de la Carrera	1923	1	358	120	43	
Julio Martínez Cid y Cia S.L.	1923	1	361	120	15	
P.I.El Álamo (Pozo Comunitario)	1923	1	357	120	28	
Pol.Ind Valdonaire. (Pozo 1)	1923	1	362	145	57	
P.I. Los Llanos (Pozo comunitario)	1923	1	363	125	44	
P.I. Los Linares (Pozo Comunitario)	1923	1	364	120	22	
Ayt° Cubas (Pozo 1)	1823	8	63	120	30	
Urb. Soto de Grinón	1923	5	275	120	38	
Ayt° Torrej Calzada. Pozo piscina nueva	1923	5	272	130	23	
Aircoil S.L.	1823	4	201	120	25	
C.P.P.I. N°1 Arroyomolinos	1823	4	202	145	39	
Móstoles Industrial. Pozo principal	1823	4	204	150	24	
Centro asturiano	1823	3	140	120	11	
Papelera del Centro	1823	3	125	140	4	
P.I. Los Calahorros (Pozo comunitario)	1923	1	375	150	36	
Avicola Moraleja	1823	4	198	120	32	
Arroyomolinos (Pozo Pendón)	1823	4	205	120	3	
Arroyomolinos (Pozo cementerio)	1823	4	206	180	11	
Ibergrasa S.A.	1923	5	281	120	40	
Cromados García	1823	3	141	110	46	
Urbanización Montebates	1823	8	55	200	11	
U.Cotorredondo (Pozo Avd.Deportiva)	1823	7	86	200	1	
Ayt° El Álamo (Pozo Juan Grandes)	1823	7	65	125	15	
La Paloma	1923	1	214	110	52	
Ayt° El Álamo. Pozo Prados	1823	8	60	190	19	
Ayt° Serranillos (Pozo nuevo)	1823	8	62	200	32	
Isramar S.L.	1923	1	365	110	36	
P.I. Well's (Pozo comunitario)	1923	1	366	130	37	
Los Combos	1823	4	207	130	30	
La Gaviota S.L.	1923	5	273	122	58	
Las Nieves	1822	8	214	143	28	
Antusana IV	1823	4	195	128	27	
Antusana III	1823	4	194	132	27	
Requera - 1	1923	1	372	111	29	0,06
Covimar	1923	1	373	134	24	0,06
VP - II	1822	5	53	125	11	
Ayt° Sevilla (Camino del Atajillo)	1822	6	82	190	14	
U.Los Manantiales	1822	7	83	180	11	
Pozo S.Sebastián (Grinón)	1823	8	9	120	36	
Pozo La Ermita (Grinón)	1923	5	245	190	41	
U.Las Colinas Pozo1	1823	4	192	150	20	
U.Valdmeriendas	1823	8	48	120	28	
Urb. La Sierra (Pozo1)	1823	8	53	120	44	
Restaurante El Saliente	1822	6	84	110	11	
Viveros de Navalcarnero	1823	2	158	150	19	
CASBEGA	1923	1	325	130	28	
B-2A	1823	7	82	151	16	
VP-1	1822	6	80	200	20	

	valores NO ₃ (mg/L)	valores NO ₂ (mg/L)
n° datos	49	2
valor máximo	78	0,06
valor mínimo	1	0,06
media	28	0,06
desviación e.	15	0

Profundidad 200-300

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof (m)	NO ₃ (mg/L)	NO ₂ (mg/L)
U.Cotorredondo Pozo Avda Las Cumbres	1823	8	61	260	6	
Villamantilla-II	1822	5	52	260	8	
U. Los Cortijos	1822	6	83	220	7	
Ayt° Villamanta	1823	1	105	205	7	
B-5	1823	3	136	248	4	

	valores NO ₃ (mg/L)	valores NO ₂ (mg/L)
n° datos	5	
valor máximo	8	
valor mínimo	4	
media	6,4	
desviación e.	1,35	

Profundidad 300-400 m

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof (m)	NO ₃ (mg/L)	NO ₂ (mg/L)
B-1	1823	7	81	400	5	
B-4	1823	8	46	305	25	

	valores NO ₃ (mg/L)	valores NO ₂ (mg/L)
n° datos	2	
valor máximo	25	
valor mínimo	5	
media	15	
desviación e.	10	

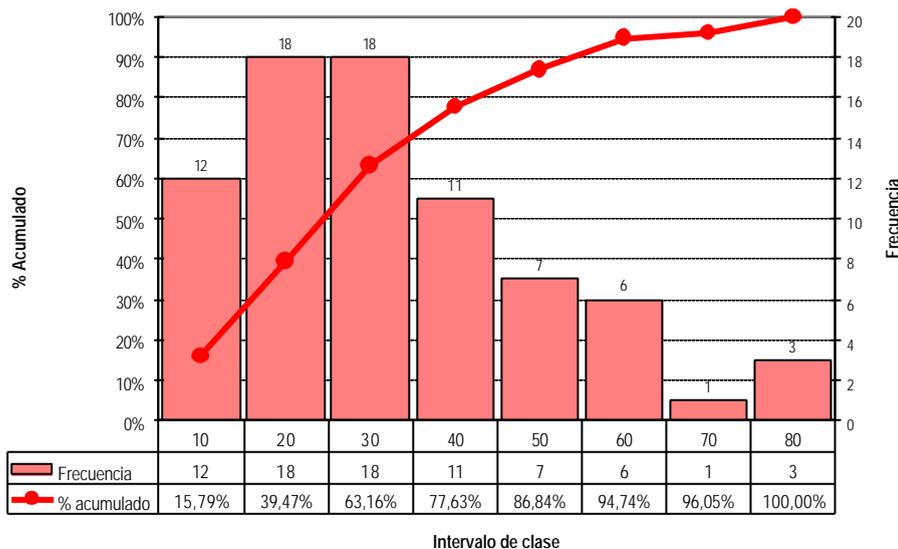
Cuadro 6.1.1.12
Distribución de nitratos por intervalos de concentración

Intervalo o Clase	n° de puntos o frecuencia	%	% acumulado
10	12	16%	16%
20	18	24%	39%
30	18	24%	63%
40	11	14%	78%
50	7	9%	87%
60	6	8%	95%
70	1	1%	96%
80	3	4%	100%

En él se pone de manifiesto que el valor medio de concentración en NO₃ disminuye con el aumento de la profundidad en cada rango. Así, mientras el valor medio es de 34 mg/L para el intervalo de profundidad de 10 a 100, es de 28 mg/L para el de 100 a 200 m y de 6 mg/L para el de 200 a 300 m. En el rango de profundidades

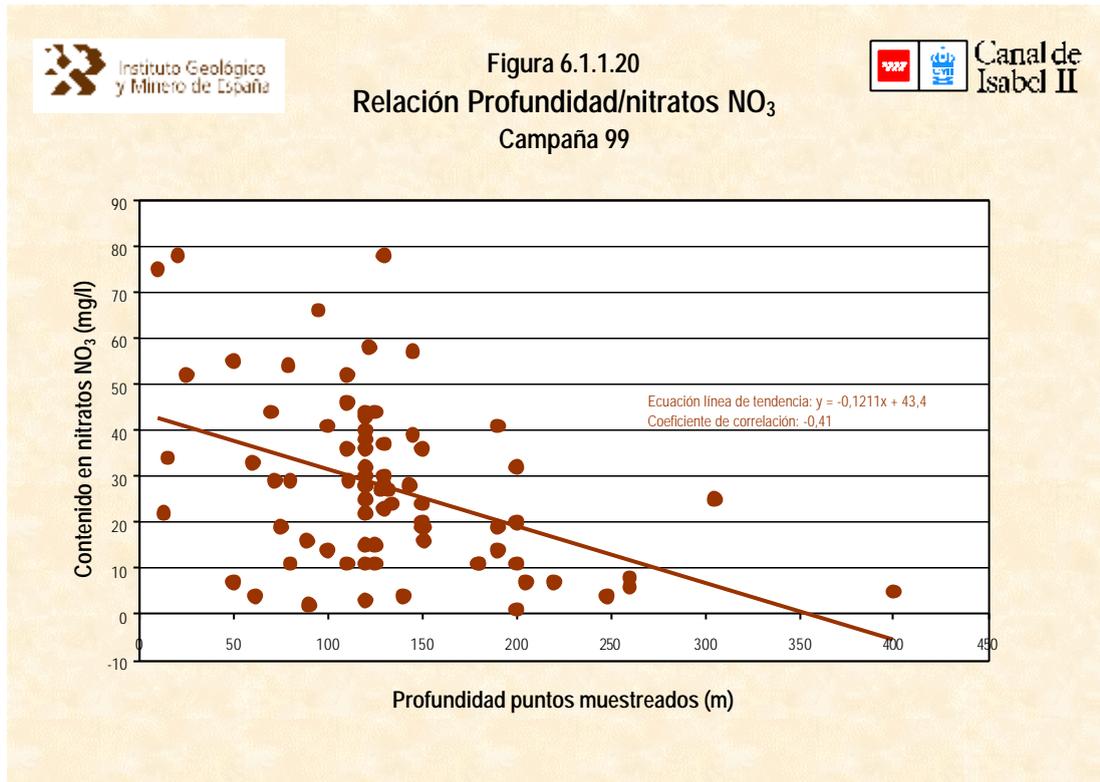
de 300 a 400 metros, con sólo dos sondeos muestreados que presentan valores de concentraciones en NO₃ muy dispares, 5 y 25 mg/L, respectivamente, no se mantiene esta tendencia.

Figura 6.1.1.19
Histograma de frecuencias
 Concentraciones de nitratos (mg/L). Campaña 99'

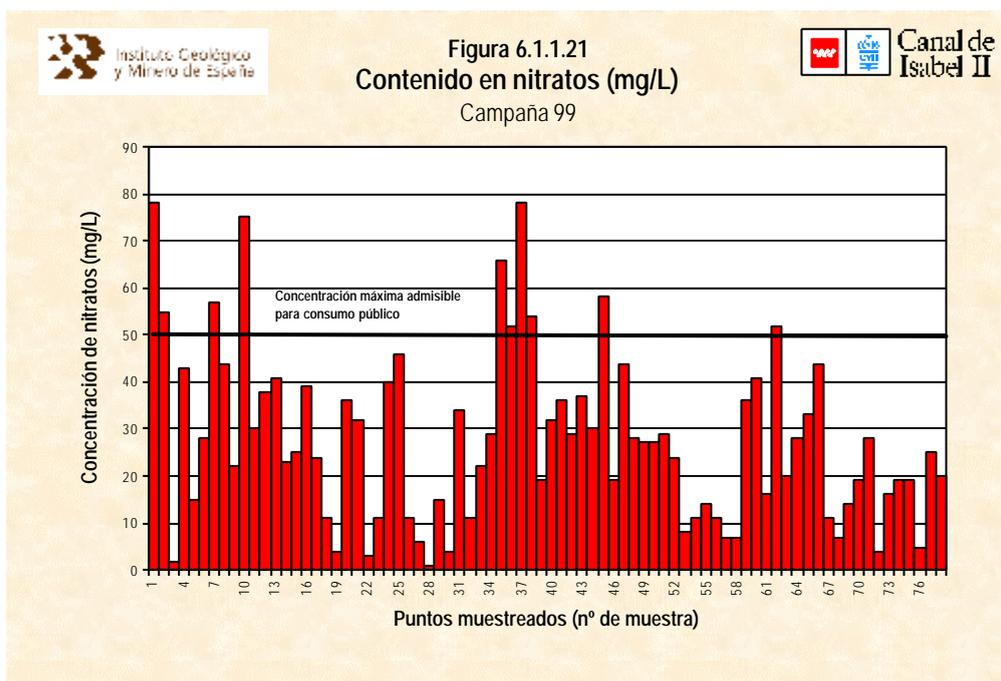


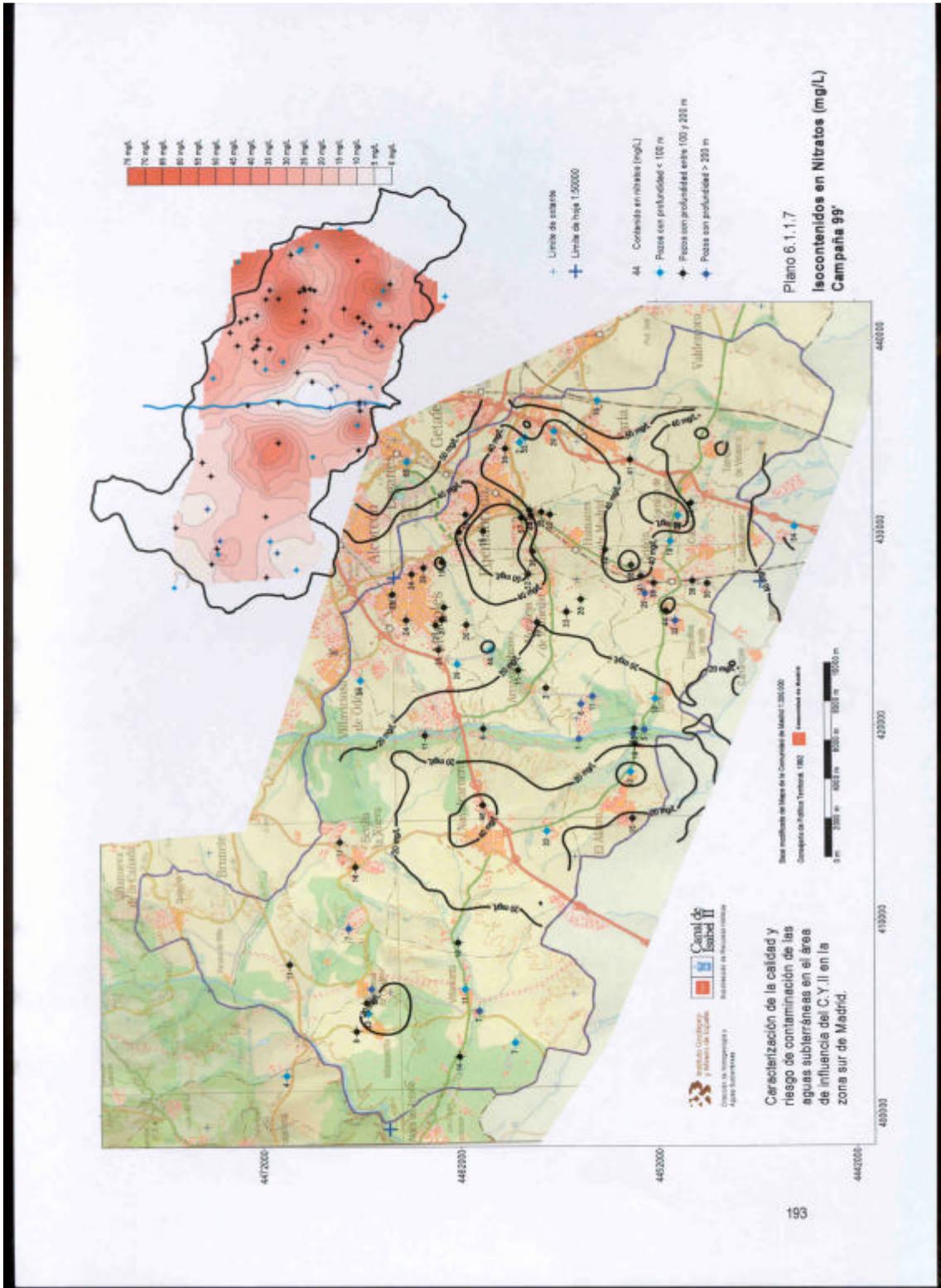
El contenido en NO₃ presenta un coeficiente de correlación negativo de 0,41 con respecto a la profundidad de los sondeos, como se indica en la figura 6.1.1.20. Se observa que, como en el caso de otros constituyentes, a partir de los 200 m de profundidad las concentraciones de NO₃ son por lo general netamente inferiores a las detectadas en profundidades inferiores en las que, a su vez, se produce una mayor dispersión de estos valores de concentración.

La concentración observada en cada punto muestreado se representa en la figura 6.1.1.21; en ella puede observarse que la concentración máxima admitida para aguas de consumo público, establecida en 50 mg/L, se sobrepasa en 10 de los puntos que corresponden casi en su totalidad a sondeos y pozos destinados a usos industriales y agrícola-ganaderos.



La distribución espacial de las concentraciones de nitratos en la zona se presenta en el plano 6.1.1.7. Es de destacar que las concentraciones inferiores a los 20 o 40 mg/L se localizan, salvo excepciones, en el sector occidental de la misma, a partir de la línea imaginaria Móstoles- Moraleja de Enmedio-Griñón. Concentraciones singulares se detectan en sondeos de menos de 100 m de profundidad al sureste de El Álamo y en las proximidades de Villamantilla así como en el sondeo de Cromados García, en la zona de Navalcarnero. En el sector oriental, estas concentraciones aumentan hasta valores usuales comprendidos entre 40 y 75 mg/L, asociadas por lo común a entornos urbanos e industriales (Fuenlabrada, Griñón y Torrejón de la Calzada).





Calcio

Los valores extremos de la concentración de calcio corresponden a los sondeos de Aceitunas Barruz y al Batres-1 del campo de Batres del CYII con 174 y 3 mg/L respectivamente. La concentración media para el total de puntos muestreados es de 53 mg/L.

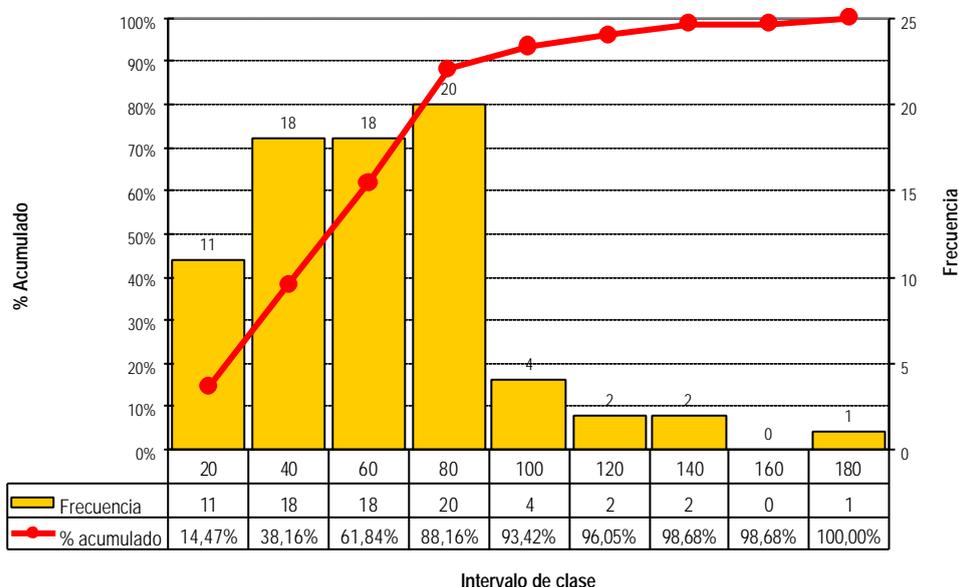
Cuadro 6.1.1.14
Distribución de calcio por intervalos de concentración

Intervalo o Clase	nº de puntos o frecuencia	%	% acumulado
0-20	11	14%	14%
20-40	18	24%	38%
40-60	18	24%	62%
60-80	20	26%	88%
80-100	4	5%	93%
100-120	2	3%	96%
120-140	2	3%	99%
140-160	0	0%	99%
160-180	1	1%	100%

En el cuadro 6.1.1.14 se presenta la distribución de calcio por intervalos de concentración y en la figura 6.1.1.22. Se observa que casi el 90 % de las muestras presenta valores inferiores a 80 mg/L y que en el 75 % los valores están comprendidos entre 20 y 80 mg/L. Concentraciones por encima de 100 mg/L apenas se han detectado en el 7% de las ocasiones.

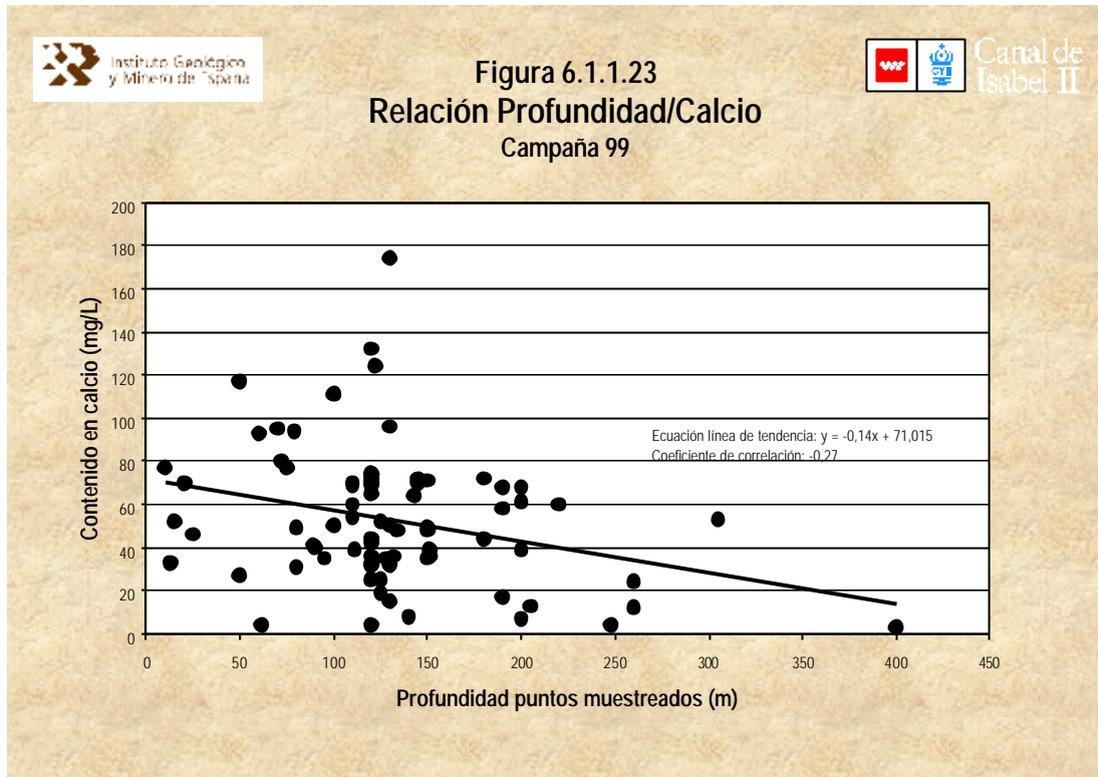
Figura 6.1.1.22
Histograma de frecuencias

Concentraciones de calcio (mg/l). Campaña 99'



La relación entre la concentración en calcio y la profundidad (figura 6.1.1.23) representa una escasa dependencia entre ambas variables con un coeficiente de correlación negativo de 0,27. Por otra parte se observa que las concentraciones no superan los 80 mg/L en los sondeos con profundidad mayor de 150 m, mientras que para profundidades menores a la indicada la variabilidad de los valores se hace mayor. Esta circunstancia, junto con la ausencia de incremento de sodio con la profundidad (figura 6.1.1.25), parece apuntar hacia un proceso de

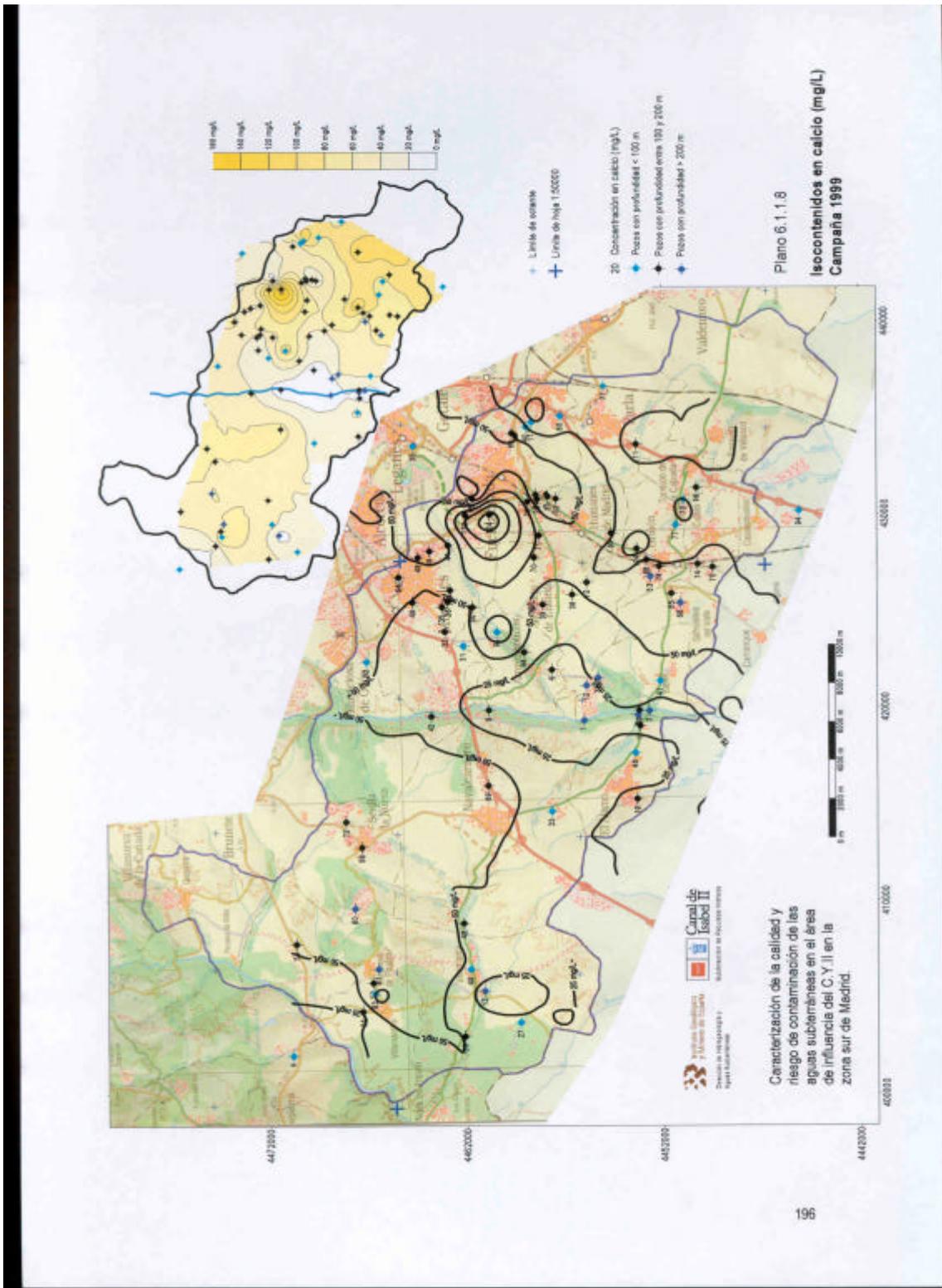
precipitación de carbonatos más que a uno de intercambio iónico como explicación de la comentada disminución del calcio en profundidad.



En el plano 6.1.1.8 se muestra la distribución espacial de este constituyente. Es de destacar que las concentraciones más altas, superiores por lo general a 50 mg/L, se localizan en las zonas de interfluvio, tanto en la margen derecha como en la izquierda del río Guadarrama. Las concentraciones más bajas, inferiores a la mencionada, se presentan en la zona de descarga del río Guadarrama en concordancia con el modelo de evolución hidroquímica aceptado para el acuífero. Esta disminución de concentraciones hacia los valles se ha atribuido tradicionalmente a los procesos de intercambio iónico de sodio por calcio que presumiblemente tienen lugar durante el flujo profundo de zonas de interfluvio a zonas de descarga.

Como ocurre con otros constituyentes, la concentración de calcio es superior en el sector oriental de la zona en el que se detectan los valores más elevados. A partir del eje Fuenlabrada-Humanes-Griñón las concentraciones aumentan progresivamente desde los 75 mg/L hasta los 100. El fondo regional en el resto de la zona presenta un valor en torno a los 50 mg/L

Como se hizo notar en las figuras 6.1.1.14 y 6.1.1.17 el aporte de calcio no provendría exclusivamente de materiales carbonatados, escasos en el acuífero, sino de la descomposición de rocas ígneas con feldespatos, plagioclasa, anortita, piroxenos y anfíboles y, en este sector oriental, de los materiales de la próxima facies de transición.



Sodio

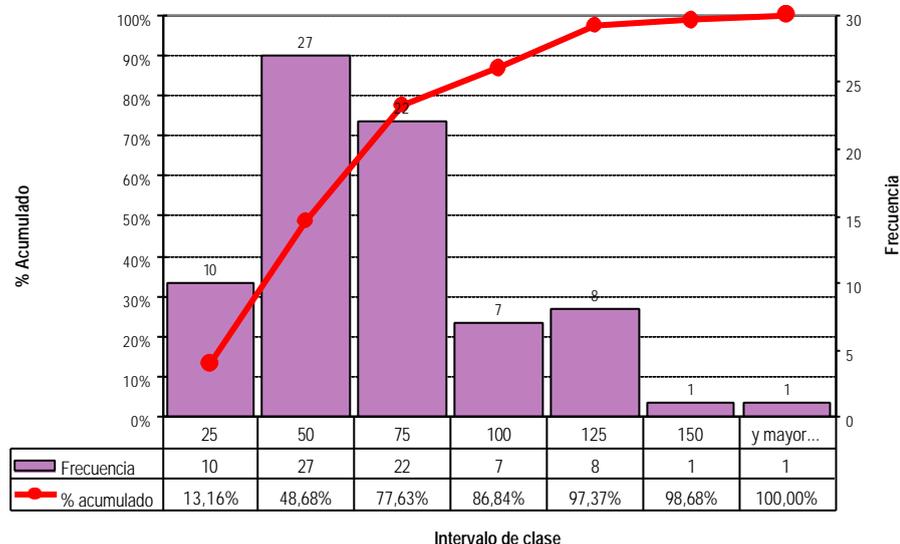
Las concentraciones máxima y mínima obtenidas durante la campaña de muestreo corresponden al pozo de 13 m de la finca El Alamo con 177 mg/L y al sondeo de 120 m de Aircoil con 16 mg/L. La concentración media del total de los 76 puntos muestreados es de 58 mg/L.

Cuadro 6.1.1.15
Distribución de sodio por intervalos de concentración

Intervalo o Clase	nº de puntos o frecuencia	%	% acumulado
0-25	10	13%	13%
25-50	27	36%	49%
50-75	22	29%	78%
75-100	7	9%	87%
100-125	8	11%	97%
125-150	1	1%	99%
y mayor...	1	1%	100%

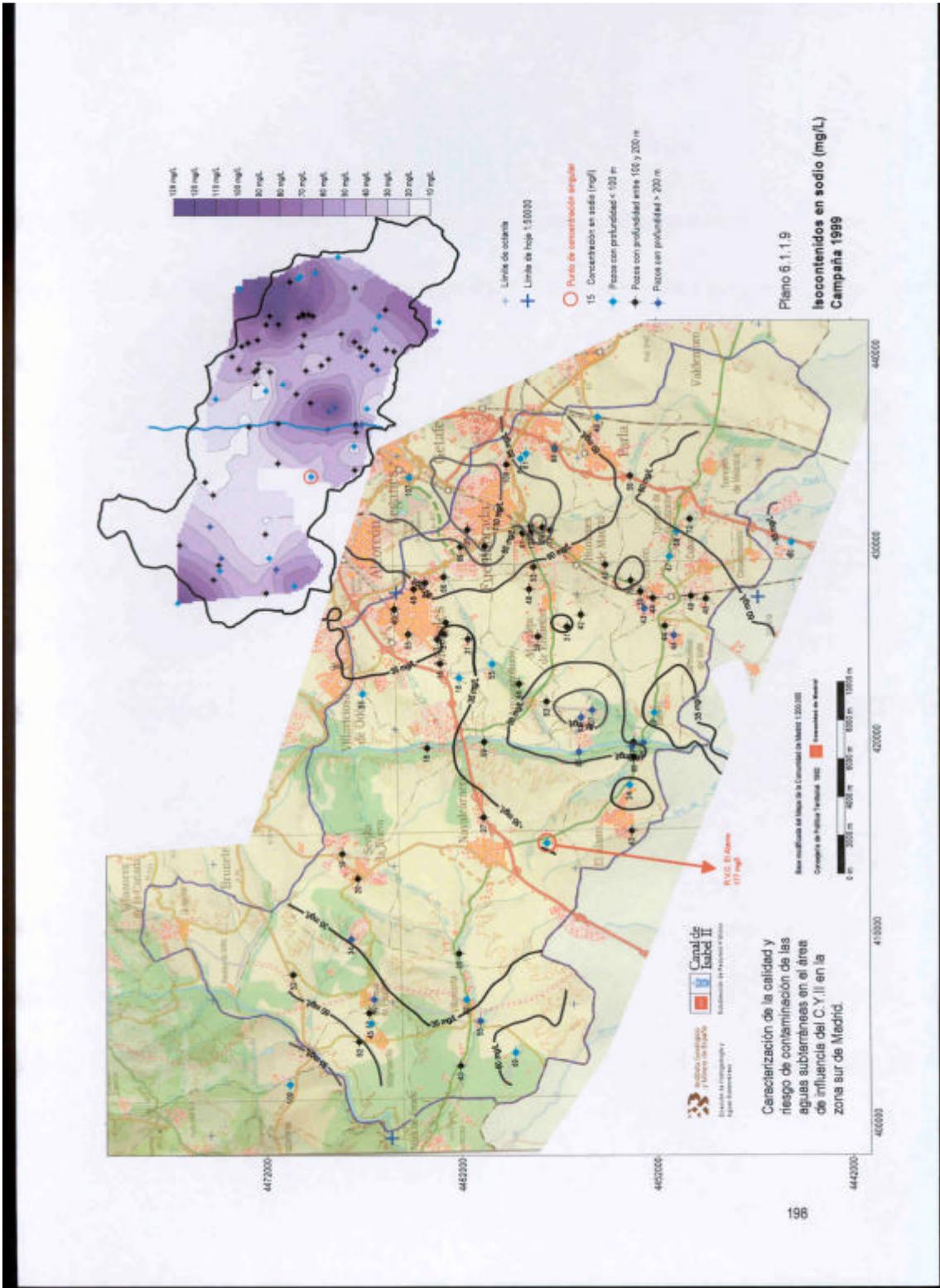
En el cuadro 6.1.1.15 y en la figura 6.1.1.24 se observa que el 50 % de los puntos muestreados presenta una concentración inferior a los 50 mg/L. Por otra parte casi en el 90 % la concentración es inferior a los 90 mg/L. El intervalo de concentración con mayor número de puntos corresponde al de 25 a 50 mg/L con 27 puntos.

Figura 6.1.1.24
Histograma de frecuencias
Concentraciones de sodio (mg/L). Campaña 99'

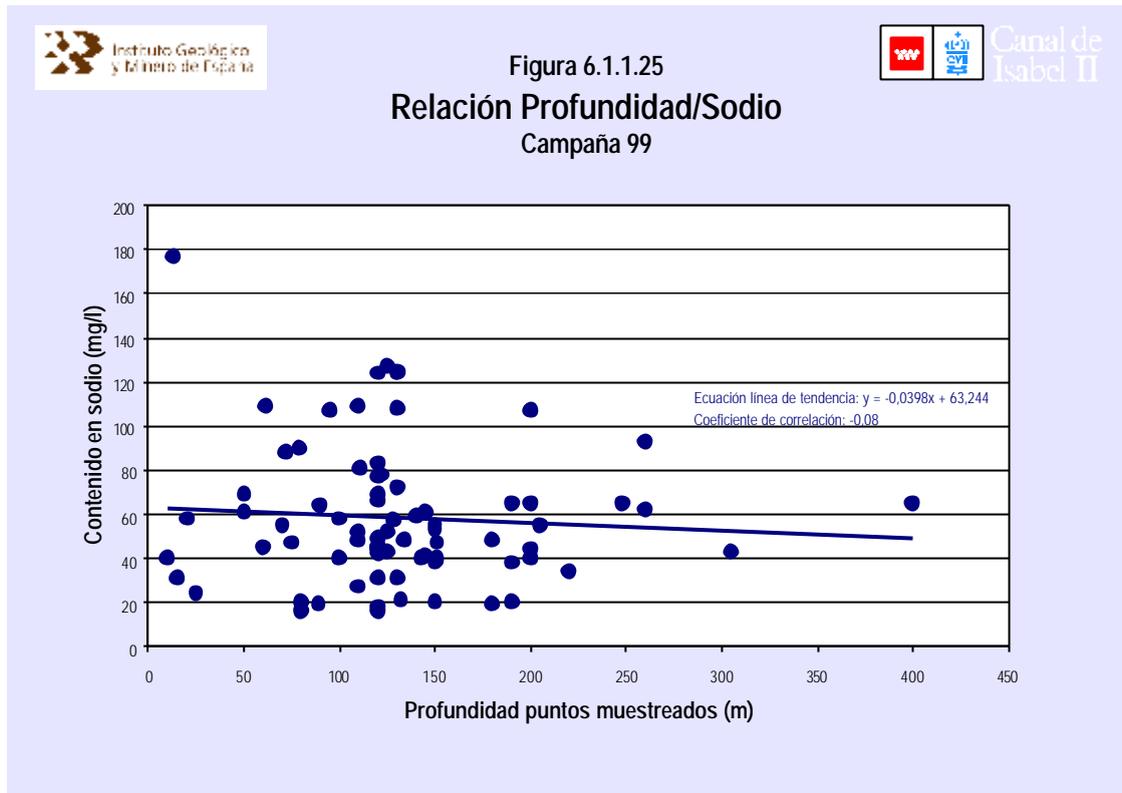


En la figura 6.1.1.25 puede apreciarse que no existe una relación de dependencia entre la profundidad de las captaciones y la concentración de este elemento. ($r = -0,08$). Únicamente conviene reseñar que en las escasas captaciones de más de 200 m de profundidad la concentración de sodio se mantiene por encima de los 40 mg/L.

En el plano 6.1.1.9 se presenta la distribución espacial del contenido en sodio. En concordancia con lo esperado del modelo de flujo, los valores más bajos, inferiores a 35 mg/L, se localizan en la zona de interfluvio Perales - Guadarrama y en el sector oriental de la margen



izquierda del Guadarrama, con valores comprendidos entre 35 y 60 mg/L, en una amplia banda definida por las localidades de Móstoles - Moraleja de En medio - Humanes - Griñón.



Se aprecia un aumento progresivo de concentraciones hacia la zona de descarga del río Perales y hacia el sector meridional de la de descarga del Guadarrama, entre la carretera Madrid - Navalcarnero y Batres, con valores entre 60 y 80 mg/L detectados en los sondeos de abastecimiento de las urbanizaciones Cotorredondo y Montebatres y en los del campo de Batres de C.Y.II.

Se detecta, igualmente, un aumento progresivo del contenido en sodio hacia el sector oriental de la zona, probablemente atribuible a influencia creciente de la facies de transición. Los valores alcanzados superan por lo general los 60 mg/L.

Magnesio

El valor máximo detectado corresponde al pozo de 10 m de profundidad de Estructuras Bravo, en la carretera de Parla a Pinto, con un valor de 84 mg/L. Valores mínimos de 1 mg/L se han encontrado en el pozo denominado Pendón de 120 m utilizado para abastecimiento a Arroyomolinos y en el sondeo de 61 m de la finca Los Molinillos. El valor medio de concentración en magnesio para el total de los 76 puntos muestreados durante esta campaña es de 16 mg/L.

En el cuadro 6.1.1.16 se representa la distribución de magnesio por intervalos de concentración y en la figura 6.1.1.26 el histograma asociado. El 80 % de los puntos muestreados

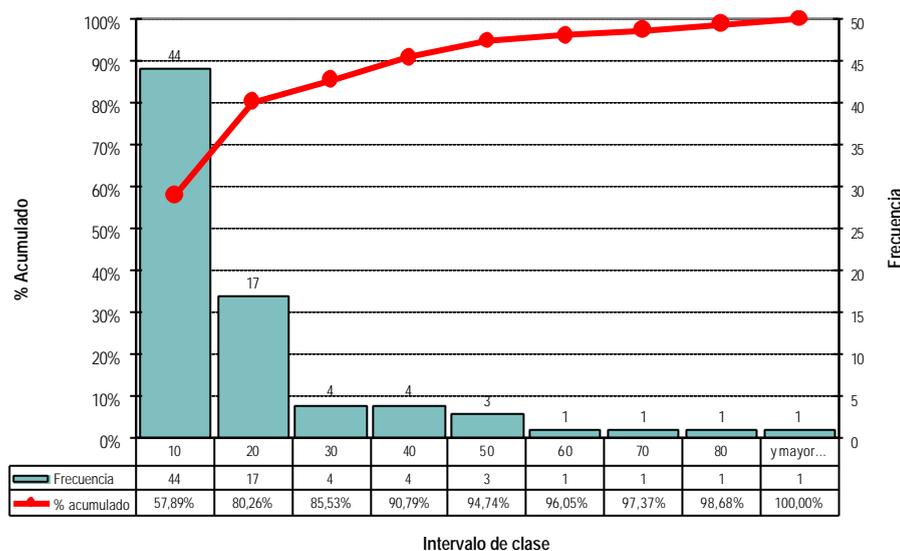
presentan un contenido en magnesio inferior de a 20 mg/L; en casi un 60% de las ocasiones este contenido es inferior a 10 mg/L.

Cuadro 6.1.1.16
Distribución de magnesio por intervalos de concentración

Intervalo o Clase	nº de puntos o frecuencia	%	% acumulado
0-10	44	58%	58%
oct-20	17	22%	80%
20-30	4	5%	86%
30-40	4	5%	91%
40-50	3	4%	95%
50-60	1	1%	96%
60-70	1	1%	97%
70-80	1	1%	99%
y mayor...	1	1%	100%

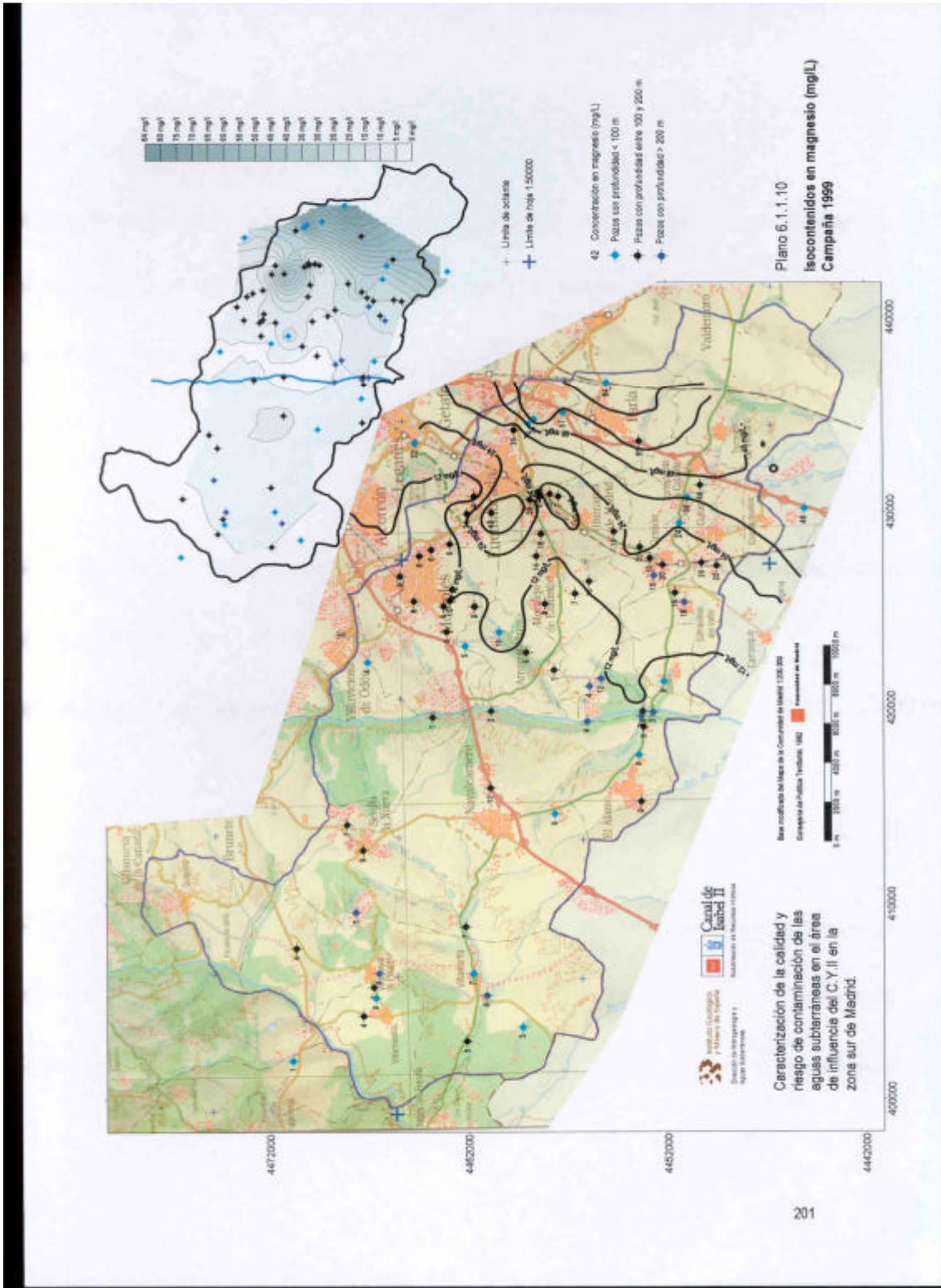
En la figura 6.1.1.27, en la que se ilustra la relación entre la profundidad y la concentración en magnesio, $r = -0.32$, se observa que hasta los 120 - 150 metros de profundidad existe una variabilidad muy alta de concentraciones, mientras que a partir de esta profundidad casi la totalidad de las concentraciones son inferiores a 20 mg/L, con

Figura 6.1.1.26
Histograma de frecuencias
Concentraciones de magnesio (mg/l). Campaña 99'

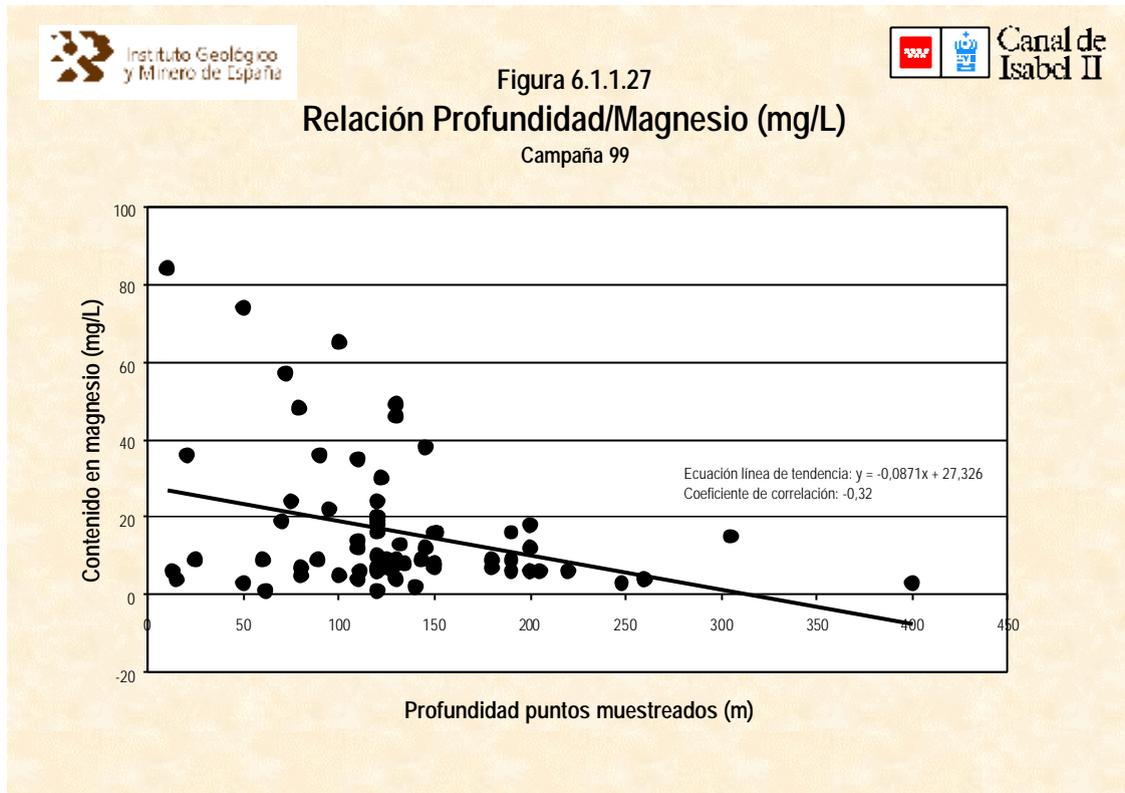


una tendencia a la disminución. Esta disminución puede deberse a procesos de precipitación de carbonatos por aumento de la temperatura en profundidad. Como se ha señalado anteriormente, figura 6.1.1.18, parece existir en la zona un aporte adicional de Ca y Mg a la disolución de dolomita. Dicho aporte correspondería a procesos de alteración de minerales ferromagnesianos presentes en la matriz del acuífero.

En el plano 6.1.1.10 se puede observar la distribución espacial de las concentraciones de magnesio en la zona de estudio. Los valores están homogéneamente distribuidos en el sector occidental de la zona - margen derecha del Guadarrama - y hasta la línea imaginaria Móstoles - Moraleja de Enmedio-Batres. En esta zona las concentraciones no superan los 12 mg/L.



A partir de este eje norte-sur las concentraciones aumentan progresivamente hacia el este alcanzado los valores máximos en la zona de del dominio de los materiales de transición.



Potasio

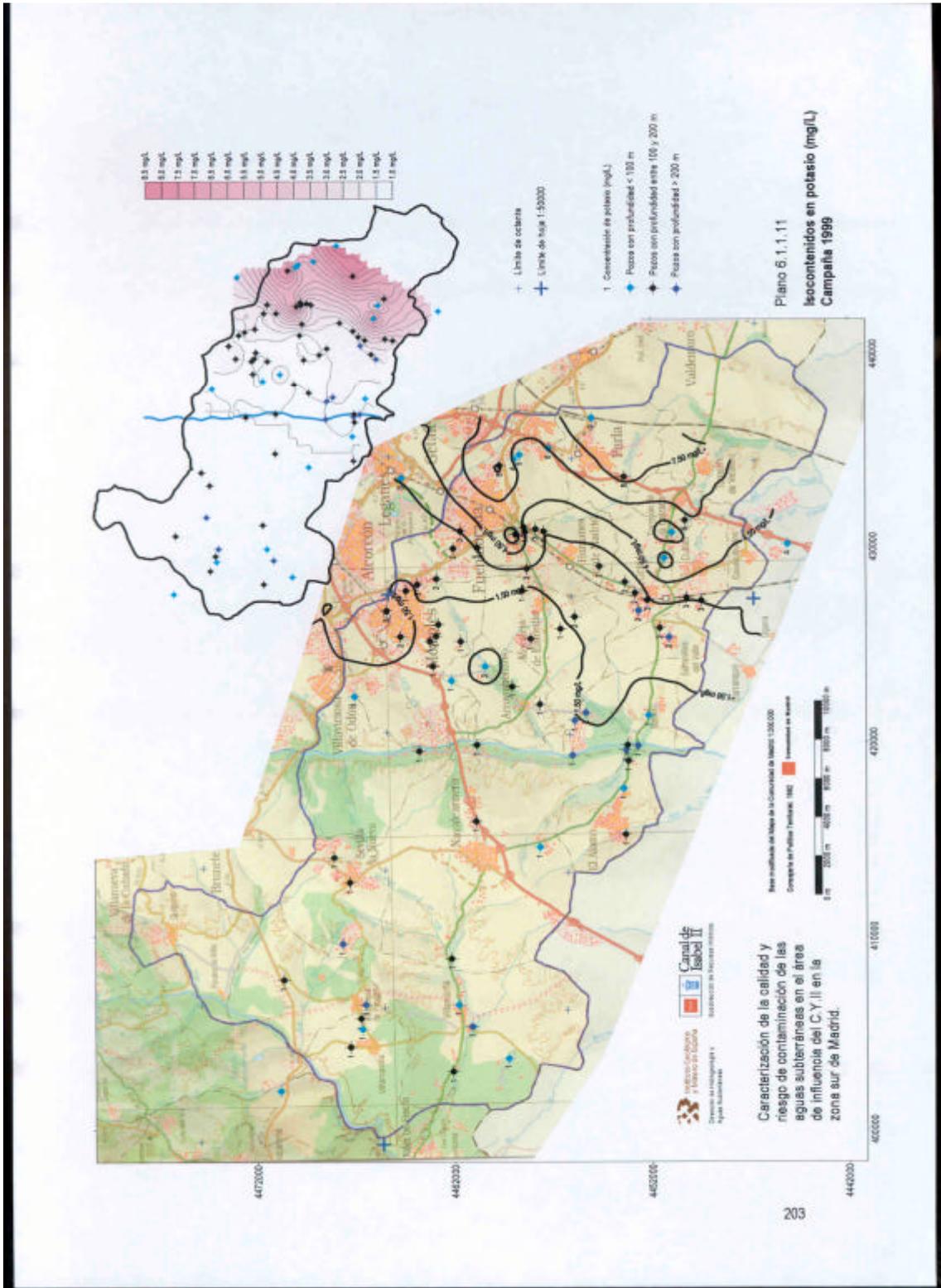
La concentración máxima observada corresponde al pozo de Estructuras Bravo con 9 mg/L. Los valores mínimos, 1 mg/L, se detectan en buena parte los puntos muestreados. La concentración media para el total de los puntos en esta campaña es de 2,3 mg/L.

Cuadro 6.1.1.17
Distribución de potasio por intervalos de concentración

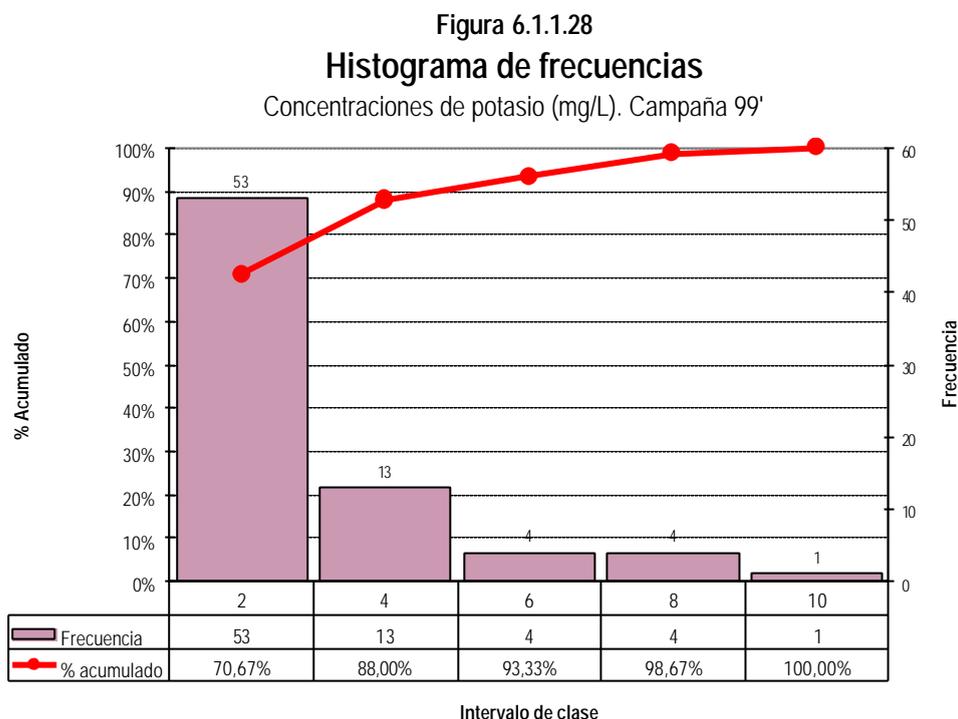
Intervalo o Clase	nº de puntos o frecuencia	%	% acumulado
2	53	71%	71%
4	13	17%	88%
6	4	5%	93%
8	4	5%	99%
10	1	1%	100%

En el cuadro 6.1.1.17 de distribución de potasio en intervalos de concentración y en el histograma de distribución de frecuencias de la figura 6.1.1.28 se establece que más del 70 % de los puntos tienen una concentración inferior a los 2 mg/L y casi el 90 % inferior a los 4 mg/L.

La distribución espacial de las concentraciones de potasio, plano 6.1.1.11 es homogénea en toda la zona oeste y central del área de estudio donde no sobrepasa el miligramo por litro.



Hacia el este se observa un paulatino aumento de la misma alcanzando valores de 8 mg/L al sur de Fuenlabrada y en la zona de Parla.



El origen del potasio disuelto en el agua del acuífero debe buscarse en la alteración de feldspatos y micas y, en las concentraciones más altas observadas en la zona este, en la disolución de sales potásicas frecuentes entre los materiales de transición. Los bajos contenidos detectados se deben a la dificultad de liberación del potasio por los minerales silicatados (feldspatos) y a su tendencia a ser incorporado en la estructura de las arcillas.

Sílice

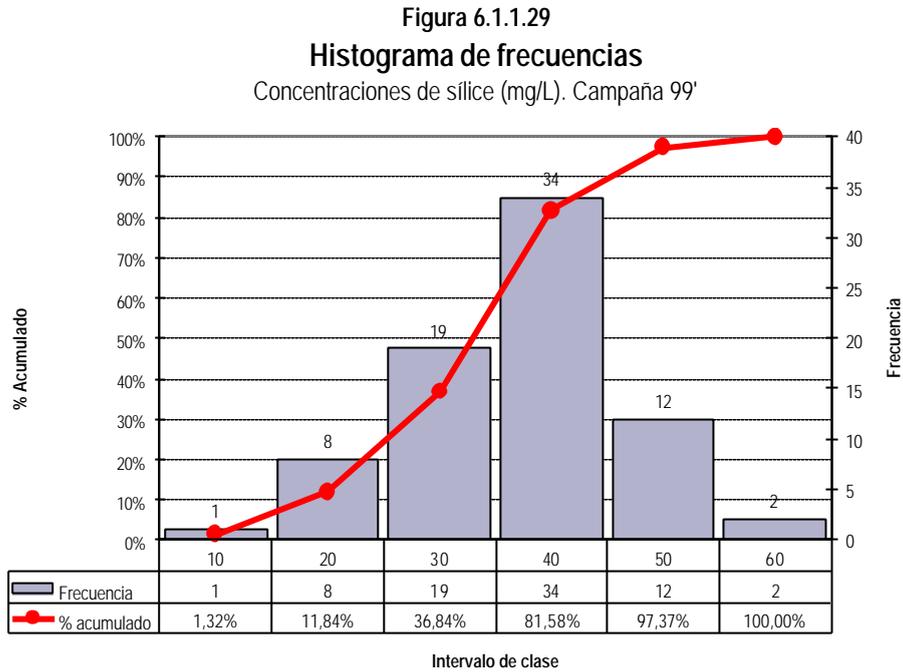
Cuadro 6.1.1.18
Distribución de sílice por intervalos de concentración

Intervalo o Clase	nº de puntos o frecuencia	%	% acumulado
0-10	1	1%	1%
10-20	8	11%	12%
20-30	19	25%	37%
30-40	34	45%	82%
40-50	12	16%	97%
50-60	2	3%	100%

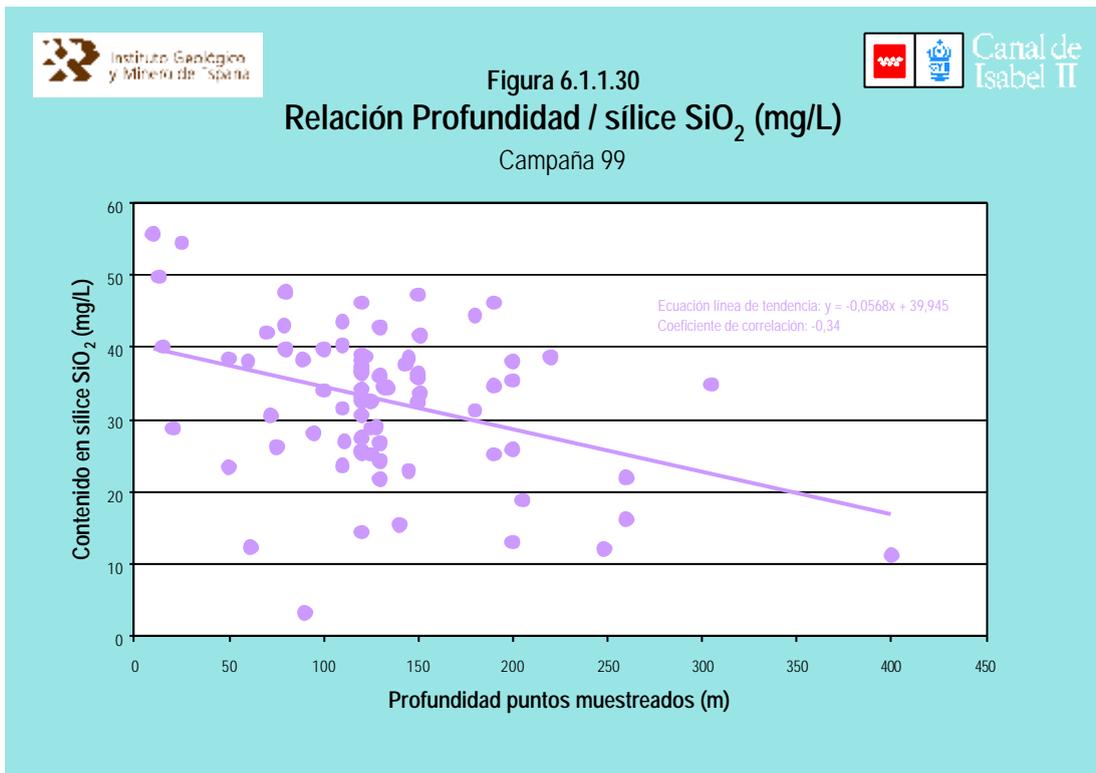
El valor máximo detectado corresponde a la captación de Estructuras Bravo, de 10 metros de profundidad, el mínimo, 3.2 mg/L se ha localizado en el sondeo de 90 metros de Jabones Pardo. El contenido medio en sílice de las aguas subterráneas de la zona es de 32.5 mg/L.

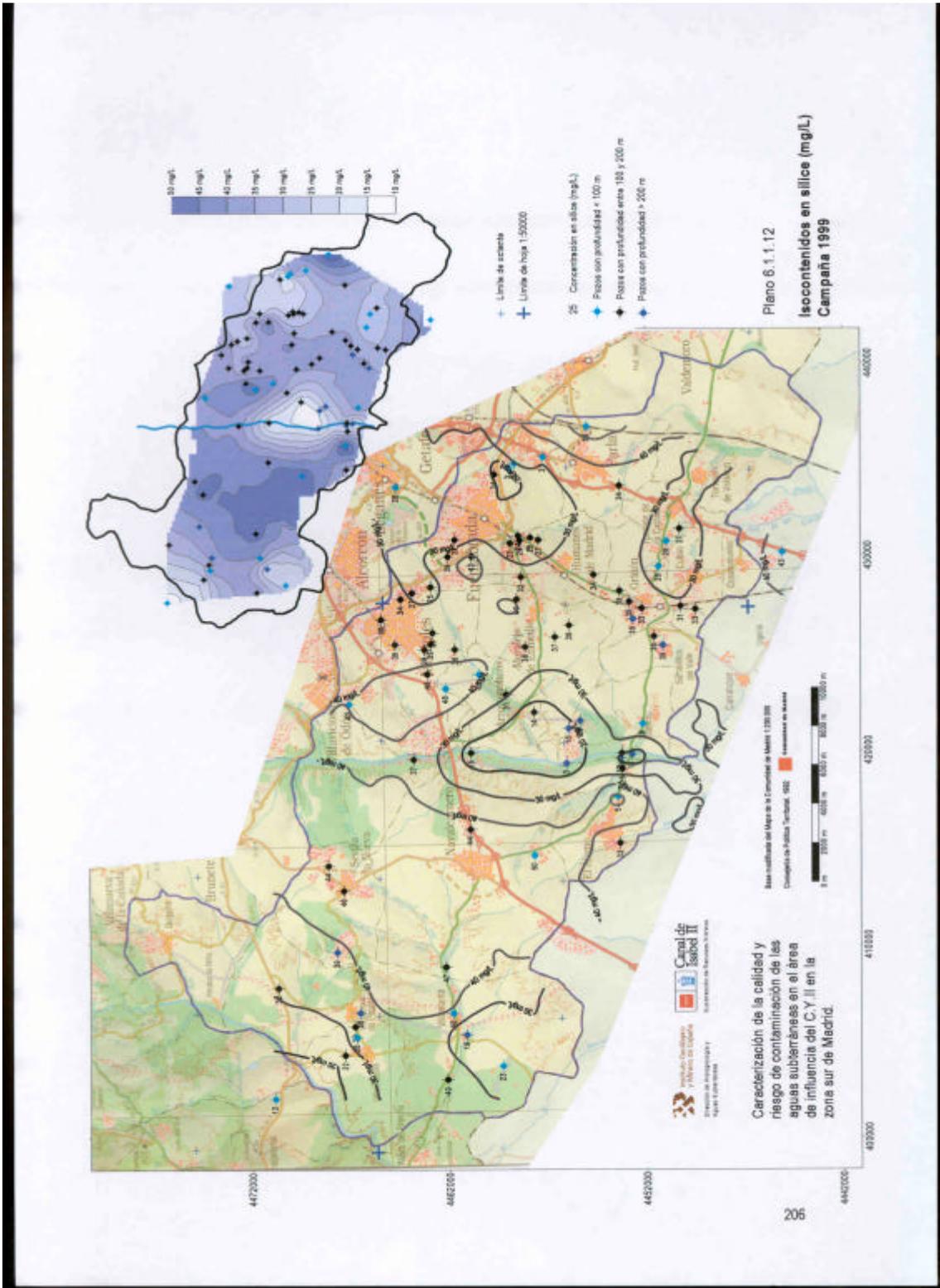
Del cuadro 6.1.1.18 y de la figura 6.1.1.29 se desprende que en el rango de 30 a 40 mg/L se incluye el mayor número de

puntos muestreados (45%) y que algo más del 80 % de los mismos presenta una concentración inferior a los 40 mg/L.



La relación entre profundidad de las captaciones y el contenido en sílice (figura 6.1.1.30) presenta un índice de correlación negativo cuyo valor es 0,34 que evidencia la falta de la misma entre ambas variables.





La distribución espacial del contenido en sílice en la zona de trabajo se presenta en el plano 6.1.1.12. Las concentraciones más elevadas se detectan en las zonas de interfluvio en dos bandas definidas por las localidades de Sevilla la Nueva - Navalcarnero - El Álamo y Alcorcón - Moraleja de En medio - Griñón, respectivamente.

Aunque existe una clara homogeneidad en los valores detectados, puede apreciarse una zona de bajas concentraciones, inferiores a 30 mg/L, en las proximidades del cauce del río Guadarrama, correspondientes a la zona de emplazamiento de sondeos de más de 200 m. La disminución del contenido en sílice hacia las zonas de descarga se puede apreciar, igualmente, en la zona del río Perales.

Una tercera zona de concentraciones relativamente bajas es detectable en el corredor Fuenlabrada, Humanes Torrejón de la Calzada, en las proximidades de la facies de transición, con menor influencia del dominio silíceo, en la que los valores de contenido en sílice se mantienen, salvo excepciones, por debajo de los 30 mg/L.

La disminución de los contenidos en sílice desde las zonas de interfluvio a las zonas de valle, ha sido atribuida a procesos de intercambio iónico y de neoformación de arcillas que pueden estar favorecidos por fenómenos de precipitación de la sílice por disminución de la temperatura en el sentido ascendente del flujo en estas zonas de descarga.

Dureza

Cuadro 6.1.1.19

Clasificación de las aguas por su dureza

Intervalo de Dureza	nº puntos	%	Clasificación
0-50	7	9,2	Blandas
50-100	8	10,5	Algo duras
100-200	32	42,1	Duras
> 200	29	38,1	Muy duras

Los valores extremos de dureza corresponden a los sondeos Pendón, del Ayuntamiento de Arroyomolinos, y Los Molinillos de 120 y 61 m de profundidad respectivamente en los que se ha detectado el valor mínimo de 14 mg/L de CO_3Ca . El valor máximo corresponde al sondeo de Aceitunas Barruz que, con una profundidad de 130 m, presenta el valor máximo de 639 mg/L de CO_3Ca .

En el cuadro 6.1.1.19 se presenta la clasificación de las aguas por su dureza. Casi la mitad de las muestras se incluyen en el intervalo de 100 a 200 mg/L de CO_3Ca , correspondiente a aguas duras. El segundo grupo en importancia lo constituyen las aguas muy duras con más de 200 mg/L de CO_3Ca , que representan un 38 % del total. Aguas blandas y algo duras

Cuadro 6.1.1.20

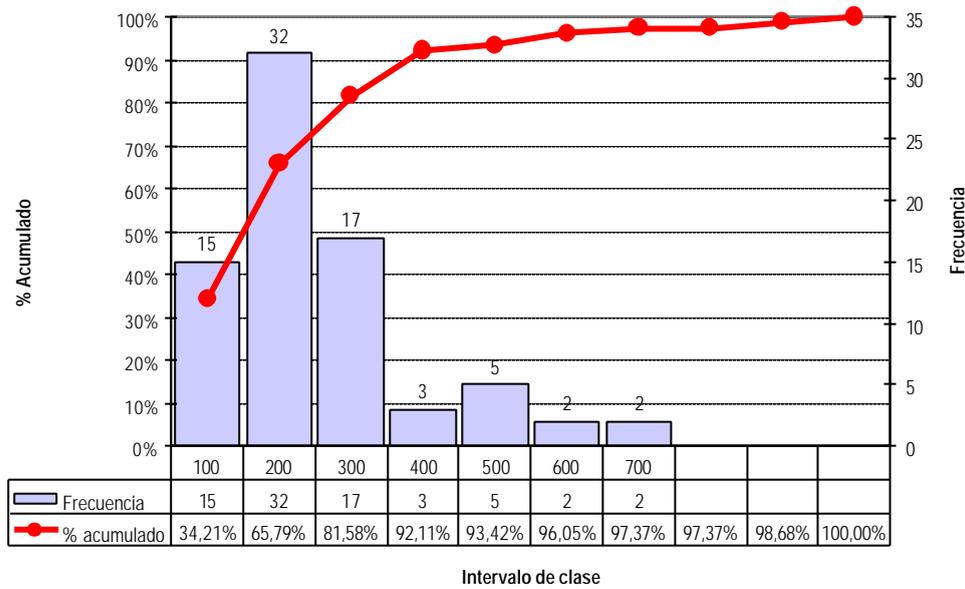
Distribución de dureza por intervalos de concentración

Intervalo o Clase	nº de puntos o frecuencia	%	% acumulado
0-100	15	20%	20%
100-200	32	42%	62%
200-300	17	22%	84%
300-400	3	4%	88%
400-500	5	7%	95%
500-600	2	3%	97%
600-700	2	3%	100%

sólo se detectan en menos del 20 % de las ocasiones.

En el cuadro 6.1.1.20 se presentan los valores de dureza obtenidos por intervalos y en la figura 6.1.1.30 el histograma asociado. Más del 60 % de las muestras obtenidas presentan valores de dureza inferiores a 200 mg/L de CO₃Ca. Aguas con dureza comprendida entre 0 y 100, y entre 200 y 300 mg/L de CO₃Ca sólo se presentan en el 20 y 22 % de las ocasiones, respectivamente.

Figura 6.1.1.30
Histograma de frecuencias
Dureza (mg/L de CaCO₃). Campaña 99'



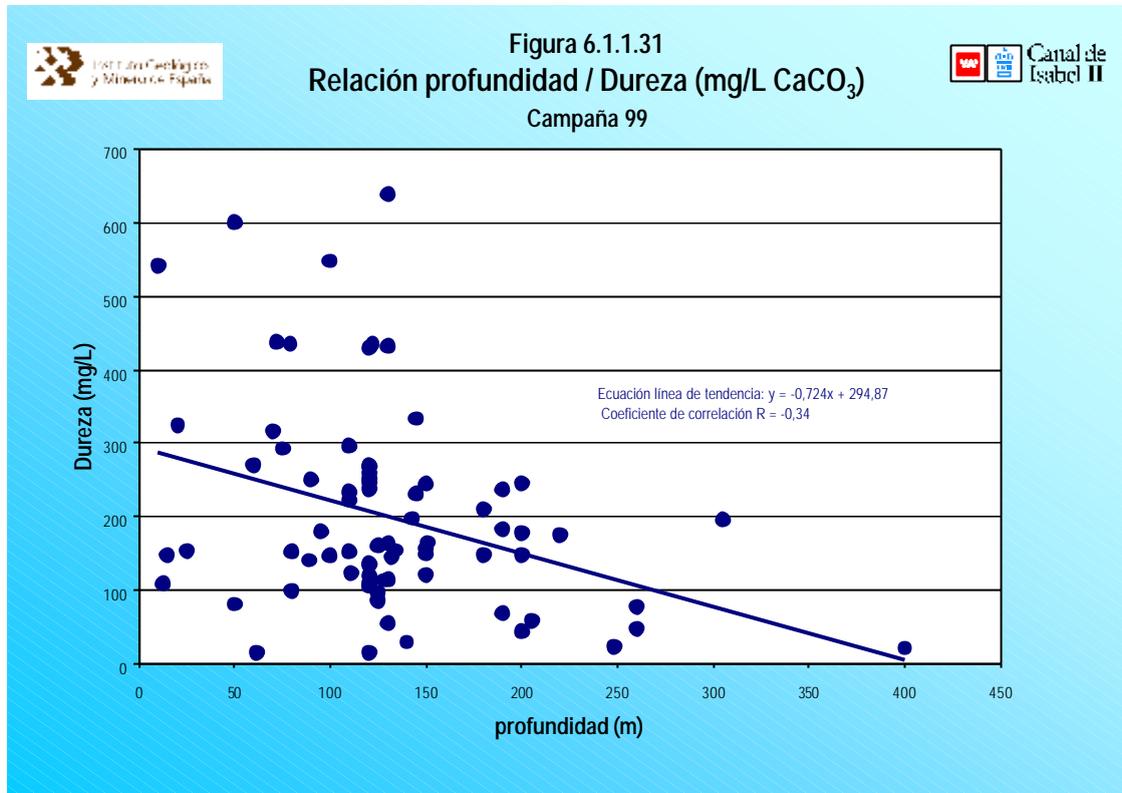
En la figura 6.1.1.31 se presenta la relación entre profundidad y la dureza, expresada en mg/L de CO₃Ca. En ella no se observa una clara relación de dependencia entre ambas variables. Aunque el coeficiente de correlación negativo es 0,34 se observa una gran dispersión de valores para profundidades inferiores a 130 - 150 m. A partir de esta profundidad los valores de dureza generalmente no sobrepasan los 200 mg/L y, a partir de 250 m, los 100 mg/L de CO₃Ca. Esto se debería, como se ha indicado anteriormente, al menor contenido en calcio y magnesio en las aguas de dichos sondeos, como consecuencia de la probable precipitación de carbonatos en profundidad.

La distribución de los datos de dureza por intervalos de profundidad de los sondeos muestreados queda reflejada en el cuadro 6.1.1.21. En él se pone de manifiesto la disminución del valor medio de la misma a

Cuadro 6.1.1.21
Datos de dureza por intervalos de profundidad de los pozos

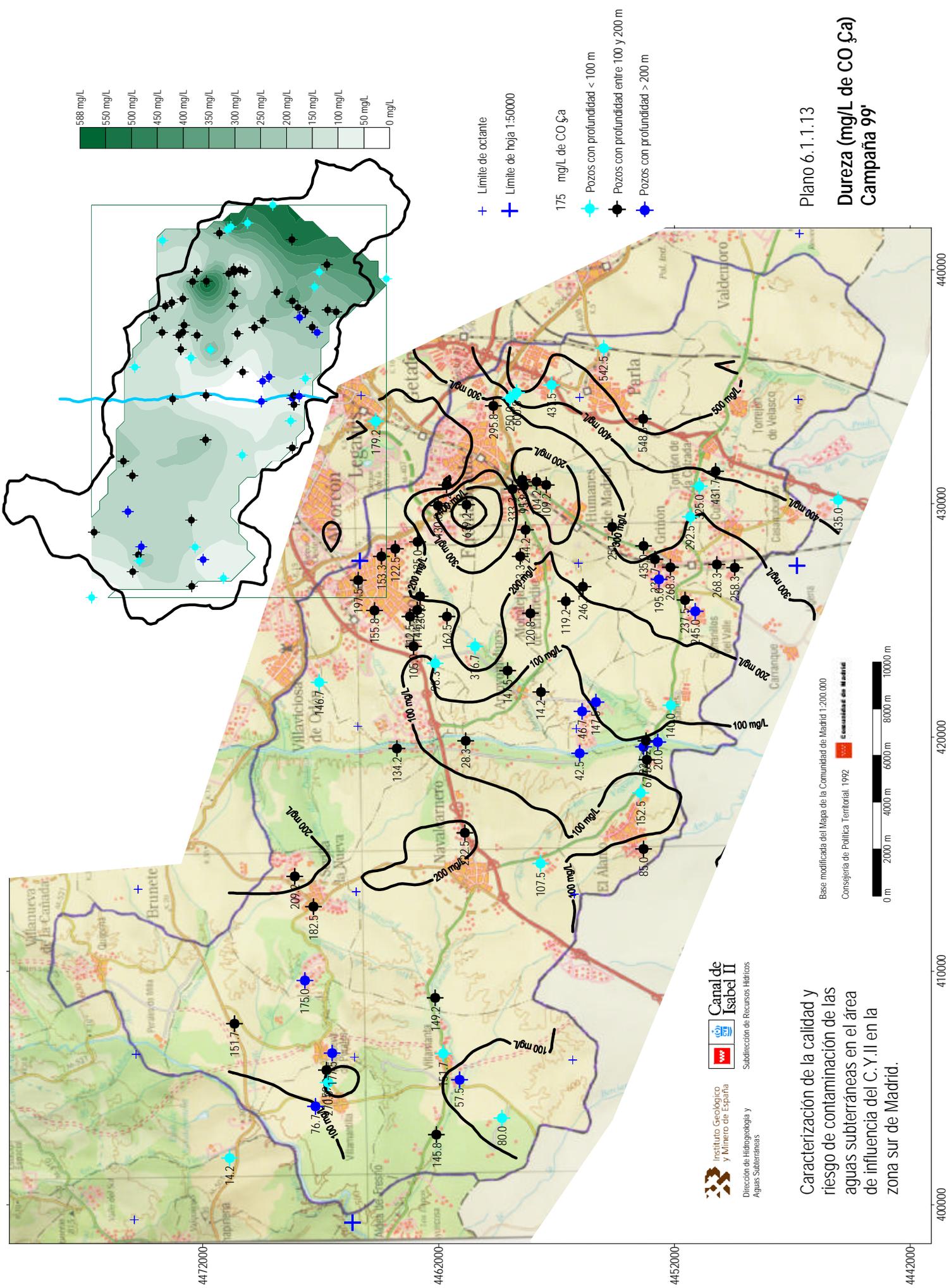
Profundidad (m)	nº datos	valor máximo	valor mínimo	media	desviación estandar
10-100	20	600,8	14,2	261,7	172
100-200	49	639,1	14,2	191,2	116,2
200-300	5	175	22,5	75,6	58,8
300-400	2	195	20	107,5	123,7

medida que aumenta la profundidad de las captaciones. La escasez de datos correspondientes a sondeos de 300 a 400 m, junto con el valor singular de 195 mg/L de CO_3Ca en el sondeo Batres IV, modifica ligeramente esta tendencia.



En el plano 6.1.1.13 puede observarse la distribución espacial de la dureza en la zona de estudio. En ella pueden diferenciarse dos dominios separados por la línea imaginaria definida por las localidades de Móstoles, Moraleja de En medio y Griñón. Al oeste de dicha línea predominan aguas con una dureza inferior a los 200 mg/L de CO_3Ca ; al este de la misma la dureza, con valores de más de 200 mg/L de CO_3Ca , aumenta progresivamente hacia la facies de transición en cuyas proximidades se alcanzan valores en torno a los 400 - 500 mg/L de CO_3Ca .

Asimismo es de destacar la presencia de dos áreas con aguas de dureza inferior a los 100 mg/L de CO_3Ca , situadas ambas en las zonas de descarga de los ríos Guadarrama y Perales. Las concentraciones son del orden de 10 a 50 mg/L de CO_3Ca y pueden deberse a un proceso de ablandamiento por intercambio iónico de calcio por sodio o al ya reiterado de precipitación de carbonatos.



Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en el área de influencia del C. Y. II en la zona sur de Madrid.

Instituto Geológico y Minero de España
Dirección de Hidrogeología y Aguas Subterráneas

Canal de Isabel II
Subdirección de Recursos Hídricos

Plano 6.1.1.13
Dureza (mg/L de CO₂a)
Campaña 99'

6.1.1.3.- Constituyentes minoritarios

De los 13 elementos minoritarios analizados en el laboratorio en cada muestra, únicamente 4 de ellos se han detectado en un número significativo de muestras en la zona de estudio. En el resto de los casos las concentraciones se han situado por debajo del límite de detección del laboratorio. Los elementos analizados y los detectados en un mayor número de muestras figuran en el cuadro 6.1.1.22.

Cuadro 6.1.1.22

Resumen estadístico de datos de concentración de elementos minoritarios Campana 99' (76 puntos muestreados)

Elemento	Límite de determinación (mg/l)	nº datos con concentración detectable	Concentración máxima (mg/l)	Concentración mínima (mg/l)	Media	Desviación típica
F	0,5	3	1	0,5	0,68	0,28
Fe	0,02	63	0,556	0,021	0,08	0,10
Mn	0,02	3	0,157	0,044	0,10	0,06
Cu	0,05	3	0,29	0,05	0,13	0,14
Zn	0,05	55	3,39	0,05	0,26	0,55
Pb	0,01	0				
Cr	0,005	8	0,014	0,005	0,01	0,0029
Cd	0,001	2	0,003	0,002	0,0025	0,0007
As	0,01	14	0,078	0,01	0,03	0,02
Se	0,005	0				
Al	0,1	1	0,18	0,18		
CN	0,0025	1	1	1		
Hg	0,0005	0				

Se han realizado mapas de zonación de concentraciones de los elementos con mayor frecuencia de aparición en los puntos muestreados; no se ha considerado el resto de los mismos por presentar concentraciones por debajo del límite de detección en el laboratorio o porque su aparición es esporádica en el conjunto de las muestras tomadas.

Hierro

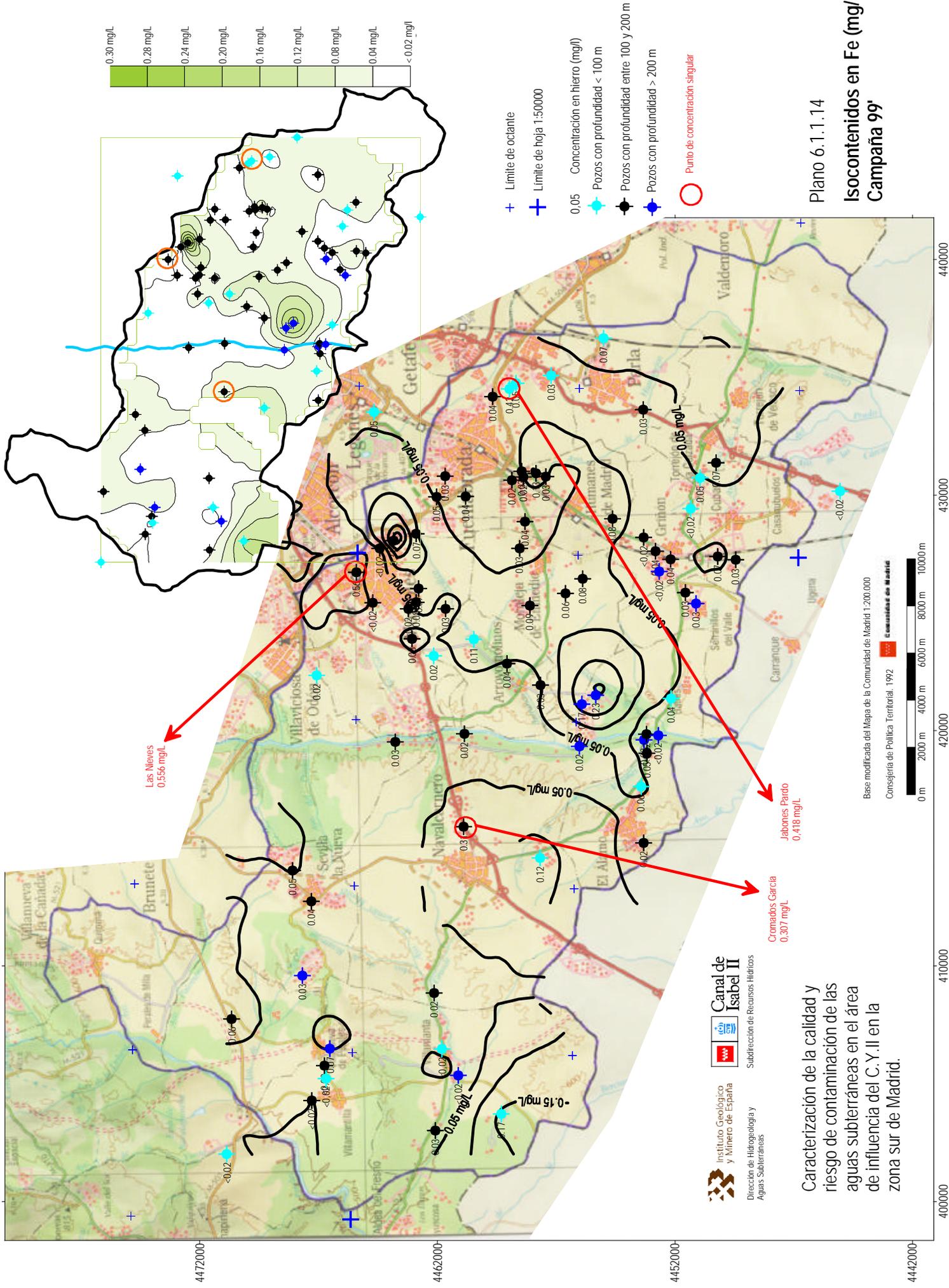
El hierro aparece en casi la totalidad de las muestras en la zona de estudio por tratarse de un constituyente abundante y ampliamente distribuido en rocas y suelos. En las rocas ígneas aparece en minerales como los piroxenos, anfíboles, biotitas etc. En sedimentos aparece como pirita, óxidos e hidróxidos tanto de Fe^{2+} como de Fe^{3+} . Los óxidos de hierro provenientes de la alteración y meteorización de los minerales silicatados constituyen una fuente importante de hierro disuelto en el agua. De igual modo, la corrosión de las tuberías de hierro por presencia de bacterias, en función de la oxigenación y de reacciones de oxidación y reducción, puede provocar cambios en las concentraciones de hierro en el agua.

En el cuadro 6.1.1.23 se presentan los datos de concentración de hierro obtenidos en la campaña.

La concentración máxima observada corresponde al sondeo Las Nieves, en Móstoles, con 0,556 mg/L. La concentración mínima, 0,021 mg/L, se ha detectado en el sondeo de la Red de Vigilancia de la Calidad del Tajo nº 1823-4-36. El valor medio de la concentración de hierro para el total de los 63 puntos es de 0,08 mg/L.

Cuadro 6.1.1.23
Concentraciones de Fe (mg/L) por encima del
límite de determinación (0,02 mg/L). Campaña 99

Nombre	Prof (m)	Fe (mg/L)
Aceitunas Barruz	130	0,036
Minorco Ibérica	50	0,052
Jabones Pardo	90	0,418
C.P.P.I Cordel de la Carrera	120	0,046
Julio Martínez Cid y Cía S.L	120	0,074
P.I.El Álamo (Pozo Comuntario)	120	0,130
Pol.Ind Valdonaire (Pozo 1)	145	0,023
P.I. Los Llanos (Pozo comunitario)	125	0,022
P.I. Los Linares (Pozo Comunitario)	120	0,033
Estructuras Bravo	10	0,071
Aylº Cubas (Pozo 1)	120	0,026
Urb. Soto de Griñón	120	0,068
Segasa S.A.	100	0,032
Aylº.Torrej Calzada. Pozo piscina nueva	130	0,071
Aircoil S.L.	120	0,076
C.P.P.I. Nº1 Arroyomolinos	145	0,088
Centro asturiano	120	0,027
Papelera del Centro	140	0,024
P.I. Los Calahorros (Pozo comunitario)	150	0,035
Avícola Moraleja	120	0,059
Arroyomolinos (Pozo Pendón)	120	0,034
Arroyomolinos (Pozo cementerio)	180	0,042
Ibergrasa S.A.	120	0,083
Cromados García	110	0,307
Urbanización Montebatres	200	0,233
U.Cotorredondo Pozo Avda Las Cumbres	260	0,175
U.Cotorredondo (Pozo Avd.Deportiva)	200	0,023
Aylº El Álamo (Pozo Juan Grandes)	125	0,023
Villaviciosa	15	0,022
El Álamo	13	0,118
Fabrica viguetas	80	0,021
Picadero	95	0,046
La Paloma	110	0,031
La Plata	20,5	0,05
Aylº El Álamo. Pozo Prados	190	0,048
Aylº Serranillos (Pozo nuevo)	200	0,032
Isramar S.L	110	0,035
P.I.Los Gallegos	72	0,031
P.I. Well's (Pozo comunitario)	130	0,029
Los Combos	130	0,025
Finca Valdefuentes	70	0,107
Las Nieves	143	0,556
Antusana III	132	0,079
Requera - 1	111	0,336
Aylº Sevilla (Camino del Atajillo)	190	0,041
U.Los Manantiales	180	0,051
U. Los Cortijos	220	0,025
Pozo S.Sebastián (Griñón)	120	0,045
Pozo La Ermita (Griñón)	190	0,035
U.Los Olivos. (Batres)	89	0,043
Rest.Cortijo del Cazador	25	0,057
U.Las Colinas Pozo1	150	0,091
U.Valdemiendas	120	0,076
Urb. La Sierra (Pozo1)	120	0,034
Restaurante El Saliente	110	0,064
Finca M-530 km 11	50	0,168
Club hípico. Vivero Molino	100	0,028
Viveros de Navalcarnero	150	0,023
CASBEGA	130	0,026
Batres-5	248	0,032
Batres-2 b	151	0,023
Batres-2 c	151	0,035
VP-1	200	0,067



Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en el área de influencia del C.Y.II en la zona sur de Madrid.

Plano 6.1.1.14
Isocontenidos en Fe (mg/L)
Campaña 99'

En el plano 6.1.1.14 se presenta la distribución espacial de este elemento en la zona de estudio. Las concentraciones se sitúan generalmente por debajo de los 0,1 mg/L. Para la elaboración del mapa de isocontenidos no se han tenido en cuenta tres valores de concentración singular por lo elevado de ésta frente al resto. Estos valores corresponden al sondeo del CYII en Móstoles, Las Nieves, (0,556 mg/L), al sondeo de Jabones Pardo, en Fuenlabrada, (0,418 mg/L) y al sondeo de Cromados García en el polígono industrial Alparrache, en Navalcarnero (0,307 mg/L).

Existen amplias zonas con puntos en los que la concentración es inferior a los 0,04 mg/L. En la margen izquierda del río Guadarrama, coincidiendo con los núcleos urbanos importantes como Fuenlabrada y Móstoles, se detectan las concentraciones más altas. Igualmente en la zona de las urbanizaciones Montebatres y Cotorredondo se presentan dos valores con una concentración superior a los 0,15 mg/L.

Zinc

Como en el caso del hierro, el zinc está ampliamente difundido en la zona de estudio ya que ha sido detectado en 55 de las captaciones muestreadas, cuya relación se incluye en el cuadro 6.1.1.24.

El valor máximo observado, 3,39 mg/L, corresponde al sondeo de 70 metros de profundidad de la finca Valdefuentes, situada aguas abajo del arroyo Médico, en el término municipal de Arroyomolinos, por el que discurren las aguas residuales de la granja Los Combos.

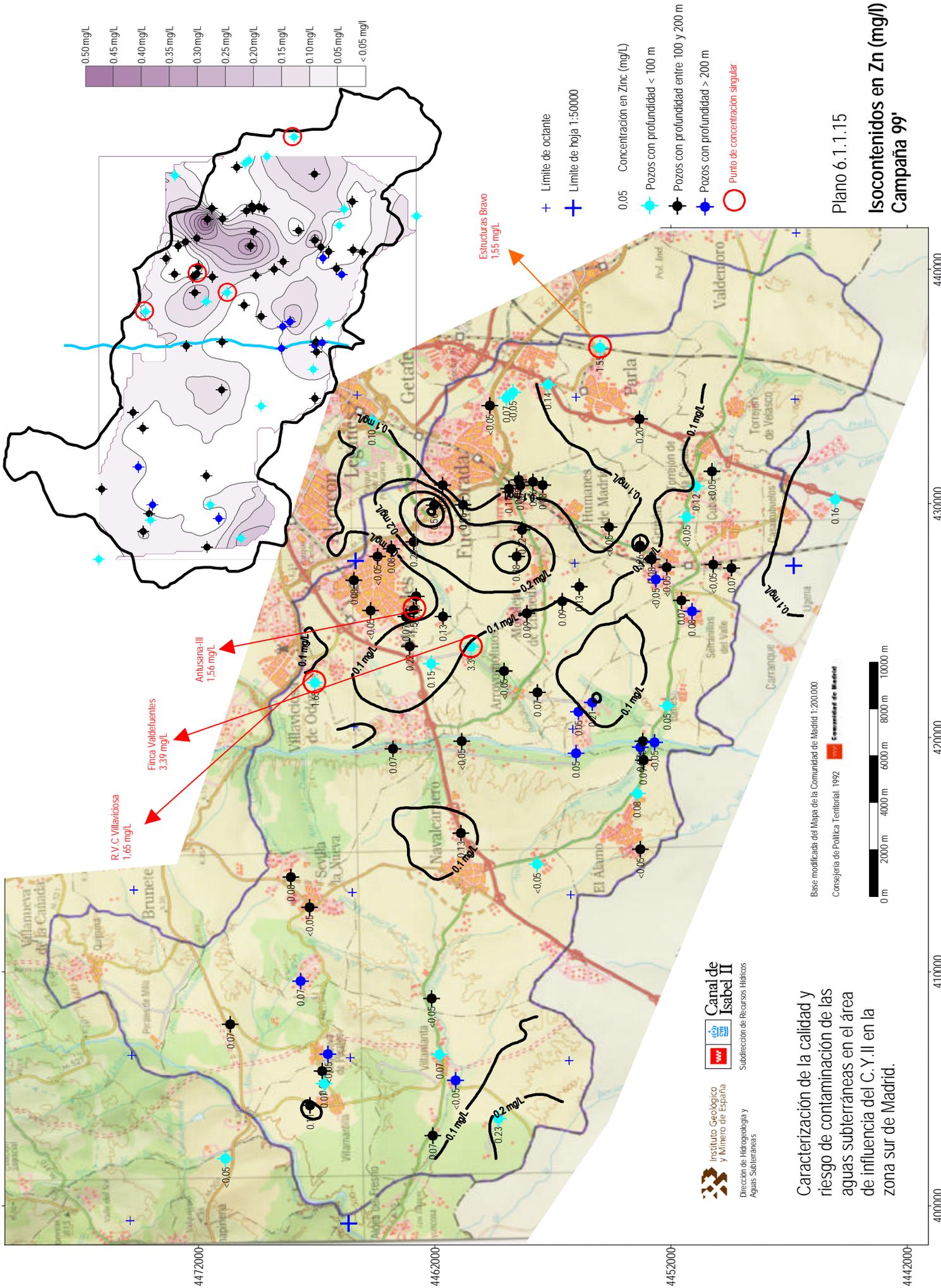
El valor mínimo, 0,05 mg/L, se detecta en sondeos de muy diversa profundidad: 89 m en el caso del sondeo de la Urbanización los Olivos, de Batres, 260 el caso de la Urbanización Cotorredondo, etc. Sin considerar el valor máximo, la concentración media de Zn en el total de puntos muestreados es de 0,2 mg/L.

En el plano 6.1.1.15 se presenta la distribución de Zn. En él puede observarse la distribución homogénea de concentraciones en la mayor parte de la zona, inferiores por lo general a 0,1 mg/L en la margen derecha del río Guadarrama y entre Fuenlabrada y Humanes. Valores de más de 0,2 mg/L prácticamente sólo se detectan entre Fuenlabrada y Moraleja de Enmedio. En dicho plano puede observarse, igualmente, la ubicación de los sondeos con concentraciones superiores a 1 mg/L.

La dispersión espacial y las bajas concentraciones detectadas parecen apuntar a un origen natural derivado de la disolución de minerales como la esfalerita, contenidos en los materiales de origen ígneo y metamórfico que forman la matriz del acuífero, sin descartar su posible procedencia de procesos de corrosión en tuberías galvanizadas o de afección puntual en áreas de actividad industrial.

Cuadro 6.1.1.24
Concentraciones de Zn (mg/L) por encima del
límite de determinación (0,05 mg/L). Campaña 99

Nombre	Prof (m)	Zn (mg/L)
Aceitunas Barruz	130	0,06
Jabones Pardo	90	0,07
C.P.P.I Cordel de la Carrera	120	0,56
Julio Martínez Cid y Cía S.L	120	0,28
P.I.El Álamo (Pozo Comunitario)	120	0,06
Pol.Ind Valdonaire (Pozo 1)	145	0,11
P.I. Los Llanos (Pozo comunitario)	125	0,06
P.I. Los Linares (Pozo Comunitario)	120	0,08
Estructuras Bravo	10	1,55
Aytº Cubas (Pozo 1)	120	0,07
Segasa S.A.	100	0,20
Aircoil S.L.	120	0,22
Centro asturiano	120	0,07
P.I. Los Calahorros (Pozo comunitario)	150	0,22
Avícola Moraleja	120	0,09
Arroyomolinos (Pozo Pendón)	120	0,07
Cromados García	110	0,13
Urbanización Montebatres	200	0,21
U.Cotorredondo Pozo Avda Las Cumbres	260	0,05
U.Cotorredondo (Pozo Avd.Deportiva)	200	0,05
Villaviciosa	15	1,65
Cornatilla	80	0,07
Fabrica viguelas	80	0,15
Picadero	95	0,1
La Paloma	110	0,38
La Plata	20,5	0,12
Tradair. S.A.	79	0,16
Aytº El Álamo. Pozo Prados	190	0,09
Aytº Serranillos (Pozo nuevo)	200	0,08
P.I.Los Gallegos	72	0,14
P.I. Well's (Pozo comunitario)	130	0,05
Los Combos	130	0,13
La Gaviota S.L.	122	0,26
Finca Valdefuentes	70	3,39
Las Nieves	143	0,08
Antusana IV	128	0,07
Antusana III	132	1,54
Reguera - 1	111	0,08
Villamantilla-II	260	0,11
VP - II	125	0,06
U.Los Manantiales	180	0,08
U. Los Cortijos	220	0,07
Pozo La Ermita (Gríñón)	190	0,08
U.Los Olivos. (Batres)	89	0,05
Rest.Cortijo del Cazador	25	0,08
U.Las Colinas Pozo1	150	0,09
U.Valdemerendas	120	0,13
VALDISA	60	0,07
Urb. La Sierra (Pozo1)	120	0,07
Restaurante El Saliente	110	0,07
Finca M-530 km 11	50	0,23
Club hípico. Vivero Molino	100	0,07
Batres-5	248	0,07
Batres-2 b	151	0,05
Batres-2 c	151	0,08



Arsénico

Se ha detectado arsénico por encima del límite de detección del laboratorio, 0,01 mg/L, en 14 de los puntos muestreados lo que supone menos del 20 % del total de los mismos.

La concentración máxima observada corresponde a los sondeos de Los Molinillos, perteneciente a la RVC, y al sondeo Batres-1 del CYII con unas concentraciones en torno a los 0,07 mg/L.

La concentración media en los puntos observados es de 0,03 mg/L aunque hay que destacar que en el 80 % del total esta concentración es nula o inferior a los 0,01 mg/L.

En el cuadro 6.1.1.25 se incluye la relación de sondeos con concentraciones de arsénico por encima del límite de detección obtenidas en la campaña de muestreo.

Cuadro 6.1.1.25
Concentraciones de As (mg/L) por encima del límite de determinación (0,01 mg/L). Campaña 99

Nombre	Prof (m)	As (mg/L)
Minorco Ibérica	50	0,010
Segasa S.A.	100	0,015
Papelera del Centro	140	0,012
Arroyomolinos (Pozo Pendón)	120	0,038
U.Cotorredondo Pozo Avda Las Cumbres	260	0,036
U.Cotorredondo (Pozo Avd.Deportiva)	200	0,018
Los Molinillos	61,5	0,078
Aytº El Álamo. Pozo Prados	190	0,024
P.I.Los Gallegos	72	0,019
HYMPSA	75	0,017
Aytº Villamanta	205	0,014
B-5	248	0,047
B-2A	151	0,02
B-1	400	0,07

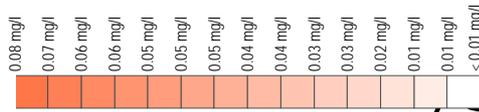
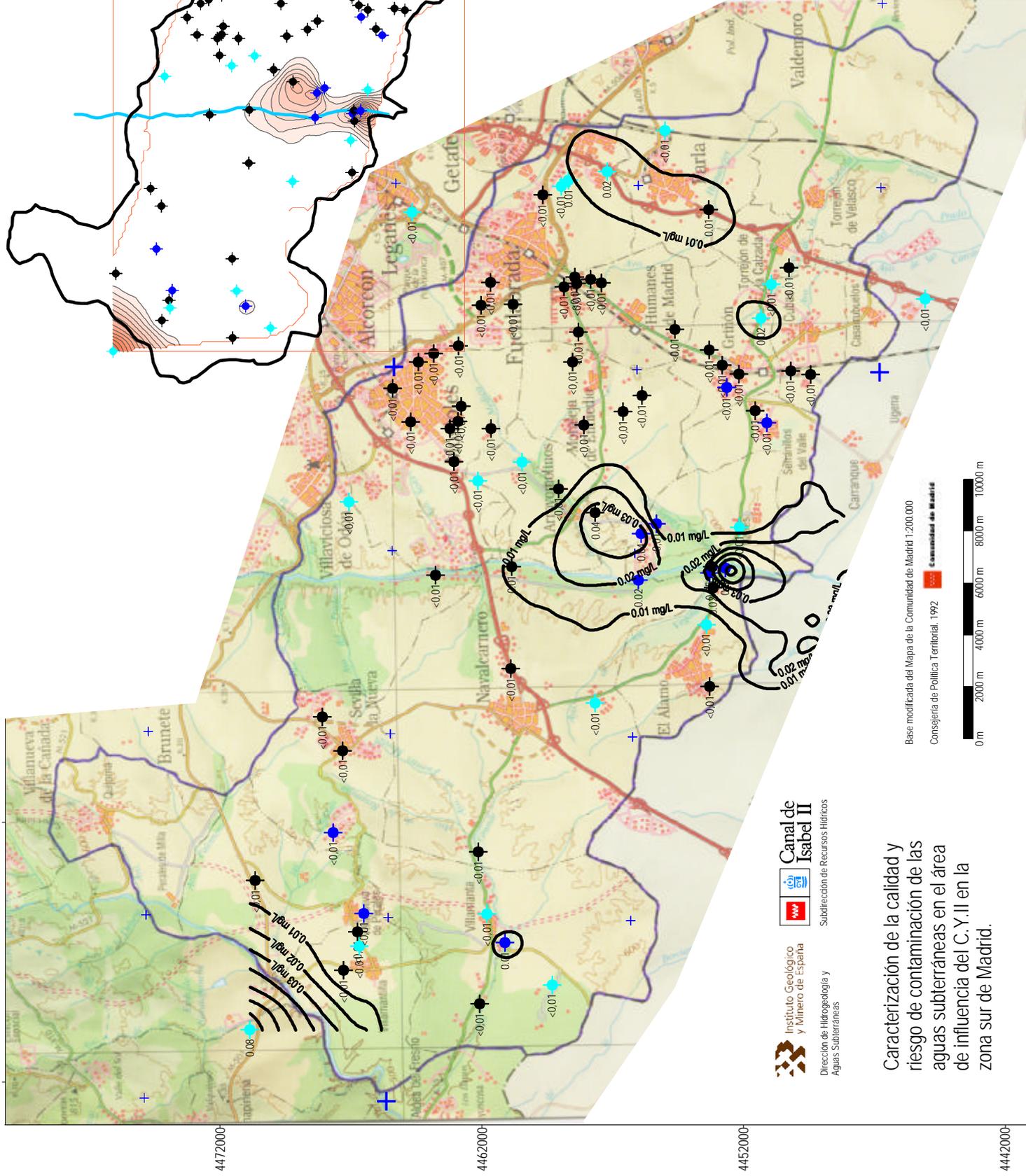
El origen de estas bajas concentraciones en el agua se debe a procesos naturales de disolución. Aunque no se tiene información procedente de columnas litológicas de sondeos realizados en los materiales detríticos del acuífero que confirmen su presencia, la fuente principal de arsénico debe buscarse en la existencia de piritas, marcasitas y oxihidróxidos de hierro - en los que pueden ser adsorbidos los arseniatos - dispersos en la matriz del acuífero o acumulados en pequeños horizontes. Probablemente la oxidación de los sulfuros sea el

principal proceso de la incorporación del arsénico en el agua.

La distribución espacial de las concentraciones obtenidas, plano 6.1.1.16 muestra claramente una zona de aparición de puntos con concentraciones superiores a los 0,01 mg/L a lo largo del río Guadarrama al sur de la zona de estudio.

El origen y eventual persistencia de larga duración de estas concentraciones en sondeos de esta zona deben ser investigados por tratarse en la mayoría de los casos, de sondeos empleados para abastecimiento urbano.

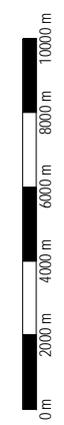
Merece la pena destacar que en la mayor parte de los entornos urbanos e industriales de la zona, la concentración de arsénico está por debajo de los límites de detección, lo que parece corroborar un origen natural de este elemento en las aguas subterráneas de la zona.



- + Límite de octante
- + Límite de hoja 1:50000
- 0.02 Contenido en arsénico (mg/L)
- ◆ Pozos con profundidad <math><100</math> m
- ◆ Pozos con profundidad de 100 a 200 m
- ◆ Pozos con profundidad > 200 m

Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en el área de influencia del C. Y. II en la zona sur de Madrid.

Base modificada del Mapa de la Comunidad de Madrid 1:200.000
 Consejería de Política Territorial, 1992



Plano 6.1.1.16
 Isocontenidos en As (mg/L)
 Campaña 99'

440000 442000 4442000 4462000 4482000 440000 420000 430000 440000

Fosfatos

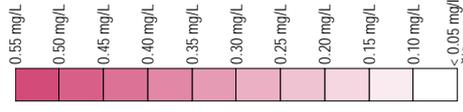
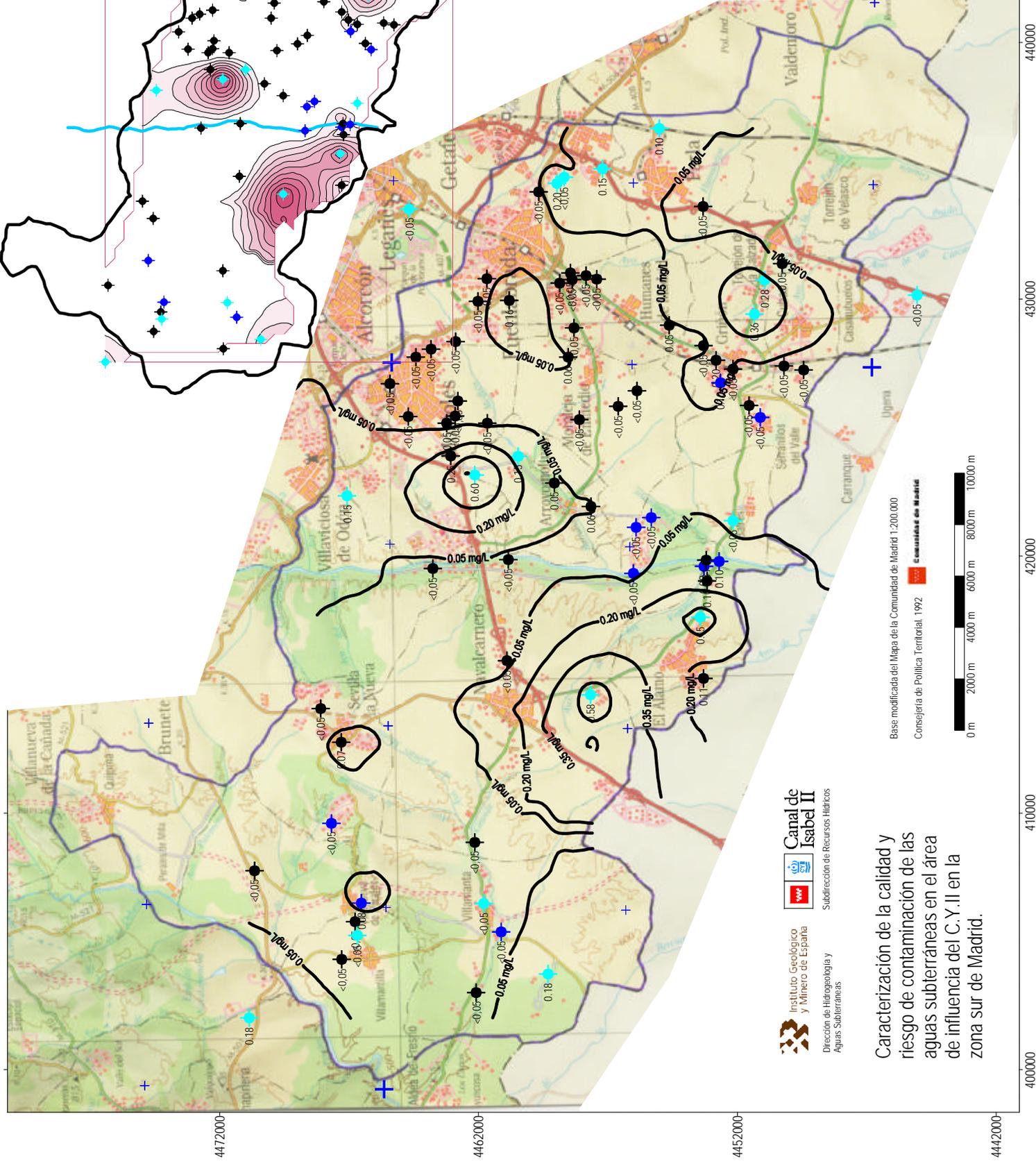
En el cuadro 6.1.1.26 se incluye la relación de sondeos con concentraciones de fosfatos por encima del límite de determinación (0,05 mg/L).

Cuadro 6.1.1.26
Concentraciones de fosfatos (mg/L) por encima del
límite de determinación (0,05 mg/L). Campaña 99

Nombre	Prof (m)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)
Aceitunas Barruz	130	0,16
Jabones Pardo	90	0,2
Estructuras Bravo	10	0,10
Aircoil S.L.	120	0,25
Arroyomolinos (Pozo Pendón)	120	0,06
Arroyomolinos (Pozo cementerio)	180	0,05
Ibergrasa S.A.	120	0,05
Aytº El Álamo (Pozo Juan Grandes)	125	0,11
Los Molinillos	61,5	0,18
Villaviciosa	15	0,15
El Álamo	13	0,58
Fabrica viguetas	80	0,6
La Paloma	110	0,06
La Plata	20,5	0,28
Aytº El Álamo. Pozo Prados	190	0,1
P.I.Los Gallegos	72	0,15
HYMPSA	75	0,36
Finca Valdefuentes	70	0,15
Aytº Sevilla (Camino del Atajillo)	190	0,07
Pozo La Ermita (Grinón)	190	0,2
Rest.Cortijo del Cazador	25	0,45
Finca M-530 km 11	50	0,18
Batres-5	248	0,09
Batres-2A	151	0,31
Batres-2B	151	0,22
Batres-2-C	151	0,21
Batres-1	400	0,1
Batres-4	305	0,1
VP-1	200	0,08

Se han detectado concentraciones superiores a 0,05 mg/L en 27 muestras. La concentración máxima corresponde al pozo de la una fábrica de viguetas, al suroeste de Móstoles, con 0,60 mg/L. Los valores mínimos se han detectado en el sondeo del cementerio de Arroyomolinos y en el de Ibergrasa, ambos con 0,05 mg/L. La concentración media en estos 27 puntos es de 0,2 mg/L.

El origen natural más común del fósforo en forma de fosfatos es la disolución de apatito, fosfato cálcico. El fosfato (PO₄³⁻) proviene de la disociación del ácido fosfórico en varias fases dependiendo del pH del agua. Las concentraciones elevadas de fosfatos se encuentran en disolución acuosa provenientes, en la mayor parte de las ocasiones, de su uso como fertilizantes, detergentes y componentes residuales en aguas residuales urbanas o ganaderas.



- + Limite de oxiante
- + Limite de hoja 1:50000
- 0,10 Contenido en fosfatos (mg/L)
- ◆ Pozos con profundidad < 100 m
- ◆ Pozos con profundidad entre 100 y 200 m
- ◆ Pozos con profundidad > 200 m

Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en el área de influencia del C.Y.II en la zona sur de Madrid.

Instituto Geológico y Minero de España
 Dirección de Hidrogeología y Aguas Subterráneas

Canal de Isabel II
 Subdirección de Recursos Hídricos

Basis modificada del Mapa de la Comunidad de Madrid 1:200.000
 Consejería de Política Territorial, 1992



Plano 6.1.1.17

Isocontenidos en fosfatos (mg/L)
 Campaña 99'

4472000 4462000 4452000 4442000 410000 420000 430000 440000

El mecanismo más probable por el que los fosfatos no sobrepasan las décimas o centésimas de mg/L en las aguas naturales, como es el caso en la zona de estudio, parece residir en su facilidad para formar complejos y en ser adsorbidos por óxidos metálicos, en particular, el hidróxido férrico.

En el plano 6.1.1.17 se observa que existe una dispersión muy grande de valores en toda la zona y que los valores más altos generalmente corresponden a pozos o sondeos de menos de 100 m de profundidad.

Las zonas con concentraciones superiores a los 0.05 mg/L quedan restringidas al sector Navalcarnero - El Álamo - Batres, a la zona norte de Arroyomolinos con el valor máximo mencionado y al área de Griñón - Torrejón de la Calzada. En el resto de la zona aparecen de forma dispersa concentraciones inferiores a 0.05 mg/L.

Cromo

Se han detectado concentraciones por encima del límite de detección en 8 puntos (cuadro 6.1.1.27) que representan únicamente el 10% del total de los muestreados. La mayor concentración observada, 0,014 mg/L, y corresponde al sondeo de 120 m del polígono industrial Cordel de la Carrera, en Fuenlabrada. Esta concentración es tres veces inferior a la máxima admisible para abastecimiento público, establecida en 0,05 mg/L.

La menor concentración observada (0,005 mg/L) corresponde al sondeo de 120 m de profundidad del polígono El Alamo en la carretera de Fuenlabrada a Humanes. Este valor es 10 veces inferior al establecido como máximo en la reglamentación vigente para consumo humano.

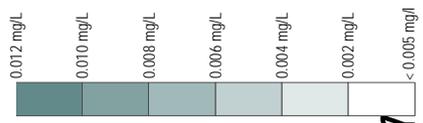
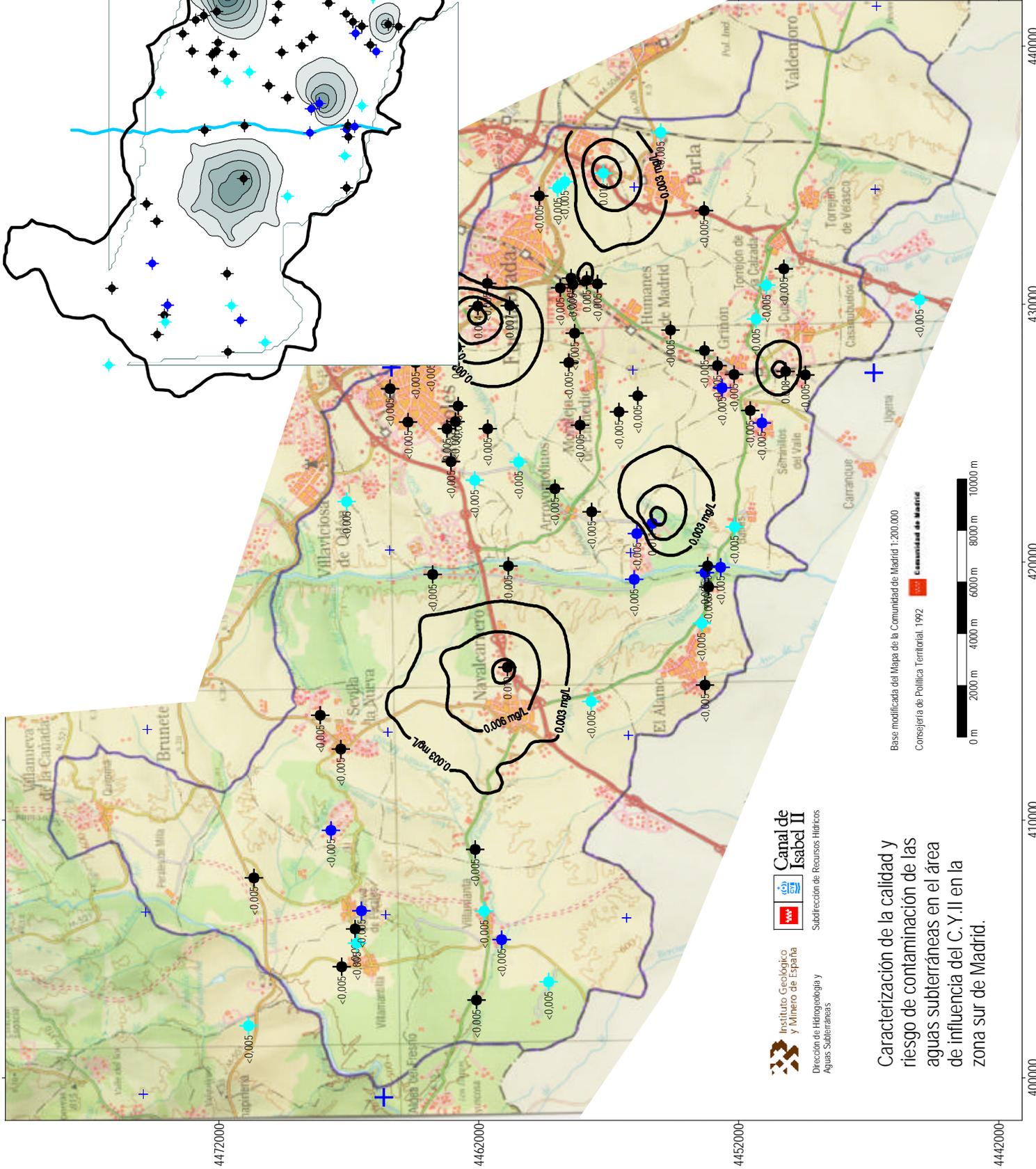
Generalmente se ha relacionado la aparición de concentraciones de cromo en las aguas subterráneas con procesos de contaminación de origen industrial.

De los ocho puntos mencionados, seis corresponden a sondeos situados en zonas industriales importantes que desarrollan una alta actividad a lo largo del tiempo y con gran número de industrias dedicadas a los más diversos actividades.

En la zona de los polígonos industriales de Fuenlabrada a Móstoles aparecen tres valores próximos geográficamente con concentraciones de cinco a tres veces inferiores a la máxima admitida (de 0,007 a 0,014 mg/L) correspondientes a Aceitunas Barruz en el P.I. La Piqueta, el sondeo comunitario del P.I. Cordel de la Carrera y una empresa de curtidos en el P.I.

Cuadro 6.1.1.27
Concentraciones de Cr (mg/L) por encima del límite de determinación (0,005 mg/L). Campaña 99

Nombre	Prof (m)	Cr (mg/L)
Aceitunas Barruz	130	0,007
C.P.P.I Cordel de la Carrera	120	0,014
Julio Martínez Cid y Cía S.L	120	0,008
P.I.El Álamo (Pozo Comunitario)	120	0,005
Urb. Soto de Griñón	120	0,008
Cromados García	110	0,010
Urbanización Montebatres	200	0,011
P.I.Los Gallegos	72	0,012



- + Límite de octante
- + Límite de hoja 1:50000
- 0.001 concentración de Cr (mg/L)
- Pozos con profundidad < 100 m
- Pozos con profundidad entre 100 y 200 m
- Pozos con profundidad > 200 m

Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en el área de influencia del C.Y.II en la zona sur de Madrid.

Instituto Geológico y Minero de España
 Dirección de Hidrogeología y Aguas Subterráneas
 Canal de Isabel II
 Subdirección de Recursos Hídricos

Base modificada del Mapa de la Comunidad de Madrid 1:200.000
 Consejería de Política Territorial, 1992

 0 m 2000 m 4000 m 6000 m 8000 m 10000 m
 Comunidad de Madrid

Plano 6.1.1.18
Isocontenidos en Cr (mg/L)
Campaña 99'

4472000 4462000 4452000 4442000 410000 420000 430000 440000

La Fuensanta. La actividad industrial desarrollada en la zona de concentración de puntos podría ser la causa del contenido en Cr señalado.

Los demás puntos, aislados geográficamente como se observa en el plano 6.1.1.18 se encuentran igualmente en polígonos industriales. Tal es el caso del sondeo comunitario del P.I. El Alamo entre Fuenlabrada y Humanes (0,005 mg/L), el sondeo de la empresa Cromados García en el P.I. Alparrache de Navalcarnero (0,01 mg/L) y el sondeo comunitario del P.I. Los Gallegos en Fuenlabrada (0,012 mg/L).

6.1.1.4.- La calidad para el consumo humano

La relación de puntos en los que se sobrepasan los límites máximos establecidos en la Reglamentación Técnico Sanitaria para aguas de consumo público, clasificados por caracteres físico-químicos, relativos a sustancias no deseables y relativos a sustancias tóxicas, figuran en los cuadros 6.1.1.28, 29 y 30. La situación espacial de estos puntos se refleja en los planos 6.1.1.19, 20 y 21.

En relación con los caracteres físico-químicos cabe mencionar que se sobrepasan los límites en sulfatos y en magnesio en varios puntos de la zona este como se refleja en el cuadro 6.1.1.28 y en el plano 6.1.1.19. Estas altas concentraciones se asocian, en la mayor parte de los casos, a efectos de la litología al situarse en las inmediaciones de la zona de influencia de la facies de transición. Únicamente se sobrepasa el límite en sodio en el sondeo El Álamo que presenta, a su vez, un contenido en Cl de 233 mg/L. En algunos puntos las concentraciones de magnesio, sodio y aluminio se aproximan al límite permitido.

Por lo que se refiere a los caracteres relativos a sustancias no deseables cuya concentración sobrepasa los límites máximos admitidos son los nitratos en 10 ocasiones, el amonio en 1, el hierro en 5 y el manganeso en 2, los únicos elementos que se encuentran en esta situación como se indica en el cuadro 6.1.1.29 y en el plano 6.1.1.20.

En estos puntos, las concentraciones en nitratos no son muy elevadas respecto el máximo permitido. Los puntos en los que las concentraciones son mayores son el sondeo de Aceitunas Barruz y el pozo de la finca La Plata con 78 mg/L.

No se detectan concentraciones de nitritos por encima del límite admitido (0,1 mg/L).

La muestra tomada del sondeo de Jabones Pardo, en Fuenlabrada, presenta muy altas concentraciones en amonio (cinco veces el valor máximo admitido), hierro (dos veces) y manganeso (dos veces) como se observa en la relación correspondiente. Estos valores anormalmente altos deben ser atribuidos a algún tipo de contaminación de origen industrial localizado.

Concentraciones de Fe superiores al límite se detectan en los sondeos Las Nieves y Reguera 1. Como se verá en el apartado siguiente, estas concentraciones por encima del límite no son persistentes.

De igual modo se comporta el manganeso en el sondeo VP1, que ya no ha sido detectado en la campaña de primavera de 2000.

En lo concerniente a los caracteres relativos a las sustancias tóxicas se han detectado concentraciones de arsénico por encima del límite permitido en el sondeo Los Molinillos (0,08 mg/L) y en sondeo Batres-1 (0,07 mg/L) como se indica en el cuadro 6.1.1.39 y en el plano 6.1.1.21. En la campaña siguiente dicho elemento no se detecta en los mencionados sondeos.

Es de destacar la elevada concentración de cianuro, 1 mg/L, en la mencionada muestra de Jabones Pardo. En la campaña de 2000 no se ha detectado dicho elemento en el citado sondeo.

Cuadro 6.1.1.28
Relación de puntos en los que se sobrepasan los límites de la R.T.S.
Caracteres físico-químicos. Campaña otoño 99

Sulfatos (mg/L)

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 250 mg/L

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof	F_toma	SO ₄
Aceitunas Barruz	1923	1	359	130	13-sep-99	300
Minorco Ibérica	1923	2	182	50	13-sep-99	283
Segasa S.A.	1923	5	271	100	17-sep-99	295

Sulfatos (mg/L)

Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 212,5 mg/L

Ninguno

Magnesio (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 50 mg/L

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof	F_toma	Mg
Minorco Ibérica	1923	2	182	50	13-sep-99	74
Estructuras Bravo	1923	6	179	10	17-sep-99	84
Segasa S.A.	1923	5	271	100	17-sep-99	65
P.I.Los Gallegos	1923	2	183	72	28-sep-99	57

Magnesio (mg/L).

Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 42,5 mg/L

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof	F_toma	Mg
Aceitunas Barruz	1923	1	359	130	13-sep-99	
Aytº. Torrej Calzada. Pozo piscina nueva	1923	5	272	130	17-sep-99	
Tradair. S.A.	1924	1	4	79	06-oct-99	

Sodio (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 150 mg/L

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof	F_toma	Na
El Alamo	1823	3	119	13	07-oct-99	177

Sodio (mg/L).

Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 127 mg/L

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof	F_toma	Na
P.I. Los Llanos (Pozo comunitario)	1923	1	363	125	14-sep-99	

Potasio (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 12 mg/L
Ninguno

Potasio (mg/L).

Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 10 mg/L
Ninguno

Aluminio (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 0,2 mg/L
Ninguno

Aluminio (mg/L).

Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 0,17 mg/L

Nombre	Hoja	oct	Punto	prof	F_toma	Al
B2-C	1823	7	82	151	19-nov-99	

Residuo Seco (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 1500 mg/L
Ninguno

Residuo Seco (mg/L).

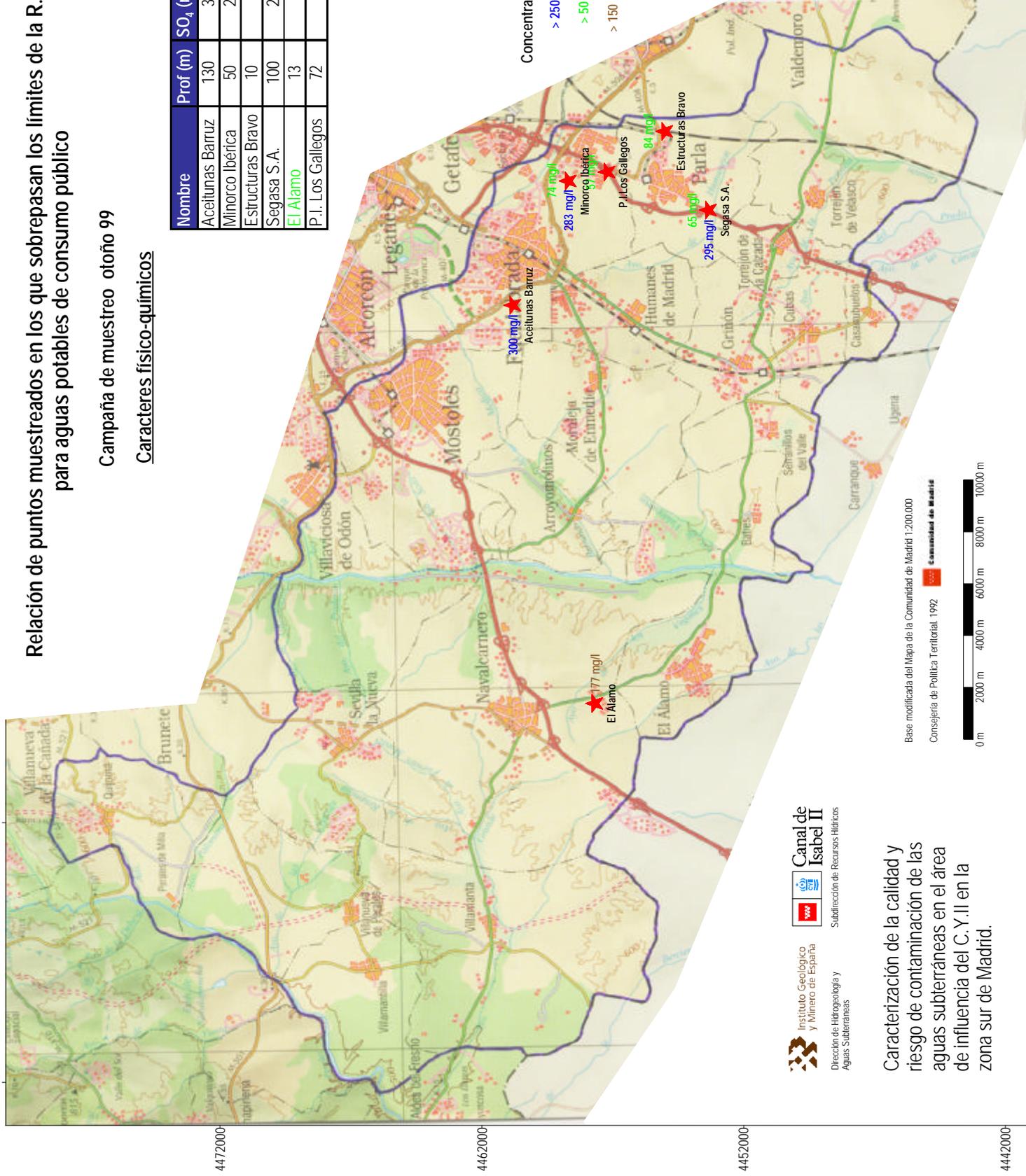
Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 1275 mg/L
Ninguno

Relación de puntos muestreados en los que sobrepasan los límites de la R.T.S. para aguas potables de consumo público

Campana de muestreo otoño 99

Caracteres físico-químicos

Nombre	Prof (m)	SO ₄ (mg/L)	Na (mg/L)	Mg (mg/L)
Aceitunas Barruz	130	300		
Minorco Ibérica	50	283		74
Estructuras Bravo	10			84
Segasa S.A.	100	295		65
El Alamo	13		177	
P.I. Los Gallegos	72			57



Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en el área de influencia del C.Y.II en la zona sur de Madrid.



Cuadro 6.1.1.29
Relación de puntos en los que se sobrepasan los límites de la R.T.S.
Caracteres relativos a sustancias no deseables. Campaña 99

Nitratos (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 50 mg/L

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof	F_toma	NO ₃
Aceitunas Barruz	1923	1	359	130	13-sep-99	78
Minorco Ibérica	1923	2	182	50	13-sep-99	55
Pol.Ind Valdonaire (Pozo 1)	1923	1	362	145	14-sep-99	57
Estructuras Bravo	1923	6	179	10	17-sep-99	75
Picadero	1923	1	69	95	08-oct-99	66
La Paloma	1923	1	214	110	08-oct-99	52
La Plata	1923	5	227	20,5	06-oct-99	78
Tradair, S.A.	1924	1	4	79	06-oct-99	54
La Gaviota S.L.	1923	5	273	122	30-sep-99	58
Rest.Cortijo del Cazador	1823	7	87	25	06-oct-99	52

Nitratos (mg/L).

Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 42,5 mg/L

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof	F_toma	NO ₃
C.P.P.I Cordel de la Carrera	1923	1	358	120	13-sep-99	43
P.I. Los Llanos (Pozo comunitario)	1923	1	363	125	14-sep-99	44
Cromados García	1823	3	141	110	23-sep-99	46
Finca Valdefuentes	1823	4	200	70	30-sep-99	44
Urb. La Sierra (Pozo1)	1823	8	53	120	08-oct-99	44

Nitritos (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 0,1 mg/L

Ninguno

Nitritos (mg/L).

Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 0,085 mg/L

Ninguno

Amonio (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 0,5 mg/L

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof	F_toma	NH ₄
Jabones Pardo	1923	2	184	90	13-sep-99	2,6

Amonio (mg/L).

Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 0,425 mg/L

Ninguno

Hierro (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 0,2 mg/L

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof	F_toma	Fe
Jabones Pardo	1923	2	184	90	13-sep-99	0,42
Cromados García	1823	3	141	110	23-sep-99	0,31
Urbanización Montebatres	1823	8	55	200	24-sep-99	0,23
Las Nieves	1822	8	214	143	28-sep-99	0,56
Reguera - 1	1923	1	372	111	28-sep-99	0,34

Hierro (mg/L).

Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 0,17 mg/L

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof	F_toma	Fe
U.Cotorredondo Pozo Avda Las Cumbres	1823	8	61	260	24-sep-99	###

Manganeso (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 0,05 mg/L

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof	F_toma	Mn
Jabones Pardo	1923	2	184	90	13-sep-99	0,1
VP-1	1822	6	80	200	15-oct-99	0,16

Manganeso (mg/L).

Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 0,0425 mg/L

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof	F_toma	Mn
Pozo La Ermita (Grinón)	1923	5	245	190	04-oct-99	###

Fluor (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 1,5 mg/L

Ninguno

Fluor (mg/L).

Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 1,275 mg/L

Ninguno

Relación de puntos muestreados en los que sobrepasan los límites de la R.T.S. para aguas potables de consumo público

Campana de muestreo otoño 99

Caracteres relativos a substancias no deseables

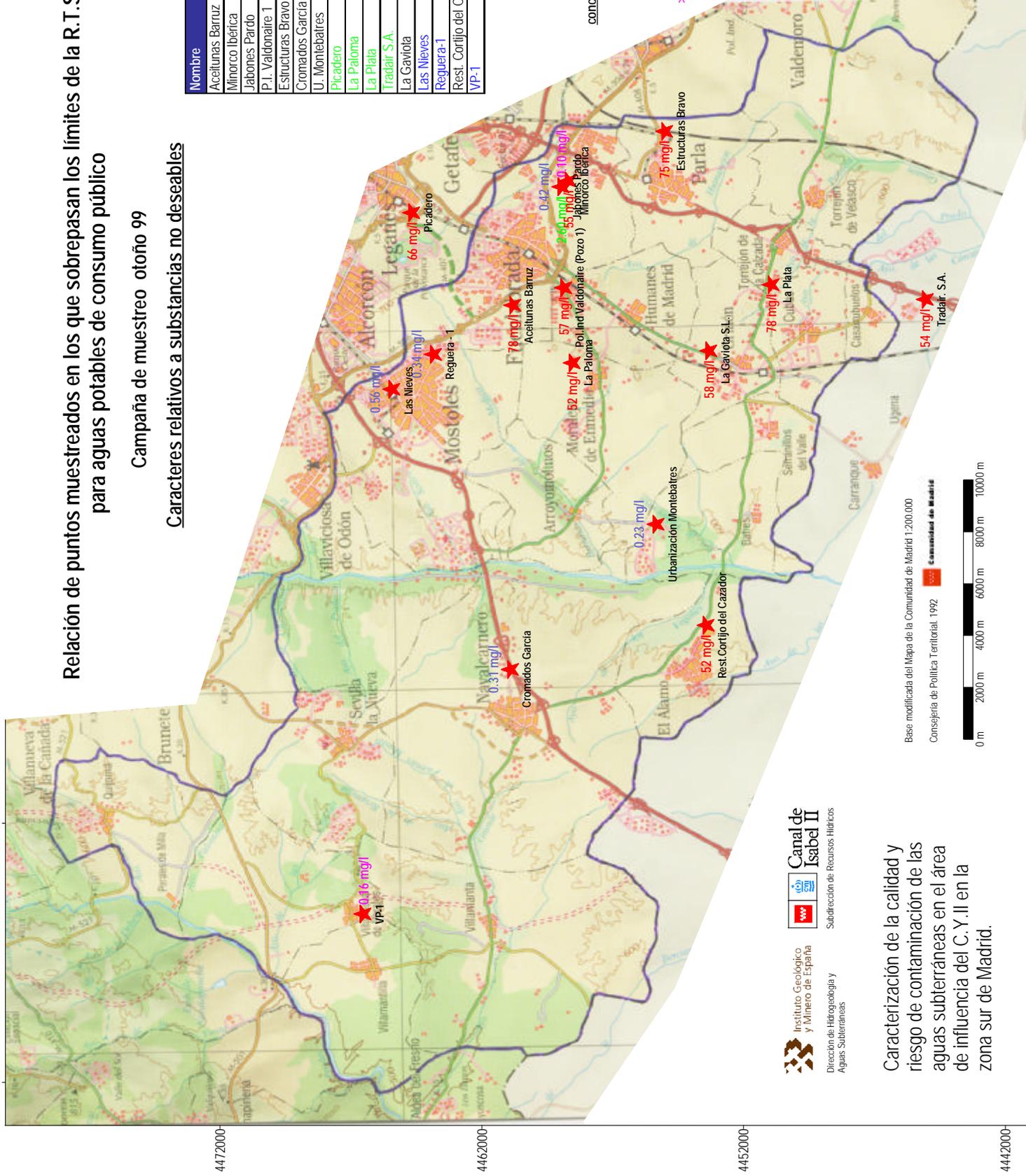
Nombre	Prof (m)	Concentraciones en mg/L		
		NO ₃	NH ₄	Fe
Acetunas Barruz	130	78		
Minorco Iberica	50	55		
Jabones Pardo	90		2.6	0.102
P.I. Valdonaire 1	145	57		
Estructuras Bravo	10	75		
Cromados García	110			0.307
U. Montebaitres	200			0.233
Picadero	95	66		
La Paloma	110	52		
La Palaia	20.5	78		
Tradair S.A.	79	54		
La Gaviola	122	58		
Las Nieves	143			0.556
Reguera-1	111			0.336
Rest. Cortijo del Cazador	25	52		
VP-1	200			0.157

★ punto muestreado

concentración máxima admisible

- > 50 mg/L: concentración de nitratos
- > 0.02 mg/L: concentración de hierro
- > 0.05 mg/L: concentración de manganeso
- > 0.5 mg/L: concentración de amonio

- + Límite de oclante
- + Límite de hoja 1:50000



Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en el área de influencia del C.Y.II en la zona sur de Madrid.



Base modificada del Mapa de la Comunidad de Madrid 1:200.000
 Consejería de Política Territorial, 1992
 Comunidad de Madrid

Cuadro 6.1.1.30

Relación de puntos en los que se sobrepasan los límites de la R.T.S. Caracteres relativos a las sustancias tóxicas. Campaña 1999

Arsénico (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 0,05 mg/L

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof	F_toma	As
Los Molinillos	1822	5	33	61,5	07-oct-99	0,078
B-1	1823	7	81	400	15-oct-99	0,07

Arsénico (mg/L).

Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 0,0425 mg/L

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof	F_toma	As
B-5	1823	3	136	248	19-nov-99	0,047

Cadmio (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 0,005 mg/L

Ninguno

Cromo (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 0,05 mg/L

Ninguno

Cianuros (mg/L)

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 0,05 mg/L

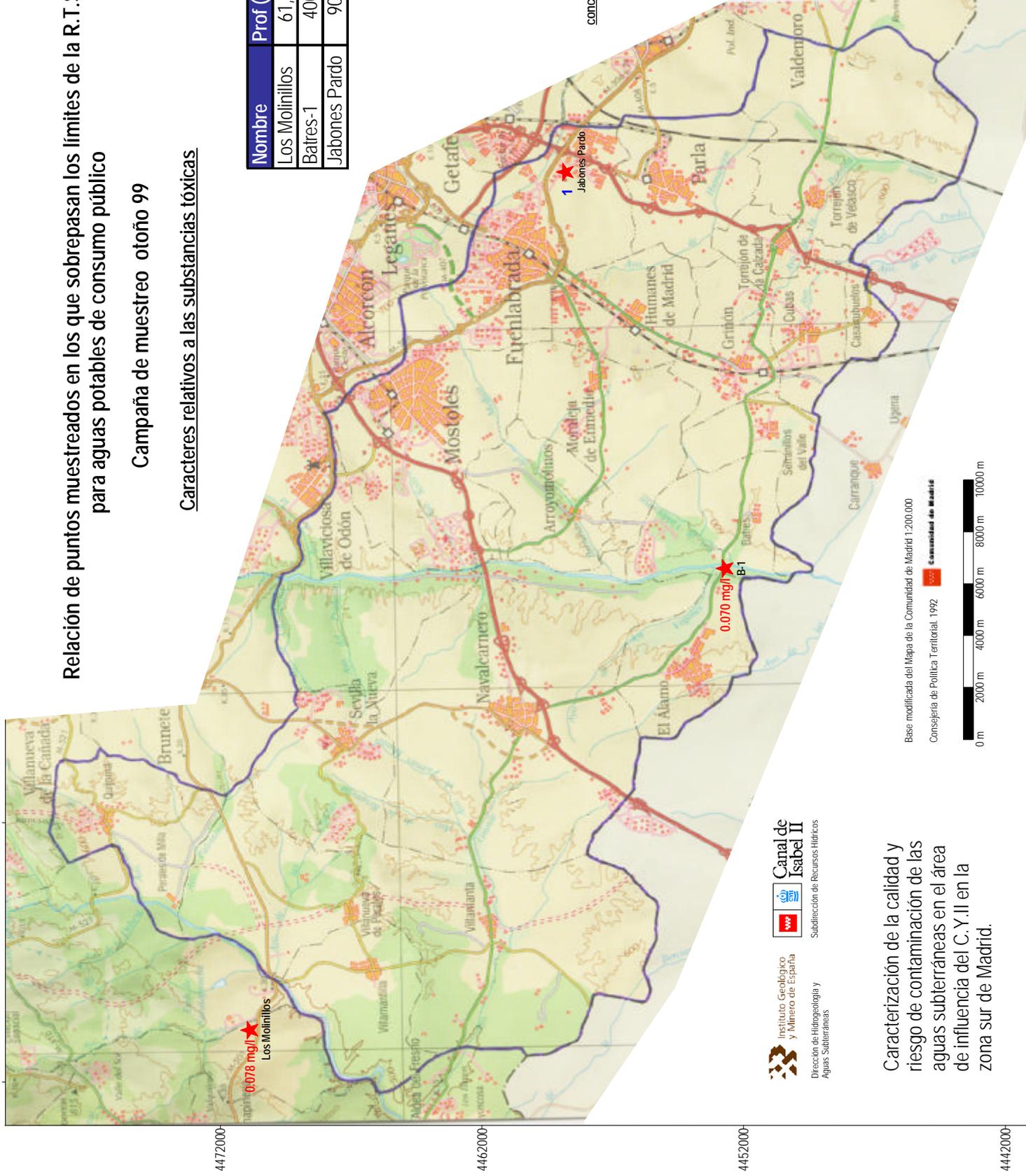
Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof	F_toma	CN
Jabones Pardo	1923	2	184	90	13-sep-99	1

Relación de puntos muestreados en los que sobrepasan los límites de la R.T.S. para aguas potables de consumo público

Campana de muestreo otoño 99

Caracteres relativos a las sustancias tóxicas

Nombre	Prof (m)	As (mg/L)	CN (mg/L)
Los Molinillos	61,5	0,078	
Batres-1	400	0,07	
Jabones Pardo	90		1



★ punto muestreado

concentración máxima admisible

> 0,05 mg/l: concentración de arsénico

> 0,05 mg/l: concentración de cianuros

+ Límite de octante

+ Límite de hoja 1:50000

Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en el área de influencia del C.Y.II en la zona sur de Madrid.

Instituto Geológico y Minero de España
Dirección de Hidrogeología y Aguas Subterráneas

Canal de Isabel II
Subdirección de Recursos Hídricos

Base modificada del Mapa de la Comunidad de Madrid 1:200.000
Consejería de Política Territorial, 1992
Comunidad de Madrid

Plano 6.1.1.21

Conclusiones

A la vista de lo expresado en los apartados anteriores se puede concluir que:

* Excepción hecha de ciertos casos puntuales, el agua subterránea en la zona de estudio es de buena calidad y, en general, apta para todos los usos.

* El factor predominante en la configuración del quimismo de las aguas subterráneas es la composición litológica del acuífero. La influencia más o menos marcada de la facies de transición parece extenderse hasta la línea imaginaria Móstoles - Moraleja de En medio - Serranillos del Valle, a partir de la cual se produce un incremento continuo de concentraciones de elementos mayoritarios hacia el este.

* Se han detectado concentraciones moderadamente altas de varios elementos mayoritarios y minoritarios en las zonas de Fuenlabrada y Móstoles, asociadas a la existencia de polígonos industriales; estas concentraciones podrían ser debidas a procesos de contaminación puntual localizados. No se han detectado procesos de contaminación antrópica generalizados.

* Las relaciones entre la profundidad de las captaciones muestreadas y la concentración de los diversos constituyentes mayoritarios presentan bajos coeficientes de correlación negativos que evidencian la ausencia de correlación entre ambas variables; no obstante, en la mayor parte de estas relaciones, a partir de los 200 - 250 m de profundidad de las captaciones, se observa la presencia de concentraciones sistemáticamente más bajas que en las captaciones de menor profundidad en la que se detecta una mayor dispersión de valores y un más amplio rango de variación de las citadas concentraciones.

* El modelo de funcionamiento hidroquímico del acuífero, ligado al de flujo desde las zonas de recarga a las de descarga, sólo se ha podido verificar parcialmente en algunas áreas. Las desviaciones de este modelo son achacables a la actuación simultánea o secuencial de diferentes procesos modificadores del quimismo, como precipitación de carbonatos, intercambio iónico, neoformación de arcillas, etc.

* Aunque en algunas ocasiones las concentraciones de determinados elementos sobrepasan los límites establecidos en la R.T.S, éstas no suponen grandes diferencias sobre dichos límites. En caso de persistencia de esta situación, constatada mediante un control periódico, deben tomarse las medidas adecuadas para asegurar la potabilidad del agua para su utilización directa en abastecimiento humano.

6.1.2. Calidad actual en los sondeos del C.Y.II

La calidad actual del agua subterránea en los sondeos propiedad del C.Y.II se analiza a partir de los resultados de los análisis químicos de las muestras tomadas durante la campaña de otoño de 1999. En el apartado correspondiente se establecen las variaciones de la calidad observadas en la campaña de primavera de 2000.

De los 40 sondeos del C.Y.II existentes en la zona de estudio solamente han podido ser muestreados 12 en la campaña de 1999 y 15 en la del 2000 (cuadro 6.1.2.1). El número de sondeos en los que se ha podido realizar la toma de agua en las dos campañas es de tan sólo 10.

Cuadro 6.2.1.1.- Relación de sondeos muestreados.

Sistema Local	Sondeos	Muestreados Campaña 1999	Muestreados Campaña 2000	Muestreados en ambas campañas
Batres (Sistema General)	Batres-I Batres-II Batres-III Batres-IV Batres-V Batres-VI	Batres-I Batres-II Batres-IV Batres-V	Batres-I Batres-II Batres-III Batres-V	Batres-I Batres-II Batres-V
Móstoles	Reguera-1 Reguera-2 Covimar Polígono El Juez Depósito Antusana-2 Antusana-3 Antusana-4 Las Nieves	Reguera-1 Covimar Antusana-3 Antusana-4 Las Nieves	Reguera-1 Covimar Antusana-2 Antusana-3 Antusana-4 Las Nieves	Reguera-1 Covimar Antusana-3 Antusana-4 Las Nieves
Navalcarnero	Río F.P. Buenavista Navalcarnero-4			
Parla	P-4 P-8 P-9 P-14 P-19 P-20 P-22			
Villamantilla	VT-1 VT-2	VT-2	VT-2	VT-2
Villanueva de Perales	VP-1 VP-2 VP-nuevo	VP-1 VP-2	VP-1	VP-1
Moraleja de En medio	ME-1			
Fuenlabrada	Loranca-1 Loranca-2 Loranca-3 Fuenlabrada-6		Loranca-1 Loranca-2 Loranca-3	
Casarrubuelos	CR-1			
Torrejón de la Calzada	TC-1 TC-2			
TOTAL	40	12	15	10

Las características de los puntos muestreados se detallan en el cuadro 6.1.2.2.

Pozo	Hoja	Octante	Punto	Profundidad (m)	UTMX	UTMY	Fecha de toma
Batres-I	1823	7	81	400	419800	4452700	15-oct-99
Batres-IIA	1823	7	82	151	419850	4453200	19-nov-99
BatresII-B*	1823	7	82	151	419850	4453200	19-nov-99
BatresII-C*	1823	7	82	151	419850	4453200	19-nov-99
Batres-IV	1823	8	46	305	426750	4452650	15-oct-99
Batres-V	1823	3	136	248	419600	4453300	19-nov-99
VT-2	1822	5	52	260	404218	4467215	28-sep-99
VP - II	1822	5	53	125	405770	4466760	28-sep-99
VP-1	1822	6	80	200	406490	4466520	15-oct-99
Las Nieves	1822	8	214	143	426716	4465415	28-sep-99
Antusana-3	1823	4	194	132	425450	4462900	28-sep-99
Antusana-4	1823	4	195	128	425170	4463220	28-sep-99
Reguera - 1	1923	1	372	111	428060	4463840	28-sep-99
Covimar	1923	1	373	134	427740	4464430	28-sep-99

En el cuadro 6.1.2.3 se incluyen el resumen de análisis químicos correspondientes a la campaña de 1999.

Análisis químicos de los pozos del C.Y.II muestreados en la campaña de otoño de 1999
Elementos mayoritarios

Pozo	Hoja	Oc	Punto	Prof	F-toma	F-analisis	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	Na	Mg	Ca	K	pH	Cond	R-seco	NO ₂	NH ₄	PO ₄	SiO ₂
Batres-1	1823	7	81	400	15-oct-99	oct-99	13	22	124	7	5	65	3	3	1	9,0	328	228			0,1	11,2
Batres-2A*	1823	7	82	151	19-nov-99	nov-99	24	56	176	3	16	47	16	39	1	8,4	457	335			0,31	33,6
Batres2-B*	1823	7	82	151	19-nov-99	nov-99	29	52	159	0	19	39	16	36	1	7,6	433	322			0,22	41,6
Batres2-C*	1823	7	82	151	19-nov-99	nov-99	28	51	156	0	19	40	16	36	1	7,5	434	310			0,21	41,6
Batres-4	1823	8	46	305	15-oct-99	oct-99	33	34	238	0	25	43	15	53	2	7,6	519	364			0,1	34,8
Batres-5	1823	3	136	248	19-nov-99	nov-99	10	25	142	7	4	65	3	4	1	9,0	310	222			0,09	12,1
VT-2	1822	5	52	260	28-sep-99	sep-99	29	22	187	0	8	62	4	24	1	7,8	395	287				21,9
VP - II	1822	5	53	125	28-sep-99	sep-99	46	15	218	0	11	52	7	52	1	7,8	502	338				28,7
VP-1	1822	6	80	200	15-oct-99	oct-99	45	13	197	0	20	40	6	61	1	7,4	485	341			0,08	38
Las Nieves	1822	8	214	143	28-sep-99	sep-99	25	55	205	0	28	40	9	64	2	7,5	476	341				37,6
Antusana III	1823	4	194	132	28-sep-99	sep-99	13	45	134	0	27	21	13	36	1	7,4	326	240				34,5
Antusana IV	1823	4	195	128	28-sep-99	sep-99	20	51	181	0	27	57	6	35	1	7,7	445	314				29
Reguera - 1	1923	1	372	111	28-sep-99	sep-99	41	81	160	0	29	81	6	39	2	7,8	513	362	0,06			26,9
Covimar	1923	1	373	134	28-sep-99	sep-99	27	53	186	0	24	48	8	48	1	7,6	452	330	0,06			34,3

Elementos minoritarios

Pozo	F-toma	B	F	Li	Fe	Mn	Cu	Zn	Ba	Pb	Cr	Ni	Cd	As	Se	Al	CN	Deterg	Hg	Fenoles	HAP	Plag	Sr	
Batres-1	15-oct-99													0,07										
Batres-2A*	19-nov-99													0,02										
Batres2-B*	19-nov-99				0,023			0,05																
Batres2-C*	19-nov-99				0,035			0,08								0,18								
Batres-4	15-oct-99																							
Batres-5	19-nov-99				0,032			0,07						0,047										
VT-2	28-sep-99							0,11																
VP - II	28-sep-99							0,06																
VP-1	15-oct-99				0,067	0,157																		
Las Nieves	28-sep-99				0,556			0,08																
Antusana III	28-sep-99				0,079			1,54																
Antusana IV	28-sep-99							0,07																
Reguera - 1	28-sep-99				0,336			0,08																
Covimar	28-sep-99																							

6.1.2.1.- Constituyentes mayoritarios

En el cuadro 6.1.2.4 se presenta un resumen estadístico de los datos de concentración de elementos mayoritarios.

	Campo de Batres 4 sondeos muestreados				Sistema local de Móstoles 5 sondeos muestreados				S.L. de Villamantilla 1 sondeo muestreado				S.L. de Villanueva 2 sondeos muestreados			
	Máximo	Mínimo	Media	Sd	Máximo	Mínimo	Media	Sd	Máximo	Mínimo	Media	Sd	Máximo	Mínimo	Media	Sd
Cl	33	10	20,0	9,1	41	13	25,2	9,3	29	29			46	45	45,5	0,5
SO ₄	56	22	34,3	13,3	81	45	57,0	12,5	22	22			15	13	14,0	1,0
HCO ₃	238	124	170,0	43,5	205	134	173,2	24,3	187	187			218	197	207,5	10,5
CO ₃	7	0	4,3	2,9	0	0	0,0	0,0					0	0	0,0	0,0
NO ₃	25	4	12,5	8,6	29	24	27,0	1,7	8	8			20	11	15,5	4,5
Na	65	43	55,0	10,1	81	21	49,4	19,8	62	62			52	40	46,0	6,0
Mg	16	3	9,3	6,3	13	6	8,4	2,6	4	4			7	6	6,5	0,5
Ca	53	3	24,8	21,8	64	35	44,4	10,8	24	24			61	52	56,5	4,5
K	2	1	1,3	0,4	2	1	1,4	0,5	1	1			1	1	1,0	0,0
pH	9	7,6	8,5	0,6	7,8	7,4	7,6	0,1	7,8	7,8			7,8	7,4	7,6	0,2
Cond	519	310	403,5	87,5	513	326	442,4	62,9	395	395			502	485	493,5	8,5
R-seco	364	222	287,3	63,1	362	240	317,4	41,7	287	287			341	338	339,5	1,5
SiO ₂	34,8	11,2	22,9	11,3	37,6	26,9	32,5	3,9	21,9	21,9			38	28,7	33,4	4,6

Como se refleja en dicho cuadro no existe un contraste notorio entre los valores máximos de constituyentes en los distintos campos. En el sistema local de Móstoles se presentan los valores máximos de concentraciones de SO₄, NO₃, Na y Mg; en el de Batres los máximos de HCO₃, Mg, K, pH y conductividad. Todos ellos, así como los valores mínimos detectados, son usuales en otras zonas del acuífero.

Los rangos en que se mueven las concentraciones de los elementos mayoritarios son los que se expresan en el cuadro 6.1.2.5.

Cuadro 6.1.2.5.- Rangos de concentración de elementos mayoritarios.

	Campo Batres	S.L. Móstoles	S.L.Villamantilla	S.L.Villanueva P
Cl	10-33	13-43	29	45-46
SO ₄	22-56	45-81	22	13-15
HCO ₃	124-238	134-205	187	197-218
CO ₃	0-7	0	0	0
NO ₃	4-25	24-29	8	11-20
Na	43-65	21-81	62	40-52
Mg	3-16	6-13	4	6-7
Ca	3-53	35-64	24	52-61
K	1-2	1-2	1	1
PH	7.6-9	7.4-7.8	7.8	7.4-7.8
Conductividad	310-519	326-513	395	485-502
R.seco	222-364	240-362	287	338-341
SiO ₂	11.2-34.8	26.9-37.6	21.9	28.7-38

En el cuadro 6.1.2.6 se presentan las facies hidroquímicas de cada uno de los sondeos muestreados y en la figura 6.1.2.1 el correspondiente diagrama de Piper.

Facies Hidroquímicas Pozos C.Y.II Campaña 1999

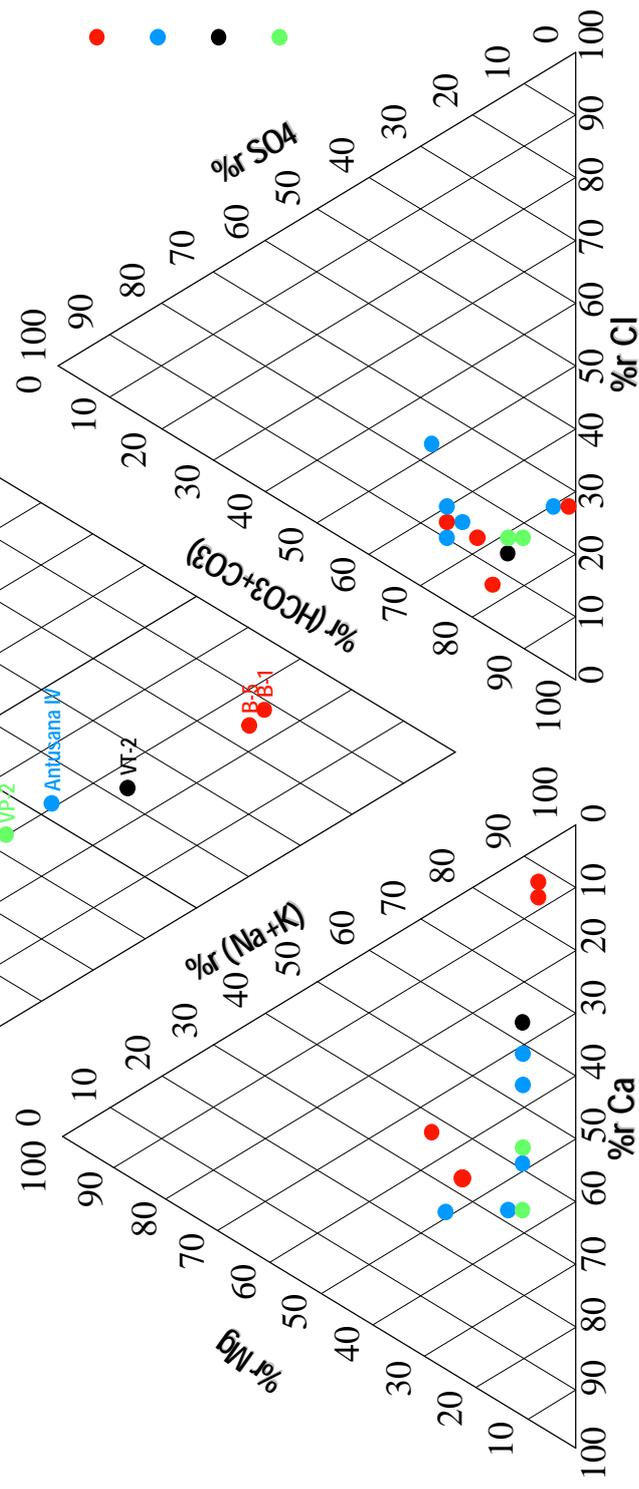
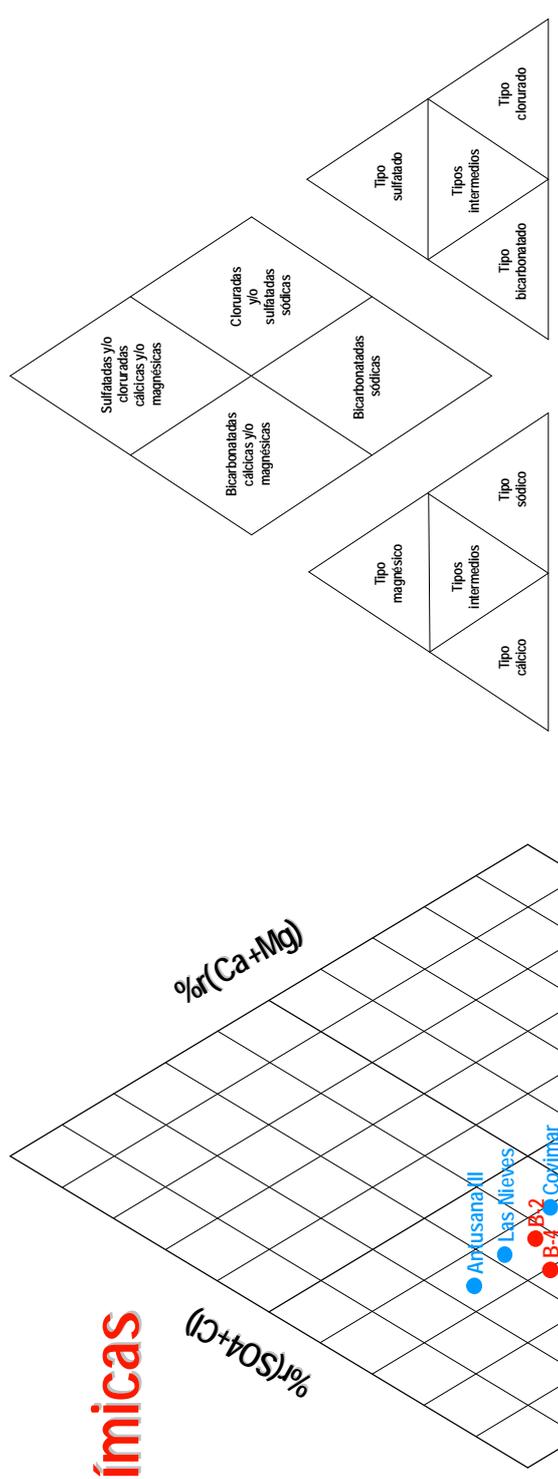


Figura 6.1.2.1

Cuadro 6.1.2.6 Facies hidroquímicas

	sondeo	prof(m)	facies
Batres	Batres-I	400	Bicarbonatada sódica
	Batres-II	151	Bicarbonatada sódico-cálcica
	Batres-IV	305	Bicarbonatada cálcica
	Batres-V	248	Bicarbonatada sódica
Villamantilla	VT-2	260	Bicarbonatada sódica
Villanueva	VP - 2	125	Bicarbonatada cálcica
	VP-1	200	Bicarbonatada cálcica
Móstoles	Las Nieves	143	Bicarbonatada cálcica
	Antusana-3	132	Bicarbonatada cálcica
	Antusana-4	128	Bicarbonatada sódica
	Reguera - 1	111	Bicarbonatada sódica
	Covimar	134	Bicarbonatada cálcica

Del conjunto de los 12 sondeos muestreados prácticamente en la mitad se presenta la facies bicarbonatada cálcica y en la otra mitad la facies bicarbonatada sódica.

La clasificación del agua de cada uno de los sondeos por su dureza en la campaña de muestreo se observa en el cuadro 6.1.2.7.

Cuadro 6.1.2.7.- Clasificación de aguas por su dureza.

	Sondeo	Prof(m)	Dureza(ppmCO ₃ Ca)	Tipo de agua
Batres	Batres-I	400	20,0	Blanda
	Batres-II	151	164,2	Dura
	Batres-IV	305	195,0	Dura
	Batres-V	248	22,5	Blanda
Villamantilla	VT-2	260	76,7	Algo dura
Villanueva	VP - 2	125	159,2	Dura
	VP-1	200	177,5	Dura
Móstoles	Las Nieves	143	197,5	Dura
	Antusana-3	132	144,2	Dura
	Antusana-4	128	112,5	Dura
	Reguera - 1	111	122,5	Dura
	Covimar	134	153,3	Dura

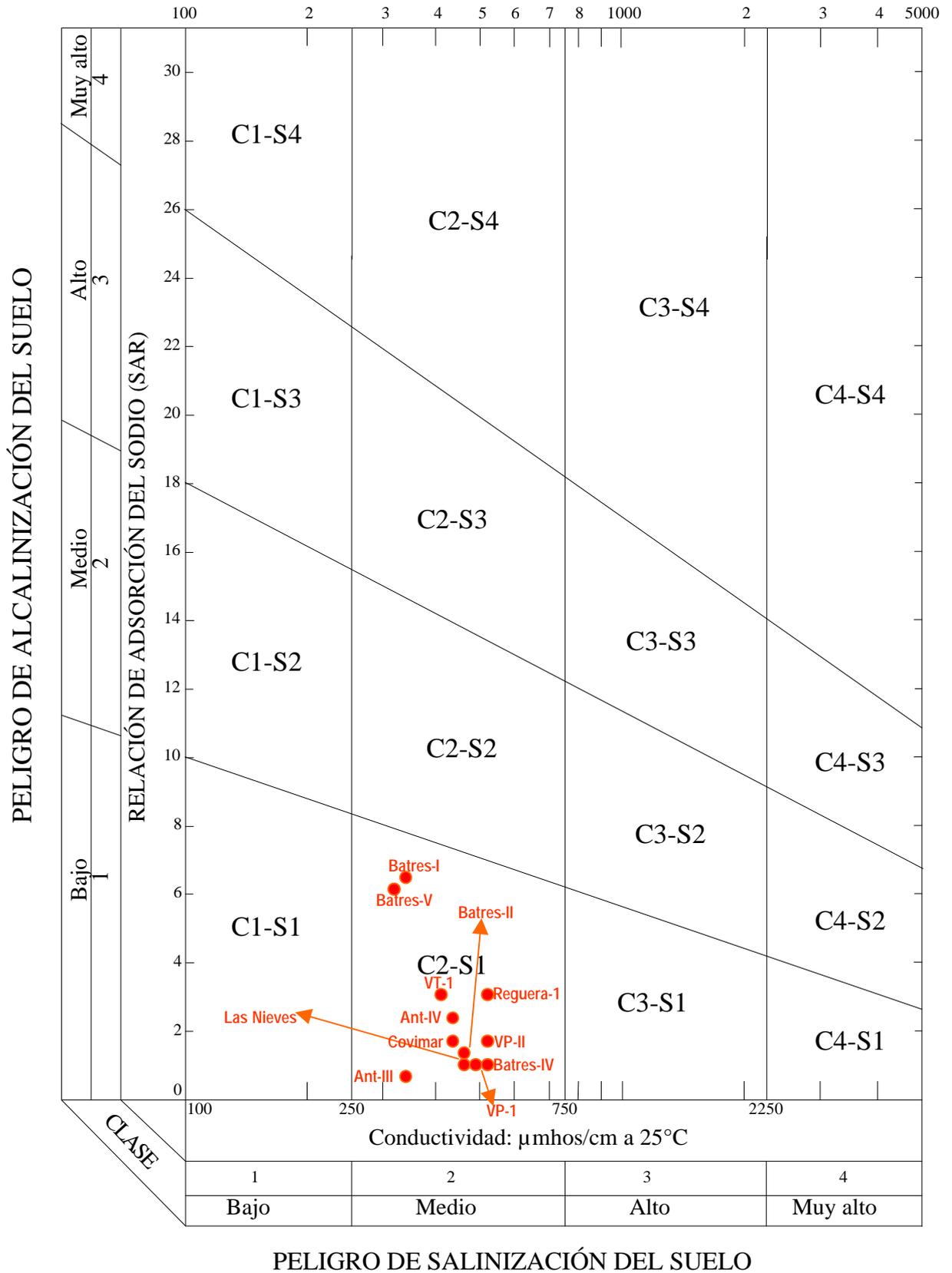
Sólo en los sondeos Batres-I y Batres se presentan aguas blandas, con dureza inferior a 50 mg/L de CaCO₃. En el resto de los casos, el agua es dura, con concentraciones de CaCO₃ comprendidas entre 100 y 200 mg/L.

En cuanto a la calidad de estas aguas para usos agrícolas, todas pertenecen a la clase C2-S1 como puede apreciarse en la figura 6.1.2.2. Estas aguas presentan una salinidad media y pueden utilizarse con un riesgo bajo de posible alcalinización del suelo.

Por lo que atañe a su utilización para consumo humano, los análisis efectuados sobre las muestras de agua tomadas en estos sondeos demuestran que se trata de aguas potables en la mayor parte de las ocasiones. No se detectan concentraciones de iones mayoritarios por encima del límite establecido.

Figura 6.1.2.2

Normas de Riverside. Diagrama para la clasificación de aguas de riego
 Campaña 1999



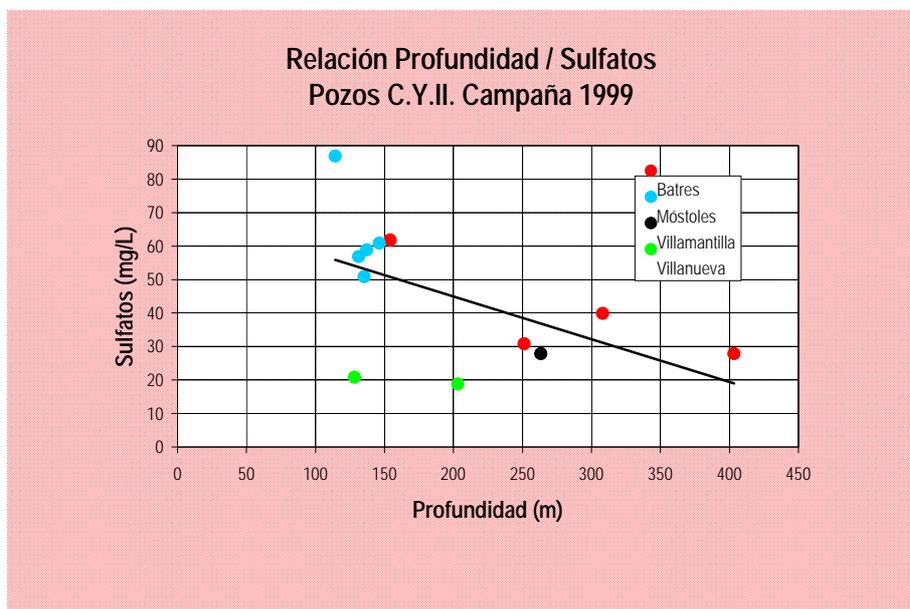
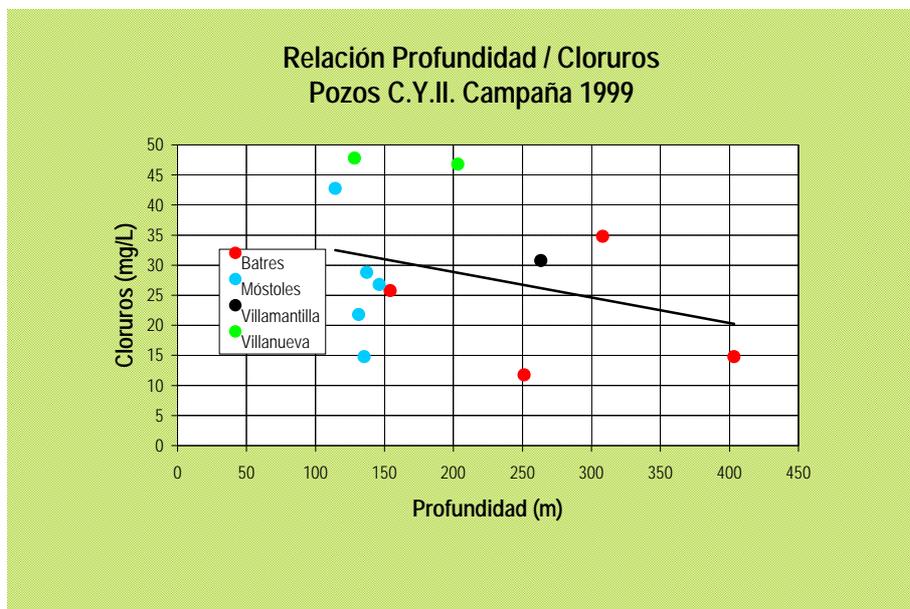
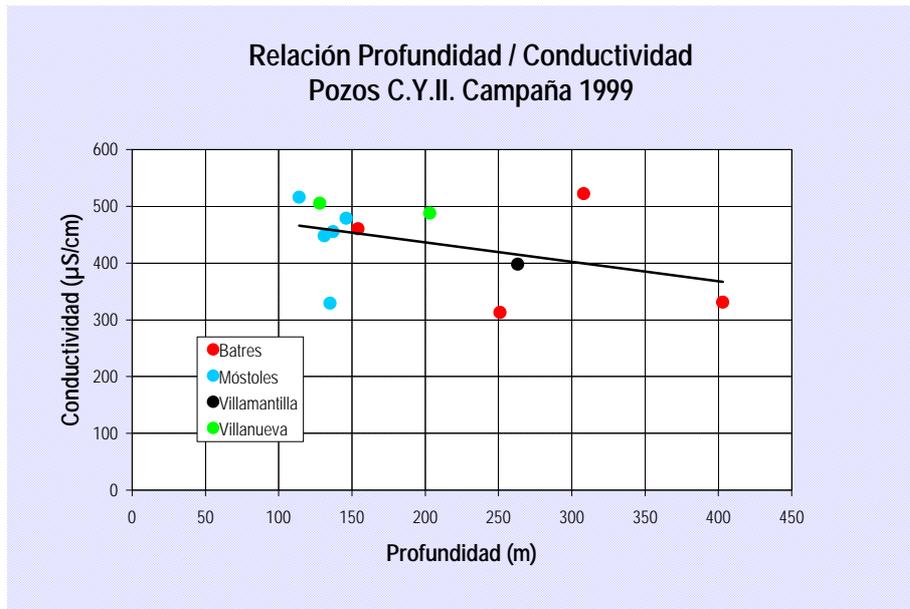
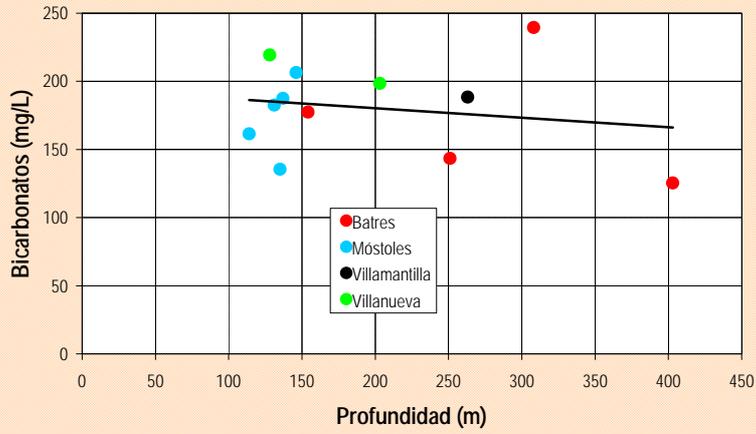
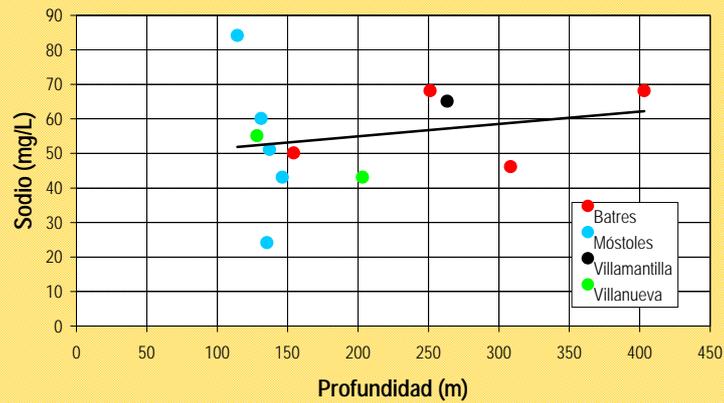


Figura 6.1.2.3

Relación Profundidad / Bicarbonatos Pozos C.Y.II. Campaña 1999



Relación Profundidad / sodio Pozos C.Y.II. Campaña 1999



Relación Profundidad / nitratos Pozos C.Y.II. Campaña 1999

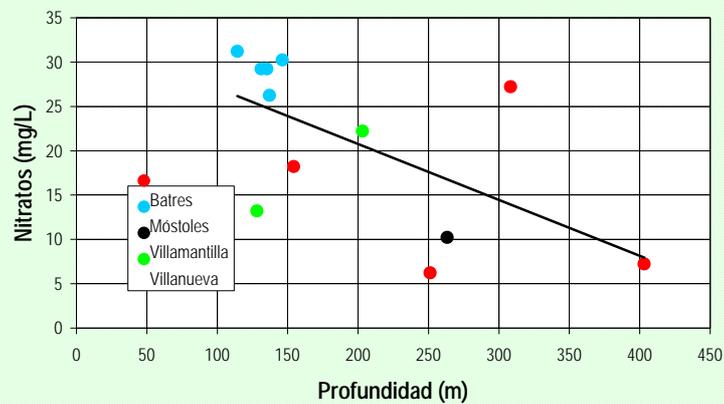


Figura 6.1.2.4

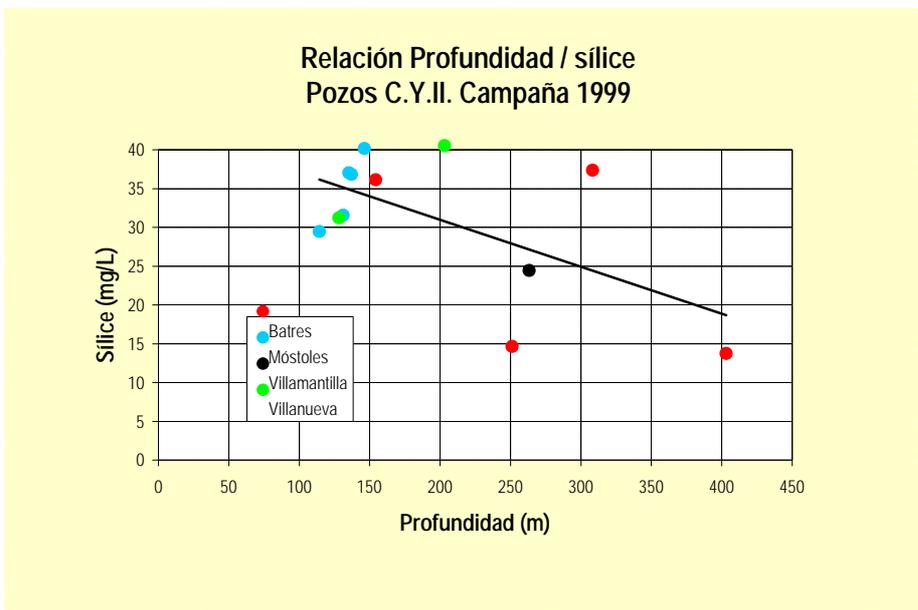
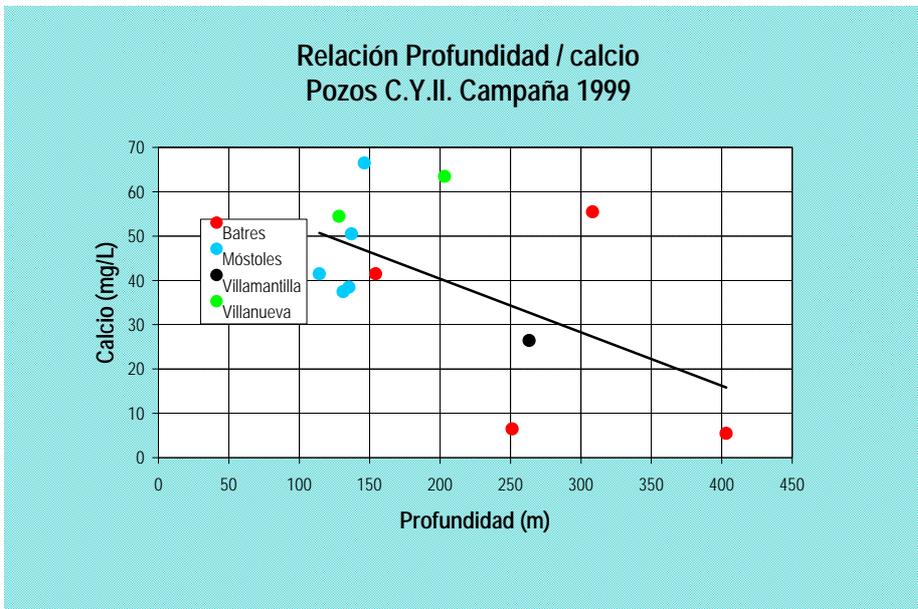
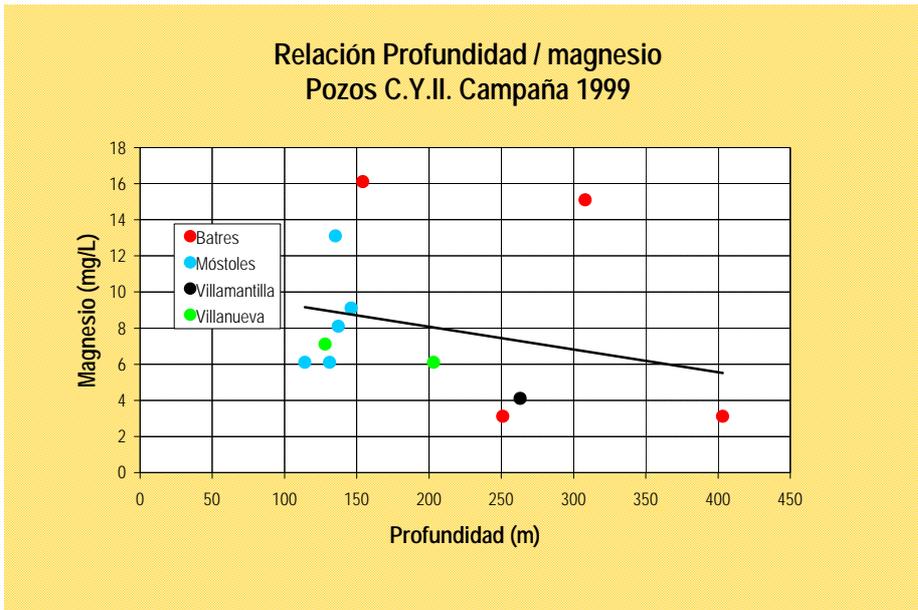


Figura 6.1.2.5

Las diferencias de las concentraciones obtenidas en la campaña de muestreo con respecto a los niveles guía establecidos en la R.T.S quedan expuestas en el cuadro 6.1.2.8.

Cuadro 6.1.2.8.- Diferencias de concentración respecto al nivel guía en muestras que no sobrepasan los límites de la R.T.S.

	Caracteres físico-químicos								Substancias no deseables			
	Cond.(μ S/cm)	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	Al	NO ₃	Fe	Mn	Zn
Nivel guía mg/L	400	25	25	100	30	20	10	0,05	25	0,05	0,02	0,1
Batres-I	-72	-12	-3	-97	-27	45	-9		-20			
Batres-II a	57	-1	31	-61	-14	27	-9		-9			
Batres-II b	33	4	27	-64	-14	19	-9		-6	-0,027		-0,05
Batres-II c	34	3	26	-64	-14	20	-9	0,13	-6	-0,015		-0,02
Batres-IV	119	8	9	-47	-15	23	-8		0			
Batres-V	-90	-15	0	-96	-27	45	-9		-21	-0,018		-0,03
VT-2	-5	4	-3	-76	-26	42	-9		-17			0,01
VP - 2	102	21	-10	-48	-23	32	-9		-14			-0,04
VP-1	85	20	-12	-39	-24	20	-9		-5	0,017	0,137	
Las Nieves	76	0	30	-36	-21	20	-8		3	0,506		-0,02
Antusana-3	-74	-12	20	-64	-17	1	-9		2	0,029		1,44
Antusana-4	45	-5	26	-65	-24	37	-9		2			-0,03
Reguera - 1	113	16	56	-61	-24	61	-8		4	0,286		-0,02
Covimar	52	2	28	-52	-22	28	-9		-1			

Como se refleja en este cuadro, en lo tocante a los caracteres físico-químicos, los valores de conductividad y las concentraciones de cloruros y sulfatos, en la mayor parte de los sondeos sobrepasan el nivel guía. En el caso del sodio todos los sondeos muestreados presentan concentraciones superiores al nivel guía establecido en la Reglamentación Técnico Sanitaria vigente. Las concentraciones de potasio, calcio y magnesio obtenidas son en todos los casos inferiores al nivel guía correspondiente; las de nitratos en la mayor parte de las ocasiones se encuentran por debajo del citado nivel.

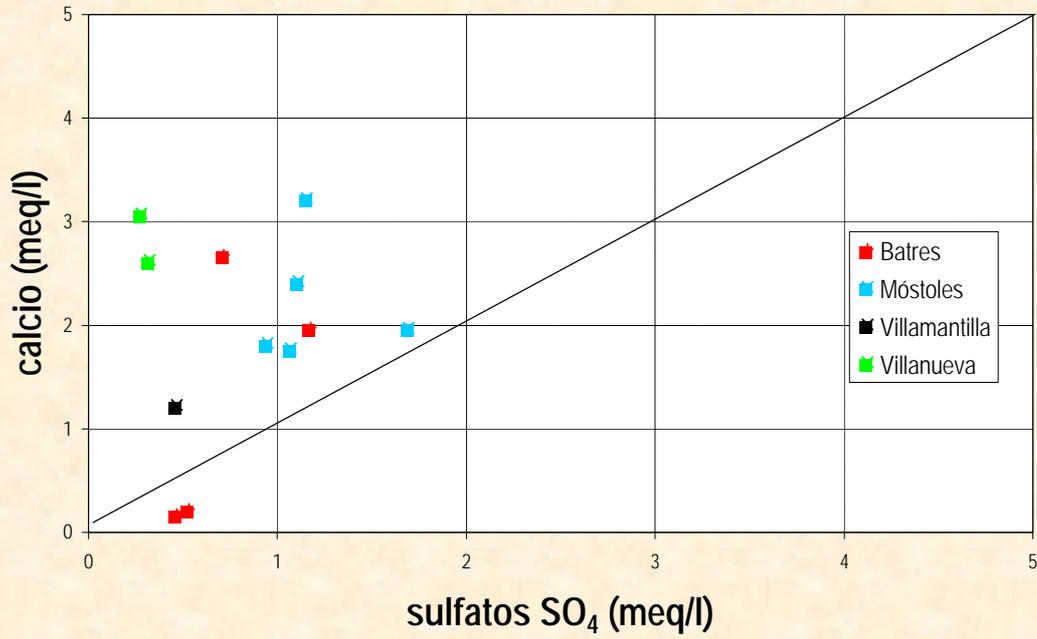
En las figuras 6.1.2.3, 4 y 5 se presenta la variación del quimismo de las aguas de los sondeos del C.Y.II con la profundidad de los mismos.

En todos los casos las rectas de ajuste presentan bajos coeficientes de correlación negativos que parecen indicar una ligera tendencia a la disminución de concentraciones con la profundidad.

La relación entre el contenido en sodio y la profundidad es la única que presenta un factor de correlación positivo en consonancia con lo esperado del esquema de flujo aceptado para el acuífero de Madrid.

Al igual que en el resto de la zona, en la figura 6.1.2.6, en la que se aprecia un mayor y más rápido aumento de las concentraciones de Ca y Na que de las de Cl y SO₄, se pone de manifiesto la existencia de aportes de Ca y Na en los sondeos de los sistemas locales diferentes y complementarios de la mera disolución de ClNa o SO₄Ca. Como se ha indicado anteriormente estos aportes son atribuidos a la incorporación de estos elementos a partir de la alteración de silicatos presentes en la matriz del acuífero.

**Relación sulfatos / calcio (meq/l)
Pozos C.Y.II. Campaña 1999**



**Relación cloruros / sodio (meq/l)
Pozos C.Y.II. Campaña 1999**

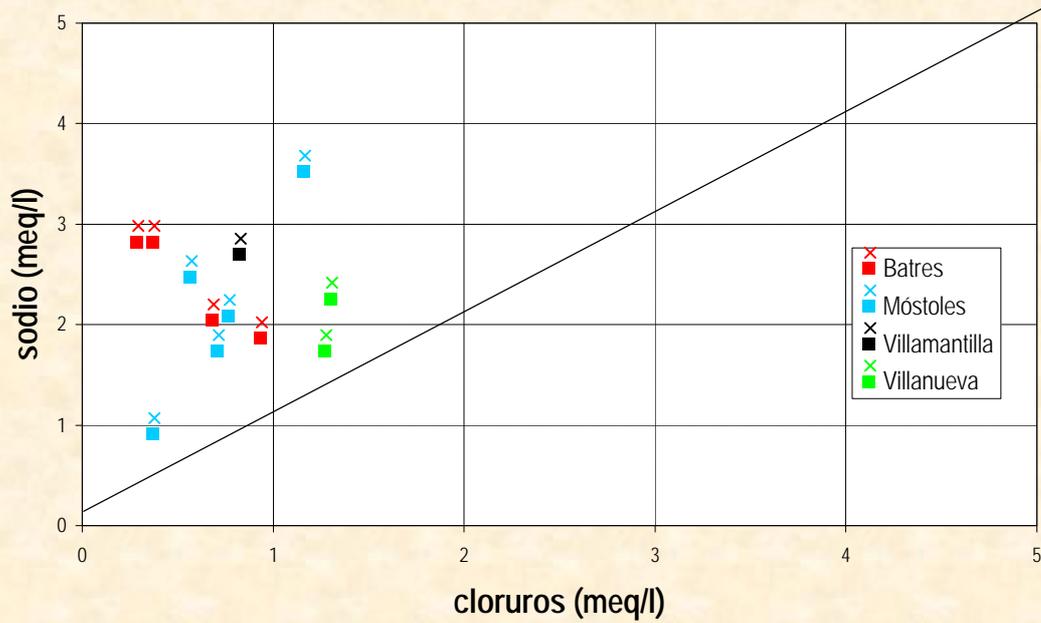


Figura 6.1.2.6

6.1.2.2.- Constituyentes minoritarios

La presencia de elementos minoritarios con concentraciones superiores al límite de detección del laboratorio se representan en el cuadro 6.1.2.9 con indicación del número de sondeos en los que se detecta dicha presencia.

Cuadro 6.1.2.9.- Presencia de elementos minoritarios en los Sistemas Locales.

Campo o Sistema local	NO ₂	PO ₄	Fe	Mn	Zn	As	Al
Batres		4	2		2	3	1
Móstoles	2		3		4		
Villamantilla					1		
Villanueva		1	1	1	1		

En el cuadro 6.1.2.10 se presentan un resumen estadístico de los valores obtenidos durante la campaña de muestreo para estos constituyentes.

Cuadro 6.1.2.10 Resumen estadístico de concentraciones de elementos minoritarios

	Campo de Batres 4 sondeos muestreados					Sistema local de Móstoles 5 sondeos muestreados					S.L. de Villamantilla 1 sondeo muestreado				S.L. de Villanueva 2 sondeos muestreados						
	n	Máximo	Mínimo	Media	Sd	n	Máximo	Mínimo	Media	Sd	n	Máximo	Mínimo	Media	Sd	n	Máximo	Mínimo	Media	Sd	
NO ₂						2	0,06	0,06	0,1	0,00											
PO ₄	4	0,31	0,09	0,2	0,09											1	0,08	0,08	0,1	0,00	
Fe	2	0,032	0,032	0,0	0,00	3	0,556	0,079	0,3	0,19						1	0,067	0,067	0,1	0,00	
Mn																1	0,157	0,157	0,2	0,00	
Zn	2	0,07	0,07	0,1	0,00	4	1,54	0,07	0,4	0,63	1,0	0,11	0,11	0,1		1	0,06	0,06	0,1	0,00	
As	3	0,07	0,02	0,05	0,02																

Destaca la presencia de Fe y Zn en la mayor parte de los sondeos y la presencia de manganeso únicamente en el campo de Villanueva de Perales.

Los rangos de variación de estos constituyentes se presentan en el cuadro 6.1.2.11.

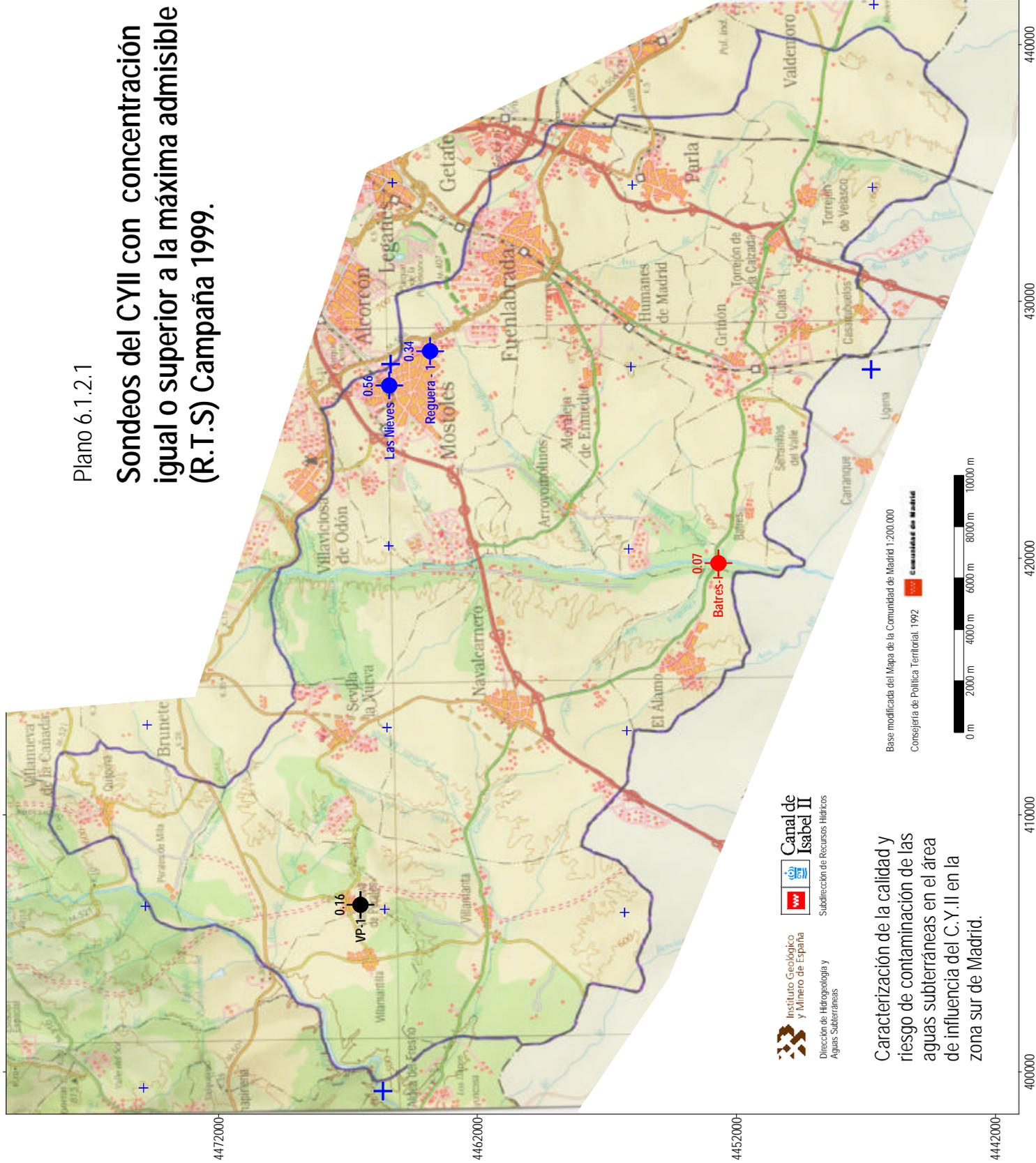
Cuadro 6.1.2.11. Rangos de variación de constituyentes minoritarios.

Constituyente	Rango de variación
NO ₂	0.06
PO ₄	0.08-0.31
Fe	0.032-0.556
Mn	0.157
Zn	0.06-1.54
As	0.02-0.07

Atribuyendo al muestreo de aguas el carácter puntual y único en un momento determinado de la explotación, que intrínsecamente posee, en algunas de estas muestras se sobrepasan en algún caso las concentraciones máximas admitidas para algunos elementos minoritarios, como se refleja en el cuadro 6.1.2.12 y en el plano 6.1.2.1.

Plano 6.1.2.1

Sondeos del CYII con concentración igual o superior a la máxima admisible (R.T.S) Campaña 1999.



Instituto Geológico y Minero de España
 Dirección de Hidrogeología y Aguas Subterráneas

Canal de Isabel II
 Subdirección de Recursos Hídricos

Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en el área de influencia del C.Y.II en la zona sur de Madrid.

Base modificada del Mapa de la Comunidad de Madrid 1:200.000
 Consejería de Política Territorial. 1992

0 m 2000 m 4000 m 6000 m 8000 m 10000 m

4442000

410000

420000

430000

440000

Concentración máxima admisible R.T.S
 As: 0,05 mg/L
 Fe: 0,2 mg/L
 Mn: 0,05 mg/L

+ Límite de octante
 + Límite de hoja 1:50000

Cuadro 6.1.2.12.- Relación de sondeos en que se sobrepasan los límites de la R.T.S.

Caracteres relativos a sustancias no deseables

campo	pozo	parámetro	C.M.A (mg/L)	Concentración mg/L	Fecha
Villanueva	VP-1	Mn	0,05	0,157	15-oct-99
Móstoles	Las nieves	Fe	0,2	0,556	28-sep-99
	Reguera-1	Fe	0,2	0,336	28-sep-99

Caracteres relativos a sustancias tóxicas.

campo	pozo	parámetro	C.M.A (mg/L)	Concentración (mg/L)	Fecha
Batres	Batres-I	As	0,05	0,07	15-oct-99

6.1.2.3.- Conclusiones.

A la vista de lo señalado en los apartados precedentes se puede concluir que:

- La calidad del agua subterránea en los sondeos muestreados es excelente, sin evidencias de contaminación de origen antrópico.
- Se trata de aguas bicarbonatadas cálcicas y bicarbonatadas sódicas, duras, de escasa mineralización.
- Las concentraciones de constituyentes mayoritarios se encuentran siempre por debajo de los respectivos límites establecidos en la R.T.S.
- Esporádicamente presentan concentraciones ligeramente por encima del límite establecido en Mn, Fe y As, cuya eventual persistencia habrá de comprobarse a la luz de los datos de la campaña de primavera de 2000.
- No existe empeoramiento de la calidad del agua subterránea con la profundidad de las captaciones.
- Es aconsejable el seguimiento analítico periódico de los sondeos en que se han detectado concentraciones por encima de los límites establecidos.

6.2.- Variaciones de la composición química entre las campañas de muestreo de otoño de 1999 y primavera de 2000.

Para completar la caracterización de la situación actual de la calidad química en la zona de estudio se ha procedido al análisis de las variaciones de la configuración química de las aguas subterráneas en las dos últimas campañas de muestreo realizadas en otoño de 1999 y primavera de 2000.

En la campaña de otoño de 1999 se muestrearon 76 puntos (9 pertenecientes a la R.V.C del Tajo del ITGE, 12 pertenecientes al CYII y 55 puntos seleccionados en la zona). En la campaña de primavera del 2000 se muestrearon 80 puntos, de los cuales 9 pertenecen a la RVC, 15 al CYII y 56 a particulares. Debido a que algunos de los sondeos no han podido ser muestreados en ambas campañas por diferentes causas se cuenta con la información de 70 puntos (los 9 de la RVC, 10 del CYII y 51 del resto) para contrastar la variación de la composición química entre ambas campañas.

En este apartado se analizan por separado las variaciones de composición química en el conjunto de la zona y en los sondeos del CYII debido a su interés y al hecho de la utilización exclusiva de éstos para abastecimiento urbano.

6.2.1.- Las variaciones de composición en el conjunto de la zona

6.2.1.1.- Variación de concentración de iones mayoritarios

En el anexo 6.2 se incluye un resumen de los resultados analíticos de la campaña del 2000 y en el anexo de Inventario figuran las fichas de muestreo correspondiente a cada uno de los pozos seleccionados. En el cuadro 6.2.1 se presenta un resumen de las variaciones de concentración observadas entre ambas campañas.

Cuadro 6.2.2
Frecuencia de variación de concentraciones
de elementos mayoritarios y conductividad

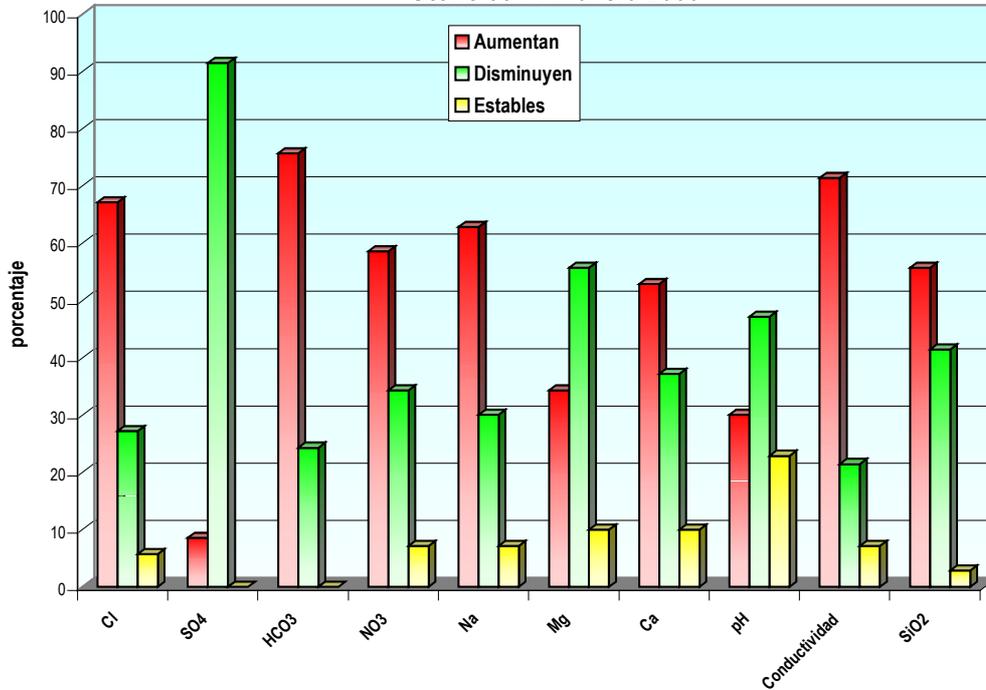
	Aumentan	%	Disminuyen	%	Estables	%
Cl	47	67,1	19	27,1	4	5,71
SO ₄	6	8,57	64	91,4	0	0
HCO ₃	53	75,7	17	24,3	0	0
NO ₃	41	58,6	24	34,3	5	7,14
Na	44	62,9	21	30	5	7,14
Mg	24	34,3	39	55,7	7	10
Ca	37	52,9	26	37,1	7	10
pH	21	30	33	47,1	16	22,9
Conductividad	50	71,4	15	21,4	5	7,14
SiO ₂	39	55,7	29	41,4	2	2,86

Cuadro 6.2.1
Variaciones de concentración 2000 - 1999 (mg/L)
 (Valor +: aumenta; valor -: disminuye)

Nombre	Hoja	Oc	Pun	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	Na	Mg	Ca	K	pH	Cond	NO ₂	NH ₄	PO ₄	SiO ₂	F	Fe	Mn	Cu	Zn	Cr	Cd	As	CN		
Aceitunas Barruz	1923	1	359	-184	-294	-219	0	-72	-112	-48	-156	-1	0,1	-1266			-0,16	-38,1		0,049			0	-0,007			-0,01		
Minorco Ibérica	1923	2	182	33	5	114	0	31	58	20	3	6	0,6	381						-0,006									
Jabones Pardo	1923	2	184	7	-4	115	0	44	15	4	56	0	-0,2	252		-2,6	-0,2	28,8		-0,389	-0,102		0,54					-1	
C.P.P.I Cordel de la Carrera	1923	1	358	-37	-84	-13	0	-5	12	-8	-37	1	0	-174						-0,046			-0,06	-0,5	-0,014				
Julio Martínez Cid y Cia S.L	1923	1	361	-2	-16	27	0	5	29	-3	-4	0	0,4	54						-0,049				-0,28	-0,001				
P.I.El Álamo (Pozo Comunitario)	1923	1	357	-12	-30	12	0	3	0	-4	0	0	0,2	15						0,4				-0,13	-0,005				
Pol.Ind Valdonaire (Pozo 1)	1923	1	362	0	-22	-1	0	15	41	-14	-9	0	0,3	62						2				-0,11	0,006				
P.I. Los Llanos (Pozo comunitario)	1923	1	363	-2	-26	28	0	8	6	1	0	0	0,2	74						-0,1			-0,05	-0,06					
P.I. Los Linares (Pozo Comunitario)	1923	1	364	6	-28	43	0	2	33	-2	-6	0	0	36						-0,2				-0,08					
Estructuras Bravo	1923	6	179	-6	-36	80	0	-3	1	1	3	1	0,2	22			0,16	-0,6	0	-0,021				-1,25			0,012		
Ay ^o Cubas (Pozo 1)	1823	8	63	-8	-25	57	0	3	-1	0	6	0	0,1	22						-0,7				-0,07					
Urb. Solo de Griñon	1923	5	275	14	-26	14	0	2	1	2	4	0	0,1	27						-0,8					-0,008				
Segasa S.A.	1923	5	271	12	-105	-15	0	3	14	-10	-14	-3	0,3	-14		-0,24				-1,6			0,11		-0,14			-0,015	
Ay ^o . Torrej Calzada. Pozo piscina nueva	1923	5	272	-28	-98	28	0	3	-8	-13	-11	-1	0	-116						1				0,053		0,06	0,007		
Arcoil S.L.	1823	4	201	10	-18	14	0	3	1	3	2	0	0,3	11			0,02	-0,7		-0,037					-0,08				
C.P.P.I. Nº1 Arroyomolinos	1823	4	202	4	-39	11	0	2	0	1	-1	1	0,5	28			0,08	0,5		-0,066				0,09					
Mostoles Industrial. Pozo principal	1823	4	204	7	-22	8	0	4	-4	-1	9	0	0,2	32						3,3				0,028					
Centro asturiano	1823	3	140	7	-7	3	0	1	3	0	-1	0	0	0						-1,1				-0,027					
Papelera del Centro	1823	3	125	9	-2	5	0	1	14	1	0	-0,5	0	9						0,2				-0,024				-0,002	
P.I. Los Calahorros (Pozo comunitario)	1923	1	375	6	-53	134	0	-1	-4	-1	5	1	0,1	27						-0,4				-0,035		-0,22			
Avicola Moraleja	1823	4	198	4	-13	9	0	4	-2	0	0	1	-0,4	14			0,06	0,7	0,58	-0,059				0					
Arroyomolinos (Pozo Pendón)	1823	4	205	3	23	28	4	2	20	2	1	1	0	133			0,01	-1,3	0,5	-0,034					-0,07			-0,004	
Ibergrasa S.A.	1923	5	281	9	-50	16	0	4	-1	-1	1	0	0,3	17			0,04	-0,1		-0,047					0,011				
Cromados García	1823	3	141	4	-36	13	0	1	-3	-2	6	0	0	28						-1		0,026		-0,02	-0,01				
Urbanización Montebates	1823	8	55	4	-38	7	0	1	-21	-1	5	-1	-0,2	8						0,9				-0,207					
U.Cotorredondo Pozo Avda Las Cumbres	1823	8	61	11	-24	28	-5	3	-8	-1	9	0	-0,4	52						2,8				0,352		0,05	0,016	-0,02	
U.Cotorredondo (Pozo Avd.Deportiva)	1823	7	86	5	-2	7	-3	2	9	-3	3	0	-0,2	9						0,1		0,047		0,015		-0,05		0,008	
Ay ^o El Álamo (Pozo Juan Grandes)	1823	7	65	6	-10	-12	0	7	-10	-1	15	0	-0,5	7			0	6,2		-0,023									
Ay ^o El Álamo. Pozo Prados	1823	8	60	7	-13	24	6	-11	32	-4	-5	0	0,9	72			-0,03	-10,6	0,58	-0,026					-0,09			-0,024	
Ay ^o Serranillos (Pozo nuevo)	1823	8	62	10	-67	36	0	-6	-5	-1	3	0	-0,3	4						-0,8				0,032		-0,08	0,005		
Isramar S.L.	1923	1	365	24	-57	20	0	0	29	-1	-10	2	0	64						0,1				0,021					
P.I.Los Gallegos	1923	2	183	6	-55	-10	0	1	7	-14	-7	1	-0,1	-13			0,06	2,6	0,5	-0,01					-0,14	0		0,003	
P.I. Well's (Pozo comunitario)	1923	1	366	7	-42	21	0	2	15	0	-10	0	-0,1	43						1,3				-0,001		-0,05			
Los Combos	1823	4	207	7	-26	-3	0	-1	-1	-1	4	0	-0,2	20						2,1				0,027		-0,13			
La Gaviota S.L.	1923	5	273	48	-39	-6	0	0	10	6	0	-0,3	184							1,3				0,028		-0,13			
H7MPSA	1923	5	279	10	-42	-13	0	-2	5	-1	-4	2	-0,1	21			0,03	0									-0,003	-0,017	
Ay ^o Sevilla (Camino del Atajillo)	1822	6	82	-1	-12	11	0	-3	5	-3	1	0	-0,5	0					0,04	-0,2				-0,041					
U.Los Manantiales	1822	7	83	-4	-14	6	0	-2	4	-2	-5	0	-0,5	-11			0,09	3,1		-0,051					-0,08				
U. Los Cortijos	1822	6	83	1	-9	9	0	0	-1	-2	0	0	-0,4	19						-34,6				-0,025		-0,07			
Ay ^o Villamanta	1823	1	105	3	-10	2	0	-1	11	-2	-7	0	0,1	0			0,09	-1,8										-0,014	
Pozo S.Sebastían (Griñon)	1823	8	9	4	-32	10	0	1	1	1	5	0	-0,4	29						0,8		0,079							
Pozo La Ermita (Griñon)	1923	5	245	7	-52	16	0	-6	-2	-2	-4	0	-0,4	13			-0,11	0,2		0,012		-0,044			-0,03				
U.Los Olivos. (Bates)	1823	8	51	4	-19	14	0	-1	5	-1	0	0	0	30						-0,5				0,276		0,06			
U.Las Colinas Pozo1	1823	4	192	7	-14	-1	0	1	0	-1	3	1	0,1	27			0,08	1,9		-0,068					-0,09				
U.Valdeheriendas	1823	8	48	3	-32	7	0	-1	-2	2	0	0	-0,1	21						0				-0,076		-0,06			
VALDISA	1822	5	30	-55	-6	-85	2	-27	20	-6	-86	0	0,8	-345			0,1	-20,4	-0,5						-0,07			-0,002	
Urb. La Sierra (Pozo1)	1823	8	53	5	-7	-4	0	3	-4	2	15	0	-0,1	35						0,5					-0,011		0,03		
Restaurante El Saliente	1822	6	84	-13	-6	18	0	3	-20	1	12	0	0	-42			0,06	3,8		-0,027					-0,07				
Club hipico. Vivero Molino	1823	1	108	-7	-5	68	0	-7	32	0	-23	0	0,7	-18			0,13	-16,8		-0,028					-0,07				
Viveros de Navalcarnero	1823	2	158	-3	-1	54	0	2	3	-1	13	0	0	17						0,9				-0,023					
CASBEGA	1923	1	325	0	-9	26	0	1	-6	1	10	0	0	38						0,9				-0,026					
B-5	1823	3	136	9	5	2	2	-1	18	-1	1	0	-0,2	38	0,06		-0,09	-0,3		-0,032						-0,07			-0,015
B-2A	1823	7	82	-2	-7	-27	-2	-10	36	-13	-28	0	-0,2	-95	0,05		-0,31	-15,3		0,021								0,011	
B-1	1823	7	81	209	414	59	-3	-1	300	12	38	3	-0,6	1371			-0,1	0,2	0,86	0,085						0,012			-0,07
VP-1	1822	6	80	-12	-3	7	0	-5	-6	1	-3	0	-0,1	-61			-0,08	-2,6		-0,067	-0,157								
Las Nieves	1822	8																											

En el cuadro 6.2.2 y en la figura 6.2.1. se presentan las frecuencias de variación (aumentos y disminuciones) de las concentraciones de los elementos mayoritarios y la conductividad en los 70 puntos muestreados en ambas campañas.

Figura 6.2.1
Frecuencia de variación de concentraciones de elementos mayoritarios
Otoño 99-Primavera 2000



En ellos puede observarse que la situación más frecuentes corresponde a la existencia de variaciones en la composición química del agua subterránea en la zona de estudio.

Los elementos cuya concentración aumenta en más del 60 % de los puntos son los cloruros, los bicarbonatos, el sodio así como la conductividad. Por otra parte, los sulfatos, el magnesio, el pH y el residuo seco son los que disminuyen en un mayor porcentaje de captaciones. La situación de estabilidad se produce, excepto en el caso del pH, en menos del 10% de las ocasiones.

Cuadro 6.2.3
Aumentos y disminuciones de concentraciones de elementos mayoritarios y conductividad
entre las campañas de 1999 y 2000. (70 puntos muestreados en ambas campañas)

	Aumento						Disminuyen						Estables	
	n	max (mg/l)	min (mg/l)	media	ds	%	n	max (mg/l)	min (mg/l)	media	ds	%	n	%
Cl	47	209	1	13,6	29,9	67,1	19	222	1	31,9	60,6	27,1	4	5,71
SO ₄	6	414	3	76,0	151,3	8,57	64	294	1	31,0	40,0	91,4	0	0
HCO ₃	53	134	2	30,8	30,2	75,7	17	219	1	37,8	54,9	24,3	0	0
NO ₃	41	44	1	5,2	8,1	58,6	24	72	1	7,7	14,5	34,3	5	7,14
Na	44	300	1	20,6	44,5	62,9	21	160	1	19,1	39,2	30	5	7,14
Mg	24	20	1	3,4	4,4	34,3	39	45	1	4,7	7,6	55,7	7	10
Ca	37	56	1	9,2	10,7	52,9	26	156	1	18,8	32,5	37,1	7	10
pH	21	0,9	0,1	0,3	0,2	30	33	0,6	0,1	0,3	0,2	47,1	16	22,9
Cond μS/cm	50	1371	4	73,9	196,3	71,4	15	1266	3	196,7	340,3	21,4	5	7,14
SiO ₂	39	28,8	0,1	2,5	4,7	55,7	29	38,1	0,1	6,2	10,9	41,4	2	2,86

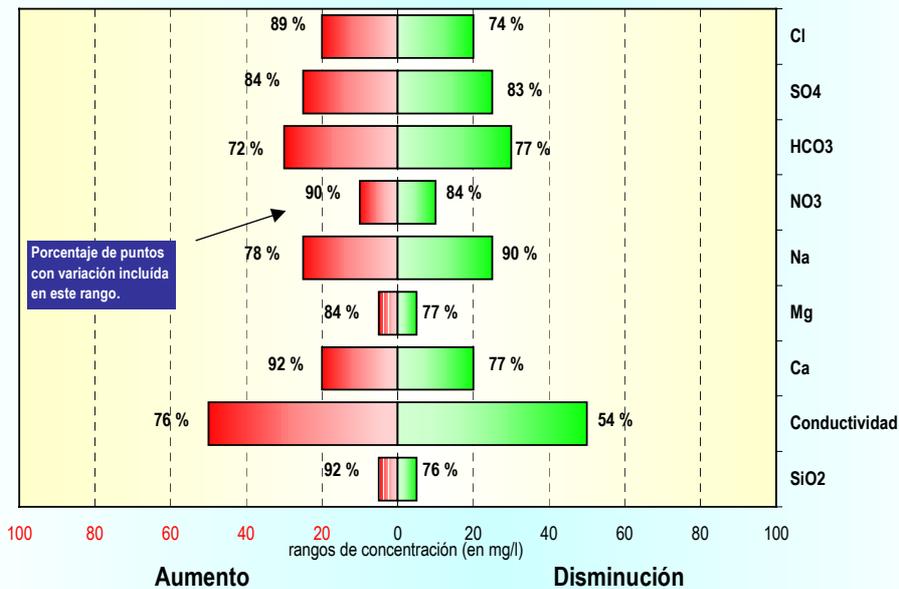
En el cuadro 6.2.3 se representan, para cada elemento, las variaciones máximas y mínimas tanto en los casos en los que se ha producido aumento como disminución de las concentraciones entre ambas campañas. Se pone de manifiesto que aunque algunas variaciones máximas de aumento o disminución en algunos elementos sean altas, las medias generalmente presentan valores de pocas decenas de mg/L en ambos casos.

Cuadro 6.2.4
Rangos más frecuentes de variación de concentraciones de elementos mayoritarios y conductividad

	Aumento		Disminución	
	Rango (mg/L)	%	Rango (mg/L)	%
Cl	0-20	89	0-20	74
SO ₄	0-25	84	0-50	83
HCO ₃	0-30	72	0-30	77
NO ₃	0-10	90	0-10	84
Na	0-25	78	0-25	90
Mg	0-5	84	0-5	77
Ca	0-20	92	0-20	77
pH	0-0,5	76	0-0,5	90
Conductividad	0-50	76	0-50	54
SiO ₂	0-5	92	0-5	76

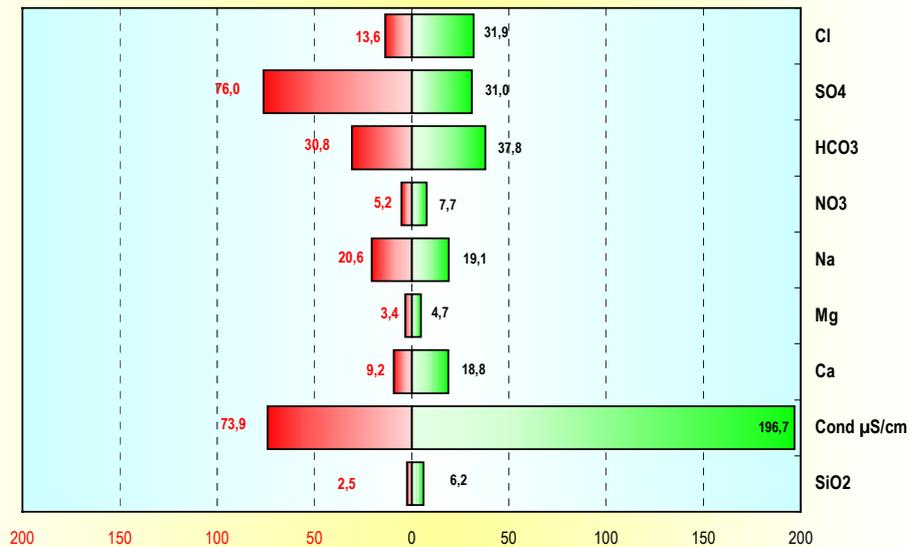
En el cuadro 6.2.4 y en la figura 6.2.2. se relacionan, para cada elemento, los rangos más comunes de variación entre las dos campañas.

Figura 6.2.2
Rangos de variación más frecuentes para elementos mayoritarios
Campaña 2000 - 1999



Los rangos en los que se mueven las variaciones de concentración, tanto en un sentido como en otro, son muy estrechos lo que viene a corroborar, salvo casos puntuales, la estabilidad de la composición química del agua subterránea en el acuífero. Los rangos de aumento y disminución más frecuentes son los de 0-20 o a 30 mg/L, con frecuencias entre el 75 y el 90 % de las ocasiones. Destaca la escasa variación entre las concentraciones de NO₃ entre las dos campañas, con un rango de variación de 0 a 10 mg/L en el 90 % de las captaciones. Del mismo modo casi el 80 % de los puntos en los que ha aumentado o disminuido la conductividad lo ha hecho en un rango de 0 a 50 μS/cm.

Figura 6.2.3
Aumentos y disminuciones medias para elementos mayoritarios
Campaña 2000 - 1999



En la figura 6.2.3 se presentan los valores de aumento y disminución media de concentración de elementos mayoritarios. Destaca el aumento del valor medio de los sulfatos, condicionado por el incremento experimentado en el sondeo B-1, así como la disminución media de conductividad, condicionada por la disminución de la misma en los sondeos de Aceitunas Barruz y la granja El Álamo. En el primero se produce un aumento de 414 mg/L de SO₄ junto con un aumento paralelo de Cl de 209 mg/L, con el consiguiente incremento de conductividad. Esta circunstancia podría estar ligada a las circunstancias del muestreo. Por razones operativas el tiempo de bombeo previo a la toma de muestra en dicho sondeo hubo de reducirse a 30 minutos por lo que es probable que dicha muestra sea sólo representativa de aguas profundas; no debe olvidarse que dicho sondeo tiene 400 m de profundidad y que se ubica en un área de descarga con flujo ascendente. Un dato que parece corroborar este hecho es el que la conductividad en dicho sondeo tras una explotación de varios días oscilaba entre 628 (10 de mayo de 2000) y 739 μS/cm (23 de junio de 2000), según comunicación verbal del C.Y.II. No se posee la misma información en relación con los otros dos sondeos que pueda explicar las disminuciones observadas.

Excluidos los mencionados sondeos, las variaciones medias son las que figuran en el cuadro 6.2.5 y en la figura 6.2 4 en los que puede observarse la tónica general de variaciones

medias de concentraciones y conductividad en el acuífero, entre 15 y 30 mg/L, más acordes con la situación expresada en la figura 6.2.2.

Figura 6.2.4
Variaciones medias de concentración de elementos mayoritarios
Campaña 2000 - 1999 (sin Batres-1 ni Aceitunas Barruz ni El Alamo R.V.C.)



Cuadro 6.2.5

Variaciones medias de concentración de elementos mayoritarios (en mg/L) y conductividad
entre las campañas de 1999 y 2000.

(Datos de 67 puntos muestreados en ambas campañas sin el BATRES-1 ni Aceitunas Barruz ni El Alamo R.V.C)

	Aumento						Disminuyen						Estables	
	n	max (mg/L)	min (mg/L)	media	ds	%	n	max (mg/L)	min (mg/L)	media	ds	%	n	%
Cl	46	48	1	9,3	8,1	65,7	17	55	1	11,7	14,3	24,3	4	5,71
SO ₄	5	33	3	15,4	11,5	7,14	62	105	1	27,1	22,5	88,6	0	0
HCO ₃	52	134	2	30,2	30,5	74,3	15	100	1	22,3	28,7	21,4	0	0
NO ₃	41	44	1	5,2	8,1	58,6	22	27	1	5,0	5,6	31,4	5	7,14
Na	43	58	1	14,1	13,1	61,4	19	23	1	6,8	6,7	27,1	5	7,14
Mg	23	20	1	3,0	4,2	32,9	37	14	1	3,7	4,0	52,9	7	10
Ca	36	56	1	8,3	9,8	51,4	24	86	1	13,0	18,0	34,3	7	10
pH	20	0,9	0,1	0,3	0,2	28,6	31	0,5	0,1	0,3	0,1	44,3	16	22,9
Cond μS/cm	49	381	4	47,4	66,0	70	13	345	3	73,0	92,9	18,6	5	7,14
SiO ₂	37	28,8	0,1	2,6	4,7	52,9	28	34,6	0,1	5,0	9,1	40	2	2,86

En los planos 6.2.1 a 6.2.7 se presenta la distribución espacial de las variaciones de concentración de los diversos elementos entre las dos campañas.

Variación de la concentración de cloruros. Se observa un aumento generalizado de los cloruros entre las dos campañas entre 0 y 20 mg/L en la mayor parte de los puntos. No se han tenido en cuenta los valores de Aceitunas Barruz, El Alamo y Batres-1, ya mencionados, por presentar variaciones de unos 200 mg/L entre ambas campañas. Las disminuciones más acusadas corresponden a la zona oeste, próxima a la facies de transición, y a varios puntos del área industrial de Fuenlabrada.

Variación de la concentración de sulfatos. Excluido el sondeo B-1, las concentraciones de sulfato únicamente han aumentado en 5 puntos en 4 de los cuales este aumento es de menos de 5 mg/L. La disminución de los sulfatos ha sido generalizada en la zona, con variaciones predominantes de varias decenas de mg/L. En la zona sudeste y coincidiendo con la proximidad de la facies de transición, se producen las disminuciones más importantes: sondeos de Segasa y Ayto. de Torrejón de la Calzada con disminuciones de 105 y 98 mg/L, respecto a las obtenidas en la campaña de 1999.

Variación de la concentración de bicarbonatos. Se observa el predominio generalizado de aumento de la concentración de bicarbonatos en la mayor parte de la zona con presencia dispersa de puntos en los que dicha concentración ha disminuido. Las zonas singulares de disminución de concentraciones, excluido el sondeo de Aceitunas Barruz ya aludido, vienen condicionadas por las disminuciones de concentración observadas en los sondeos de Valdisa (-85 mg/L), El Álamo (-88 mg/L) y Tradair (-100 mg/L) con profundidades respectivas de 60, 13 y 79 m.

Variación de la concentración de sodio. En la zona correspondiente a Móstoles y Fuenlabrada se ha detectado en varios puntos aumentos de concentración entre 30 y 40 mg/L. En la zona del río Guadarrama, área de ubicación de los sondeos del campo de Batres, se han observado, igualmente, aumentos de concentración del orden de 20 a 30 mg/L. En el resto de la zona aparecen áreas dispersas en las que la concentración de sodio ha disminuido de 0 a 10 mg/L.

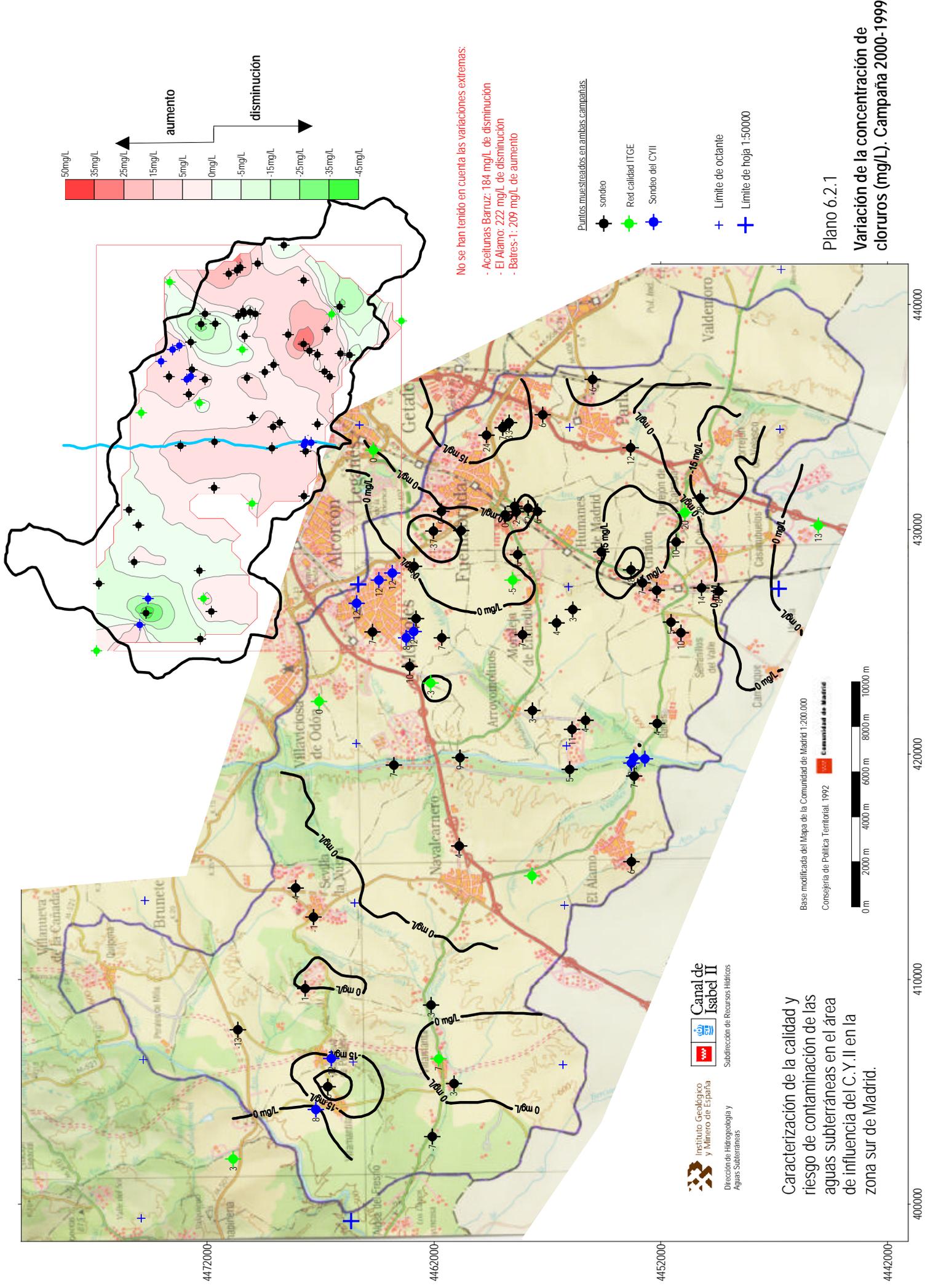
Variación de la concentración de magnesio. Tanto los aumentos como las disminuciones de la concentración de magnesio, dispersas por toda la zona, no sobrepasan en la mayor parte de las ocasiones la decena de mg/L. Las disminuciones más acusadas se localizan a lo largo de la carretera de Toledo, entre Parla y Torrejón de la Calzada.

Variación de la concentración de calcio. Existe un aumento generalizado de concentraciones en la zona central del área de estudio, generalmente del orden de unos 10 mg/L, y una disminución en las zonas oriental y occidental con variaciones del orden de 10 - 20 mg/L.

Variación de la concentración de sílice. Los aumentos de concentración observados, distribuidos en la mitad oriental de la margen derecha del río Guadarrama y en buena parte de la margen izquierda, no sobrepasan por lo general los 5 mg/L. Las disminuciones más acusadas se producen en el corredor Villamanta - Brunete, con un máximo de 35 mg/L en el sondeo de la urbanización Los Cortijos y en la zona de Torrejón de la Calzada, sondeo La Plata, con una disminución de 29 mg/L.

Como resumen de la situación observada en relación con las variaciones de concentración de los elementos mayoritarios y su distribución espacial conviene poner de relieve que las citadas variaciones, tanto en el sentido de aumento o disminución, se localizan de forma dispersa sin una relación sistemática con áreas determinadas, un rango de profundidades, una situación hidrogeológica o un periodo o ritmo de explotación concreto, similar en muchas de las captaciones.

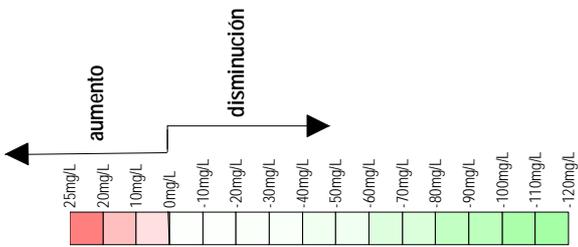
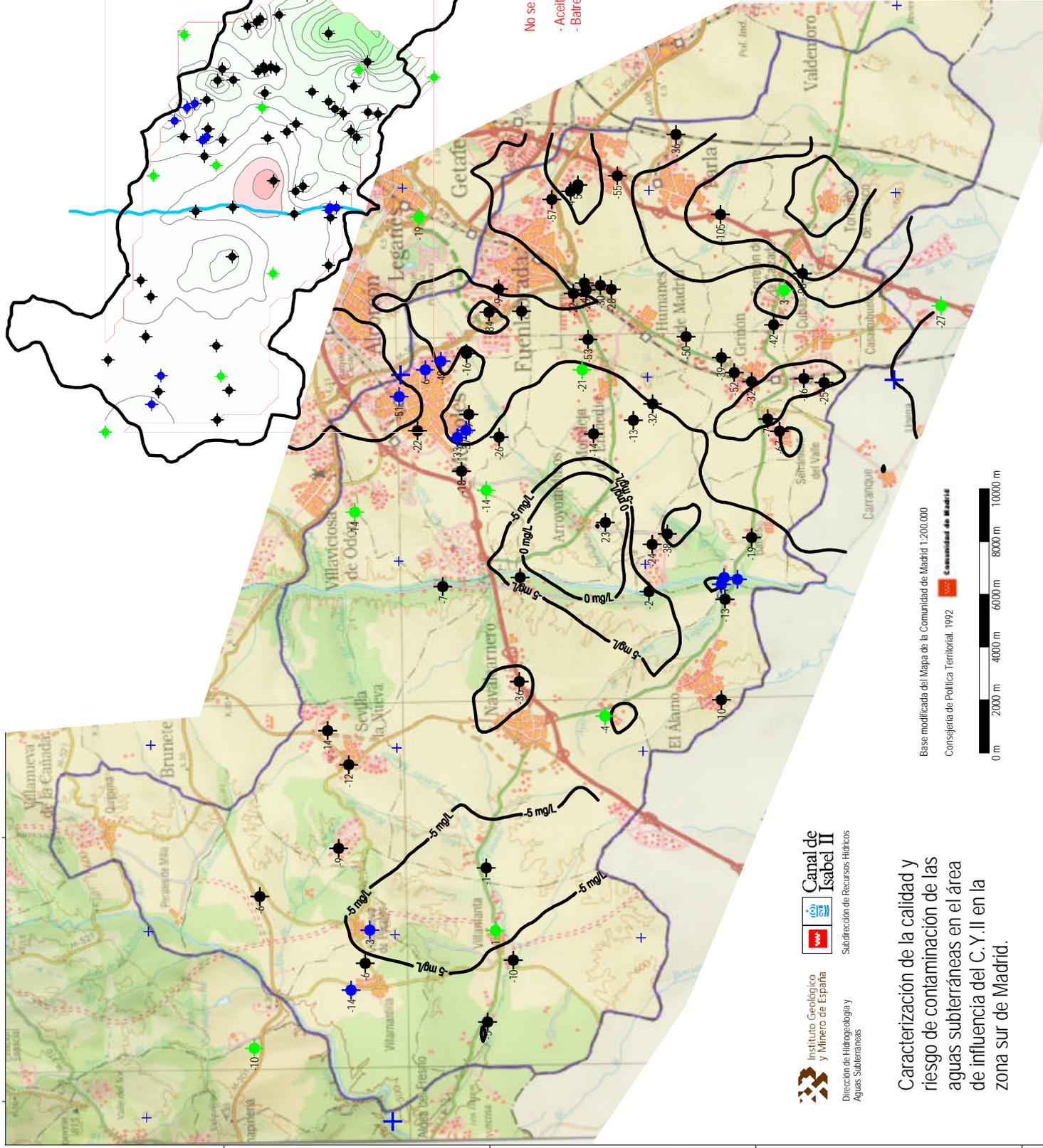
Se observa que en sondeos relativamente próximos, con similares características de profundidad, uso y grado de explotación, se producen aumentos importantes en las



Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en el área de influencia del C.Y.II en la zona sur de Madrid.

Plano 6.2.1

Variación de la concentración de cloruros (mg/L). Campaña 2000-1999



No se han tenido en cuenta las variaciones extremas:
 - Acetunas Barruz: 294 mg/L de disminución
 - Baires-1: 414 mg/L de aumento

- Puntos muestreados en ambas campañas:
- sondeo
 - ◆ Red calidad ITGE
 - ◆ Sondeo del CYII
 - + Limite de octante
 - + Limite de hoja 1:50000

Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en el área de influencia del C.Y.II en la zona sur de Madrid.

Instituto Geológico y Minero de España
 Dirección de Hidrogeología y Aguas Subterráneas

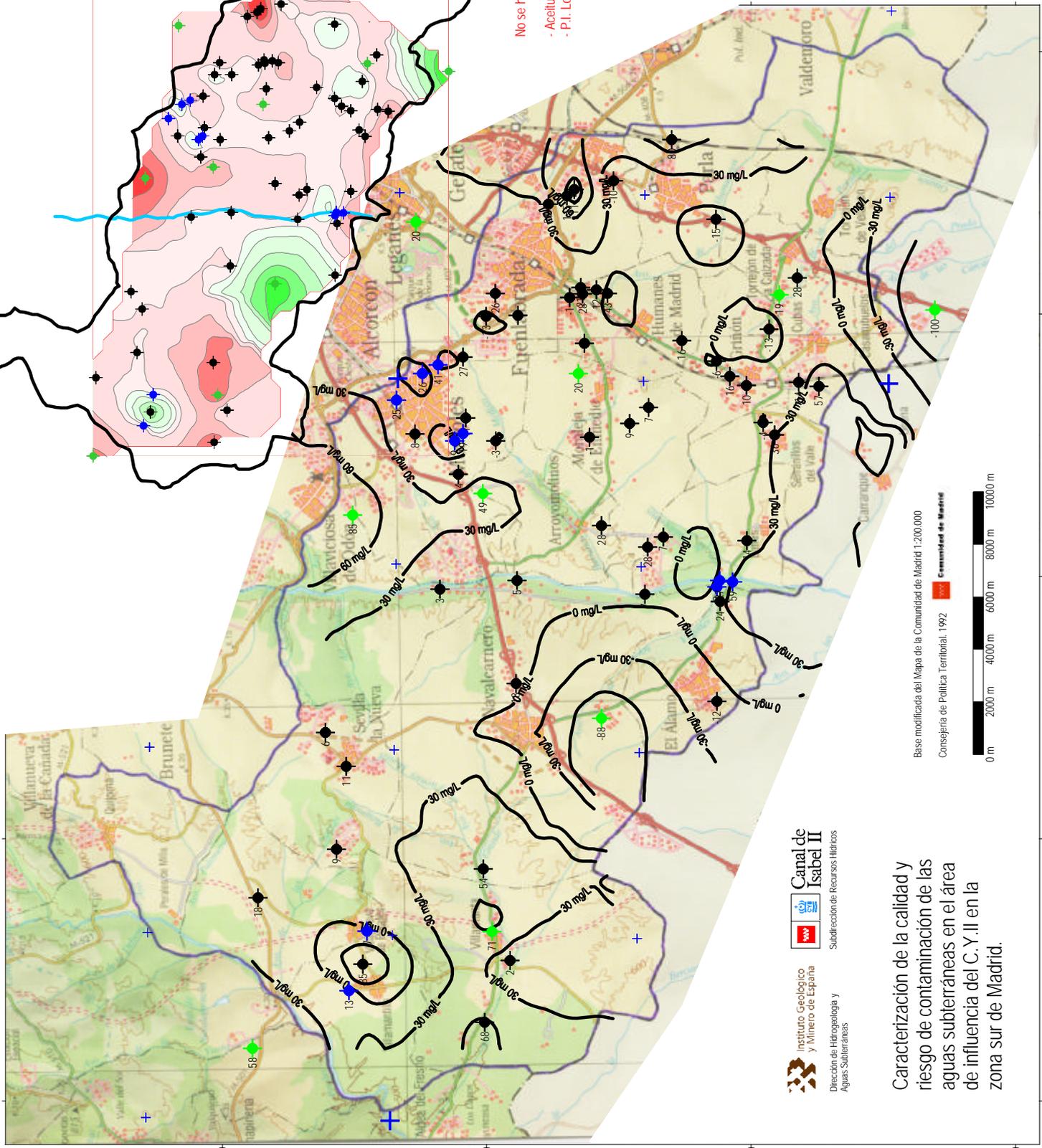
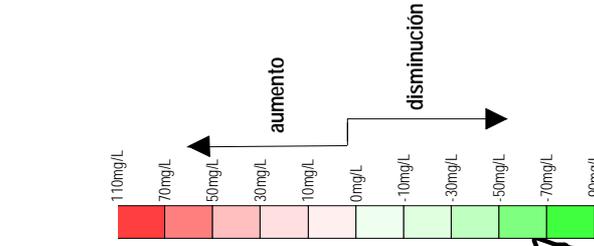
Canal de Isabel II
 Subdirección de Recursos Hídricos

Base modificada del Mapa de la Comunidad de Madrid 1:200.000
 Consejería de Política Territorial. 1992

Plano 6.2.2
 Variación de la concentración de sulfatos (mg/L). Campaña 2000-1999

4472000 4462000 4452000 4442000

40000 410000 420000 430000 440000



No se han tenido en cuenta las variaciones extremas:
 - Acetunas Barruz: 219 mg/L de disminución
 - P.I. Los Calahorros: 134 mg/L de disminución

- Puntos muestreados en ambas campañas
- sondeo
 - Red calidad ITGE
 - Sondeo del CVII
- + Límite de octante
 + Límite de hoja 1:50000

Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en el área de influencia del C.Y.II en la zona sur de Madrid.

Instituto Geológico y Minero de España
 Dirección de Hidrogeología y Aguas Subterráneas

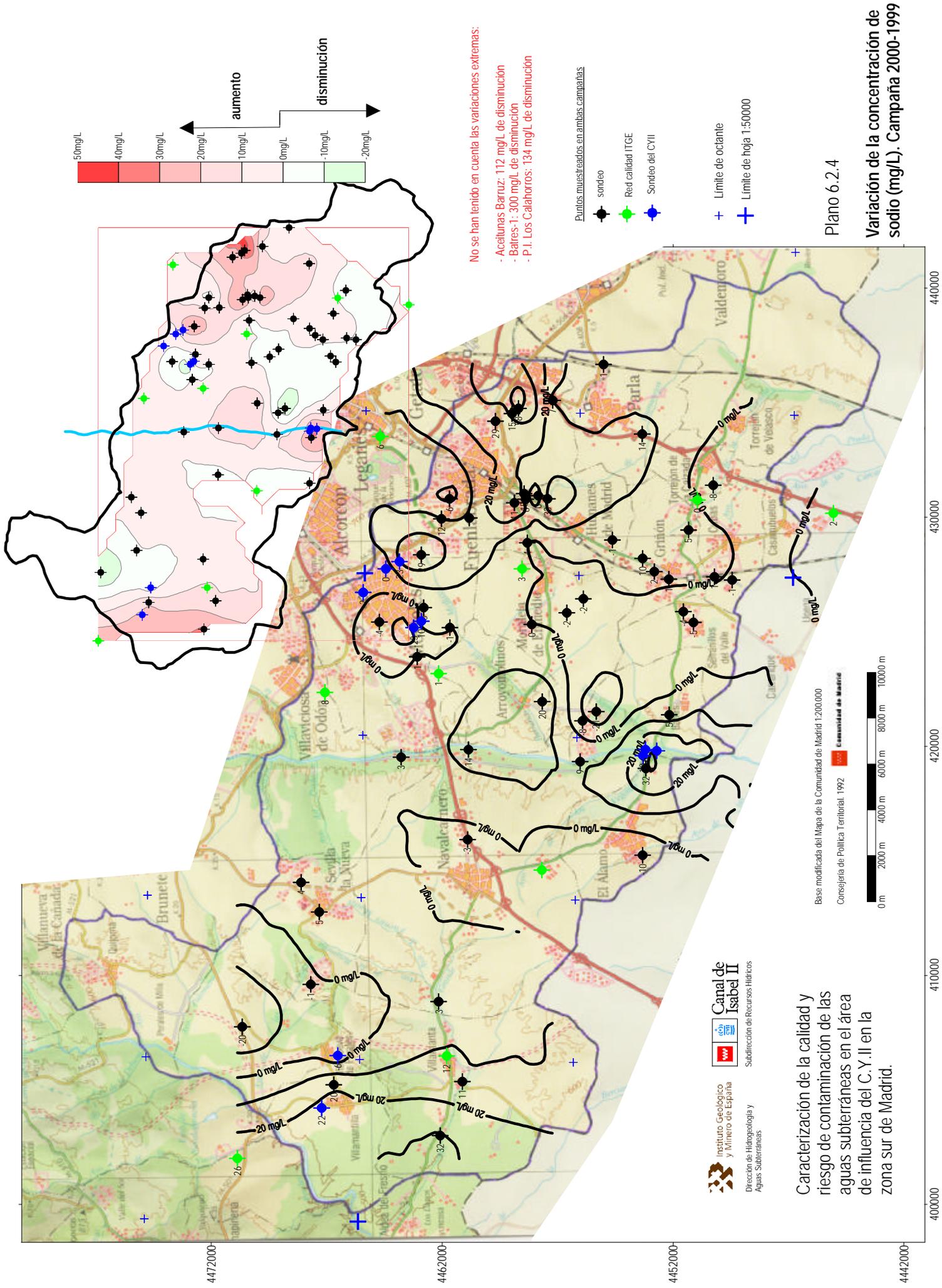
Canal de Isabel II
 Subdirección de Recursos Hídricos

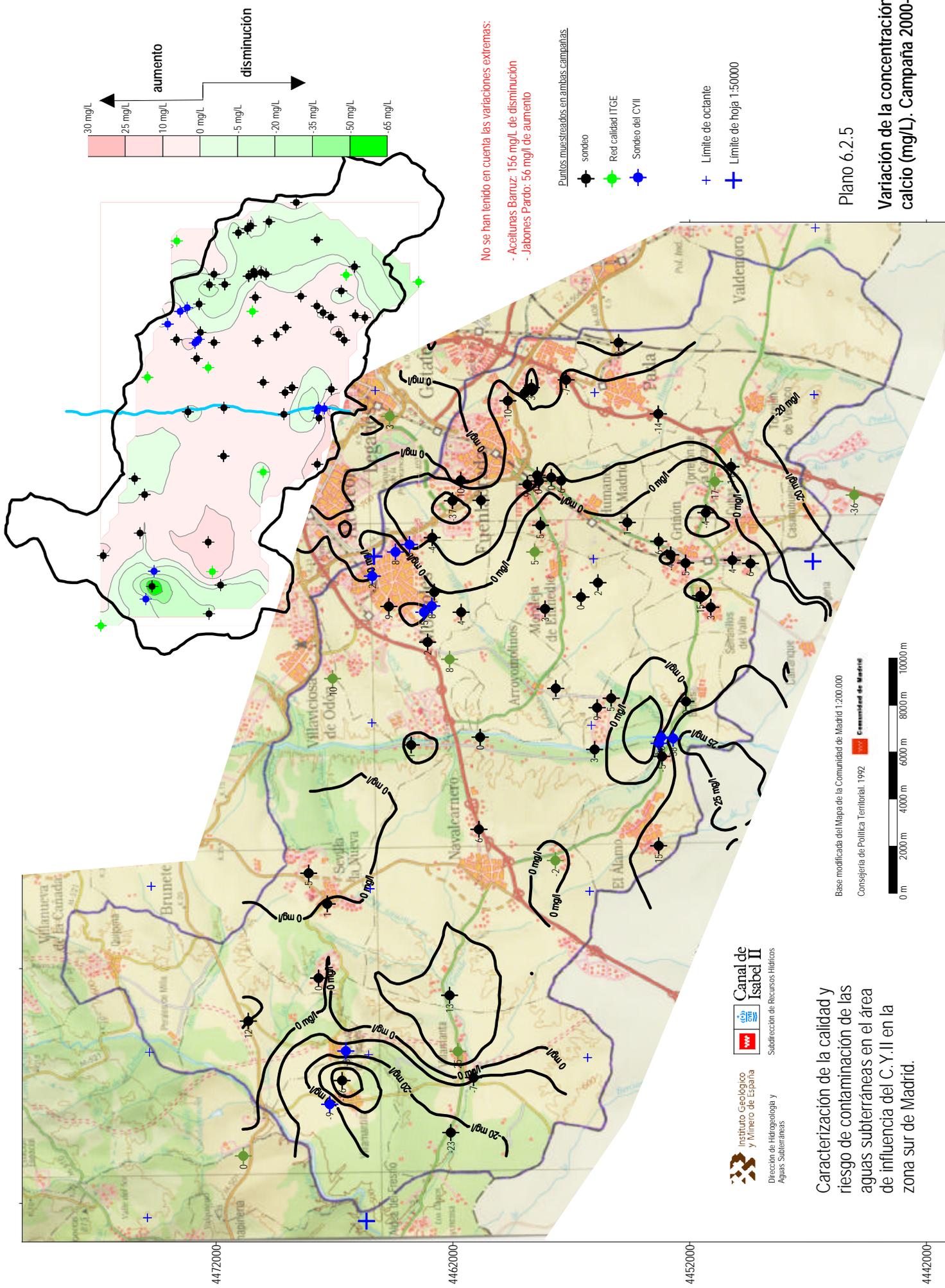
Base modificada del Mapa de la Comunidad de Madrid 1:200.000
 Consejería de Política Territorial, 1992

Plano 6.2.3
 Variación de la concentración de bicarbonatos (mg/L). Campaña 2000-1999

4472000 4462000 4452000 4442000

40000 410000 420000 430000 440000





Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en el área de influencia del C.Y.II en la zona sur de Madrid.

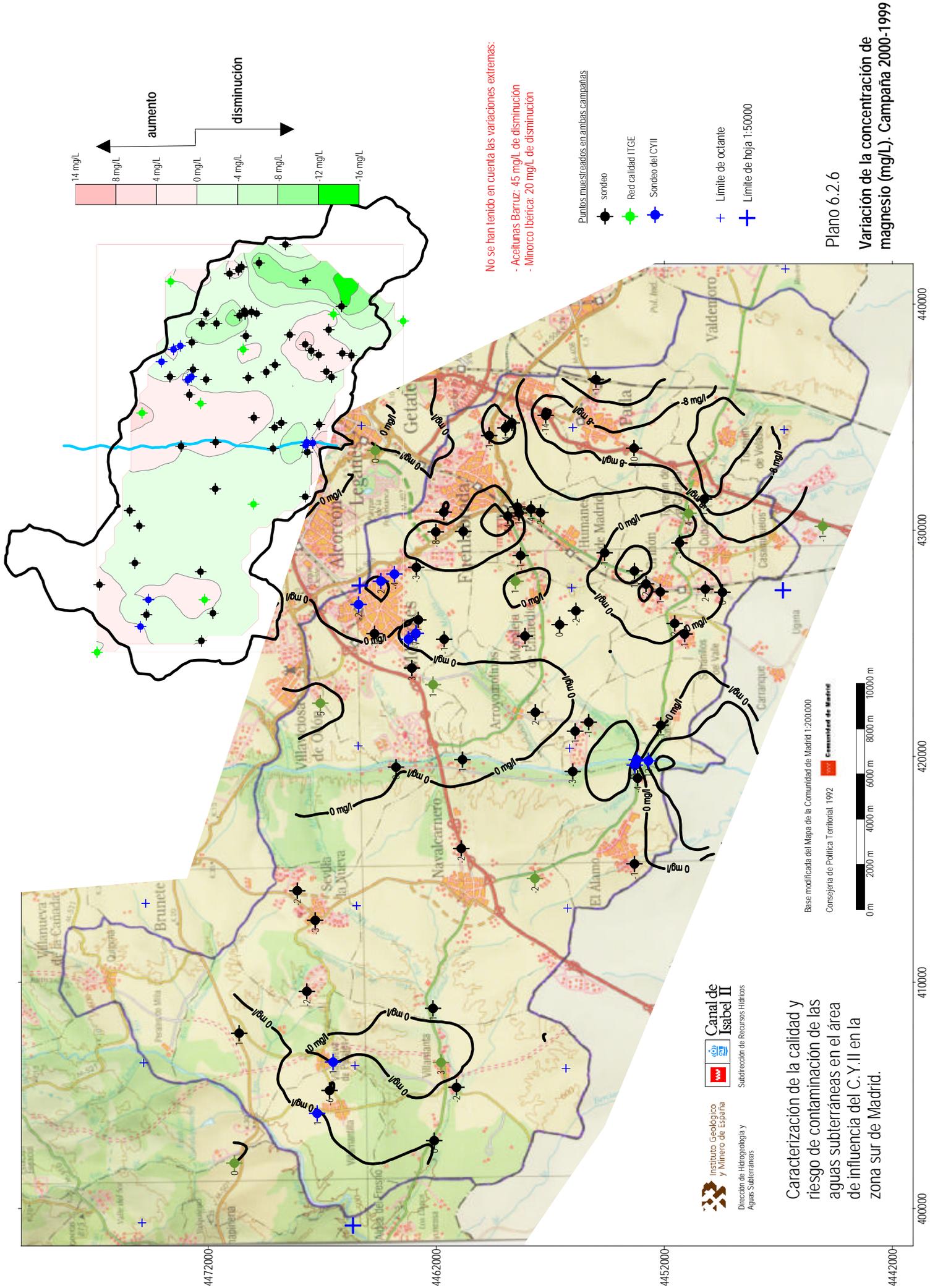
Instituto Geológico y Minero de España
 Dirección de Hidrogeología y Aguas Subterráneas

Canal de Isabel II
 Subdirección de Recursos Hídricos

Base modificada del Mapa de la Comunidad de Madrid 1:200.000
 Consejería de Política Territorial, 1992
 Comunidad de Madrid

Plano 6.2.5

Variación de la concentración de calcio (mg/L). Campaña 2000-1999



No se han tenido en cuenta las variaciones extremas:
 - Acetunas Barruz: 45 mg/L de disminución
 - Minorco Ibérica: 20 mg/L de disminución

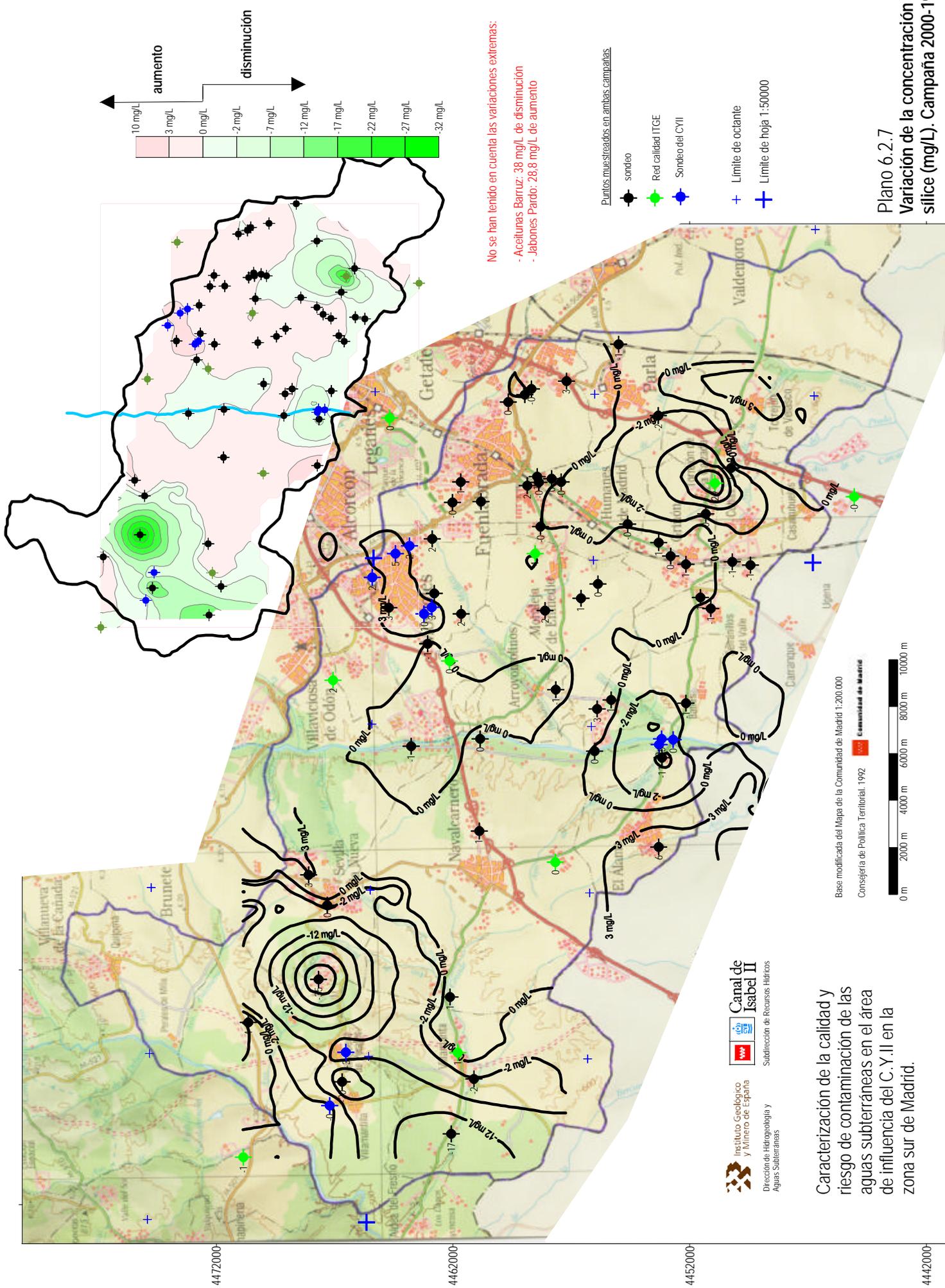
Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en el área de influencia del C.Y.II en la zona sur de Madrid.

Instituto Geológico y Minero de España
 Dirección de Hidrogeología y Aguas Subterráneas

Canal de Isabel II
 Subdirección de Recursos Hídricos

Plano 6.2.6

Variación de la concentración de magnesio (mg/L). Campaña 2000-1999



Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en el área de influencia del C.Y.II en la zona sur de Madrid.

Instituto Geológico y Minero de España
 Dirección de Hidrogeología y Aguas Subterráneas

Canal de Isabel II
 Subdirección de Recursos Hídricos

Base modificada del Mapa de la Comunidad de Madrid 1:200.000
 Consejería de Política Territorial, 1992

Comunidad de Madrid

0 m 2000 m 4000 m 6000 m 8000 m 10000 m

No se han tenido en cuenta las variaciones extremas:
 - Aceitunas Barruz: 38 mg/L de disminución
 - Jabones Pardo: 28,8 mg/L de aumento

Plano 6.2.7
 Variación de la concentración de sílice (mg/L). Campaña 2000-1999

4472000 4462000 4452000 4442000 440000 420000 400000 430000 440000

concentraciones de algunos elementos, mientras en otros se detectan disminuciones de estos mismos constituyentes.

Como en estudios anteriores, se detectan diferencias en las pautas de variación de algunos elementos en relación con otros con los que normalmente deberían de estar relacionados. Tal es el caso, por ejemplo, entre cloruros y sulfatos. Mientras en la casi totalidad de los puntos se ha detectado un aumento de la concentración en cloruros, se produce una disminución en la de sulfatos

Estas divergencias de comportamiento se detectan entre pares de iones cuyas pautas de variación esperables deberían ser paralelas. Mientras en unos sondeos las variaciones en uno u otro sentido (aumento - disminución) se producen simultáneamente, en otros el aumento de concentración de un constituyente va acompañado de la disminución del otro o viceversa.

Por citar algunos ejemplos, esta situación se produce entre bicarbonatos y calcio, con aumento de los primeros y disminución de los segundos en los sondeos de Isramar, S.L. y Club Hípico. Ejemplos de la situación contraria pueden ser los sondeos de Pozo Juan Grandes, del Ayuntamiento del Álamo y el de Covimar, del C.Y.II.

Similar circunstancia se detecta en relación con los cloruros y el sodio. Disminuciones de cloruros van acompañadas de aumento de sodio en los sondeos del Polígono industrial Cordel de la Carrera y Valdisa mientras la situación contraria se presenta en sondeos como los de la Urbanización Montebatres o Antusana IV.

Estas divergencias podrían ser explicadas, a nivel general, por efectos singulares ligados al entorno próximo de los sondeos, su régimen de explotación, sus características constructivas, posibles efectos de contaminación a escala local y, con mayor probabilidad, por la actuación simultánea y concurrente de procesos de modificación del quimismo durante la circulación del agua tanto a escala regional como local.

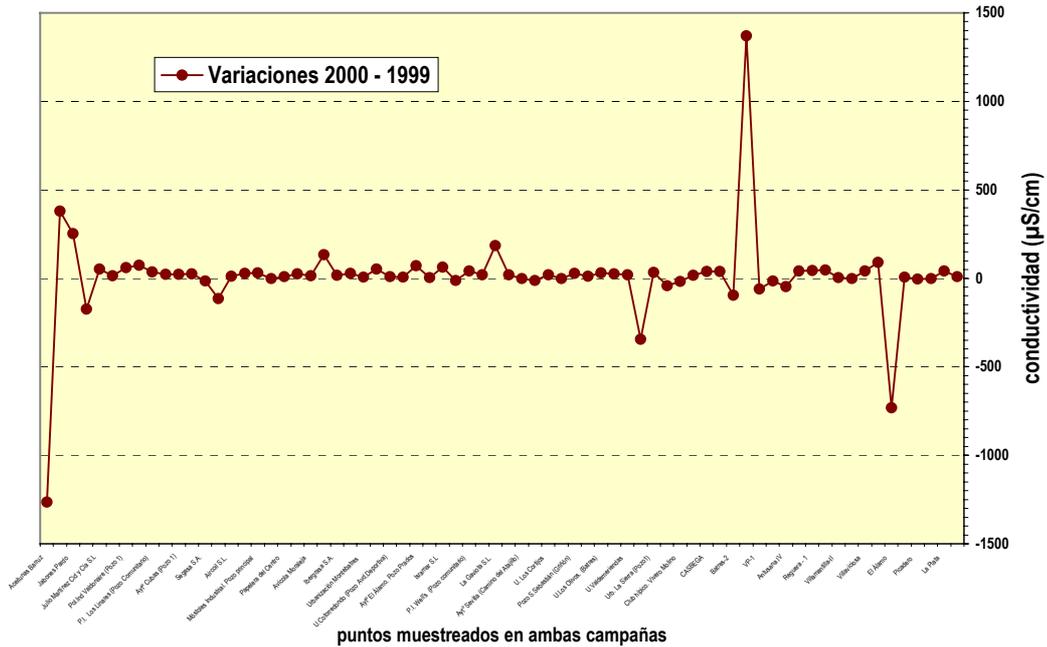
Seguidamente se comentan las variaciones de conductividad, como parámetro indicador de la configuración química, y las de concentración de nitratos como índice de eventuales procesos de contaminación.

6.2.1.2.- Variaciones de conductividad

Los datos de variación de conductividad entre las dos campañas figuran en los cuadros 6.2.1 y 6.2.2, resumen del anterior. Se han detectado aumentos de conductividad en 50 puntos que representan el 71 % del total de los muestreados en ambas campañas. El aumento máximo corresponde al sondeo Batres-1 con una diferencia de más de 1300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ entre ambas campañas. El aumento mínimo, de 4 $\mu\text{S}/\text{cm}$, corresponde a los sondeos del Ayuntamiento de Serranillos y al de Villamantilla-II, del C.Y.II. El valor medio de aumento de conductividad, excluido el sondeo B-1, se sitúa en 47 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Disminución de conductividad se ha detectado en 15 puntos que representan el 21 % de los muestreados. Las máximas disminuciones de conductividad, 1266 y 670 $\mu\text{S}/\text{cm}$, corresponden al sondeo de Aceitunas Barruz y al de El Álamo respectivamente, con de 13 y 130 metros de profundidad. Excluidos estos sondeos, la disminución media ha sido de 113 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La conductividad se mantiene estable en apenas el 3 % de las ocasiones.

Figura 6.2.6
Valores de variación de conductividad ($\mu\text{S/cm}$)
entre las campañas 2000 y 1999



En la figura 6.2.5 se presentan los datos de conductividad en ambas campañas y en la 6.2.6 se reflejan las variaciones de la misma para cada uno de los sondeos muestreados. Excepción hecha de los sondeos mencionados anteriormente, los rangos de variación se mantienen por debajo de los 50 $\mu\text{S/cm}$ en torno al 70 % de las ocasiones.

Cuadro 6.2.6

Relación de puntos muestreados con variaciones de conductividad superiores a 50 $\mu\text{S/cm}$
 (70 puntos muestreados en ambas campañas)

Aumento

Nombre	Cond. ($\mu\text{S/cm}$) otoño 1999	Cond. ($\mu\text{S/cm}$) primavera 2000	diferencia	% diferencia sobre campaña 1999
Minorco Ibérica	1158	1539	381	32,9
Jabones Pardo	711	963	252	35,4
Julio Martínez Cid y Cía S.L.	531	585	54	10,2
Pol.Ind Valdonaire (Pozo 1)	776	838	62	8,0
P.I. Los Llanos (Pozo comunitario)	657	731	74	11,3
Arroyomolinos (Pozo Pendón)	308	441	133	43,2
U.Cotorredondo Pozo Avda Las Cumbres	403	455	52	12,9
Aytº El Álamo. Pozo Prados	380	452	72	18,9
Isramar S.L.	915	979	64	7,0
La Gaviota S.L.	1036	1220	184	17,8
Batres-1	328	1699	1371	418,0
Comatilla	395	485	90	22,8

Disminución

Nombre	Cond. ($\mu\text{S/cm}$) otoño 1999	Cond. ($\mu\text{S/cm}$) primavera 2000	diferencia	% diferencia sobre campaña 1999
Aceitunas Barruz	1439	173	-1266	-88,0
C.P.P.I Cordel de la Carrera	1000	826	-174	-17,4
Aytº.Torrej Calzada. Pozo piscina nueva	990	874	-116	-11,7
VALDISA	666	321	-345	-51,8
Batres-2	457	362	-95	-20,8
VP-1	485	424	-61	-12,6
El Álamo	962	231	-731	-76,0

En el cuadro 6.2.6 se incluye la relación de puntos en los que las variaciones de conductividad han sido superiores a 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

De los 70 puntos muestreados en las dos campañas se producen aumentos de conductividad de más de 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 12 de ellos. Los aumentos detectados oscilan entre los 1371 $\mu\text{S}/\text{cm}$ del sondeo Batres-1 y los 52 $\mu\text{S}/\text{cm}$ del pozo de la Avda. de Las Cumbres en la Urbanización Cotorredondo. El porcentaje de aumento sobre los valores obtenidos en la campaña de otoño de 1999 oscilan entre un 7% y un 418 %. El porcentaje medio de variación, excluido el valor extremo del Batres-1, es de un 20 %.

En 7 de los sondeos muestreados se han detectado disminuciones de conductividad superiores a 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Estos valores oscilan entre los 61 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el sondeo VP-1 y los 1266 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el sondeo de Aceitunas Barruz, en Fuenlabrada. Los porcentajes de disminución sobre los valores de la campaña de 1999 oscilan entre un 11 y un 88%. El porcentaje medio de disminución entre ambas campañas en estos 7 sondeos es de un 40 %.

Estos aumentos o disminuciones en la conductividad pueden correlacionarse con aumentos y disminuciones de la concentración de diversos elementos en más de una decena de unidades como se aprecia en el cuadro 6.2.7.

Cuadro 6.2.7. Iones relacionados con variaciones de conductividad de más de 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Punto muestreado	Aumento $\mu\text{S}/\text{cm}$	Relacionado con un aumento de:
Minorco Ibérica	381	Cl, HCO_3 , Na, Mg y NO_3
Jabones Pardo	252	HCO_3 , Na y NO_3
Julio Martínez Cid & Cía	54	HCO_3 y Na
P.I. Valdonaires. Pozo 1	62	NO_3 y Na
P.I Los Llanos	74	HCO_3
Ayto. Arroyomolinos. Pozo Pendón	133	SO_4 , HCO_3 y Na
U. Cotorredondo. Pozo Cumbres	52	Cl y HCO_3
Ayto. El Alamo. Pozo Prados	72	HCO_3 y Na
Isramar S.L.	64	Cl, HCO_3 y Na
La gaviota S.L	184	Cl
Batres-1	1371	Cl, SO_4 , HCO_3 , Na y Ca
Finca Cornatilla (RVC)	90	HCO_3 , NO_3 y Ca

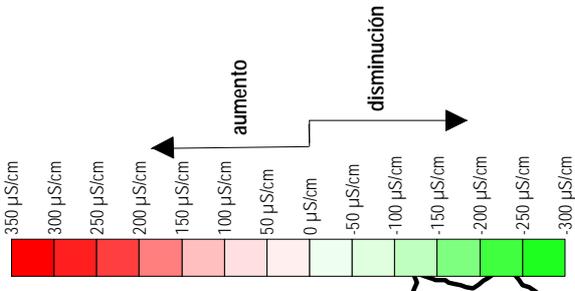
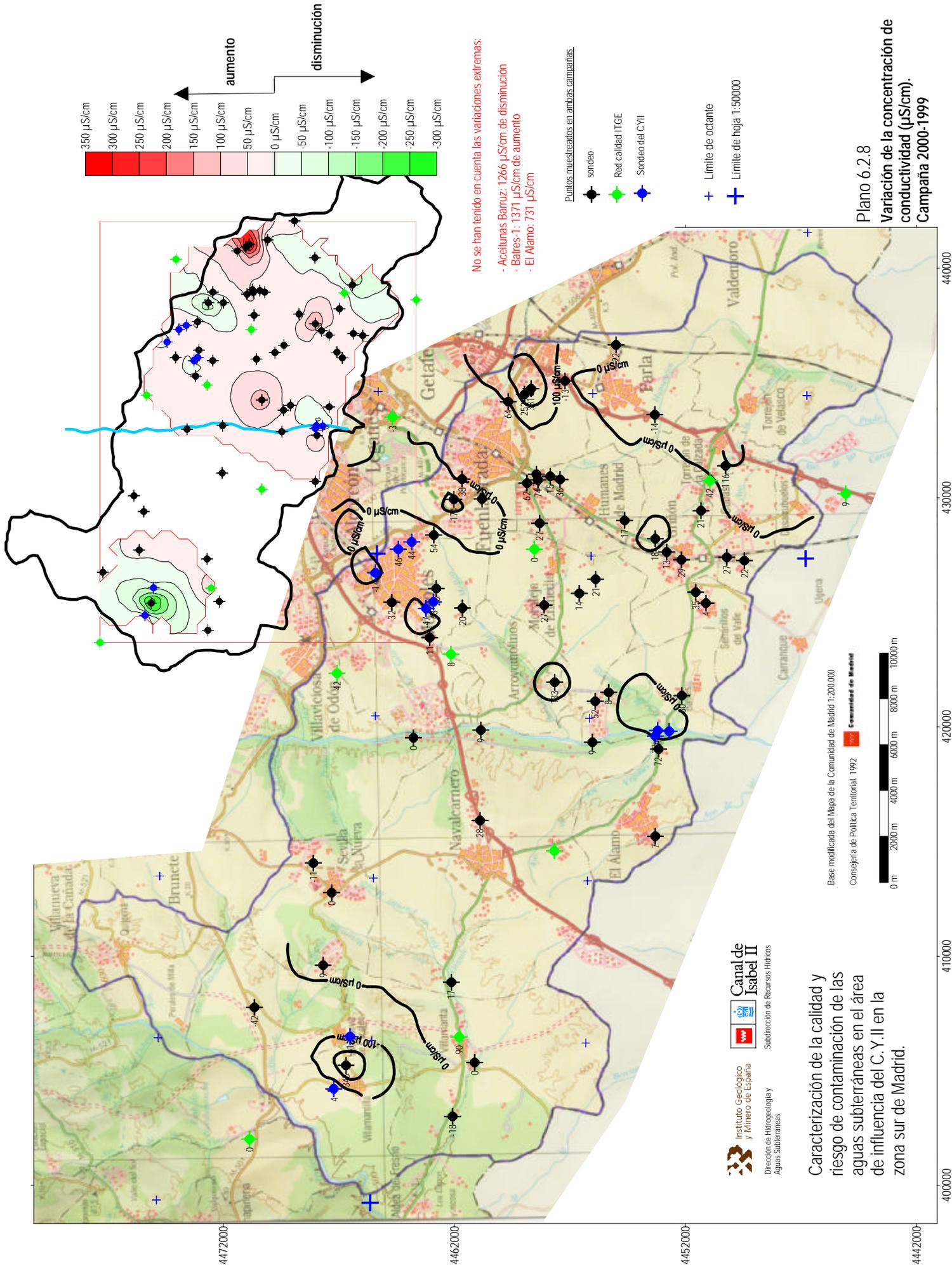
Punto muestreado	Disminución $\mu\text{S}/\text{cm}$	Relacionado con una disminución de:
Aceitunas Barruz	1266	Cl, SO_4 , HCO_3 , Na, Mg, Ca y NO_3
C.P.P.I. Cordel de la Carrera	174	Cl, SO_4 , HCO_3 y Ca
Pozo piscina Torrejón de la Calzada	116	Cl, SO_4 , y Mg
Valdisa	345	Cl, HCO_3 , NO_3 y Ca
Batres-2	95	HCO_3 , Mg y Ca
VP-1	61	Cl
El Alamo (R.V.C)	731	Cl, HCO_3 y Na

Como se ha indicado anteriormente, el aumento de conductividad relacionado con el sondeo B-1 parece estar relacionada con las peculiaridades de la toma de la muestra en dicho sondeo.

En el caso de los puntos en los que se han producido disminuciones importantes de la conductividad destacan:

- sondeo de Aceitunas Barruz. Las peculiaridades del muestreo no parecen estar relacionadas con esta disminución. Las tomas se realizaron en el mismo grifo del tubo del sondeo hacia el depósito elevado. Según información del encargado, el funcionamiento del sondeo, destinado a uso industrial de lavado del producto y refrigeración, es continuo con arranques y paradas automatizadas. La posible causa de la citada disminución se desconoce.
- Pozo de la Finca El Alamo. La marcada disminución de conductividad está relacionada con una disminución paralela en el contenido en cloruros entre campañas. Al tratarse de una finca ganadera, el origen de estas diferencias debe buscarse en una probable contaminación a escala local por algún vertido. No se tiene constancia del grado de utilización de este pozo.

En el plano 6.2.8 se presenta la distribución espacial de las variaciones de conductividad entre las dos campañas. Sin tener en consideración los puntos singulares de Aceitunas Barruz, B-1 y granja el Álamo, puede apreciarse en él que existen valores dispersos de aumento y disminución por toda la zona de estudio aunque predominan de forma generalizada los valores de aumento de 0 a 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Las variaciones de conductividad en uno u otro sentido no están sistemáticamente asociadas a determinados rangos de profundidad de las captaciones ni a la posición hidrogeológica de las mismas ni a su ubicación en una determinada facies litológica.



No se han tenido en cuenta las variaciones extremas:

- Aceitunas Barruz: 1266 µS/cm de disminución
- Baires-1: 1371 µS/cm de aumento
- El Alamo: 731 µS/cm

- Puntos muestreados en ambas campañas:
- sondeo
 - Red calidad ITGE
 - Sondeo del CYII
- + Límite de ocañte
 + Límite de hoja 1:50000

Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en el área de influencia del C.Y.II en la zona sur de Madrid.



Base modificada del Mapa de la Comunidad de Madrid 1:200.000
 Consejería de Política Territorial, 1992
 Comunidad de Madrid

0 m 2000 m 4000 m 6000 m 8000 m 10000 m

Plano 6.2.8
 Variación de la concentración de conductividad (µS/cm).
 Campaña 2000-1999

4472000

4462000

4452000

4442000

40000

410000

420000

430000

440000

6.2.1.3.- Variaciones de concentración de nitratos.

En los cuadros 6.2.1 y 6.2.2 se incluyen los datos de variación de este constituyente entre las dos campañas de muestreo. De los 70 puntos muestreados, en 41 de ellos (59 %) la concentración aumenta en un rango de 0 a 10 mg/L en el 90% de las ocasiones. En 24 de ellos (35 %) la concentración ha disminuido en un rango de 0 a 10 mg/L en el 84% de los casos.

En el cuadro 6.2.8 se presenta la relación de puntos en los que estas variaciones son superiores a 5 mg/L .

Cuadro 6.2.8

Relación de puntos muestreados con variaciones de concentración de NO₃ superiores a 5 mg/L
(70 puntos muestreados en ambas campañas)

Aumento

Nombre	NO ₃ (mg/L) otoño 1999	NO ₃ (mg/L) primavera 2000	diferencia	% diferencia sobre campaña 1999
Minorco Ibérica	55	86	31	56,4
Jabones Pardo	2	46	44	2200,0
Pol.Ind Valdonaire (Pozo 1)	57	72	15	26,3
P.I. Los Llanos (Pozo comunitario)	44	52	8	18,2
Aytº El Álamo (Pozo Juan Grandes)	15	22	7	46,7
Antusana IV	27	33	6	22,2
Covimar	24	31	7	29,2
Comatilla	11	26	15	136,4
Picadero	66	72	6	9,1

Disminución

Nombre	NO ₃ (mg/L) otoño 1999	NO ₃ (mg/L) primavera 2000	diferencia	% diferencia sobre campaña 1999
Aceitunas Barruz	78	6	-72	-92,3
Aytº El Álamo. Pozo Prados	19	8	-11	-57,9
Aytº Serranillos (Pozo nuevo)	32	26	-6	-18,8
Pozo La Ermita (Griñón)	41	35	-6	-14,6
VALDISA	33	6	-27	-81,8
Club hípico. Vivero Molino	14	7	-7	-50,0
Batres-2	16	6	-10	-62,5
Las Nieves	28	20	-8	-28,6
Tradair. S.A.	54	47	-7	-13,0

Las diferencias máximas en el caso de aumento de concentraciones entre campañas corresponden al sondeo de Jabones Pardo, con un aumento de 44 mg/L lo que supone un 2200 % de diferencia sobre la campaña de 1999, y al sondeo de Minorco Ibérica en el que el aumento ha sido de 31 mg/L lo que representa un 56 % de aumento frente a la de otoño de 1999.

Las diferencias máximas en el caso de disminución de concentraciones corresponden a los sondeos de Aceitunas Barruz, con una disminución de 72 mg/L (92%) y Valdisa en el que se produce un descenso de 27 mg/L, equivalente a un 81% sobre la concentración de 1999.

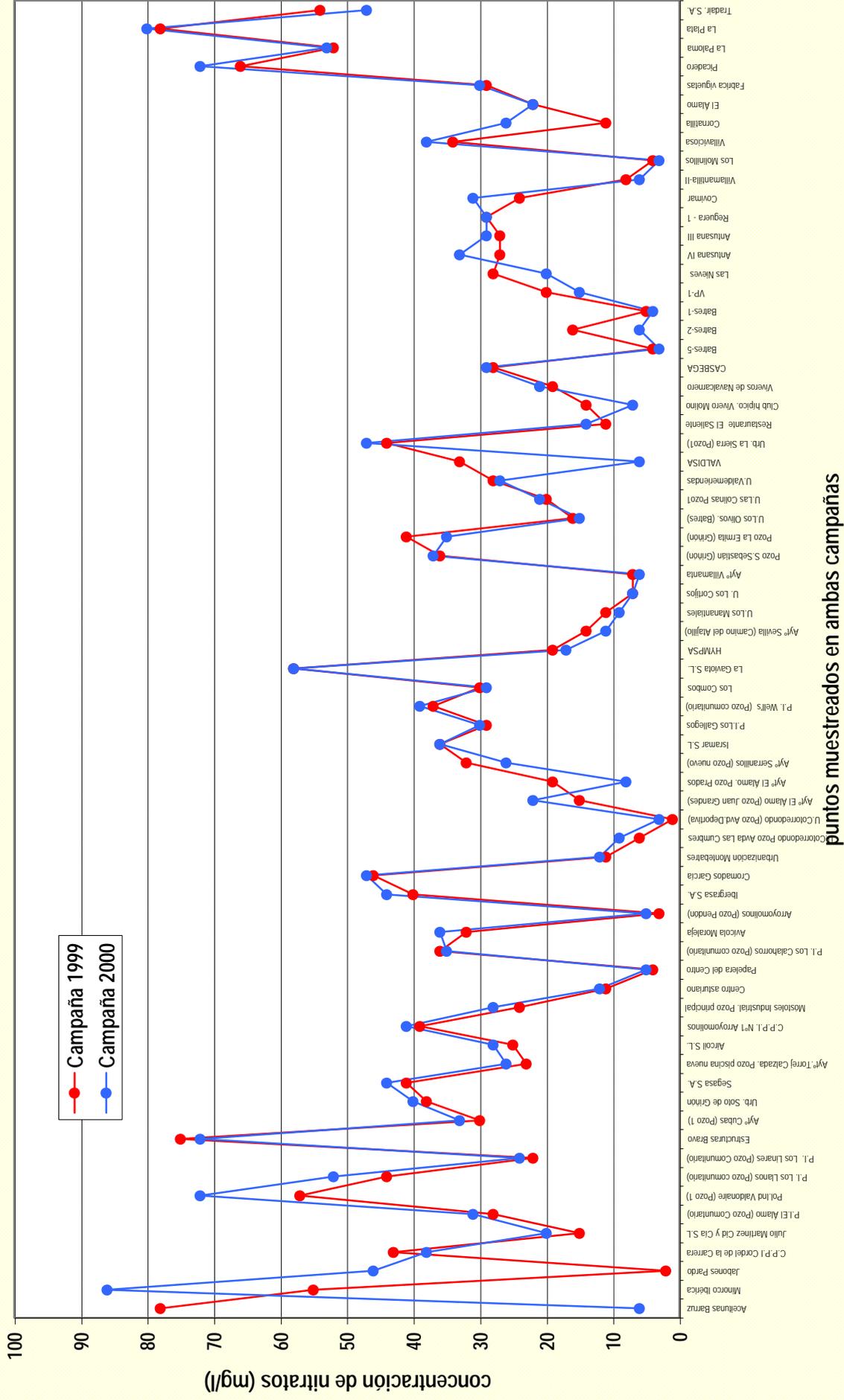


Instituto Geológico
y Minero de España

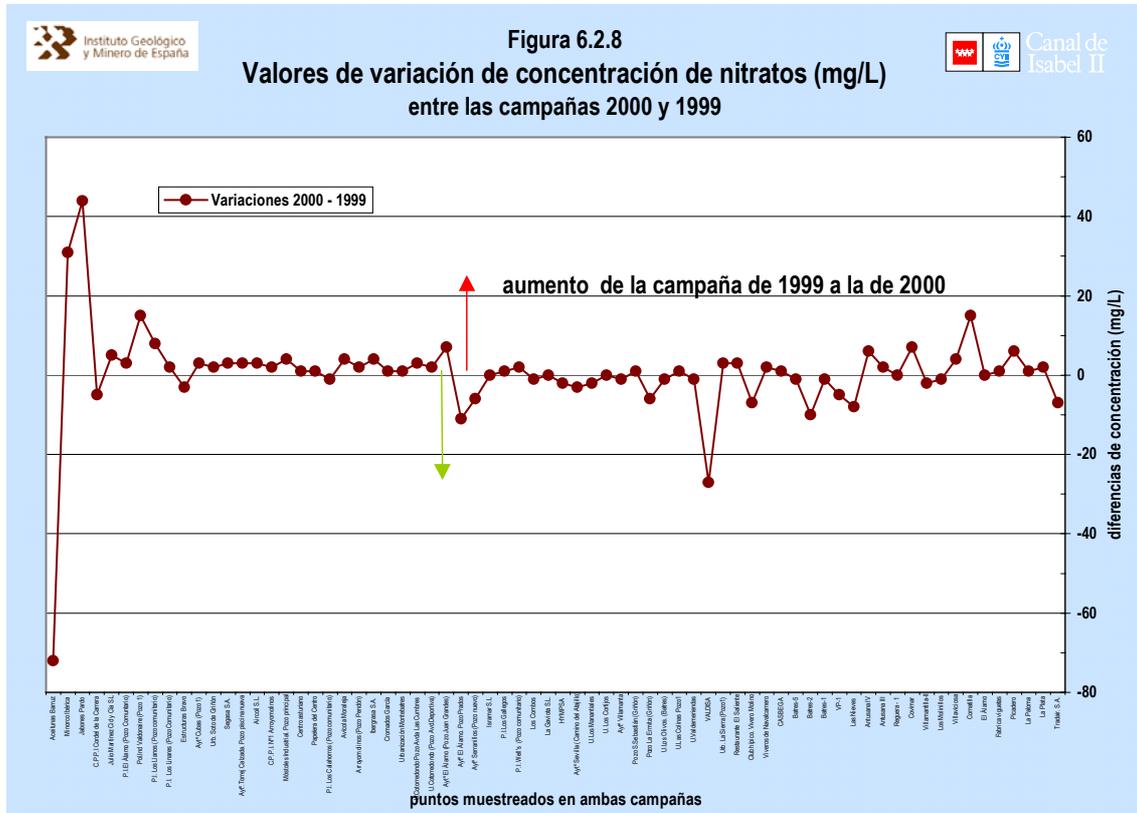
Figura 6.2.7
Valores de concentración de nitratos (mg/L)
Campanías 1999 y 2000



Canal de
Isabel II



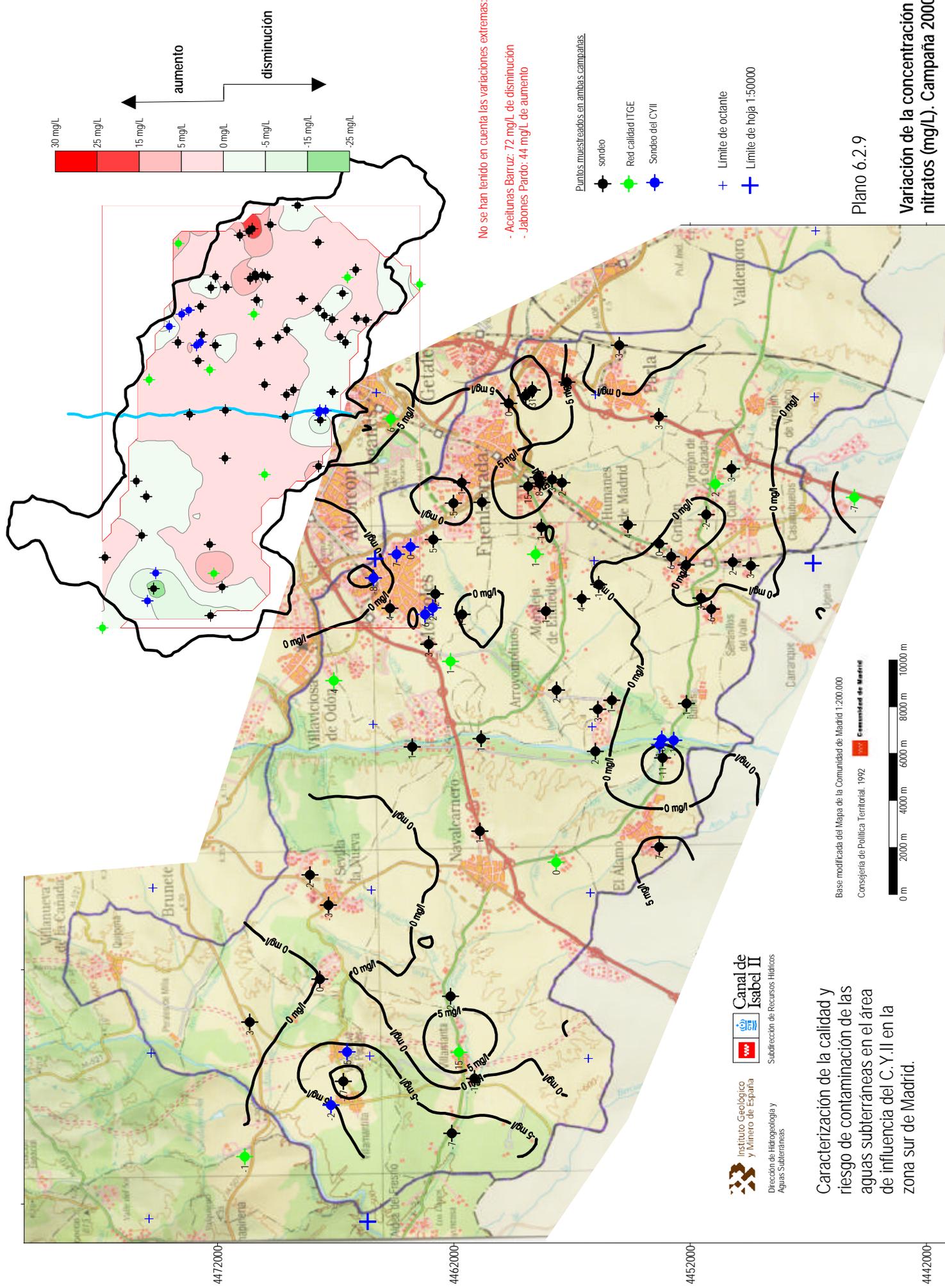
En la figura 6.2.7 se presentan los datos de concentración para cada punto muestreado y en la figura 6.2.8 las variaciones de concentración experimentadas en los mismos puntos.



Las variaciones singulares, por lo relativamente elevado de sus valores, pueden deberse a diversos factores, entre los que puede encontrarse la incidencia de focos de contaminación intermitente en áreas potencialmente contaminadas por la actividad que sobre ellas se desarrolla. Los sondeos de Minorco Ibérica y Jabones Pardo se sitúan sobre zonas industriales de Fuenlabrada cuya actividad y diversificación de las mismas ha ido en claro aumento desde hace varias décadas. El descenso de la concentración de NO_3 observada en el sondeo de la industria Aceitunas Barruz carece de una explicación inmediata a la luz de la información que se posee sobre el mismo.

En el plano 6.2.9 se presenta la distribución espacial de las variaciones de concentración de nitratos. Como puede observarse predominan las variaciones positivas de concentración que se mantienen por lo general en el rango de 0 - 5 mg/L. Tanto en el sector occidental, zona de Villanueva de Perales - Villamanta - Sevilla la Nueva, como en el suroriental, zona de Batres - Griñón, se concentran captaciones con variaciones negativas generalmente en el rango de 0 - 5 mg/L.

La ausencia de aumentos significativos de concentración parece descartar la existencia de procesos de contaminación generalizada que pudieran hacer aumentar la concentración de nitratos en el acuífero.



Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en el área de influencia del C.Y.II en la zona sur de Madrid.

Plano 6.2.9

Variación de la concentración de nitratos (mg/L). Campaña 2000-1999

6.2.1.4.- Variaciones de concentración de elementos minoritarios

Los análisis químicos se incluyen en la correspondiente ficha de inventario. Un resumen de estos análisis en las campañas de 1999 y 2000 se incluye en los cuadros 6.2.9 y 6.2.10. En el cuadro 6.2.11 se presentan los datos de variación de estos elementos minoritarios en los sondeos muestreados en ambas campañas.

Cuadro 6.2.11

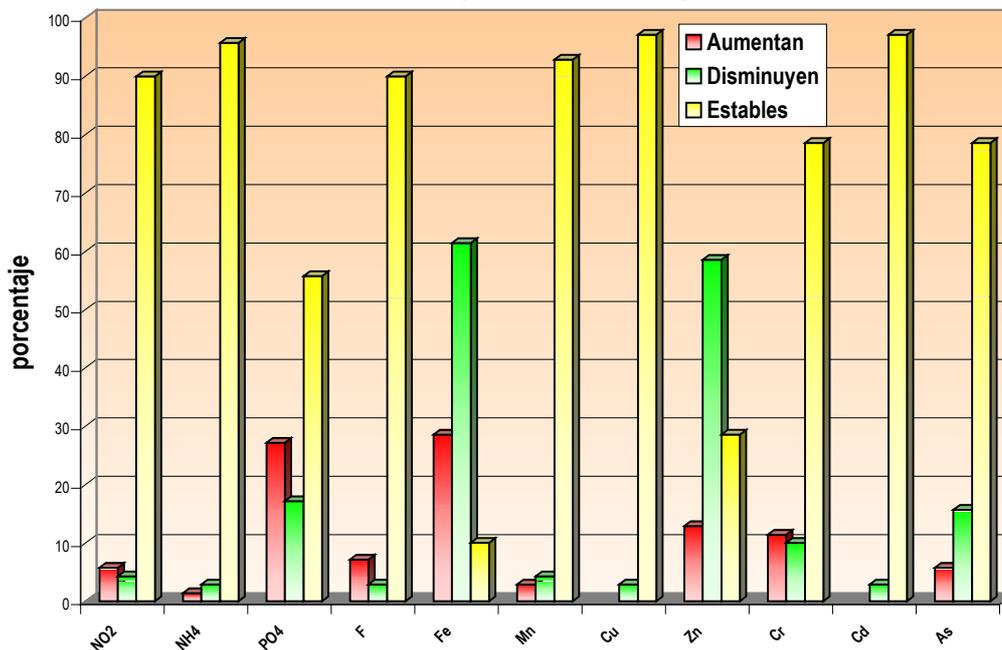
Frecuencia de variación de concentraciones de elementos minoritarios (70 puntos muestreados)

	límite detección mg/L	nº valores superiores a límite detección	Aumentan	%	Disminuyen	%	Estables	%
NO ₂	< 0,05	7	4	6	3	4	63	90
NH ₄	< 0,05	3	1	1	2	3	67	96
PO ₄	< 0,05	32	19	27	12	17	39	56
F	< 0,5	8	5	7	2	3	63	90
Fe	<0,02	63	20	29	43	61	7	10
Mn	<0,02	5	2	3	3	4	65	93
Cu	<0,05	2			2	3	68	97
Zn	<0,05	52	9	13	41	59	20	29
Cr	<0,005	16	8	11	7	10	55	79
Cd	<0,001	2			2	3	68	97
As	<0,01	15	4	6	11	16	55	79

En el cuadro 6.2.11 y en la figura 6.2.9 se presentan las frecuencias de variación de estas concentraciones. A modo de aclaración ha de tenerse en cuenta que se consideran estables las concentraciones que en ambas campañas son iguales y las que figuran sin dato por estar por debajo del límite de detección.

Figura 6.2.9

Variaciones campañas otoño 99 - primavera 2000



Cuadro 6.2.9
Análisis químicos. ELEMENTOS MINORITARIOS
Campaña otoño 1999 (mg/L)

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof	F-loma	B	F	Li	Fe	Mn	Cu	Zn	Ba	Pb	Cr	Ni	Cd	As	Se	Al	CN	Deterg	Hg	Fenoles	HAP	Plag	Sr	
Aceitunas Barruz	1923	1	359	130	13-sep-99				0.036			0.06				0.007												
Minorco Iberica	1923	2	182	50	13-sep-99				0.052										0.010									
Jabones Pardo	1923	2	184	90	13-sep-99				0.418	0.102		0.07																
C.P.P.I Cordel de la Carrera	1923	1	358	120	13-sep-99				0.046		0.06	0.56				0.014												
Julio Martínez Cid y Cia S.L	1923	1	361	120	14-sep-99				0.074			0.28				0.008												
P.I.El Alamo (Pozo Comunitario)	1923	1	357	120	14-sep-99				0.130			0.06				0.005												
Pol.Ind Valkonaire (Pozo 1)	1923	1	362	145	14-sep-99				0.023			0.11																
P.I. Los Llanos (Pozo comunitario)	1923	1	363	125	14-sep-99				0.022		0.05	0.06																
P.I. Los Linares (Pozo Comunitario)	1923	1	364	120	15-sep-99				0.033			0.08																
Estructuras Bravo	1923	6	179	10	17-sep-99		1.00		0.071			1.55																
Aytlº Cubas (Pozo 1)	1823	8	63	120	17-sep-99				0.026			0.07																
Urb. Soto de Grinón	1923	5	275	120	17-sep-99				0.068							0.008												
Segasa S.A.	1923	5	271	100	17-sep-99				0.032			0.20												0.015				
Aytlº Torre Calzada. Pozo piscina nueva	1923	5	272	130	17-sep-99				0.071																			
Arcot S.L.	1823	4	201	120	21-sep-99				0.076			0.22																
C.P.P.I. Nº1 Arroyomolinos	1823	4	202	145	21-sep-99				0.088																			
Mostoles Industrial. Pozo principal	1823	4	204	150	21-sep-99																							
Centro asturiano	1823	3	140	120	21-sep-99				0.027			0.07																
Papelera del Centro	1823	3	125	140	21-sep-99				0.024															0.012				
P.I. Los Calahorros (Pozo comunitario)	1923	1	375	150	23-sep-99				0.035			0.22																
Avicola Moraleja	1823	4	198	120	23-sep-99				0.059			0.09																
Arroyomolinos (Pozo Pendor)	1823	4	205	120	23-sep-99				0.034			0.07												0.038				
Arroyomolinos (Pozo cementerio)	1823	4	206	180	23-sep-99				0.042																			
Ibergrasa S.A.	1923	5	281	120	23-sep-99				0.083																			
Cromados Garcia	1823	3	141	110	23-sep-99				0.307			0.13				0.010												
Urbanización Monteabates	1823	8	55	200	24-sep-99				0.233			0.21				0.011												
U.Colorredondo Pozo Avda Las Cumbres	1823	8	61	260	24-sep-99				0.175			0.05												0.036				
U.Colorredondo (Pozo Avd.Deportiva)	1823	7	86	200	24-sep-99				0.023			0.05												0.018				
Aytlº El Alamo (Pozo Juan Grandes)	1823	7	65	125	24-sep-99				0.023																			
Los Molinos	1822	5	33	61.5	07-oct-99		0.55																	0.078				
Vilaviciosa	1822	8	202	15	07-oct-99				0.022			1.65																
Comailla	1823	2	104	80	07-oct-99							0.07																
El Alamo	1823	3	119	13	07-oct-99				0.118																			
Fabrica viguetas	1823	4	36	80	07-oct-99				0.021			0.15																
Picadero	1923	1	69	95	08-oct-99				0.046			0.1																
La Palma	1923	1	214	110	08-oct-99				0.031			0.38																
La Plata	1923	5	227	20.5	06-oct-99				0.05			0.12																
Tradair S.A	1924	1	4	79	06-oct-99							0.16																
Aytlº El Alamo. Pozo Prados	1823	8	60	190	24-sep-99				0.048			0.09												0.024				
Aytlº Serranillos (Pozo nuevo)	1823	8	62	200	24-sep-99				0.032			0.08																
Isramar S.L	1923	1	365	110	28-sep-99				0.035																			
P.I.Los Gallegos	1923	2	183	72	28-sep-99				0.031			0.14				0.012								0.019				
P.I. Well's (Pozo comunitario)	1923	1	366	130	28-sep-99				0.029			0.05																
Los Combos	1823	4	207	130	28-sep-99				0.025			0.13																
La Gaviola S.L.	1923	5	273	122	30-sep-99							0.26																
HYMPSA	1923	5	279	75	30-sep-99												0.003						0.017					
Finca Valdefuentes	1823	4	200	70	30-sep-99				0.107			3.39																
Las Nieves	1822	8	214	143	28-sep-99				0.556			0.08																
Antusana IV	1823	4	195	128	28-sep-99							0.07																
Antusana III	1823	4	194	132	28-sep-99				0.079			1.54																
Reguera - 1	1923	1	372	111	28-sep-99				0.336			0.08																
Covimar	1923	1	373	134	28-sep-99																							
Villamantilla-II	1822	5	52	260	28-sep-99							0.11																
VP - II	1822	5	53	125	28-sep-99							0.06																
Aytlº Sevilla (Camino del Alajillo)	1822	6	82	190	01-oct-99				0.041																			
U.Los Manantiales	1822	7	83	180	01-oct-99				0.051			0.08																
U. Los Cortijos	1822	6	83	220	01-oct-99				0.025			0.07																
Aytlº Villamanta	1823	1	105	205	01-oct-99																			0.014				
Pozo S. Sebastián (Grinón)	1823	8	9	120	04-oct-99				0.045																			
Pozo La Ermita (Grinón)	1923	5	245	190	04-oct-99				0.035	0.044		0.08																
U.Los Olivros. (Bates)	1823	8	51	89	06-oct-99				0.043			0.05																
Rest.Cortijo del Cazador	1823	7	87	25	06-oct-99				0.057			0.29	0.08															
U.Las Colinas Pozo1	1823	4	192	150	06-oct-99				0.091			0.09																
U.Valdemiendas	1823	8	48	120	06-oct-99				0.076			0.13																
VALDISA	1822	5	30	60	06-oct-99		0.5					0.07					0.002											
Urb. La Sierra (Pozo1)	1823	8	53	120	08-oct-99				0.034			0.07																
Restaurante El Saliente	1822	6	84	110	15-oct-99				0.064			0.07																
Finca M-530 km 11	1823	1	107	50	15-oct-99				0.168			0.23																
Club hipico. Vivero Molino	1823	1	108	100	15-oct-99				0.028			0.07																
Viveros de Navalcarnero	1823	2	158	150	15-oct-99				0.023																			
CASBEGA	1923	1	325	130	20-oct-99				0.026																			
B-5	1823	3	136	248	19-nov-99				0.032			0.07												0.047				
B-2A	1823	7	82	151	19-nov-99																			0.02				
B2-B	1823	7	82	151																								

Cuadro 6.2.10
Análisis químicos. ELEMENTOS MINORITARIOS
Campaña Primavera 2000 (mg/L)

Nombre	Hoja	Oc	Punto	Prof	F-toma	B	F	Li	Fe	Mn	Cu	Zn	Ba	Pb	Cr	Ni	Cd	As	Se	Al	CN	Deterg	Hg	Fenoles	HAP	Plag	Sr
Aceitunas Barruz	1923	1	359	130	01-jun-00				0,085			0,06															
C.P.P.I Cordel de la Carrera	1923	1	358	120	01-jun-00							0,06															
Julio Martínez Cid y Cia S.L	1923	1	361	120	01-jun-00				0,025																		
P.I. Los Llanos (Pozo comunitario)	1923	1	363	125	01-jun-00				0,038							0,007											
P.I.El Alamo (Pozo Comunitario)	1923	1	357	120	01-jun-00																						
P.I. Well's (Pozo comunitario)	1923	1	366	130	01-jun-00				0,028																		
Pol.Ind Valdonaire (Pozo 2)	1923	1	377	119	02-jun-00																						
Pol.Ind Valdonaire (Pozo 1)	1923	1	362	145	02-jun-00				0,047							0,006											
P.I. Los Calahorros (Pozo comunitario)	1923	1	375	150	02-jun-00																						
P.I. Los Linares (Pozo Comunitario)	1923	1	364	120	02-jun-00				0,024																		
Isramar S.L	1923	1	365	110	02-jun-00				0,056																		
Jabones Pardo	1923	2	184	90	02-jun-00				0,029			0,61															
Minorco Ibérica	1923	2	182	50	02-jun-00				0,046																		
P.I.Los Gallegos	1923	2	183	72	06-jun-00		0,5		0,021							0,012		0,022									
Estructuras Bravo	1923	6	179	10	06-jun-00		1		0,05			0,3						0,012									
Segasa S.A.	1923	5	271	100	06-jun-00				0,043			0,06															
Ibergrasa S.A.	1923	5	281	120	06-jun-00				0,036							0,011											
La Gaviota S.L.	1923	5	273	122	06-jun-00				0,028			0,13															
HYMPSA	1923	5	279	75	06-jun-00																						
Las Nieves	1822	8	214	143	07-jun-00				0,041			0,07															
Antusana IV	1823	4	195	128	07-jun-00				0,132			0,17															
Antusana III	1823	4	194	132	07-jun-00				0,07			0,1				0,039											
Antusana II bis	1822	4	193	340	07-jun-00				0,051			0,22															
Reguera - 1	1923	1	372	111	07-jun-00				0,073							0,016											
Covimar	1923	1	373	134	07-jun-00				0,056			0,07															
Villamantilla-II	1822	5	52	260	08-jun-00																						
VP-1	1822	6	80	200	08-jun-00																						
Batres III	1823	7	83	265	08-jun-00		0,86		0,049							0,008											
Batres V	1823	3	136	248	08-jun-00																0,032						
Batres II	1823	7	82	151	08-jun-00				0,021												0,031						
Batres 4 bis	1823	7	81	400	08-jun-00		0,86		0,085							0,012											
Loranca 1	1923	1	369	136	09-jun-00							0,21															
Loranca 2	1923	1	370	144	09-jun-00				0,104			0,24				0,015											
Loranca 3	1923	1	371	140	09-jun-00				0,13			0,24															
C.P.P.I. Nº1 Arroyomolinos	1823	4	202	145	13-jun-00				0,022			0,09															
Aircoil S.L.	1823	4	201	120	13-jun-00				0,039			0,14															
Centro asturiano	1823	3	140	120	13-jun-00							0,08															
Cromados García	1823	3	141	110	13-jun-00				0,065	0,026		0,11															
Papelera del Centro	1823	3	125	140	13-jun-00																0,010						
Urb. La Sierra (Pozo 1)	1823	8	53	120	13-jun-00				0,023			0,1															
Aylª Torre Calzada. Pozo piscina nueva	1923	5	272	130	15-jun-00				0,124			0,06				0,007											
Aylª Cubas (Pozo 1)	1823	8	63	120	15-jun-00				0,028																		
Ayto. Serranillos del Valle. Pozo C/Mayor	1823	8	64	180	15-jun-00				0,067			0,13															
Aylª Serranillos (Pozo nuevo)	1823	8	62	200	15-jun-00				0,064							0,005											
Pozo La Ermita (Grinón)	1923	5	245	190	15-jun-00				0,047			0,05															
Pozo S. Sebastián (Grinón)	1823	8	9	120	15-jun-00				0,124																		
Urb. Solo de Grinón	1923	5	275	120	15-jun-00				0,039																		
U.Los Olivos. (Batres)	1823	8	51	89	16-jun-00				0,319			0,11															
Urbanización Montebatres	1823	8	55	200	16-jun-00				0,026			0,08															
U.Cotorredondo Pozo Avda Las Cumbres	1823	8	61	260	16-jun-00				0,527			0,1				0,016				0,016							
U.Cotorredondo (Pozo Avd. Deportiva)	1823	7	86	200	16-jun-00				0,038	0,047											0,026						
S.A.T. Los Combos	1823	4	207	130	16-jun-00				0,052																		
Mostoles Industrial. Pozo principal	1823	4	204	150	20-jun-00				0,028																		
U.Las Colinas Pozo1	1823	4	192	150	20-jun-00				0,023																		
U.Valdemerindas	1823	8	48	120	20-jun-00							0,07															
Avicola Moraleja	1823	4	198	120	20-jun-00		0,58					0,09															
Viveros de Navalcarnero	1823	2	158	150	20-jun-00																						
CASBEGA	1923	1	325	130	20-jun-00																						
U.Los Manantiales	1822	7	83	180	21-jun-00																						
Aylª Sevilla (Camino del Atajillo)	1822	6	82	190	21-jun-00																						
Urb. El Hórreo	1822	6	86	200	21-jun-00																						
U. Los Cortijos	1822	6	83	220	21-jun-00																						
VALDISA	1822	5	30	60	21-jun-00																						
Aylª Villamanta	1823	1	105	205	21-jun-00																						
Club hipico. Vivero Molino	1823	1	108	100	21-jun-00																						
Restaurante El Saliente	1822	6	84	110	21-jun-00				0,037																		
Aylª El Alamo (Pozo Juan Grandes)	1823	7	65	125	22-jun-00																						
Aylª El Alamo. Pozo Prados	1823	8	60	190	22-jun-00		0,58		0,022																		
Arroyomolinos (Pozo Pendón)	1823	4	205	120	27-jun-00			0,5																			
Ayto. Arroyomolinos (pozo El Encinar)	1823	4	208	297	27-jun-00			0,5	0,062												0,034						
Pozo en Cª Moraleja de Enmedio	1823	8	65	35	28-jun-00				0,021																		
Los Molinillos	1822	5	33	61,5	13-abr-00																						
Villaviciosa	1822	8	202	15	13-abr-00																						
Cornatilla	1823	2	104	80	13-abr-00																						
El Álamo	1823	3	119	13	13-abr-00																						
Fabrica viguetas	1823	4	36	80	13-abr-00																						
Picadero	1923	1	69	95	13-abr-00																						
La Paloma	1923	1	214	11																							

Establecido dicho criterio, es de destacar que la mayor parte de estos constituyentes se encuentran en situación de estabilidad en el 75 - 96% de las ocasiones. En el caso de los fosfatos, hierro y zinc los porcentajes de puntos en los que la concentración no ha variado son del 56, 10 y 29 % respectivamente.

En el cuadro 6.2.12 se presentan los datos estadísticos de variación de concentraciones de elementos minoritarios.

Cuadro 6.2.12
Aumentos y disminuciones de concentraciones de elementos minoritarios entre las campañas de 1999 y 2000. (70 puntos muestreados en ambas campañas)

	n° datos	Aumento						Disminuyen						Estables	
		n	max (mg/L)	min (mg/L)	media	ds	%	n	max (mg/L)	min (mg/L)	media	ds	%	n	%
NO ₂	7	4	0,1	0,05	0,07	0,019	6	3	0,07	0,06	0,06	0,004	4	63	90
NH ₄	3	1	0,14	0,14			1	2	2,6	0,24	1,42	1,180	3	67	96
PO ₄	32	19	0,16	0,01	0,07	0,039	27	12	0,31	0,01	0,10	0,083	17	39	56
F	8	5	0,86	0,5	0,60	0,130	7	2	0,55	0,5	0,53	0,025	3	63	90
Fe	63	20	0,352	0,002	0,07	0,090	29	43	0,515	0,001	0,07	0,102	61	7	10
Mn	5	2	0,047	0,026	0,04	0,010	3	3	0,157	0,044	0,10	0,046	4	65	93
Cu	2							2	0,06	0,05	0,06	0,005	3	68	97
Zn	52	9	0,54	0,01	0,11	0,150	13	41	1,65	0,01	0,21	0,360	59	20	29
Cr	16	8	0,039	0,005	0,01	0,010	11	7	0,014	0,001	0,01	0,004	10	55	79
Cd	2							2	0,003	0,002	0,00	0,0005	3	68	97
As	15	4	0,012	0,003	0,01	0,004	6	11	0,078	0,002	0,02	0,024	16	55	79

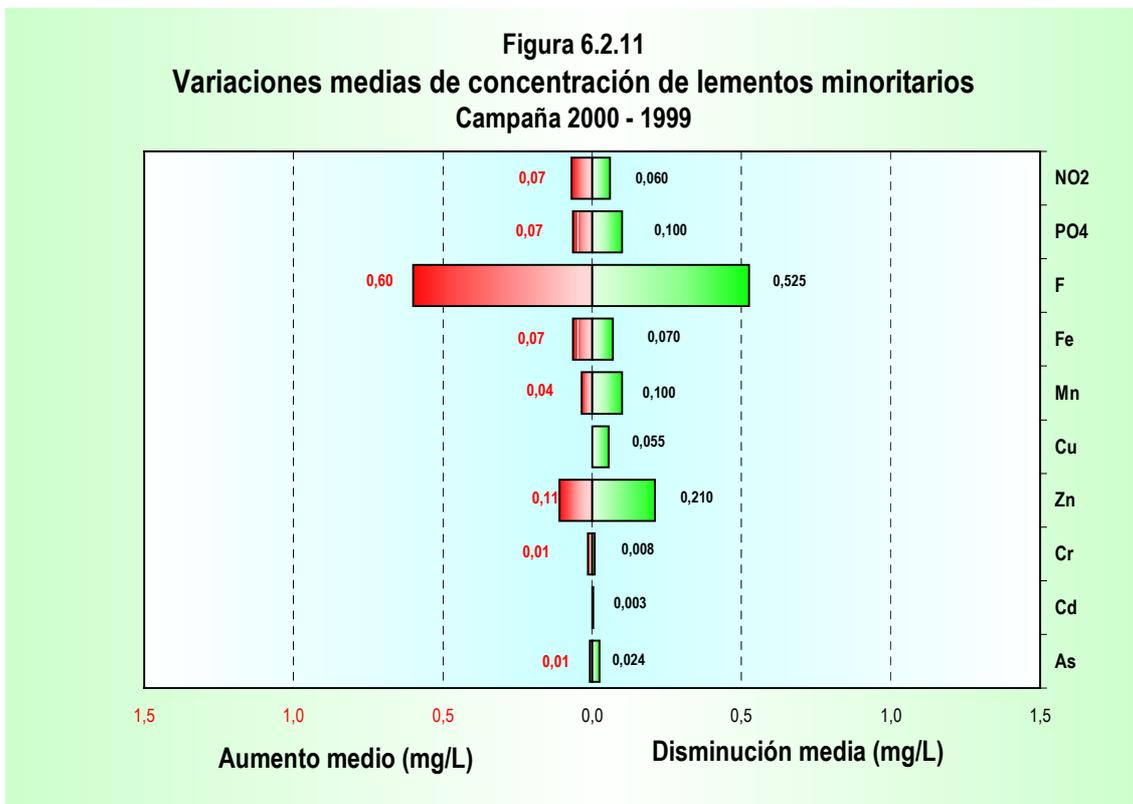
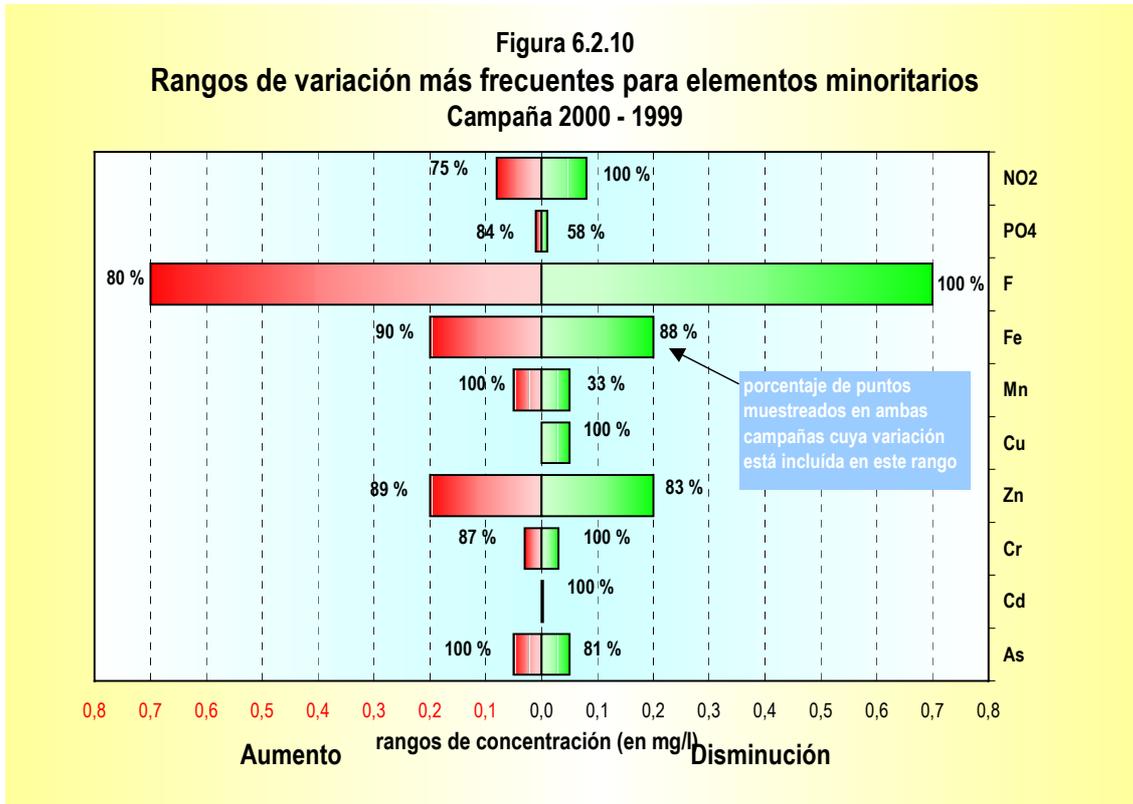
Se observa que las variaciones medias, tanto en el caso de aumento como en el de disminución de concentraciones, son muy bajas y del orden de magnitud de los valores de cada campaña.

Cuadro 6.2.13
Rangos más frecuentes de variación de concentraciones de elementos minoritarios

	n° datos	Aumento		Disminución	
		Rango (mg/l)	%	Rango (mg/l)	%
NO ₂	7	0-0,08	75	0-0,08	100
PO ₄	32	0-0,01	84	0-0,01	58
F	8	0-0,7	80	0-0,7	100
Fe	63	0-0,2	90	0-0,2	88
Mn	5	0-0,05	100	0-0,05	33
Cu	2			0-0,05	100
Zn	56	0-0,2	89	0-0,2	83
Cr	16	0-0,03	87	0-0,03	100
Cd	2			0-0,003	100
As	15	0-0,05	100	0-0,05	81

En el cuadro 6.2.13 se indican los rangos más frecuentes de variación de concentraciones. Gráficamente los rangos de variación más frecuentes y los aumentos y

disminuciones medias observados entre las dos campañas de muestreo se resumen en las figuras 6.2.10 y 6.2.11.



La persistencia o no de los elementos minoritarios en los puntos muestreados se refleja en el cuadro 6.2.14, en donde se muestran, para un determinado componente:

- n° de puntos en los que aparecen valores de concentración superiores al límite de determinación en las campañas de 1999 y 2000.
- n° de puntos que presentan concentraciones detectables solamente en la 2ª campaña.
- n° de puntos que presentan concentraciones detectables solamente en la 1ª campaña.
- n° de puntos que presentan concentraciones detectables en las dos campañas.

Cuadro 6.2.14

Persistencia de elementos minoritarios en los 70 puntos muestreados en ambas campañas

	n° datos Camp. 1999	n° datos Camp. 2000	n° puntos nueva aparición de 1999 a 2000	n° puntos en que desaparecen de 1999 a 2000	n° puntos en los que aparecen en ambas campañas
NO ₂	3	4	4	3	-
NH ₄	2	1	1	2	-
PO ₄	22	26	10	6	16
F	3	6	5	2	1
Fe	57	40	6	23	34
Mn	3	2	2	3	-
Cu	2	-	-	2	-
Zn	49	22	3	30	19
Cr	8	10	8	6	2
Cd	2	-	-	2	-
As	14	8	1	7	7
CN	1	-	-	1	-

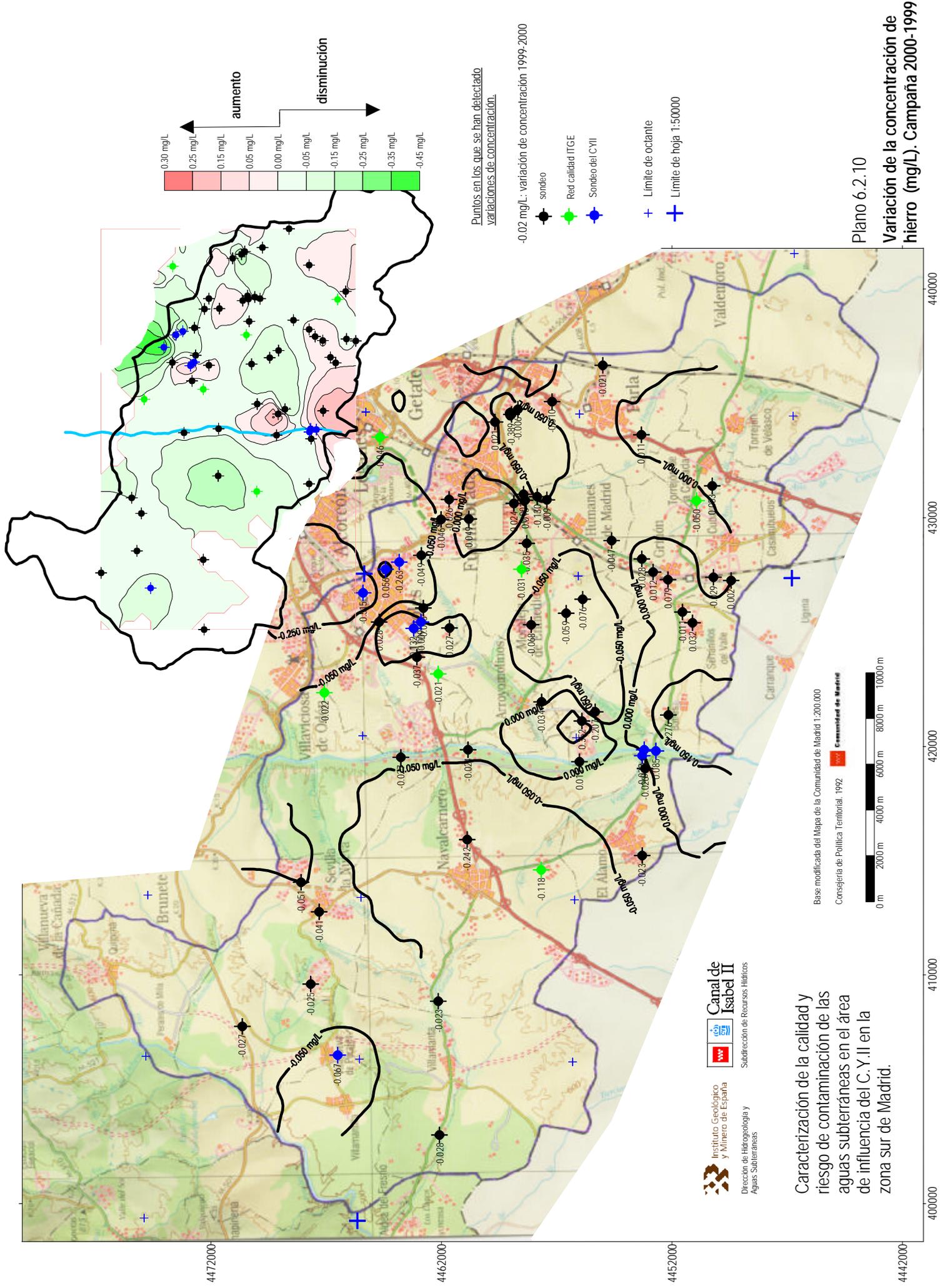
Destaca que en la primera campaña de muestreo, otoño de 1999, aparece un mayor porcentaje de puntos en los que se detectan concentraciones de Fe, Zn y As que en la segunda y la desaparición, i.e la no - detección, de concentraciones de Fe y Zn en 23 y 30 sondeos en la segunda campaña. Los únicos valores de concentraciones detectables recurrentes en ambas campañas para un mismo punto acuífero corresponden al hierro, cinc, fosfatos, y arsénico.

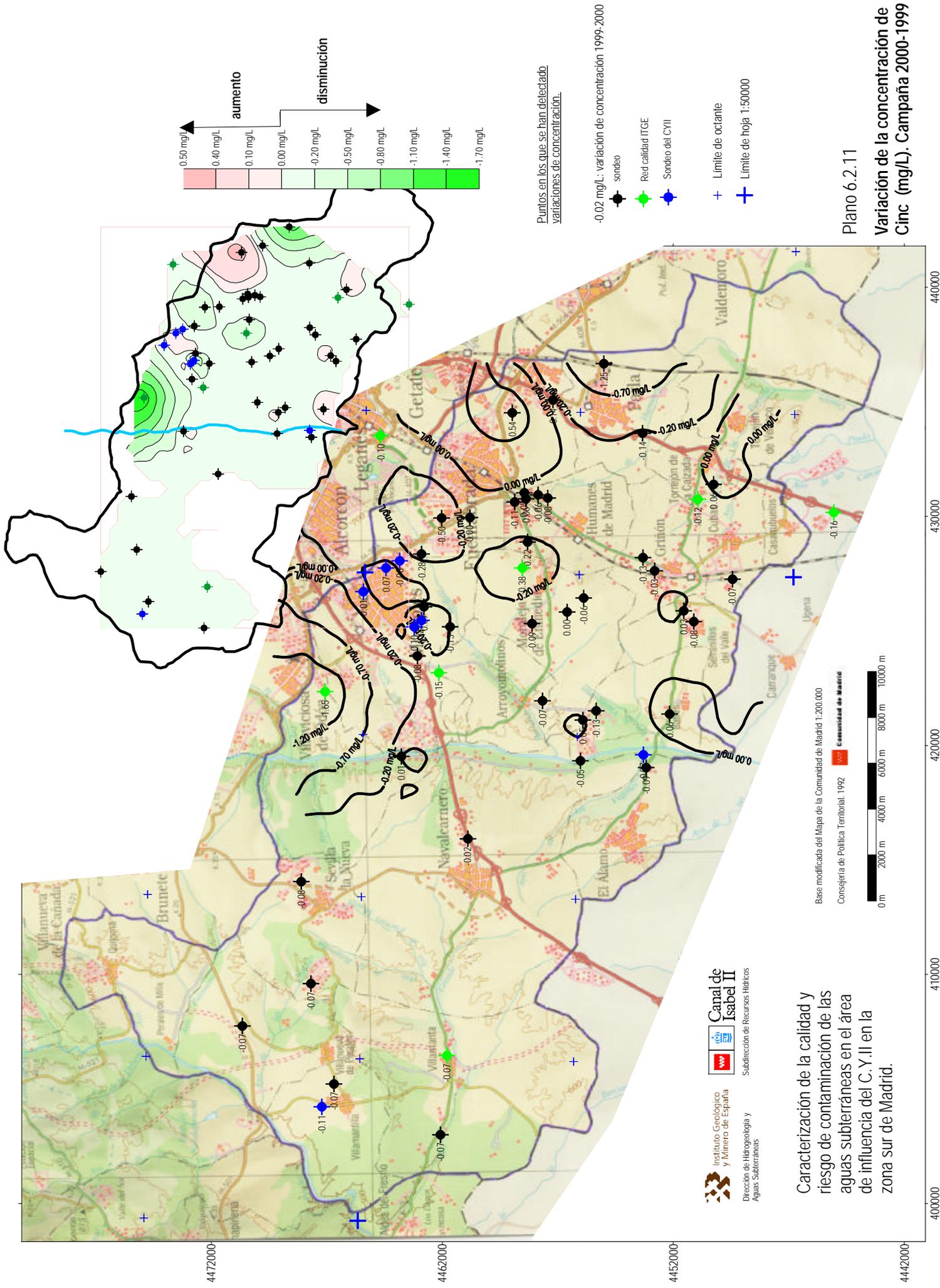
En los planos 6.2.10 a 6.2.13 se representa la distribución espacial de las variaciones de concentración de estos elementos.

Por lo que se refiere a las variaciones de concentración de Fe, destaca la disminución generalizada que se produce en la mayor parte de la zona y el aumento localizado, inferior a 0.05 mg/L por lo general, en el área de Batres - Griñón - Torrejón de la Calzada.

Las concentraciones de Zn disminuyen de forma generalizada en el conjunto de la zona y se detectan aumentos dispersos en Batres, Griñón, Torrejón de la Calzada, con un máximo de 0.54 mg/L en el sector suroriental de Fuenlabrada.

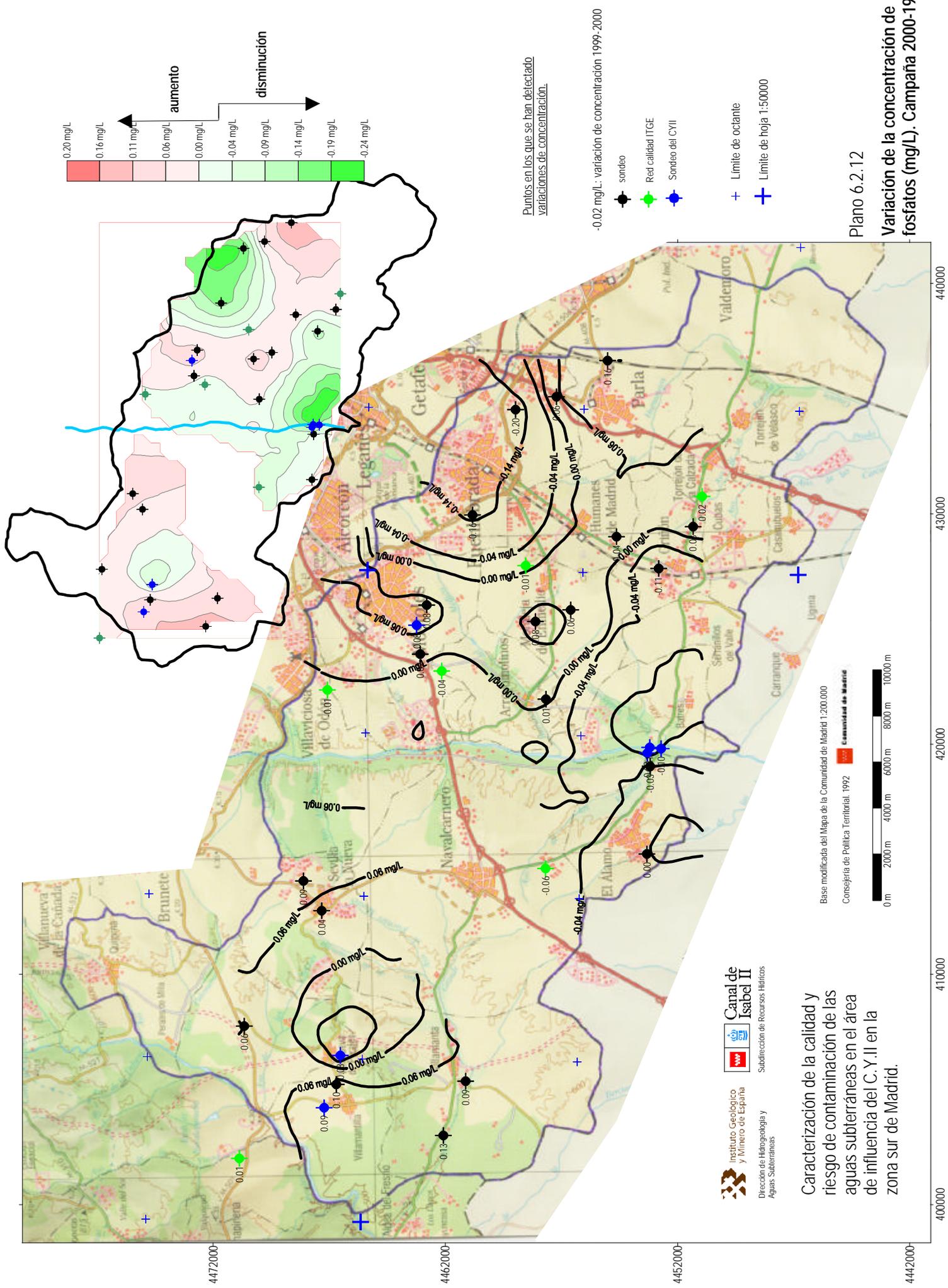
La distribución de variaciones de fosfatos se polariza con tendencia al aumento hacia el corredor Móstoles - Moraleja de Enmedio - Parla con valores máximos de 0.16 mg/L y en el sector occidental de la zona Villamanta - Villamantilla con un aumento máximo similar. Los descensos se localizan en los sectores de Fuenlabrada y Batres en que las disminuciones máximas de concentración se sitúan en torno a los 0.20 mg/L.

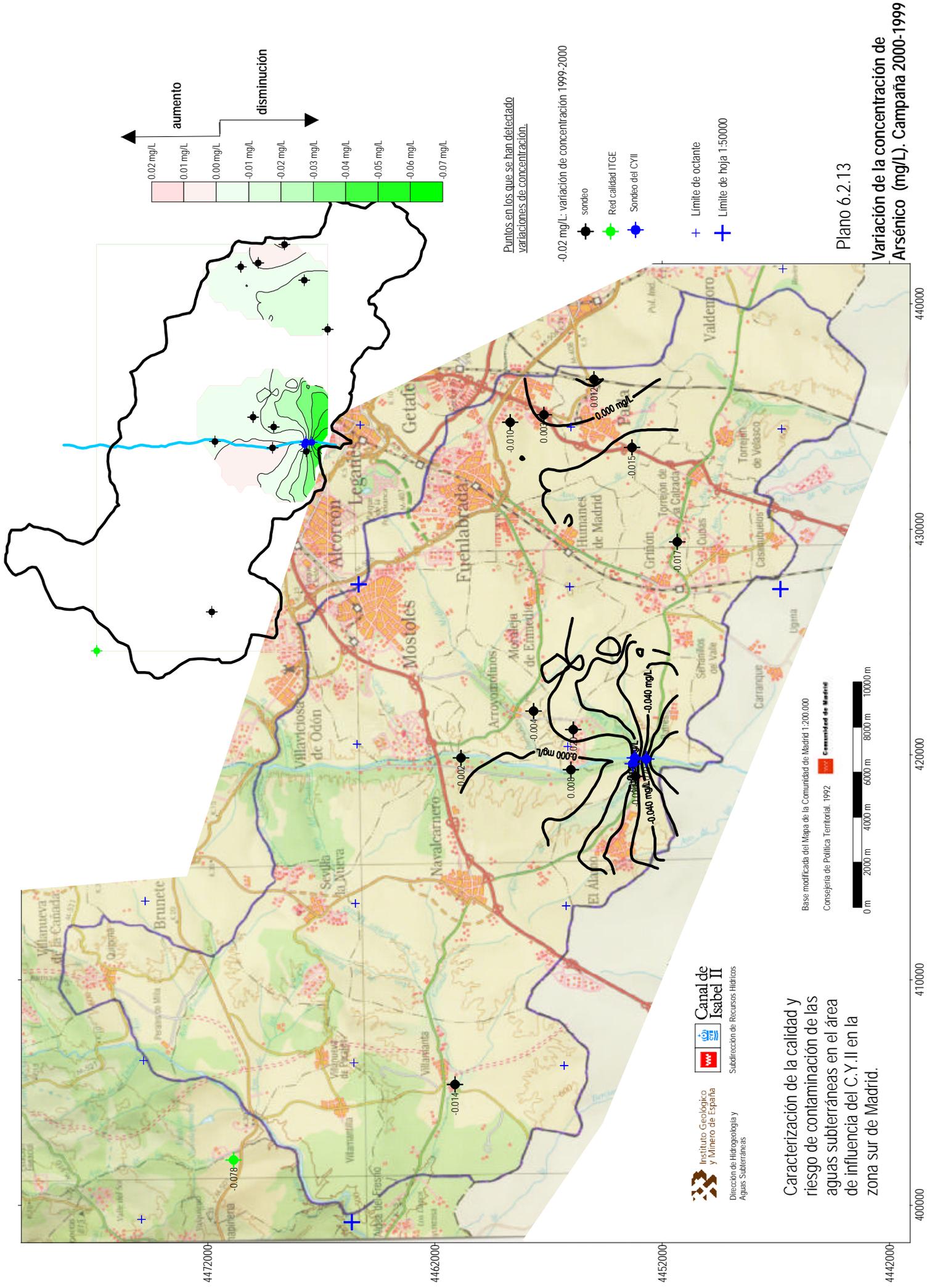




Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en el área de influencia del C. Y. II en la zona sur de Madrid.

Plano 6.2.11
Variación de la concentración de Cinc (mg/L). Campaña 2000-1999





Por lo que se refiere a las variaciones de arsénico, lo más destacable es la disminución detectada en la zona de emplazamiento del Campo de Batres y, en particular, la no detección de este elemento en el sondeo B-1 en la campaña de 2000 frente a la concentración de 0.07 mg/L en la de 1999. Aumentos inapreciables se detectan en los sondeos de Estructuras Bravo, en Parla, y en la Urbanización Cotorredondo.

A la vista de las bajas concentraciones de elementos minoritarios obtenidas en la zona, es difícil establecer un origen claro de algunos aumentos o disminuciones importantes que puedan aparecer. Estas variaciones parecen no ser achacables a efectos provocados por contaminación, sino a variaciones de la composición química a escala local en el entorno del sondeo e, incluso, a disolución de los materiales de las tuberías con aparición de bajas concentraciones de Fe, Zn etc.

6.2.1.5.- Aptitud del agua para consumo humano (campaña primavera 2000)

Analizadas las variaciones de composición química de las aguas subterráneas en el conjunto de la zona, resta por comentar la situación más actual en cuanto a potabilidad de las mismas.

En los cuadros 6.2.15 a 6.2.17 se incluye la relación de los sondeos en los que las concentraciones de alguno de los elementos sobrepasan los límites de la R.T.S para caracteres fisico-químicos, sustancias no deseables o sustancias tóxicas en la campaña de primavera de 2000. En el cuadro 6.2.18 se incluye un resumen de la situación.

Cuadro 6.2.18.- Relación de sondeos en que se sobrepasan los límites de la R.T.S (Resumen 2000)

Elemento	Límite R.T.S (mg/L)	Sondeo en que se sobrepasa	Concentración(mg/L)	%
SO ₄	250	Minorco Ibérica	288	2.5
		B-1	436	
NO ₃	50	P.I. Los LLanos	52	12.5
		P.I. Valdonaire (P-1)	72	
		P.I. Valdonaire (P-2)	88	
		Minorco Ibérica	86	
		Estructuras Bravo	72	
		La Gaviota	58	
		Loranca 2	120	
		Picadero	72	
		La Paloma	53	
		La Plata	80	
Na	150	B-1	365	1,25
Mg	50	Minorco Ibérica	94	3.75
		Estructuras Bravo	85	
		Segasa	55	
Fe	0.2	U. Los Olivos	0.32	2.5
		U.Cotorredondo	0.53	

Cuadro 6.2.15
Campaña primavera 2000
Relación de puntos en los que se sobrepasan los límites de la R.T.S.
Caracteres físico-químicos

Sulfatos (mg/L)

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 250 mg/L

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof	F_toma	F_analisis	SO ₄
Minorco Ibérica	1923	2	182	50	2-jun-00	1-jul-00	288
Batres I bis	1823	7	81	400	8-jun-00	1-jul-00	436

Sulfatos (mg/L)

Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 212,5 mg/L

Ninguno

Magnesio (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 50 mg/L

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof	F_toma	F_analisis	Mg
Minorco Ibérica	1923	2	182	50	2-jun-00	1-jul-00	94
Estructuras Bravo	1923	6	179	10	6-jun-00	1-jul-00	85
Segasa S.A.	1923	5	271	100	6-jun-00	1-jul-00	55

Magnesio (mg/L).

Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 42,5 mg/L

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof	F_toma	F_analisis	Mg
P.I.Los Gallegos	1923	2	183	72	6-jun-00	1-jul-00	43
Tradair S.A.	1924	1	4	79	21-mar-00	5-may-00	47

Sodio (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 150 mg/L

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof	F_toma	F_analisis	Na
Batres I bis	1823	7	81	400	8-jun-00	1-jul-00	365

Sodio (mg/L).

Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 127 mg/L

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof	F_toma	F_analisis	Na
Batres III	1823	7	83	265	8-jun-00	1-jul-00	150
P.I. Los Llanos (Pozo comunitario)	1923	1	363	125	1-jun-00	1-jul-00	133
Isramar S.L.	1923	1	365	110	2-jun-00	1-jul-00	138
Los Molinillos	1822	5	33	61,5	13-abr-00	16-may-00	135

Potasio (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 12 mg/L

Ninguno

Potasio (mg/L).

Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 10 mg/L

Ninguno

Aluminio (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 0,2 mg/L

Ninguno

Aluminio (mg/L).

Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 0,17 mg/L

Ninguno

Residuo Seco (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 1500 mg/L

Ninguno

Residuo Seco (mg/L).

Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 1275 mg/L

Ninguno

Cuadros 6.2.16 y 6.2.17

Campaña Primavera 2000

Relación de puntos en los que se sobrepasan los límites de la R.T.S.

Caracteres relativos a sustancias no deseables

Nitratos (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 50 mg/L

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof	F_toma	F_analisis	NO ₃
P.I. Los Llanos (Pozo comun)	1923	1	363	125	1-jun-00	1-jul-00	52
Pol.Ind Valdonaire (Pozo 2)	1923	1	377	119	2-jun-00	1-jul-00	88
Pol.Ind Valdonaire (Pozo 1)	1923	1	362	145	2-jun-00	1-jul-00	72
Minorco Ibérica	1923	2	182	50	2-jun-00	1-jul-00	86
Estructuras Bravo	1923	6	179	10	6-jun-00	1-jul-00	72
La Gaviota S.L.	1923	5	273	122	6-jun-00	1-jul-00	58
Loranca 2	1923	1	370	144	9-jun-00	1-jul-00	120
Picadero	1923	1	69	95	13-abr-00	16-may-00	72
La Paloma	1923	1	214	110	13-abr-00	16-may-00	53
La Plata	1923	5	227	20,5	21-mar-00	5-may-00	80

Nitratos (mg/L).

Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 42,5 mg/L

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof	F_toma	F_analisis	NO ₃
Jabones Pardo	1923	2	184	90	2-jun-00	1-jul-00	46
Segasa S.A.	1923	5	271	100	6-jun-00	1-jul-00	44
Ibergrasa S.A.	1923	5	281	120	6-jun-00	1-jul-00	44
Loranca 1	1923	1	369	136	9-jun-00	1-jul-00	47
Loranca 3	1923	1	371	140	9-jun-00	1-jul-00	46
Cromados García	1823	3	141	110	13-jun-00	1-jul-00	47
Urb. La Sierra (Pozo1)	1823	8	53	120	13-jun-00	1-jul-00	47
Tradair. S.A.	1924	1	4	79	21-mar-00	5-may-00	47

Nitritos (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 0,1 mg/L

Ninguno

Nitritos (mg/L).

Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 0,08 mg/L

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof	F_toma	F_analisis	NO ₂
Villamantilla-II	1822	5	52	260	8-jun-00	1-jul-00	0,08
Fabrica viguetas	1823	4	36	80	13-abr-00	16-may-00	0,1

Amonio (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 0,5 mg/L

Ninguno

Amonio (mg/L).

Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 0,425 mg/L

Ninguno

Hierro (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 0,2 mg/L

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof	F_toma	F_analisis	Fe
U.Los Olivos. (Bates)	1823	8	51	89	16-jun-00	1-jul-00	0,3
U.Cotorredondo Pozo Avda	1823	8	61	260	16-jun-00	1-jul-00	0,5

Hierro (mg/L).

Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 0,17 mg/L

Ninguno

Manganeso (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 0,05 mg/L

Ninguno

Manganeso (mg/L).

Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 0,0425 mg/L

Nombre	Hoja	Oct	Punto	Prof	F_toma	F_analisis	Mn
U.Cotorredondo (Pozo Avd.Deportiva)	1823	7	86	200	16-jun-00	1-jul-00	0,047

Fluor (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 1,5 mg/L

Ninguno

Fluor (mg/L).

Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 1,275 mg/L

Ninguno

Caracteres relativos a las sustancias tóxicas

Arsénico (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 0,05 mg/L

Ninguno

Arsénico (mg/L).

Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 0,0425 mg/L

Ninguno

Cadmio (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 0,005 mg/L

Ninguno

Cadmio (mg/L).

Puntos con concentración próxima a la C.M.A en un 15% : 0,004 mg/L

Ninguno

Cromo (mg/L).

Puntos que superan la concentración máxima admisible: 0,05 mg/L

Ninguno

Puede apreciarse en dicho cuadro que el elemento que constituye el mayor factor de objetabilidad del agua para consumo humano son los nitratos que aparecen por encima del límite permitido sólo en el 12 % de los sondeos muestreados en la citada campaña. Sulfatos, sodio magnesio y hierro son factores de limitación de la calidad del agua para consumo humano con una frecuencia mucho menor.

En relación con las concentraciones de nitratos destaca el sondeo Loranca-2 en el que se ha detectado una concentración de 120 mg/L. Dicho sondeo, al igual que los más próximos, Loranca-1 y Loranca-3, largo tiempo inactivos sin ser bombeados, se sitúan en una zona en la que históricamente las concentraciones de nitratos alcanzan estos órdenes de magnitud, particularmente en pozos someros.

No se tienen otras referencias históricas sobre la composición química del agua captada en estos mismos sondeos que pudieran ser indicativas de la representatividad y de las eventuales variaciones de concentración de este elemento en una zona de poco más de quinientos metros de longitud en la que se emplazan los mencionados sondeos.

Probablemente las eventuales afecciones de una zona agrícola estacional de regadío limítrofe, del colector del arroyo Fregaceros, a escasos metros de ellos, o, incluso, de la inmediata zona urbana de Ciudad Loranca, junto con el contraste de concentraciones de nitratos observadas en los tres sondeos (47 mg/L en el Loranca-1, 120 mg/L en el Loranca-2 y 46 mg/L en el Loranca-3), son los procesos antrópicos responsables de la aparición de estas concentraciones en la zona.

Como paso previo a la utilización directa del agua de estos sondeos para abastecimiento urbano, dentro del margen de seguridad exigible, deben ser confirmados los valores de concentración de nitratos en estos sondeos y su eventual persistencia mediante muestreo tras bombeo de larga duración que, por razones operativas, no pudo ser realizado en la campaña de primavera de 2000, debiéndose de realizar dilución por mezcla o tratamiento adecuado, previo al consumo, en caso de persistir estos valores.

La situación en otoño de 1999 (apartado 6.1.1.4) era la reflejada en el cuadro 6.2.19

Cuadro 6.2.19.- Relación de sondeos en que se sobrepasan los límites de la R.T.S (Resumen 1999)

Elemento	Límite R.T.S (mg/L)	Sondeo en que se sobrepasa	Concentración (mg/L)	%
SO ₄	250	Aceitunas Barruz	300	3.7
		Minorco Ibérica	283	
		Segasa	295	
NO ₃	50	Aceitunas Barruz	78	12.5
		Minorco Ibérica	55	
		P.I.Valdonaire (P-1)	57	
		Estructuras Bravo	75	
		Picadero	66	
		La Paloma	52	
		La Plata	78	
		Tradair	54	
		La Gaviota	58	
		Cortijo El Cazador	52	

Na	150	El Álamo	177	1.2
Mg	50	Minorco Ibérica	74	5.0
		Estructuras Bravo	84	
		Segasa	65	
		P.I. Los Gallegos	57	
NH ₄		Jabones Pardo	2.6	1.2
Fe	0.2	Jabones Pardo	0.41	6.2
		Cromados García	0.30	
		U.Montebatres	0.23	
		Las Nieves	0.55	
		Reguera 1	0.33	
Mn	0.05	Jabones Pardo	0.12	2.5
		VP-1	0.15	
As	0.05	Los Molinillos	0.078	2.5
		B-1	0.07	
CN	0.05	Jabones Pardo	1.0	1.2

En comparación con la campaña de otoño de 1999 el porcentaje en que los nitratos constituyen la causa de objetabilidad es el mismo y persisten concentraciones por encima del límite en:

- Sulfatos: Minorco Ibérica
- Nitratos: Minorco Ibérica, Valdonaire P-1, Estructuras Bravo, Picadero, La Plata y La paloma
- Magnesio: Minorco Ibérica, Estructuras Bravo y Segasa

Se destaca que ha disminuido sustancialmente el número de puntos en los que se sobrepasan las concentraciones de hierro entre la campaña de 1999 y la del 2000. Igualmente en esta última campaña no se han detectado puntos con concentraciones superiores al límite relativo a las substancias no deseables como arsénico.

6.2.2.- Las variaciones de composición en los Sistemas Locales.

Las variaciones de composición química entre la campaña de otoño de 1999 y la de primavera de 2000 se establecen a partir de los datos obtenidos en los 10 puntos de los Sistemas Locales muestreados en ambas campañas.

Los datos de análisis químicos se adjuntan con la correspondiente ficha de inventario. Un resumen de los mismos se incluye en el cuadro 6.2.20.

Seguidamente se presenta un resumen de la situación.

6.2.2.1.- Variación de elementos mayoritarios.

En el cuadro 6.2.21 y en la figura 6.2.12 se incluyen los datos de frecuencia de variación de concentraciones de elementos mayoritarios y conductividad. La situación normal es la de existencia de variaciones de concentración, bien en el sentido de aumento, bien en el de disminución de las mismas. La situación de estabilidad sólo se produce, con porcentajes del 10%, en el caso de NO₃, Na y pH.

Cuadro 6.2.21
Frecuencia de variación de concentraciones
de elementos mayoritarios (mg/L) y conductividad
en los sondeos del C.Y.II (10 pozos)

	Aumentan	%	Disminuyen	%	Estables	%
Cl	8	80	2	20		
SO ₄	3	30	7	70		
HCO ₃	7	70	3	30		
NO ₃	3	30	6	60	1	10
Na	7	70	2	20	1	10
Mg	5	50	5	50		
Ca	5	50	5	50		
pH		0	9	90	1	10
Conductividad	6	60	4	40		
Residuo seco	5	50	5	50		
SiO ₂	6	60	4	40		

Resumen de análisis químicos
Sondeos del C.Y.II muestreados en ambas campañas
valores en mg/L

Campaña 1999

Nombre	F-toma	F-analisis	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	Na	Mg	Ca	K	pH	Cond	R-seco	NO ₂	NH ₄	PO ₄	SiO ₂	F	Fe	Mn	Zn	Cr	As
Batres-5	19-nov-99	nov-99	10	25	142	7	4	65	3	4	1	9,0	310	222			0,09	12,1		0,032		0,07		0,047
Batres-2	19-nov-99	nov-99	24	56	176	3	16	47	16	39	1	8,4	457	335			0,31	33,6						0,02
Batres-1	15-oct-99	oct-99	13	22	124	7	5	65	3	3	1	9,0	328	228			0,1	11,2						0,07
VP-1	15-oct-99	oct-99	45	13	197	0	20	40	6	61	1	7,4	485	341			0,08	38		0,067	0,2			
Las Nieves	28-sep-99	sep-99	25	55	205	0	28	40	9	64	2	7,5	476	341				37,6		0,556		0,08		
Antusana IV	28-sep-99	sep-99	20	51	181	0	27	57	6	35	1	7,7	445	314				29				0,07		
Antusana III	28-sep-99	sep-99	13	45	134	0	27	21	13	36	1	7,4	326	240				34,5		0,079		1,54		
Requera - 1	28-sep-99	sep-99	41	81	160	0	29	81	6	39	2	7,8	513	362	0,06			26,9		0,336		0,08		
Covimar	28-sep-99	sep-99	27	53	186	0	24	48	8	48	1	7,6	452	330	0,06			34,3						
Villamantilla-II	28-sep-99	sep-99	29	22	187	0	8	62	4	24	1	7,8	395	287				21,9				0,11		

Campaña 2000

Nombre	F-toma	F-analisis	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	Na	Mg	Ca	K	pH	Cond	R-seco	NO ₂	NH ₄	PO ₄	SiO ₂	F	Fe	Mn	Zn	Cr	As
Batres-5	8-jun-00	1-jul-00	19	30	144	9	3	83	2	5	1	8,8	348	240	0,06			11,8						0,032
Batres-2	8-jun-00	1-jul-00	22	49	149	1	6	83	3	11	1	8,2	362	212	0,05			18,3		0,021				0,031
Batres-1	8-jun-00	1-jul-00	222	436	183	4	4	365	15	41	4	8,4	1699	1212				11,4	0,86	0,085		0,012		
VP-1	8-jun-00	1-jul-00	33	10	204	0	15	34	7	58	1	7,3	424	294				35,4						
Las Nieves	7-jun-00	1-jul-00	37	4	230	0	20	42	7	62	1	7,4	462	309				39,9		0,041		0,07		
Antusana IV	7-jun-00	1-jul-00	28	18	162	0	33	34	7	50	1	7,3	398	286			0,08	38,6		0,132		0,17		
Antusana III	7-jun-00	1-jul-00	25	8	153	0	29	31	6	44	1	7,2	369	255				37,7		0,07		0,1	0,039	
Requera - 1	7-jun-00	1-jul-00	53	32	201	0	29	104	2	31	2	7,6	557	369				29,3		0,073		0,016		
Covimar	7-jun-00	1-jul-00	39	59	160	0	31	48	10	56	2	7,3	498	337				38,8		0,056		0,07		
Villamantilla-II	8-jun-00	1-jul-00	37	8	200	0	6	84	5	15	1	7,8	399	258	0,08		0,09	21,8						

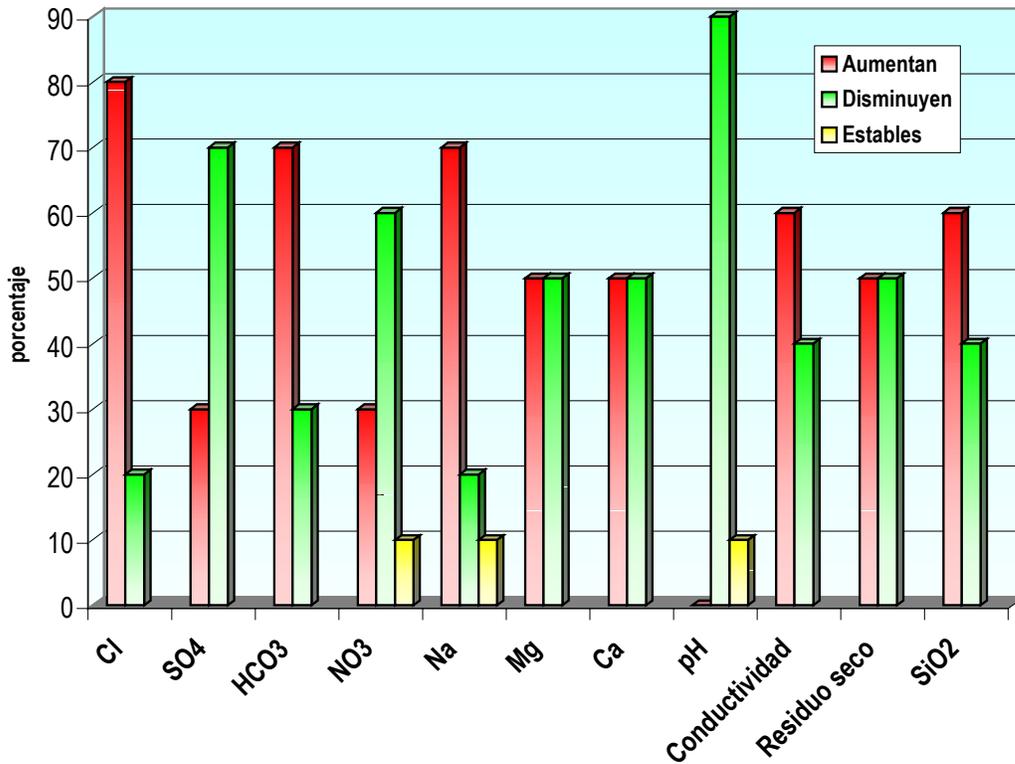
Variaciones 2000 - 1999

Valor +: aumenta; valor -: disminuye

Nombre	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	Na	Mg	Ca	K	pH	Cond	R-seco	NO ₂	NH ₄	PO ₄	SiO ₂	F	Fe	Mn	Zn	Cr	As	
Batres-5	9	5	2	2	-1	18	-1	1	0	-0	38	18	0,06			-0,1	-0,3		-0,03		-0,1		-0,02
Batres-2	-2	-7	-27	-2	-10	36	-13	-28	0	-0	-95	-123	0,05			-0,3	-15,3		0,021				0,011
Batres-1	209	414	59	-3	-1	300	12	38	3	-1	1371	984				-0,1	0,2	0,86	0,085		0,012		-0,07
VP-1	-12	-3	7	0	-5	-6	1	-3	0	-0	-61	-47				-0,1	-2,6		-0,07	-0			
Las Nieves	12	-51	25	0	-8	2	-2	-2	-1	-0	-14	-32				2,3			-0,52		-0		
Antusana IV	8	-33	-19	0	6	-23	1	15	0	-0	-47	-28			0,08	9,6		0,132		0,1			
Antusana III	12	-37	19	0	2	10	-7	8	0	-0	43	15				3,2		-0,01		-1,4	0,039		
Requera - 1	12	-49	41	0	0	23	-4	-8	0	-0	44	7	-0,1			2,4		-0,26		-0,1	0,016		
Covimar	12	6	-26	0	7	0	2	8	1	-0	46	7	-0,1			4,5		0,056		0,07			
Villamantilla-II	8	-14	13	0	-2	22	1	-9	0	0	4	-29	0,08		0,09	-0,1					-0,1		

Cuadro 6.2.20

Figura 6.2.12
Variaciones campañas otoño 99 - primavera 2000. Sondeos C.Y.II



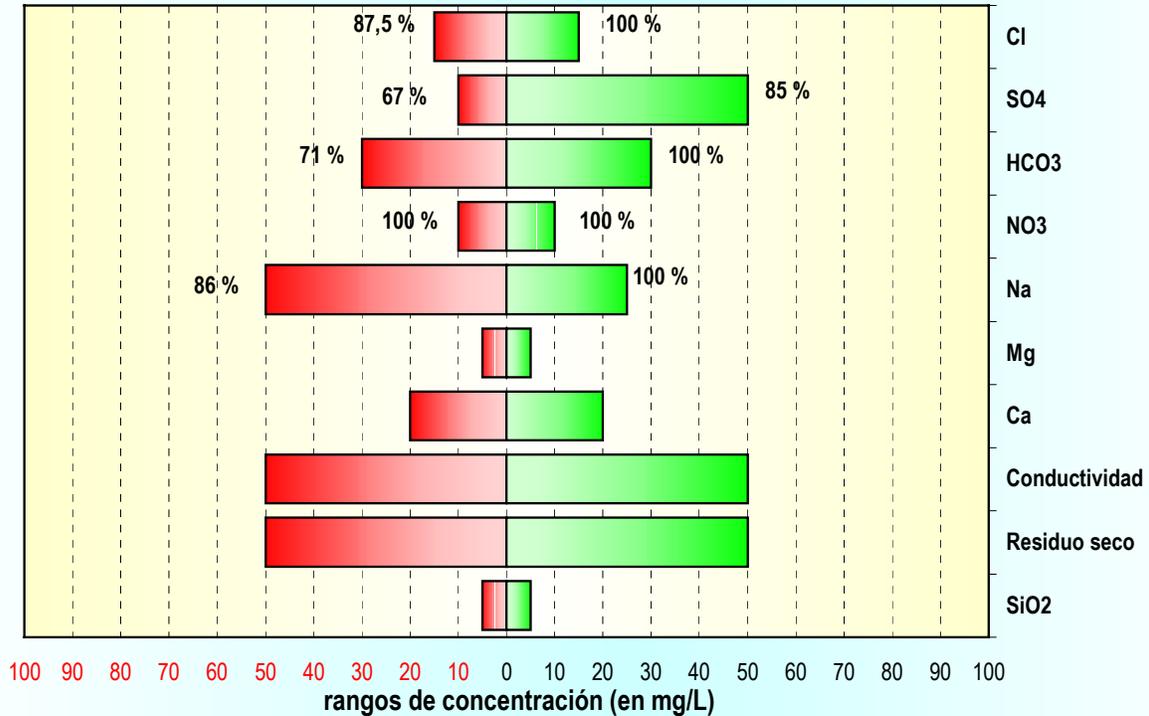
Cuadro 6.2.22

Rangos más frecuentes de variación de concentraciones de elementos mayoritarios y conductividad en sondeos del C.Y.II (10 puntos muestreados en ambas campañas)

	Aumento		Disminución	
	Rango (mg/L)	%	Rango (mg/L)	%
Cl	0-15	87,5	0-15	100
SO ₄	0-10	67	0-50	85
HCO ₃	0-30	71	0-30	100
NO ₃	0-10	100	0-10	100
Na	0-50	86	0-25	100
Mg	0-5	80	0-5	80
Ca	0-20	80	0-20	80
pH			0-0,5	189
Conductividad	0-50	83	0-50	50
Residuo seco	0-50	80	0-50	80
SiO ₂	0-5	83	0-5	100

Los rangos de variación más frecuentes, en ambos sentidos, son de escasa entidad, entre 0 y 30 mg/L, excepcionalmente entre 0 y 50 mg/L, en porcentajes que superan normalmente el 70 y aún el 80 %, como puede observarse en el cuadro 6.2.22 y en la figura 6.2.13.

Figura 6.2.13
Rangos de variación más frecuentes para elementos mayoritarios.
Sondeos del C.Y.II. Campaña 2000 - 1999



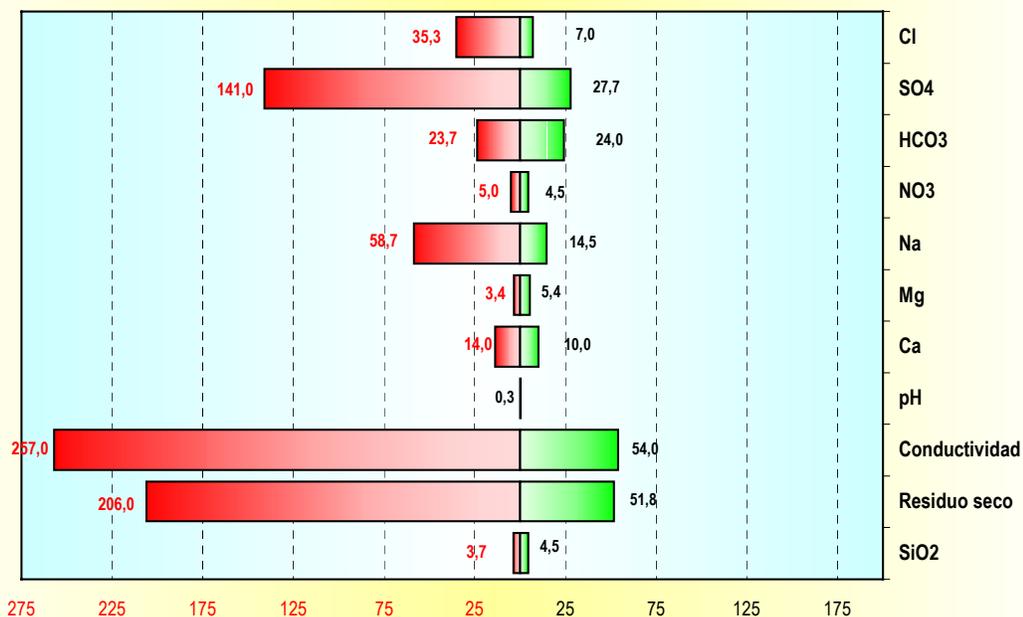
Las variaciones medias observadas se reflejan en el cuadro 6.2.23 y en la figura 6.2.14. Los aumentos medios en Cl, SO₄, Na y conductividad se encuentran sesgados por los valores en esos mismos parámetros obtenidos en la campaña de primavera de 2000 en el sondeo B-1, cuyas

Cuadro 6.2.23
Variaciones medias de concentraciones de elementos mayoritarios y conductividad
entre las campañas de 1999 y 2000 en los sondeos del C.Y.II (10 puntos muestreados en ambas campañas)

	Aumento						Disminuyen						Estables	
	n	max (mg/L)	min (mg/L)	media	ds	%	n	max (mg/L)	min (mg/L)	media	ds	%	n	%
Cl	8	209	8	35,3	65,6	80	2	12	2	7,0	5,0	20		
SO ₄	3	414	5	141,0	192,5	30	7	51	3	27,7	18,2	70		
HCO ₃	7	59	2	23,7	18,6	70	3	27	19	24,0	3,5	30		
NO ₃	3	7	2	5,0	2,1	30	6	10	1	4,5	3,5	60	1	10
Na	7	300	2	58,7	99,0	70	2	23	6	14,5	8,5	20	1	10
Mg	5	12	1	3,4	4,3	50	5	13	1	5,4	4,3	50		
Ca	5	38	1	14,0	12,7	50	5	28	2	10,0	9,0	50		
pH							9	0,6	0,1	0,3	0,2	90	1	10
Conductividad	6	1371	4	257,0	498,0	60	4	95	14	54,0	29,0	40		
Residuo seco	5	984	7	206,0	389,0	50	5	123	28	51,8	36,2	50		
SiO ₂	6	9,6	0,2	3,7	2,9	60	4	15,3	0,1	4,5	6,2	40		

circunstancias particulares se han comentado en apartados anteriores. Excluidos los datos de este sondeo, tanto los aumentos como las disminuciones medias de concentración de los demás elementos se mantienen por lo general por debajo de los 20 mg/L en una tónica que refleja escasos cambios en la configuración química de las aguas subterráneas de estos sondeos.

Figura 6.2.14
Aumentos y disminuciones medias para elementos mayoritarios
Sondeos del C.Y.II Campaña 2000 - 1999



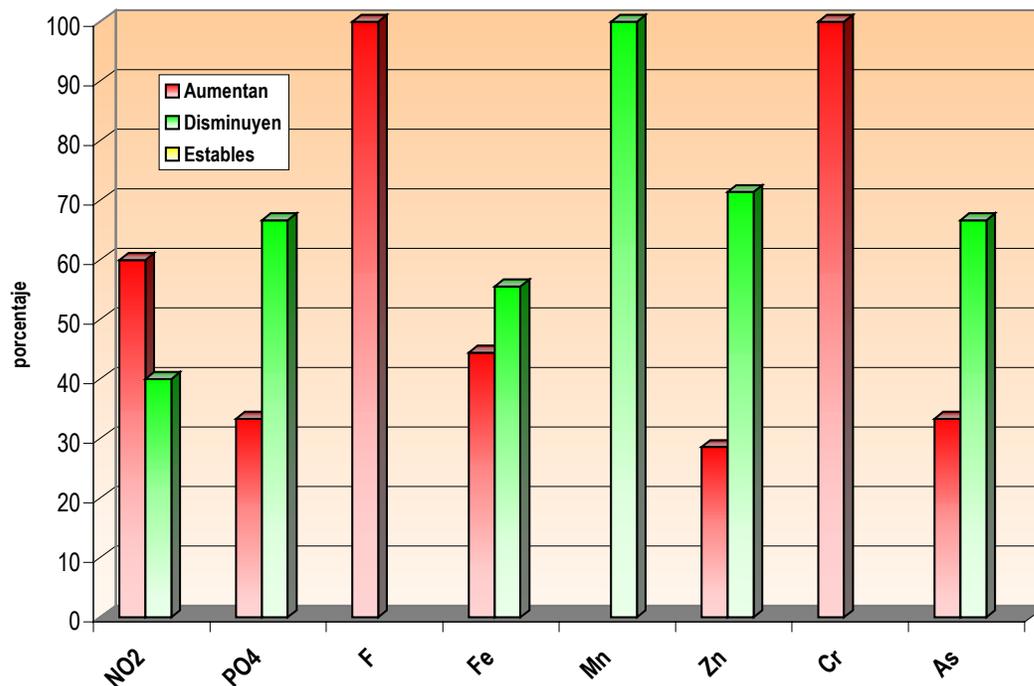
6.2.2.2- Variación de elementos minoritarios.

Cuadro 6.2.24
Frecuencia de variación de concentraciones
de elementos minoritarios. Sondeos del C.Y.II

	n° datos	Aumentan	%	Disminuyen	%	Estables	%
NO ₂	5	3	60	2	40		
PO ₄	6	2	33,3	4	66,7		
F	1	1	100				
Fe	9	4	44,4	5	55,6		
Mn	1			1	100		
Zn	7	2	28,6	5	71,4		
Cr	3	3	100				
As	3	1	33,3	2	66,7		

Por lo que se refiere a las variaciones de concentración de los elementos minoritarios, en el cuadro 6.2.24 y en la figura 6.2.15 puede apreciarse la situación de predominio absoluto de la existencia de aumentos o disminuciones en las citadas concentraciones.

Figura 6.2.15
Frecuencia de variación de concentraciones.
Elementos minoritarios. **Sondeos del C.Y.II**



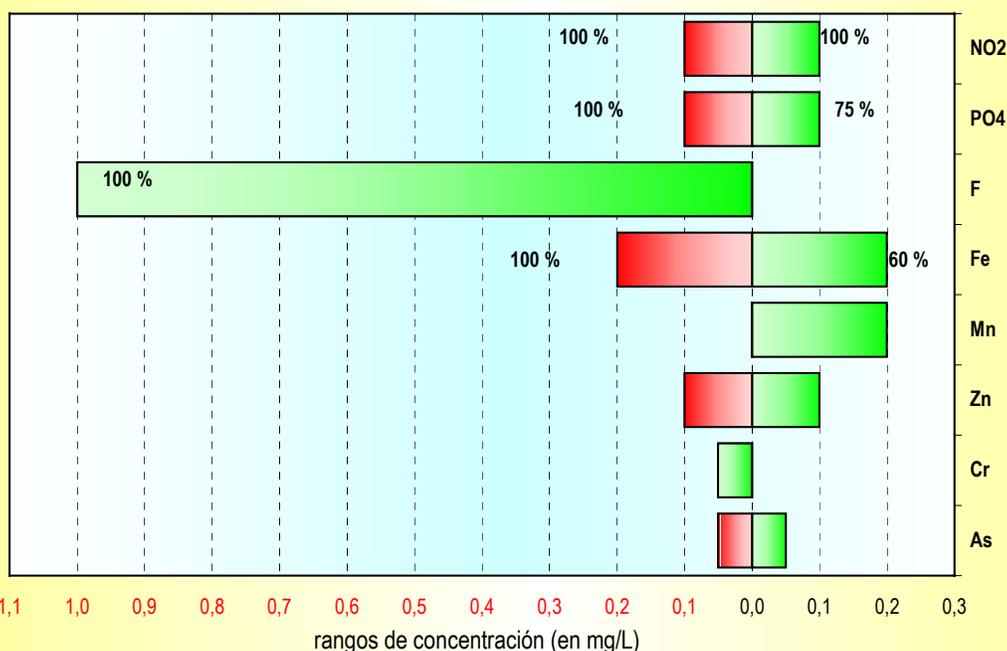
No se producen situaciones de estabilidad.

Los rangos de variación más frecuentes figuran en el cuadro 6.2.25 y en la figura 6.2.16 en los que puede apreciarse que tanto en uno como en otro caso estos rangos son del orden de décimas o centésimas de mg/L.

Cuadro 6.2.25
Rangos más frecuentes de variación de concentraciones
de elementos minoritarios. **Sondeos del C.Y.II**

	Aumento		Disminución	
	Rango (mg/l)	%	Rango (mg/l)	%
NO ₂	0-0,1	100	0-0,1	100
PO ₄	0-0,1	100	0-0,1	75
F	0-1	100		
Fe	0-0,2	100	0-0,2	60
Mn			0-0,2	100
Zn	0-0,1	100	0-0,1	60
Cr	0-0,05	100		
As	0-0,05	100	0-0,05	50

Figura 6.2.16
Rangos de variación más frecuentes para elementos minoritarios.
Sondeos del C.Y.II. Campaña 2000 - 1999



Los datos de variaciones medias se incluyen en el cuadro 6.2.26 y en la figura 6.2.17. Estas variaciones se mantienen, igualmente, en torno a la décima o centésima de mg/L.

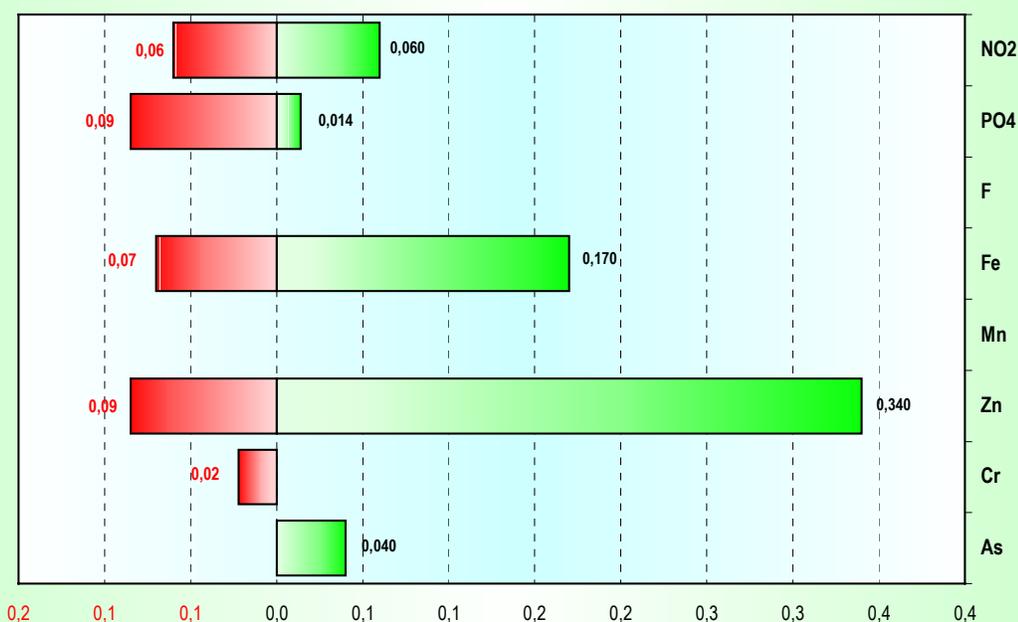
Cuadro 6.2.26
Variaciones medias de concentración de elementos minoritarios entre las campañas de 1999 y 2000
Sondeos del C.Y.II (10 puntos muestreados en ambas campañas)

Elemento	n° datos	Aumento						Disminuyen						Estables	
		n	max (mg/L)	min (mg/L)	media	ds	%	n	max (mg/L)	min (mg/L)	media	ds	%	n	%
NO ₂	5	3	0,08	0,05	0,06	0,010	60	2	0,06	0,06	0,06			40	
PO ₄	6	2	0,09	0,08	0,09	0,005	33,3	4	0,31	0,08	0,01	0,100	66,7		
F	1	1	0,86				100						0		
Fe	9	4	0,132	0,021	0,07	0,040	44,4	5	0,515	0,009	0,17	0,220	55,6		
Mn	1						0	1	0,0157				100		
Zn	7	2	0,1	0,07	0,09	0,010	28,6	5	1,44	0,01	0,34	0,660	71,4		
Cr	3	3	0,039	0,012	0,02	0,011	100						0		
As	3	1	0,011				33,3	2	0,07	0,015	0,04	0,020	66,7		

Por lo que se refiere a la persistencia de elementos minoritarios entre ambas campañas (cuadro 6.2.27) conviene señalar que, a parte de la normal aparición o desaparición de determinados elementos en algunos de los sondeos, en la campaña de primavera de 2000 no se han detectado concentraciones por encima del límite permitido en sondeos que en la campaña de otoño de 1999 sí

presentaban concentraciones por encima de dicho límite. En particular, las concentraciones de Fe de 0.556 y 0.336 mg/L, detectadas en los sondeos Las Nieves y Reguera-1 en la campaña de 1999, se han reducido a concentraciones por debajo del límite permitido en la de primavera de 2000. Del mismo modo, la concentración de Mn (0.2 mg/L) observada en otoño del 99 en el sondeo VP-1 y la de As (0.07 mg/L), detectada en el B-1, se han reducido a concentraciones por debajo del límite de detección en la campaña de primavera de 2000.

Figura 6.2.17
Variaciones medias de concentración de elementos minoritarios en los sondeos del C.Y.II .Campaña 2000 - 1999



Cuadro 6.2.27

Persistencia de elementos minoritarios en los 10 puntos del C.Y.II muestreados en ambas campañas

	nº datos Camp. 1999	nº datos Camp. 2000	nº puntos nueva aparición de 1999 a 2000	nº puntos en que desaparecen de 1999 a 2000	nº puntos en los que aparecen en ambas campañas
NO ₂	2	3	3	2	0
PO ₄	4	2	2	4	0
F	0	1	1	0	0
Fe	5	7	4	2	3
Mn	1	0	0	1	0
Zn	6	4	1	3	3
Cr	0	3	3	0	0
As	3	2	0	1	2

6.2.2.3.- Conclusiones

A modo de conclusión puede afirmarse que entre las campañas de otoño de 1999 y primavera de 2000, excepción hecha del sondeo B-1, cuya singularidad ya se ha comentado, la configuración química del agua subterránea en los sondeos muestreados en ambas campañas no se ha modificado sustancialmente. Las variaciones observadas en las concentraciones de elementos mayoritarios y minoritarios se encuentran dentro de los rangos habituales de variación en las aguas subterráneas de la zona.

Conviene resaltar, igualmente, que la aparición y desaparición de elementos minoritarios en lapsos de tiempo cortos es una circunstancia normal en las aguas subterráneas de la zona del mismo modo que la persistencia de concentraciones de determinados elementos por encima de los límites permitidos no es una constante en el comportamiento del quimismo de las aguas subterráneas de la zona de estudio lo que, sin obviarla, relativiza notablemente la eventual preocupación que esta circunstancia pudiera provocar.



7. Los focos potenciales de contaminación en la zona de estudio

7.- Los focos potenciales de contaminación en la zona de estudio.

7.1.- Residuos sólidos: urbanos, asimilables a urbanos e inertes

7.1.1 Antecedentes

En el apartado “Residuos sólidos urbanos” del estudio: “Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en la zona de influencia del Canal de Isabel II”, realizado en 1997, se resumía la situación relativa a la gestión de estos residuos en la Comunidad de Madrid y, más concretamente, en los municipios comprendidos en el ámbito del estudio; se presentaba, igualmente, la problemática que constituyen los numerosos vertidos incontrolados –“**puntos negros**”- que podrían afectar negativamente la calidad del agua subterránea utilizable.

En el apartado correspondiente al análisis de vertidos incontrolados en los diferentes términos municipales se incluyeron datos de aquéllos en municipios situados al sur de la zona de estudio, por tratarse de zonas con posibilidades de explotación futura y con una importante actividad industrial.

Por ello en el presente apartado se incluye alguna información correspondiente a vertidos incontrolados que siguen activos o en los que no se han llevado a cabo las medidas necesarias de sellado y saneamiento, ya presentada en el citado estudio, así como nuevos datos relativos a actividades en desarrollo o a modificaciones en cuanto al control o tratamiento de los residuos.

7.1.2 Legislación aplicable

Desde 1997 y con vigencia hasta el año 2005, está en marcha el Plan Autonómico de Gestión de Residuos de la Comunidad de Madrid, en el que se introducen modificaciones sustanciales respecto al programa anterior. Por ello parece oportuno realizar una síntesis de su alcance y objetivos, ya que sin un planteamiento global presenta mayor dificultad el enmarcar la problemática local de los municipios ubicados en el área de estudio.

De igual manera se presentan las nuevas directrices del Plan Nacional de Residuos que tiene como apoyo la reciente legislación referida al tema: Ley de Envases, Ley de Residuos, Directiva relativa al vertido de residuos, y que marca las directrices a seguir en el territorio nacional aunque dejando autonomía a las CCAA y Ayuntamientos para que, siguiendo dichas directrices, adapten la gestión de sus residuos en función de la problemática y peculiaridades de su territorio.

Esta ley que incorpora al ordenamiento jurídico español la normativa europea en esta materia (Directiva 91/156/CEE relativa a los residuos), supone una nueva concepción de la política de residuos, al establecer una norma común para todos ellos, que podrá ser completada con una regulación específica para determinadas categorías de residuos.

Las novedades más destacables de la reciente Ley, que contribuirán a la mejor protección de los recursos hídricos subterráneos se resumen en:

- * El ejercicio efectivo de las competencias sobre residuos respeta el reparto constitucional entre el Estado y las Comunidades Autónomas, al tiempo que se garantizan las competencias que tradicionalmente han venido ejerciendo las Entidades locales en materia de residuos sólidos urbanos.
- * Persigue reducir en origen la generación de residuos y da preferencia a la reutilización, reciclado y valorización de los mismos sobre otras técnicas de gestión.
- * Consagra el principio "*quien contamina paga*", por cuanto hace recaer sobre el bien mismo, en el momento de su puesta en el mercado, los costos de la gestión adecuada de los residuos que genera.
- * Se atribuye a las Entidades locales el servicio obligatorio de recogida, transporte y eliminación de residuos urbanos, obligación que en la actualidad existe para municipios de mas de 5.000 habitantes, imponiéndose para estos últimos con la recogida selectiva a partir del año 2001.
- * Se dictan normas sobre la declaración de suelos contaminados y se regula la responsabilidad administrativa derivada del incumplimiento de lo establecido por la Ley, tipificando las conductas que constituyen infracción y las sanciones que procede imponer.

Conjugando el espíritu y la normativa de la nueva legislación con las peculiaridades de la Comunidad de Madrid, en la que se mezclan grandes aglomeraciones urbanas e importantes corredores industriales en los que también se generan residuos asimilables a urbanos, se ha desarrollado el **Plan autonómico de gestión de residuos sólidos urbanos de la Comunidad de Madrid. 1997-2005.**

Este Plan Autonómico de RSU está sustentado en una serie de principios básicos que afectan a todos los municipios de la Comunidad y abarca desde la prevención de la generación de residuos, la recogida selectiva y posterior recuperación, hasta el tratamiento y la eliminación controlada de la fracción no revalorizable.

Bajo este enfoque el Plan Autonómico de Gestión está basado en los siguientes principios:

- Fomento de la prevención y reducción en origen.
- Reutilización y reciclado a través de la recogida selectiva.
- Corresponsabilidad y coordinación de las actuaciones.
- Información y sensibilización.

Para la adecuada ejecución de los objetivos planteados es imprescindible la aportación y participación de los distintos generadores de residuos: fabricantes, distribuidores, comercios,

oficinas, domicilios, empresas de servicio y Administraciones Públicas. Uno de los sectores a tener en cuenta es el industrial, ya que en muchas circunstancias son productores de residuos industriales asimilables a urbanos que son tratados como tales en la gestión integral de RSU.

Como promulga el Plan Autonómico, pasados tres años desde su entrada en funcionamiento, estará implantada la recogida selectiva, que consiste en la separación en contenedores específicos de residuos de vidrio y papel – cartón y en la recogida selectiva en origen de envases y materia orgánica. Estas medidas, encaminadas a separar en origen las fracciones recuperables, junto a la aplicación de los sistemas de gestión de envases contemplados en la Ley de Envases, serán la base de una política activa centrada en el reciclado y la reutilización.

El desarrollo de este Plan contribuirá, cuando esté en su máximo desarrollo, a la protección del medio ambiente y, más concretamente, a la de los recursos hídricos subterráneos, ya que la recogida selectiva en origen y el tratamiento de la materia orgánica de los residuos mediante plantas adecuadas de compost, conllevará una disminución apreciable de los lixiviados que se generen y, por tanto, una reducción del vehículo de transporte de contaminantes a las aguas subterráneas.

7.1.3 Tratamiento y eliminación de los residuos sólidos generados en los municipios incluidos en el área de estudio

Una vez esbozadas las líneas maestras que se contemplan en la Comunidad de Madrid para la gestión de los residuos urbanos y el estado de implementación de sus actuaciones, se va a tratar, más en detalle, cómo se viene realizando y cuales son las previsiones del tratamiento de los R.S.U en los términos municipales de la zona de estudio.

El territorio de la Comunidad, a efectos de la gestión de residuos, está dividido en tres zonas: Norte, Sur y Este que comprenden a su vez las cinco unidades territoriales de gestión (U.T.G) definidas con los criterios de alterar lo menos posible las mancomunidades existentes y reducir costes de transporte y tamaño del área de gestión para facilitar la operación adecuada de las instalaciones de transferencia y tratamiento.

Las U.T.G comprenden una serie de municipios con las estaciones de transferencia y vertederos ubicados en su territorio; la Comunidad de Madrid ha asignado a cada municipio la instalación correspondiente para la entrega de sus R.S.U.

Los términos municipales comprendidos en el área de estudio se integran en la Unidad Territorial de Gestión correspondiente al Sur y, con la excepción de los términos municipales de Quijorna, Sevilla la Nueva, Villamanta, Villamantilla y Villanueva de Perales que se sitúan en la UTG 2B, se agrupan dentro de la UTG 2A.

Excepto las fracciones que se recogen separadamente y son recuperadas para su reciclaje - principalmente papel y vidrio- y aquéllas otras que se recogen en puntos limpios y son entregadas a gestores de residuos, **la práctica totalidad de los R.S.U generados en el área de estudio es eliminada en el vertedero controlado de Pinto**, previo el paso por la estación

de transferencia de Leganés, a excepción de los términos municipales situados en la UGT 2B que lo hacen en la de Colmenar del Arroyo.

Está previsto que el vertedero controlado de Pinto, situado fuera del área de estudio pero dentro de la unidad de gestión 2A en la que se ubica, como ya se ha indicado, la mayor parte de los municipios estudiados, siga en funcionamiento hasta el año 2015 para lo cual está prevista una ampliación. No obstante, parece importante señalar la posibilidad, contemplada en el Plan Autonómico, de construir un nuevo vertedero en la denominada UGT 2B, para disminuir los costes de transporte y para descargar de residuos al actual vertedero.

De llevarse a cabo esta nueva instalación de tratamiento y eliminación de R.S.U, y dado que aún se encuentra sin definir el término municipal en el que se situaría, sería de la mayor utilidad, para poder evaluar la posible incidencia de ésta sobre las aguas subterráneas utilizables, hacer un seguimiento de los estudios de caracterización hidrogeológica que se lleven a cabo

Otro aspecto importante de la gestión de residuos es la eliminación de los denominados inertes que, aunque en principio dada su naturaleza no supondrían un riesgo de contaminación, si se eliminan de forma incontrolada y no se lleva a cabo un seguimiento de la naturaleza de los residuos de entrada, pueden incorporar materiales de todo tipo entre los que se pueden encontrar, más frecuentemente de lo que sería deseable, residuos tóxicos y peligrosos.

En el año 1999 finalizó el Plan integral de los residuos inertes de la Comunidad de Madrid, en el que se analiza el estado de la gestión en esta materia y se establecen las previsiones y actuaciones en marcha, a corto y medio plazo para la adecuada eliminación de estos residuos.

En la zona de estudio están en activo cuatro vertederos con control municipal de inertes y se han sellado otros cuatro de las mismas características. No obstante, es necesario señalar que existe una número más elevado de ellos en los que se realizan vertidos en emplazamientos de propiedad particular sin que se realice un control previo sobre la naturaleza de los residuos de entrada; incluso en algunas ocasiones se realizan vertidos totalmente incontrolados sin que los terrenos hayan sido acondicionados para tal fin.

En el cuadro siguiente se presenta la relación de términos municipales en que existe en la actualidad, está previsto o ha sido sellado un vertedero de inertes. En la relación únicamente se han incluido los vertederos que disponen de licencia municipal y control. Los incontrolados de los que se posee información se mencionan en el apartado correspondiente a puntos de vertido incontrolado, ya que no se trata de instalaciones permanentes sino de puntos dispersos en que se depositan residuos sin ninguna sistemática ni periodicidad.

Cuadro 7.1.1

Plan de gestión integrada de los vertederos de inertes en la zona de estudio

TÉRMINO MUNICIPAL	ACTIVO	SUPERFICIE	SELLADO
ALAMO, EL	SÍ	32.000 m ²	
CASARRUBUELOS			SÍ
FUENLABRADA	SÍ	20 ha	SÍ (El antiguo)
MÓSTOLES	NO	140.000 m ²	En fase de sellado
NAVALCARNERO		100.000 m ²	SÍ
PARLA			SÍ
SEVILLA LA NUEVA	SÍ		
TORREJON DE VELASCO	SÍ	52.000 m ²	SÍ
VILLAMANTA	SÍ	12.000 m ²	SÍ (El antiguo)
VILLAMANTILLA	En proyecto		
VILLANUEVA DE PERALES	SÍ	20.000 m ²	

Con el fin de completar la información presentada en el cuadro anterior se incluyen en el anexo 7.1 las fichas resumen de algunos de estos vertederos y un croquis de su situación. Los datos correspondientes proceden del Plan de Gestión Integrada de los residuos inertes de la Comunidad de Madrid.

De la totalidad de los vertederos de inertes activos en el área, el de mayor importancia por su extensión y volumen de residuos es el situado en el término municipal de Fuenlabrada, cuyas características, resumidas, se presentan a continuación ya que, por sus condiciones, se trata del mayor foco potencial de contaminación por vertido de residuos sólidos de la zona de estudio.

VERTEDERO MUNICIPAL DE RESIDUOS INERTES DE FUENLABRADA**Datos de identificación**

Coordenadas UTM: x = 432410 y = 4457180

Hoja topográfica.- 1:50.000 nº 582

Accesos.- Carretera de circunvalación de Fuenlabrada, camino de la Fuente.

Situación.- A 2,5 km al Sur del casco urbano, en el paraje de las Gazaperas

Superficie.- 20 ha

Volumen vertido.- 1.900.000 m³

Descripción del emplazamiento

En esta enorme escombrera se acumulan grandes volúmenes de escombros y tierras, formando taludes que superan los 15 metros de altura en algunas zonas. Aunque el vertido está compuesto casi exclusivamente por escombros de obra y tierras de removilización de cimientos,

existen acumulaciones puntuales de plásticos y neumáticos procedentes de talleres y manchas de aceite usado, vertido directamente sobre el terreno, debido al escaso control existente.

Situado entre los cauces de dos arroyos, el de las Gazaperas y el de Loranca, produce una alteración importante de las aguas superficiales, ya que el vertido se produce directamente en el borde o sobre el cauce de algunos barrancos; en periodos de fuertes precipitaciones podría producirse la inestabilidad de taludes.

Los materiales sobre los que se sitúa corresponden a una formación detrítica suelta constituida por un depósito de arenas arcósicas de grano grueso, intercaladas con niveles de arenas limosas, limos y arcillas, que constituyen en su conjunto un acuífero con niveles en torno a los 50 metros. Las captaciones de agua más próximas se sitúan 2 km al noroeste y corresponden a una batería de sondeos que tiene el Ayuntamiento de Fuenlabrada para abastecimiento.

Las condiciones de vertido que presenta actualmente el depósito - el recinto se encuentra sin vallar- indican una baja adecuación de los residuos depositados y un escaso control de entrada de compuestos no deseables, por lo que sería aconsejable realizar una caracterización detallada del suelo y agua subterránea que permita caracterizar el alcance de la posible contaminación existente.

Además de los estudios de caracterización y como prioridad sería aconsejable retirar los residuos que se depositan en los cauces de los barrancos con el fin de evitar desplomes de residuos debido al socavamiento que producen las aguas en la base de los taludes y extender y acondicionar los escombros, que como se ha dicho, en algunas zonas alcanzan alturas próximas a los 15 metros con taludes inestables.

7.1.4 Puntos de vertido incontrolados

Dentro del área de estudio se pueden distinguir tres zonas principales de vertido incontrolado: Móstoles, Parla y Fuenlabrada que, por la importante implantación industrial que se desarrolla en ellas, presentan una problemática mayor que el resto de los municipios revisados, superándolos en número de puntos dispersos incontrolados de vertido de residuos de variada composición, entre los que se mezclan residuos inertes con residuos tóxicos y peligrosos.

En la práctica totalidad de términos municipales existen más puntos con residuos eliminados sin control que los que se van a presentar en la siguiente tabla; no obstante la relación de vertidos, aunque no exhaustiva, trata de señalar y caracterizar los más importantes en cuanto a volumen, extensión, naturaleza de los materiales eliminados, etc.

La información al respecto procede de varios estudios realizados por la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid: Identificación y propuesta de recuperación de puntos de vertido incontrolados. 1998, Plan de gestión integrada de residuos inertes de la Comunidad de Madrid, y de consultas directas al Departamento de residuos de la mencionada Consejería.

Cuadro 7.1.2

Puntos de vertido caracterizados en el área de estudio

Población	UTM X	UTM Y	I	UR	EN	V	TOX	Otro	C	PRO.	Observaciones
El Álamo	418500	4452500	SI			SI		SI	SI	Municipal	
Arroyomolinos	442700	4459000	SI		SI					Privada	Junto A° Combos
Arroyomolinos	419600	4457500	SI		SI			SI		Privada	Cantera de arena
Batres	421500	4451400	SI			SI		SI		Privada	Próximo a un arroyo
Batres	419300	4452700	SI			SI		SI		Privada	
Casarrubuelos	429200	4447100	SI					SI		Privada	Vertidos al borde del camino
Casarrubuelos	429500	4447400	SI		SI			SI		Privada	Sobre A° Zarzal. 175 l/día
Casarrubuelos	429800	4447500	SI		SI			SI			Márgen A° de las Cárcavas
Fuenlabrada	433300	4457700	SI					SI	SI	Municipal	Arroyos próximos
Fuenlabrada	431400	4458500	SI				SI	SI			
Fuenlabrada	435700	4458500	SI								Junto A° Culebro Muchas tm
Fuenlabrada	435500	4459500	SI				SI			Privada	
Fuenlabrada	436200	4458600	SI					SI		Privada	Junto a la autovía y arroyo
Fuenlabrada	435600	4456500	SI	SI	SI	SI	SI	SI			Queman residuos
Fuenlabrada	435500	4457600	SI								Próximo autovía
Fuenlabrada	432750	4458150	SI						SI	Municipal	1ª Fase sellada
Griñón	427400	4452500	SI	SI	SI					Privada	Aluvial A° Culebro
Griñón	428300	4453900	SI		SI					Privada	Diseminado en un gran recinto
Griñón	429300	4452600	SI					SI		Privada	Vertido al borde del camino
Humanes	431000	4459000	SI				SI	SI		Privada	Vertidos diseminados
Humanes	429700	4459100	SI	SI			SI	SI		Privada	Póligono I Valdonaire
Humanes	428800	4458200	SI				SI	SI		Privada	Póligono I Los calaborres
Moraleja de Enmedio	423200	4457200	SI	SI				SI			Relleno B° del Sotillo
Moraleja de Enmedio	426500	4457300	SI					SI			Vertidos puntuales
Móstoles	423000	4462800		SI	SI	SI	SI	SI		Privada	Permeable (arenas)
Móstoles	428000	4463300	SI				SI	SI		Privada	Queman residuos
Móstoles	422900	4463300		SI	SI	SI	SI	SI		Privada	Junto al río Guadarrama
Móstoles	425700	4467300	SI		SI			SI		Privada	
Móstoles	424000	4465900	SI					SI			Junto A° Peñacas
Móstoles	427000	4466400	SI							Privada	Parcela urbanizada
Navalcarnero	414650	4462350	SI						SI	Municipal	Arroyo próximo
Parla	435500	4453250	SI						SI	Municipal	Cubrición con arena
Parla	435400	4465400	SI		SI					Municipal	Próximo A° Humanijos
Parla	436000	4453200		SI	SI		SI	SI			Gran cantidad r. industriales
Parla	432500	4454600	SI								Relleno de socavón
Parla	434100	4455500	SI		SI					Privada	Próximo al núcleo
Serranillos del Valle	425400	4451100	SI					SI			Vertido al borde del camino
Serranillos del Valle	424300	4450500	SI		SI					Privada	Junto al A° del Prado
Sevilla la Nueva	412000	4468250	SI					SI		Municipal	
Torrejón de la Calzada	431800	4449700	SI					SI		Privada	Junto A° de Peñuelas
Torrejón de la Calzada	431200	4450700	SI	SI						Privada	
Torrejón de Velasco	434500	4447500	SI						SI	Municipal	
Torrejón de Velasco	439700	4448300	SI	SI						Privada	Vertido al borde del camino
Villamanta	406700	4462400	SI							Municipal	En la Cañada Real Segoviana
Villanueva de Perales	407400	4466350	SI						SI	Municipal	Hay restos de hogueras
Villamanta	406450	4462400	SI	SI					SI	Municipal	En la Cañada Real Segoviana
Villaviciosa Odón	423300	4470400	SI					SI	SI	Privado	Próximo A°, zona arbolada
Villaviciosa Odón	425700	4469800	SI							Privado	Próximo A° Pasidre
Villaviciosa Odón	419800	4466500	SI	SI				SI			Sobre terraza del Guadarrama
Villaviciosa Odón	421600	4467300	SI					SI			Antiguo vertido con vegetación

I (Inertes); UR(urbanos); EN(enseres); V(vidrio) TOX(tóxicos); C (controlados)

PRO. (propietario)

7.1.5 Consideraciones finales

Tras la exposición de la problemática de los residuos sólidos en la zona de estudio, se puede concluir que, en general, la gestión de los residuos domiciliarios y asimilables es satisfactoria. Ninguna de las grandes instalaciones de eliminación y tratamiento de residuos de la Comunidad queda ubicada en los municipios caracterizados.

La totalidad de los residuos generados es tratada en el vertedero controlado de Pinto; las dos plantas de transferencia previas al depósito en vertedero también están situadas fuera del ámbito del estudio, concretamente en los términos municipales de Lozoyuela y Colmenar de Arroyo.

Una problemática mayor presentan los vertederos de inertes en los que teóricamente sólo deberían tener entrada escombros, residuos de demoliciones, movimientos de tierra, etc. Dado el escaso control al que están sometidos estos vertederos, ya sean de gestión municipal o privada, en ellos se vierten residuos de distinta procedencia, incluidos los de origen industrial, que pueden constituir un posible foco de contaminación para las aguas subterráneas si el emplazamiento no presenta un acondicionamiento natural o artificial que impida la incorporación de elementos no deseables al flujo subterráneo.

De todos los vertederos de inertes inventariados el que presenta una mayor problemática es el de Fuenlabrada. Es por ello por lo que se insiste en señalar la necesidad de proceder a su saneamiento y adecuación, tras una caracterización geológica e hidrogeológica de detalle, ante el impacto negativo que pudiera ocasionar.

Merece la pena hacer hincapié en que es constante la aparición de nuevos puntos incontrolados en los que se vierte una variada gama de residuos y que algunas de las instalaciones de inertes explotadas por la iniciativa privada se convierten en un riesgo potencial para el medio ambiente al almacenar clandestinamente residuos no deseables, por lo que el inventario de estos vertidos debe ser permanente, ya que después de un plan de saneamiento integral con el correspondiente sellado, aparecen nuevos emplazamientos con residuos, que pueden ser el origen de la alteración de la calidad natural del agua subterránea.

Finalmente, como parte integrante del estudio de evaluación de impacto ambiental correspondiente, es recomendable hacer un seguimiento del proceso de selección y caracterización hidrogeológica del emplazamiento de la nueva instalación de tratamiento y eliminación de R.S.U que, de acuerdo con el Plan de Gestión de Residuos, se instalará en alguno de los términos municipales de la zona de estudio, aún por determinar.

Con la participación desde el inicio en el proceso de selección de dicho emplazamiento se evitarían eventuales problemas derivados de una inadecuada ubicación de la mencionada instalación desde el punto de vista de la protección de las aguas subterráneas.

7.2.- Residuos líquidos: urbanos, agrarios e industriales.

7.2.1.- Introducción general

El capítulo “Fuentes potenciales de contaminación” forma parte del estudio global relativo a las aguas subterráneas en la porción del Sistema acuífero detrítico de Madrid delimitada con tal fin.

El objeto de este capítulo consiste en la descripción general de la incidencia que la actividad antrópica ejerce --o es susceptible de ejercer-- en este territorio sobre la calidad de las aguas subterráneas a efectos de adoptar las medidas oportunas para optimizar su explotación.

Por tratarse de dos dominios con características y comportamientos diferentes habitualmente se diferencia entre *vertidos líquidos* y *vertidos sólidos*, calificación que corresponde, a grandes rasgos, a las *aguas residuales* y los *residuos sólidos* respectivamente.

En este capítulo se hace referencia a la contaminación potencial que, en origen, se presenta en fase líquida.

Se entiende oportuno, aún a riesgo de simplificación, hacer aquí las siguientes consideraciones:

- EN CUANTO AL AMBIENTE SUBTERRÁNEO.

De manera genérica, en las aguas de *curso superficial* un aporte contaminador que alcanza el cauce se integra de inmediato en él, fluyendo con el agua. Este proceso tiene una duración de minutos, a veces horas, muy excepcionalmente días; además, se encuentra geográficamente limitado (*encauzado*) siguiendo la línea fluvial.

Por lo general, los efectos suelen ser observables a simple vista de modo que es posible la toma manual o, en el mejor de los casos, automatizada de muestras representativas que permiten confirmar eventuales afecciones con fines de control de la calidad, protección de suministro urbano, vigilancia de cauce, control de vertidos, detección de presumibles relaciones causa / efecto, etc.

En las aguas de *curso subterráneo* los hechos ocurren de otra forma, lo cual es determinante para este estudio. En el caso más simple, un aporte contaminador al terreno se infiltra y, con el tiempo, llega al acuífero donde se mezcla con el agua subterránea formando un penacho tridimensional de contaminación. En vertical éste se extiende a lo largo de decenas de metros por la zona no saturada del acuífero y, ya en la zona saturada, puede alcanzar distancias de decenas, centenares o, incluso, miles de metros en el entorno del lugar de vertido, hasta ser interceptado por un sondeo; la duración del desplazamiento del penacho se mide en meses, años o décadas, según los casos. Su progresión no es perceptible a simple vista y su detección mediante toma de muestras requiere la ejecución previa y correcta de un sondeo de acceso a la zona afectada, a la profundidad precisa, entre otras complicaciones técnicas y operacionales.

Cuando cesa el aporte del contaminante desde superficie continúa la contaminación diferida o “retenida”- más o menos modificadas sus características iniciales-- a causa de su segregación por parte del terreno. Esta propiedad, que tiene una vertiente perjudicial y otra favorable, como se verá posteriormente, confiere en cualquier caso un grado más de complejidad a la situación.

Varios corolarios de índole práctica se derivan de estas consideraciones. Entre ellos:

- el estado actual de las aguas subterráneas y del acuífero que las contiene es consecuencia, en parte, de las actividades antrópicas habidas en la zona durante los últimos años, lustros o décadas y este proceso continúa proyectándose hacia el futuro;
- en la degradación del agua subterránea existe una evolución con el tiempo y con la distancia, de lento carácter amortiguador;
- la presencia simultánea de fuentes potenciales de contaminación en un área y la superposición de sus efectos hace inextricable la interpretación pormenorizada de una situación de degradación en el presente y mucho más su retrospección hacia el pasado (génesis) o su proyección hacia el futuro (previsiones);
- en esas condiciones, las características de un eventual episodio de contaminación que pueda ser detectado en el agua bombeada son a menudo de difícil e incierta explicación;
- una muestra de agua subterránea tomada en un punto del acuífero puede no indicar existencia de degradación en ese instante aunque el frente de desplazamiento de la contaminación esté muy próximo.

Se convendrá, por último, en que la precisión de las previsiones relativas a la contaminación del acuífero está directa y estrechamente ligada al nivel del conocimiento de la hidrogeología del mismo.

EN CUANTO AL AMBIENTE EN SUPERFICIE.

La proximidad de Madrid y su zona de influencia, en la actualidad y en el pasado reciente, es la característica primordial del área de estudio. Madrid ha constituido el foco de dinamización vertiginosa de la zona en las últimas décadas catalizando cambios económicos y sociales con el consiguiente desarrollo explosivo de infraestructuras en obras e instalaciones.

Como referencia, se adelanta la tabla 7.2.1, que muestra la evolución de la relación entre las cuatro ramas económicas más importantes: agricultura, industria, construcción y servicios, a través del porcentaje de población ocupada por ellas en cada uno de los términos municipales. [En negrita, los valores extremos], («*Estadísticas de Población de la C.A.M. 1996.*» C^{ia} de Hacienda; T.2: Estudios y actividad económica de la población.).

EN CUANTO AL DESARROLLO DE ESTE APARTADO.

La actividad antrópica implantada a lo largo de estos años en el territorio ejerce sobre el acuífero subyacente una incidencia cuya caracterización precisa datos específicos que permitan la definición de la carga contaminante, en cantidad y composición a lo largo del tiempo, que el vertido singular de cada instalación individual aporta en un punto geográfico determinado.

La vía de adquisición de esta información ha encontrado en este estudio inmediatos e importantes obstáculos que la han lastrado progresivamente hasta su completa parálisis, obligando a desarrollar otro

camino alternativo que dirigiera sustitutoriamente a la meta perseguida. Las diversas dificultades que han ido apareciendo se exponen con cierta pormenorización a lo largo de las páginas siguientes.

Estas dificultades y las consecuentes iniciativas para superarlas, han conducido a una constatación que “subyace” a esta gran complejidad: el escenario de estas actividades se caracteriza por su rapidez de creación y de transformación. El paso de una región agrícola de secano a un cinturón industrial asentado se ha realizado en dos décadas, y sobre este cambio hace años que se inició sin solución de continuidad el cabalgamiento del siguiente hacia una prioridad en los servicios.

Además, las condiciones de partida de ese proceso acelerado, en su día, no eran con seguridad las idóneas en cuanto a organización de la producción en sentido amplio.

- Una *consecuencia* más o menos directa ha sido la falta de capacidad de la Administración de esos años para archivar con suficiente detalle los datos correspondientes, en particular los datos técnicos. Si se piensa en datos de *vertidos* o similares, escasos incluso hoy en día, el resultado es nulo.

- Otra *consecuencia* semejante es la generalizada insuficiencia, grave con frecuencia durante los primeros lustros, de las obras de infraestructura de saneamiento, en especial de las áreas industriales. En la actualidad la situación en este ámbito se aproxima a un nivel aceptable.

Por otro lado, uno de los inconvenientes más importantes ha consistido en la escasez de análisis químicos de agua subterránea, con pocos puntos muestreados, pocos análisis en cada punto y pocos parámetros analizados. Dicha escasez analítica se ve reforzada por la ausencia prácticamente constante de datos técnicos relativos a los propios sondeos: columna litoestratigráfica, profundidades del ranurado, régimen de explotación, fecha de instalación e, incluso, de datos piezométricos.

Si esta carencia es limitante para el estudio de la calidad del agua subterránea, más lo es para definir una eventual contaminación en el tiempo y en el espacio, al requerirse para ello generalmente los parámetros de una manera más exigente en cuanto a su especialización, densidad y frecuencia. Obviamente los sondeos del Canal hacen excepción en este aspecto, pero solamente desde fecha reciente y, sobre todo, representan contados casos.

T.M.	Agricultura			Industria			Construcción			Servicios						
El Álamo	14,0	12,9	5,7	3,2	23,8	20,7	28,8	22,4	18,3	13,3	11,3	18,1	43,9	53,1	54,1	56,3
Arroyomolinos	27,6	21,3	3,0	1,9	31,1	22,3	28,0	24,1	17,2	8,5	4,3	9,5	24,1	47,9	64,6	64,5
Batres	18,7	2,8	1,5	1,2	30,4	26,8	31,3	21,9	9,4	8,4	6,7	11,2	41,5	62,0	60,4	65,7
Casarrubuelos	25,0	25,0	16,1	8,1	34,3	30,6	44,8	25,0	8,6	7,2	8,9	14,1	32,1	37,2	30,2	52,8
Cubas	8,8	7,5	4,7	3,0	39,5	39,0	42,1	30,2	13,8	11,2	8,4	15,2	37,9	42,3	44,8	51,5
Fuenlabrada	1,8	1,1	0,8	0,6	36,5	32,7	31,9	23,7	12,1	9,7	13,7	16,2	49,6	56,5	53,6	59,5
Griñón	12,7	7,1	2,6	1,7	40,6	35,8	38,0	29,9	8,3	4,5	7,0	9,1	38,4	52,6	52,4	59,3
Humanes de Madrid	12,8	6,7	3,5	2,4	42,1	34,6	37,5	27,5	6,3	8,8	13,2	20,1	38,8	49,9	45,8	50,0
Moraleja de Enmedio	25,9	15,7	10,0	4,3	31,9	32,6	43,7	32,6	14,4	9,6	10,2	5,0	27,8	41,9	36,2	48,1
Móstoles	0,7	0,5	0,7	0,4	28,9	26,3	26,7	19,3	11,3	8,0	11,5	13,4	59,1	65,2	61,2	66,9
Navalcamero	11,8	8,8	5,0	3,7	31,1	23,9	27,2	20,3	16,0	12,0	19,5	19,6	41,1	55,3	48,3	56,4
Parla	1,0	1,0	0,7	0,5	43,1	36,5	36,0	26,6	13,7	11,6	16,2	20,2	42,2	50,9	47,2	52,8
Serranillos del Valle	26,5	18,9	9,1	6,4	18,6	25,2	33,8	28,4	16,8	12,6	11,7	11,7	38,1	43,3	45,5	53,4
Sevilla la Nueva	13,2	8,9	4,2	1,7	18,3	18,9	26,8	19,6	18,7	13,1	7,1	12,4	49,8	59,1	61,8	66,4
Torrejón de la Calzada	20,9	14,1	3,7	1,2	40,4	40,4	42,9	29,7	7,9	4,0	7,1	12,2	30,8	41,5	46,3	56,9
Torrejón de Velasco	29,8	30,9	15,1	10,9	23,6	27,2	34,4	25,0	14,5	10,7	17,6	20,8	32,1	31,2	32,9	43,3
Villamanta	20,6	17,5	10,2	9,0	29,4	30,1	32,3	24,3	22,5	15,7	19,6	23,0	27,5	36,7	37,9	43,7
Villamantilla	14,5	17,6	9,4	5,1	33,4	31,9	31,1	30,8	21,7	17,6	14,2	24,8	30,4	32,9	45,3	39,3
Villanueva de Perales	37,3	31,4	11,7	3,6	14,5	21,2	28,9	13,9	17,3	17,8	17,2	22,4	30,9	29,6	42,2	60,0

Tabla 7.2.1 : PROPORCIÓN (%) DE POBLACIÓN OCUPADA : 1981 / 1986 / 1991 / 1996 (C^{ia} Hacienda)

En este capítulo se han agrupado, por apartados, las actividades examinadas: urbanas, agrarias e industriales. Cada una de ellas se analiza desde la perspectiva del sector en general y, con mayor detalle, en relación con los sondeos de extracción de interés para el CYII. Un último apartado incluye, de forma sintética, las principales conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio.

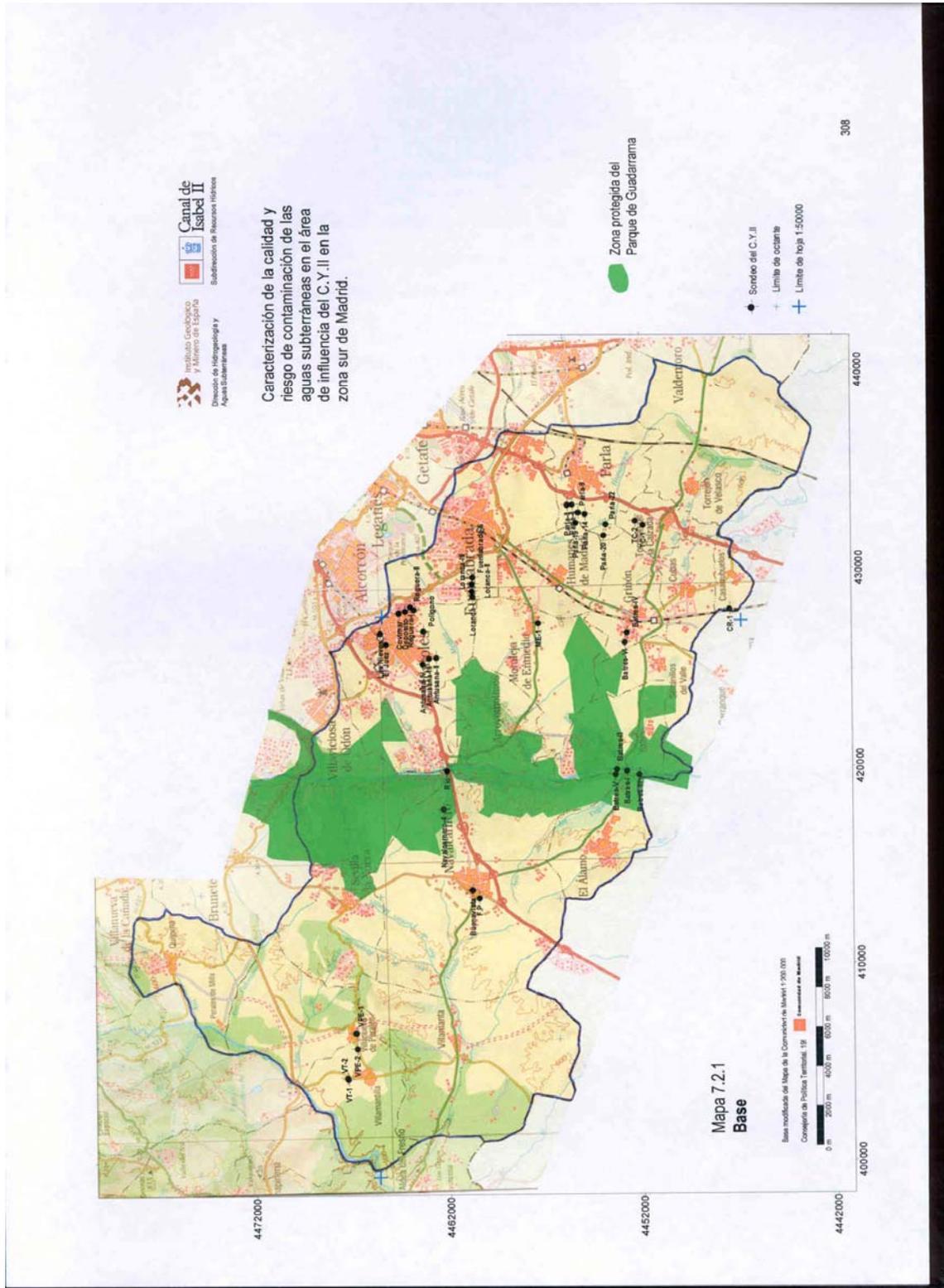
Las tablas de datos son a veces densas porque se ha buscado la concentración de las cifras a fin de reducir la exposición numérica al mínimo y de facilitar su cotejo por conceptos, fechas, municipios, etc. Una *Lista* recoge el conjunto, con el nombre de cada una de ellas y la página donde se encuentra.

Análogamente, los mapas utilizados y a los que se hace referencia en el texto, se enumeran en otra *Lista*, si bien esta cartografía se encuentra recogida al final para facilitar su manejo. En general cada mapa corresponde al tema asociado a cada apartado, al igual que su numeración, salvo el relativo a la *Actividad Industrial* que comprende dos por la densidad de representación. Todos ellos se han elaborado sobre la misma base (Mapa 7.2.1) con la información geográfica de partida y los sondeos del C.Y.II.

La información numérica utilizada procede prácticamente en su totalidad de la Administración Autonómica; en especial del Canal de Isabel II, sobre todo en cuanto a estudios de detalle de aguas residuales industriales en la zona de Humanes. En el texto, para todos los casos se indica la fuente al tiempo que aparece la información. Una particularidad de estas aportaciones consiste en su reciente fecha de publicación: años 90 para todas ellas, prácticamente.

Por otro lado, es necesario dejar constancia de una particularidad más, a efectos de evitar eventuales malentendidos. En este capítulo, aún cuando el análisis de los factores antrópicos y de su incidencia sobre el acuífero se haya llevado a cabo de la forma más objetiva posible, la atención última está exclusivamente dirigida a las extracciones del Canal: los demás sondeos no son objeto de interés más que en función de aquéllos.

Una última 'advertencia al lector'. Se entiende necesario por sujeción a la objetividad, prevenir del sesgo inevitable que el presente capítulo contiene. Conviene no olvidar que estas páginas se deben a un *objeto definido*, con lo que esto supone de parcialización de la realidad y de aparente sinécdoque, especialmente en algunos pasajes. Por ello se ha procurado introducir llamadas al contexto y recordar, quizás con reiteración, el marco de estudio para mantener un cierto equilibrio ecuánime ante la complejidad de la realidad, sin que ello suponga menoscabo en la importancia de algunas circunstancias. O sea, que aunque *aquí sólo* se trate del aspecto negativo de la situación, *no todo* en ésta es negativo ni mucho menos.



7.2.2 Actividades urbanas

7.2.2.1 - Introducción.

Las consideraciones básicas expuestas en la *Introducción General* tienen una lectura particular en el caso de la contaminación, real o potencial, que conlleva la actividad urbana derivada principalmente del caudal de aguas residuales urbanas (ARU), que permanentemente está generando toda aglomeración humana y que tiene que ser evacuado de ese núcleo generador.

Desde la vivienda en que se producen, hasta el lugar de su vertido en el terreno, las ARU son dirigidas a través de tuberías enterradas y ocultas a la vista hasta el colector general que desemboca en una estación depuradora de aguas residuales, EDAR, en la que se neutraliza su carga contaminante antes de su vertido último.

A estas aguas domésticas se incorporan aguas residuales de baldeo, de riegos, de garajes, lavanderías, laboratorios fotográficos, análisis sanitarios, etc., que también se generan en el casco urbano, cuyo volumen crece con la población.

En conjunto existe una proporcionalidad directa entre el volumen de ARU vertido y el número de habitantes que lo genera, independientemente del valor que tenga el coeficiente correspondiente: el 85% de la dotación en L/hab-día, por ejemplo. Dada la naturaleza de este tipo de contaminación, doméstica, está acuñada desde hace tiempo la unidad *habitante-equivalente* para expresar la carga contaminante de un líquido de naturaleza semejante.

Esta equivalencia práctica entre 'contaminación generada por una aglomeración' y 'número de sus habitantes' se utiliza en este apartado para expresar la incidencia de la actividad urbana en términos de población. En lugar *m³/año*, *Ton/año de DBO₅*, *Sólidos en Suspensión*, etc. en lo sucesivo se utilizan los datos de *número de habitantes* que originan esta carga, que es la información encontrada disponible.

Otra consideración importante consiste en el alcance temporal que se ha asumido. En efecto, la entrada en funcionamiento estable del saneamiento integral de las ARU lleva siempre un desfase en relación con la generación y el vertido de éstas, situación característica de hace algunas décadas cuando, frente a la pujanza desarrollista imperante, la sensibilidad medioambiental sólo estaba empezando a manifestarse. Un hecho que refuerza o amplifica este desfase reside en la amplitud del desarrollo social y, sobre todo, en la rapidez de implantación, como se verá en las páginas siguientes.

En otras palabras: durante varios lustros se ha estado generando una carga contaminante, en crecimiento constante, paralelo al de la población, que ha llegado al terreno del entorno más o menos próximo sin tratamiento y ha continuado discurriendo por arroyos, prácticamente siempre secos, e infiltrándose en proporciones relativas desconocidas pero, hipotéticamente, dignas de ser consideradas, hasta el momento en que el saneamiento se hizo efectivo.

Una idea de ese desfase viene indicada por las fechas oficiales de entrada en servicio, así como por la capacidad depuradora, de las EDAR que existen hoy en día en la zona de trabajo (Tabla 7.2.2):

Tabla 7.2.2: EDARU EN LA ZONA (Canal de Isabel II).

Denominación	Entrada en servicio	Capacidad: m ³ /día	Diseño (hab-eq.)
Arroyo del Soto	1987	77.760	300.000
Madrid-Sur:			
- ampliación 1_ fase *	1989		
- " 2_ " **	1990	105.000	325.000
Quijorna	1991	930	3.720
Navalcarnero	1993	17.500	70.000

* : Se incorporan los caudales aportados por el colector mancomunado El Culebro al tratamiento primario ** : Se extiende el Tratamiento Secundario a los vertidos aportados por El Culebro (los datos de capacidad y población de diseño se refieren exclusivamente a estos vertidos).

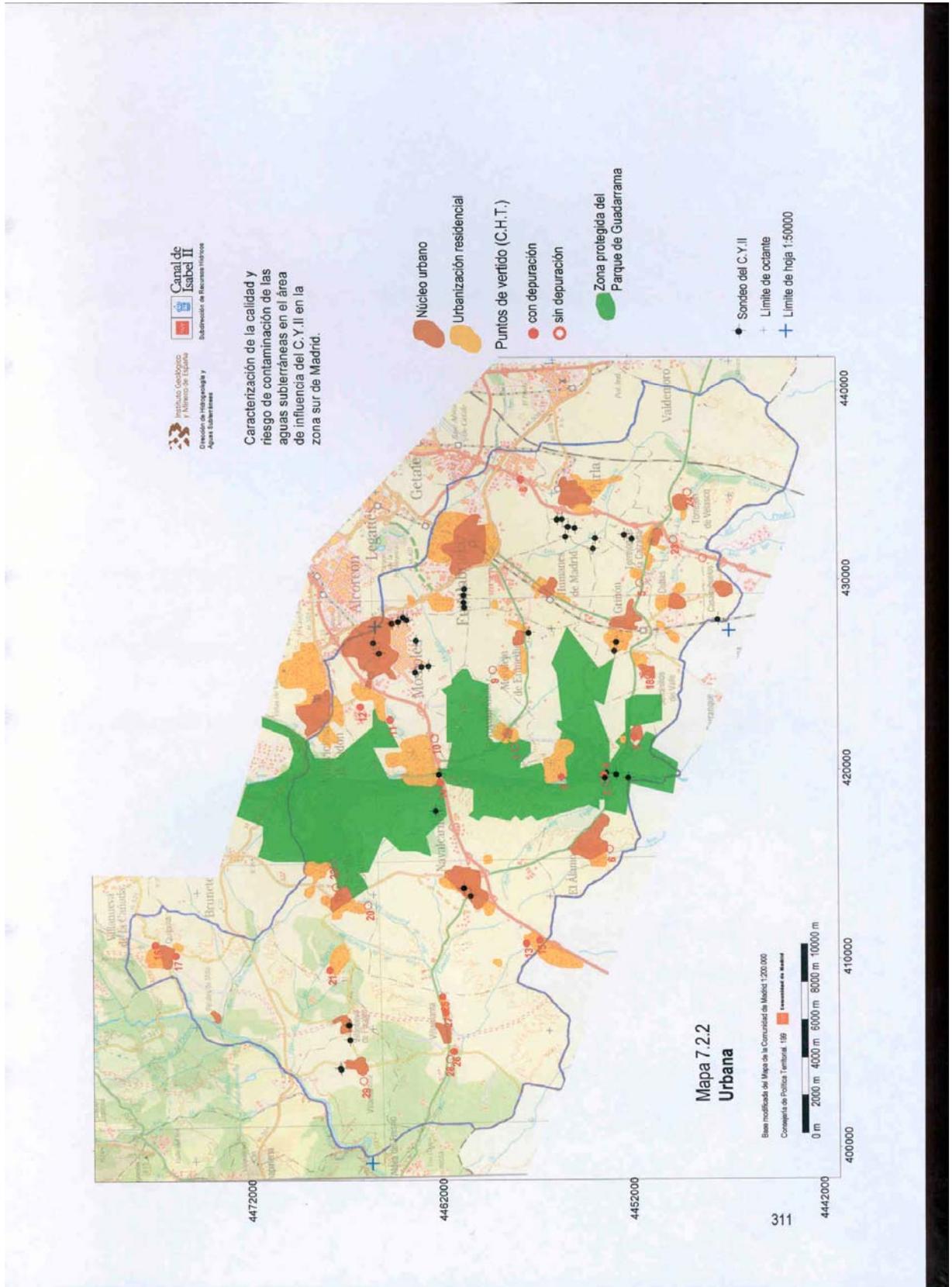
En el Mapa 7.2.2, se presenta la situación de las principales aglomeraciones que se encuentran en la zona de estudio diferenciando entre "núcleo urbano" y "urbanización residencial", con el complemento de los "puntos de vertido" singulares, como se explica más adelante.

7.2.2.2. - Antecedentes

Teniendo en cuenta el 'número de habitantes' y considerando los 'años recientes', hay que destacar los siguientes rasgos definitorios, en este tema y para esta zona:

- la inmigración como factor del drástico cambio socio-económico *sufrido* por la región. El desplazamiento de trabajadores desde el ámbito rural, continuo a lo largo de la historia de Madrid, se acelera en momentos críticos como el mencionado de las últimas décadas.
- el fenómeno 'ciudad-dormitorio', como alojamiento de millares de personas que se desplazan diariamente por motivos de trabajo a Madrid-ciudad;
- la segunda vivienda, que supone el desplazamiento temporal, por motivos de ocio, con aglomeraciones de importancia variable y actividad discontinua, y que implica mayoritariamente a habitantes del municipio de Madrid o de otros cercanos hacia zonas exclusivamente residenciales.

Estas categorías han producido unos efectos que unas veces se refuerzan y otras se neutralizan, como se verá más adelante.



Por otro lado, se retoma la Tabla 7.2.1 de la *Introducción General*, sobre la evolución en la ocupación poblacional, cuyas cifras reflejan el movimiento global o cambio social habido en esta zona desde finales de los años '70 hasta principios de los '90, donde destacan los siguientes grandes rasgos:

- en la década de los '80 se consuma la reducción ocupacional del sector *agrícola*, llegando a valores testimoniales en muchos casos para 1996;
- el sector *servicios* muestra un crecimiento continuo --amortiguado o con bajada en 1991-- para la mayor parte de los municipios
- ese mismo bache de 1991 se observa en la *construcción*, adelantándose a veces en 1986, especialmente en los grandes núcleos;
- de manera inversa, la *industria* muestra un repunte más o menos intenso para 1991 (ó 1986) dentro de su tendencia general a la disminución.

En conjunto, de 1981 a 1986, en sólo 5 años, se observa un desplazamiento en el peso relativo desde el sector agrícola al de servicios, el cual adquiere la mayor concentración también, que estaba originariamente en la industria. La construcción mantiene su dimensión, con las oscilaciones correspondientes, excepto en algún caso [Humanes, por ejemplo].

El número de habitantes, como se verá enseguida, es otra faceta que muestra el cambio acelerado, desbocado en la década de los '70, que ha tenido --y sigue teniendo-- esta comarca.

Tomando la totalidad de la zona estudiada, se tienen los valores siguientes para la población de derecho y su evolución, según censos y padrones oficiales («*Anuario Estadístico de la C.A.M. 1998-1999*» Instituto Nacional de Estadística.):

Número total de Habitantes:				
1975	1981	1986	1991	1996
143.574	305.999	385.519	441.093	474.307
Crecimiento de la Población Total (%) :				
1975 - 1981	1981 - 1986	1986 - 1991	1991 - 1996	1996 - 1975
162.425 (113)	79.520 (26)	55.574 (14)	33.214 (7)	330.733 (230)
Incremento Relativo de la Población Total :				
1981 / 1975	1986 / 1981	1991 / 1986	1996 / 1991	1996 / 1975
2,13	1,26	1,14	1,07	3,30

Sorprende el aumento espectacular habido durante el primer lustro considerado (1975-1981), paradigma de desarrollismo: en 5 años la población más que se duplica (2,13) pasando de 143.574 a 305.999 personas. Este dato palidece los siguientes, que también son elevados en sí aunque progresivamente menos y con tendencia a la estabilización. Incluso limitándose al valor medio del

crecimiento global en estos 20 años, resulta una cifra considerable: la población en la zona de estudio se más que triplica (3,30) entre 1975 y 1996.

Ahora bien, es al examinar (Tabla 7.2.3) los diversos municipios uno por uno, eliminando el factor laminador de casos extremos que suponen los valores medios y discriminando claramente los distintos tipos de crecimiento, cuando surge el alcance de la verdadera explosión habida: el crecimiento espectacular de la población en Arroyomolinos, Humanes de Madrid y Torrejón de la Calzada se ve magnificado por el propio valor absoluto en Parla, Móstoles y Fuenlabrada [ésta pasa entre 1975 y 1981, de 18.442 habitantes a 78.096].

Esta focalización del análisis a escala de término municipal lleva a unas consideraciones de mayor detalle sobre los diversos sucesos que se observan en la dinámica urbana, lo cual contribuye a la aproximación de la incidencia que todo ello pudiera tener sobre el sistema acuífero subyacente.

Esta incidencia potencial, negativa, deriva de las infraestructuras de saneamiento defectuosas o inexistentes y del cambio en el uso del terreno. De agrícola, especialmente de secano, o urbano de tipo rural, se ha pasado a industrial y/o urbano-industrial, solapándose en unos pocos años con el paso a urbano de tipo servicios. Así tiene lugar, por ejemplo, la absorción por el casco urbano de puntos de actividad industrial más o menos extensos, antaño limítrofes con el casco urbano, a causa del crecimiento rapidísimo sufrido por algunos municipios (Móstoles, Fuenlabrada).

Se tiene pues que la evolución global de la población es muy variable según los diversos municipios: desde una estabilidad casi total (Casarrubuelos, Villamantilla) hasta un crecimiento exorbitante tanto en valores relativos (Arroyomolinos) como absolutos (Fuenlabrada), pasando por situaciones de moderación (Navalcarnero). Además, esta variación muestra distinta velocidad en los sucesivos lustros según la magnitud de la población y su distancia a Madrid, parámetros a su vez relacionados en proporción inversa.

Así, en los primeros años considerados, dicha variación resulta forzada para los ya entonces grandes municipios: Parla duplica sus habitantes entre 1975 y 1981, *Fuenlabrada se cuadruplica* y Móstoles pasa de 76.000 a 150.000, mientras que resulta mínima para los demás [con la excepción de Humanes, que casi se duplica ya], y llega en algunos casos a perder habitantes (Sevilla la Nueva).

Durante el siguiente lustro (1981 - 1986) se mantiene la situación de crecimiento, con altos valores absolutos para los grandes municipios aunque disminuyendo su velocidad: Parla pasa de 56.000 habitantes a 64.000 (13 %), Fuenlabrada de casi 80.000 a 120.000 (50 %) y Móstoles de 150.000 a 175.000. Los demás municipios mantienen su crecimiento más o menos rápido, o su estabilidad [con el caso particular de Humanes, que vuelve a duplicarse].

En los 10 años restantes prosigue el paso de la *onda*: los grandes municipios tienden progresivamente a estabilizarse: Parla pasa de los 64.000 habitantes anteriores a casi 70.000, e incluso disminuye después a 69.000; Fuenlabrada crece 'sólo' de 120.000 a 145.000 (20 %) y 163.000; Móstoles pasa de los 175.000 a 192.000 y 196.000 sucesivamente. Son otros los municipios, de tamaño menor, los que aceleran su crecimiento con una intensidad mayor (Arroyomolinos, Torrejón de la Calzada,...) o menor (Cubas, Moraleja de Enmedio...). Humanes mantiene una tasa alta, si bien parece también haber pasado su máximo de velocidad.

Estos resultados se pueden analizar para el último período 1991 - 1996 con un poco más de detalle al tener en cuenta el factor segunda vivienda, si se considera que el apartado 'Urbanizaciones' responde a este uso, según se observa en la siguiente Tabla 7.2.4 [Datos escogidos de: «*Nomenclátor de la C.A.M.*» 1996, «*Censo de población y vivienda de 1991 de la C.A.M.*», «*Anuario estadístico de la C.A.M.*» Instituto de Estadística; 1998-1999]. Así, la relación "Habitantes/Vivienda" disponible (1991) es claramente mayor en '*Núcleo Principal*' que en '*Urbanizaciones*', [con la excepción única de Humanes] infiriéndose que un valor para esa relación comparativamente bajo es asociable con el carácter de segunda vivienda mencionado, sobre todo en los casos más extremos: Arroyomolinos, Batres, Villamanta, etc.

En otras palabras, existen áreas que constituyen zonas de *segunda residencia*, como en otros lugares de la C.A.M. [Sierra Oeste], si bien aquí el proceso ha sido más tardío y de mucha menor envergadura. Estas áreas, más o menos distantes de los núcleos principales, poseen peculiaridades que a menudo las diferencian de aquéllos, lo cual lleva a considerarlas de manera complementaria: saneamiento autónomo, vertido propio de sus ARU, almacenamiento con frecuencia individual de carburantes, etc. como se detalla más adelante.

	1975	1981	1986	1991	1996	1996-1975	%	1996/1975	1986-1975	%	1986/1975	1996-1986	%	1996/1986
El Álamo	1.401	1.695	1.972	2.920	3.878	2.477	177	2,77	571	41	1,41	1.906	97	1,97
Arroyomolinos	189	211	290	1.236	2.709	2.520	1.330	14,33	101	53	1,53	2.419	834	9,34
Batres	180	181	259	351	639	459	255	3,55	79	44	1,44	380	147	2,47
Casarrubuelos	572	562	530	540	622	50	9	1,09	-42	-7	0,93	92	17	1,17
Cubas	579	765	830	896	1.149	570	98	1,98	251	43	1,43	319	38	1,38
Fuenlabrada	18442	78.096	119848	144723	163567	145125	787	8,87	101406	550	6,50	43.719	36	1,36
Griñón	1.190	1.283	1.558	2.348	3.748	2.558	215	3,15	368	31	1,31	2.190	141	2,41
Humanes de Madrid	1.627	2.987	5.842	7.829	8.305	6.678	410	5,10	4.215	259	3,59	2.463	42	1,42
Moraleja de En medio	823	965	1.181	1.512	2.289	1.466	178	2,78	358	43	1,43	1.108	94	1,94
Móstoles	76272	150259	175133	192018	196171	119901	157	2,57	98.861	130	2,30	21.040	12	1,12
Navalcamero	7.085	8.066	8.977	10.126	11.601	4.516	64	1,64	1.892	27	1,27	2.624	29	1,29
Parla	30723	56.318	63.963	69.907	69.163	38.440	125	2,25	33.240	108	2,08	5.200	8	1,08
Serranillos del Valle	342	384	436	478	810	468	137	2,37	94	27	1,27	374	86	1,86
Sevilla la Nueva	705	605	663	1.348	2.650	1.945	276	3,76	-42	-6	0,94	1.987	300	4,00
Torrejón de la Calzada	548	748	1.035	1.527	3.219	2.671	487	5,87	487	89	1,89	2.184	211	3,11
Torrejón de Velasco	1.280	1.275	1.293	1.490	1.504	224	18	1,18	13	1	1,01	211	16	1,16
Villamanta	918	959	1.061	1.205	1.499	581	63	1,63	143	16	1,16	438	41	1,41
Villamantilla	311	291	292	299	338	27	9	1,09	-19	-6	0,94	46	16	1,16
Villanueva de Perales	387	349	356	340	444	57	15	1,15	-31	-	0,92	88	25	1,25
										8				

Tabla 7.2.3 : **HABITANTES EN LA ZONA DE ESTUDIO -- EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA POBLACIÓN** (C^{ia} Ordenación Territorio)

	1 9 9 6										1 9 9 1		1 9 9 6		1 9 9 1		1 9 9 6 / 1 9 9 1	
	Núcleo Principal		Urbanizaciones		TOTAL		TOTAL		TOTAL		Viviendas(%)		Habitantes (%)		Viv.		Hab.	
	Hab.	Viv.	Hab./Viv	Hab.	Viv.	Hab./Viv.	Hab.	Viv.	Hab.	Viv.	Hab.	Viv.	Hab.	Viv.	Hab.	Viv.	Hab.	Viv.
El Álamo	1.136	600	1,9	1.736	1.649	1,0	2.920	2.268	3.878	2.557	289	(13)	958	(33)	1,13	1,33		
Arroyomolinos	1.200	495	2,4	34	77	0,4	1.236	584	2.709	1.161	577	(99)	1.473	(119)	1,99	2,19		
Batres	223	180	1,2	119	279	0,4	351	491	639	579	88	(18)	288	(82)	1,18	1,82		
Casarrubuelos	338	150	2,2	185	88	2,1	540	251	622	284	33	(13)	82	(15)	1,13	1,15		
Cubas	819	409	2,0	52	101	0,5	896	561	1.149	570	9	(2)	253	(28)	1,02	1,28		
Fuenlabrada	139.901	45.794	3,0	3.800	1.791	2,1	144.723	45.794	163.567	54.175	8.381	(18)	18.844	(13)	1,18	1,13		
Grifón	690	329	2,1	1.647	1.032	1,6	2.348	1.368	3.748	1.716	348	(25)	1.400	(60)	1,25	1,60		
Humanes	1.380	539	2,6	6.428	2.313	2,8	7.829	2.858	8.305	3.262	404	(14)	476	(6)	1,14	1,06		
Moraleja	1.073	422	2,5	431	222	1,9	1.512	713	2.289	1.027	314	(44)	777	(51)	1,44	1,51		
Móstoles	189.138	59.966	3,1	2.530	1.486	1,7	192.018	61.591	196.173	64.653	3.062	(5)	4.155	(2)	1,05	1,02		
Navalcarnero	9.650	3.813	2,5	226	105	2,1	10.126	3.925	11.601	4.833	908	(23)	1.475	(15)	1,23	1,15		
Parla	64.382	20.380	3,2	5.518	1.893	2,9	69.907	22.286	69.163	23.983	1.697	(8)	- 744	(-1)	1,08	0,99		
Serranillos	302	241	1,2	152	172	0,9	478	482	810	695	213	(44)	332	(69)	1,44	1,69		
Sevilla N.	1.045	700	1,5	295	303	1,0	1.348	1.008	2.650	1.753	745	(74)	1.302	(97)	1,74	1,97		
T.Calzada	1.407	593	2,4	93	52	1,8	1.527	685	3.219	1.369	684	(100)	1.692	(111)	2,00	2,11		
T. Velasco	1.463	605	2,4	--	--	--	1.490	634	1.504	686	52	(8)	14	(1)	1,08	1,01		
Villamanta	1.135	768	1,5	6	67	0,1	1.205	921	1.499	1.011	90	(10)	294	(24)	1,10	1,24		
Villamanilla	235	157	1,5	60	60	1,0	299	244	338	253	9	(4)	39	(13)	1,04	1,13		
V.Perales	262	171	1,5	37	106	0,3	340	321	444	399	78	(24)	104	(31)	1,24	1,31		

Tabla 7.2.4 : TIPOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN Y SU VIVIENDA (C^{ia} Ordenación Territorio)

7.2.2.3 Situación presente

La situación se encuentra en nuestros días incomparablemente mejor referenciada por la cantidad y calidad de datos específicos disponibles, aún lejos de ser completos. Estos datos se pueden agrupar en dos conjuntos según su procedencia: la Confederación Hidrográfica del Tajo y el Canal de Isabel II.

Como consecuencia, el análisis aquí expuesto puede hacerse de una manera mucho más concreta y totalmente directa, limitándose al caso de los vertidos como tal reconocidos.

De un total de 83 vertidos registrados en la zona de trabajo por la Confederación Hidrográfica del Tajo, 30 se originan en actividades urbanas, 48 en instalaciones industriales y 5 en el sector agrario. Esta clasificación no se corresponde literalmente con la indicada por el mencionado Registro, aun cuando la aplicación última sea técnicamente la misma. En efecto, como el objetivo de la información recogida consiste en evaluar la carga contaminante del vertido para calcular mediante coeficientes el canon que le corresponde, distingue entre:

- los vertidos de tipo Urbano, que diferencia en: UA, *sin industria*; UB, *con una industrialización media*; UC, *muy industrializado*, asignándoles los coeficientes 1, 1.2 y 1.5 respectivamente para el mencionado cómputo;
- los vertidos de tipo Industrial, que pueden ser: IA, *o de clase 1*; IB, *o de clase 2*; IC, *o de clase 3*, con los valores 1, 1.5 y 1.5x1.5, respectivamente.

Este parámetro también se ha tenido en cuenta y se incluye en las tablas de datos presentadas, puesto que supone una caracterización, muy somera, de la naturaleza de cada vertido, aún cuando la clasificación primaria sea distinta.

Así, por ejemplo, el vertido de una “Empresa de Muebles” figura en el capítulo de *Actividades Industriales*, aún cuando el Registro le asocia una *Naturaleza UA*, indicando en las *Observaciones* correspondientes que ese vertido ‘*proviene de los servicios de la fábrica*’.

Considerando pues únicamente aquellos vertidos cuyo titular es un Ayuntamiento o similar (Canal de Isabel II en delegación) o una unidad doméstica de cierta entidad (urbanización, residencia de ancianos, instalación de hostelería, etc.), se tiene, a partir del mencionado Registro de la C.H.T, la relación de puntos de vertido, con sus características (Tabla 7.2.5) , sobre la cual cabe hacer los siguientes comentarios.

En conjunto, se observa que los vertidos de importancia destacable tienen un tratamiento depurador previo, mientras que aquéllos que presentan caudales apreciables --miles de m³/año-- y que corresponden a aglomeraciones urbanas, urbanizaciones y núcleos pequeños, reciben o no depuración. Por último, los vertidos pequeños están situados en polígonos industriales y corresponden a Empresas.

Destacan dos vertidos millonarios, en Móstoles y Batres: los efluentes de las EDAR del Soto (punto nº 11) y de Navalcarnero (punto nº 4) --gestionadas por el C.Y.II --cuyos caudales culminan en el río Guadarrama bien directamente (punto nº 4) bien a través del arroyo del Soto (punto nº 11), constituyendo un aporte de toda consideración a dicho cauce, especialmente en época de estiaje.

Detallando un poco, a la luz de su situación geográfica (Mapa 7.2.2) cabe comentar lo siguiente, en muchos casos matizado más adelante, en relación con este conjunto de vertidos:

- Arroyomolinos: de modesta magnitud (800 m³/año) en principio, el vertido n° 1 contribuye con su falta de depuración a la degradación del arroyo de los Combos, afluente del río Guadarrama.

- Batres: el vertido n° 4, correspondiente a la EDAR de Navalcarnero. Si bien se trata de los efluentes de una depuración por fangos activados, constituye un volumen de 6,4 millones de m³/año que converge en el entorno inmediato de los sondeos activos Batres-1 y 2, con el añadido que aporta el vertido n° 2 mediante la confluencia en este mismo sitio del arroyo del Sotillo del Molino con el río Guadarrama. Aguas arriba de este lugar, a unos 2,5 Km y también en el cauce del río, se encuentra el punto n° 3 de vertido de las aguas residuales tratadas de una urbanización próxima: casi 100.000 m³ anuales.

- Casarrubuelos: el vertido sin depuración efectiva de este núcleo, 20.000 m³/año, no presenta un peligro directo inmediato sobre los sondeos considerados por la distancia que los separa [el sondeo CR-1 está inactivo] y por su situación flujo subterráneo abajo, si bien constituye un aporte de contaminación al subsuelo puesto que no recibe tratamiento adecuado.

- El Álamo: los vertidos 6 y 7 se hacen sin depuración al arroyo de los Huertos justo antes de su confluencia con el río Guadarrama, todo ello en el entorno inmediato de los sondeos Batres-1 y 2, a menos de 1 km aguas arriba del Batres-3.

- Fuenlabrada: el único vertido registrado en este caso es de volumen pequeño al corresponder a un restaurante y además pertenece a la zona de gran concentración industrial: se entiende que su incidencia sobre el acuífero subyacente es despreciable.

- Griñón: el vertido n° 30 y su recorrido más o menos extenso por el arroyo de la Peñuela no parecen representar un riesgo para los sondeos Torrejón de la Calzada-1 y -2, a pesar de suponer un aporte al terreno superior a 70.000 m³/año de aguas negras sin depuración alguna.

- Moraleja de Enmedio: el vertido n° 9 se hace al arroyo de Valdecastellanos que desemboca en el arroyo de los Combos, con un volumen anual que supera los 30.000 m³ de aguas domésticas sin depurar.

Término municipal	Núm Vert	Lugar del Vertido	Tratamiento depuración	Volumen (m ³ /año)	Habit. equiv.	Observaciones
Arroyomolinos	1	A_ los Combos	No hay	800	750	
Batres	2	A_ Sotillo Mol.	Fangos activos	20.805	324	
	3	R. Guadarrama	Fangos activos	91.250	100	Corresponde a una urbanización
	4	R. Guadarrama	Fangos activos	6.387.500	70.000	EDAR "Navalcamero"
Casarrubuelos	5	A_ del Prado	Primario	20.440	520	No funciona.
El Álamo	6	A_ del Prado	No hay	131.800	2.224	Caudal conjunto de ambos vertidos
	7	A_ los Huertos	No hay	(Obs.)	(Obs)	Caudal conjunto de ambos vertidos
Fuenlabrada	8	A_ Tajapies	Fosa séptica	--	--	Corresponde a un restaurante
Griñón	30	A_ Peñuela	No hay	71.700	1.980	Vierten una imprenta y una fábrica de piensos
Moraleja Enm.	9	A_ Valdecastell	No hay	32.000	1.460	
Móstoles	10	A_ Leijon	No hay	--	--	Corresponde a un restaurante
	11	A_ del Soto	F-Q; Fang.act.	27.375.000	330.000	EDAR "Arroyo del Soto". Naturaleza: UB.
	12	A_ Peñacas	Fangos activos	5.000	96	Corresponde a una urbanización
Navalcamero	13	A_ Valdeyeso	Oxidacn. total	68.250	2.000	Corresponde a una urbanización
	14	A_ la Dehesa	Oxidacn. total	4.380	45	Corresponde a un hotel
	15	A_ Valdeyeso	Oxidacn. total	546.000	2.200	Corresponde a una urbanización
Quijorna	16	A_ Quijorna	Fosa séptica	300	8	Corresponde una urbanización
	17	A_ Quijorna	Lechos turba	339.450	1.800	
Serranillos V.	18	A_ Sotillo Mol.	No hay	14.000	500	
Sevilla Nueva	19	A_ Sacedón	No hay	18.800	799	
	20	A_ Fuentemon.	No hay	43.000	20	
	21	A_ las Charcas	Fosa séptica	500	2	Corresponde a una urbanización
	22	A_ Bacares	Fangos activos	9.000	90	No funciona
Torrejón Calz.	23	A_ Peñuela	No hay	27.000	1.250	
Torrejón Velas.	24	A_ Peñuela	No hay	69.005	1.300	
Villamanta	25	A_ Grande	Fangos activos	5.400	8	Corresponde a una urbanización
	26	A_ Grande	Oxidacn. total	2.336	64	Corresponde a una urbanización (no funciona)
	27	A_ Grande	Fosas sépticas	4.900	136	Corresponde a una urbanización
	28	A_ Grande	No hay	35.000	1.062	
Villamantilla	29	A_ la Cañada	No hay	36.000	301	

Naturaleza del Vertido UB: '*Urbano, con industrialización media*' [Rglmto. Dominio Público Hidráulico]

Tabla 7.2.5 : CARACTERÍSTICAS DE LOS VERTIDOS URBANOS . (Conf. Hidrog. Tajo)

- **Móstoles:** destaca el punto nº 11 con entidad propia ya comentada [EDAR del Soto, que recoge las ARU de los municipios de Móstoles, Fuenlabrada y Alcorcón] del cual hay que resaltar la '*naturaleza*' que le confiere la C.H. del Tajo: UB, es decir '*Urbana con Industrialización media*'. Esta particularidad es magnificada por su caudal, que supera los 27 hm³ anuales, convirtiéndolo en un punto muy singular, origen de un vertido al río Guadarrama de carga potencialmente contaminadora, aguas arriba de los sondeos activos Batres-5, -2, -1, -3. Se menciona también, de pasada, el vertido nº 12 (5.000 m³/año) de las ARU de una urbanización, con tratamiento de fangos activados, al arroyo de Peñacas que es receptor de otros vertidos de origen industrial. El tercer vertido registrado se considera de menor entidad al corresponder a un restaurante, aún cuando el tratamiento depurador es nulo.

- Navalcarnero: los vertidos nº 13, 14 y 15 se encuentran alejados de cualquiera de los sondeos activos de interés, además de recibir tratamiento depurador, que se supone efectivo.
- Quijorna: los dos vertidos registrados carecen de peligrosidad al ser de pequeña entidad (nº 16) o bien encontrarse debidamente gestionado en su depuración (nº 17).
- Serranillos del Valle: el vertido nº 18 está alejado de los sondeos de manera presumiblemente suficiente, además de no constituir un volumen anual excesivo, aún cuando no recibe depuración.
- Sevilla la Nueva: el alejamiento de los sondeos elimina la peligrosidad inmediata de los vertidos nº 19, 20 y 22, generados por el núcleo de población y dos urbanizaciones, los cuales sin embargo totalizan un volumen que supera los 70.000 m³/año carente de depuración, vertidos al terreno.
- Torrejón de la Calzada: el punto nº 23 de vertido (27.000 m³/año sin depuración) y su posterior recorrido por el arroyo de la Peñuela, parecen situarse lo suficientemente alejados, [más de 2 km], de los sondeos de interés más próximos Torrejón de la Calzada-1 y -2.
- Torrejón de Velasco: igual en todos los aspectos que en el caso anterior ocurre con el vertido nº 24, de casi 70.000 m³/año.
- Villamanta: el arroyo Grande es el receptor de los vertidos depurados nº 25, 26 y 27 de tres urbanizaciones, con un volumen anual cercano a 13.000 m³, y también del propio núcleo, punto nº 28, 35.000 m³/año, éste sin tratamiento.
- Villamantilla: dudosa es la influencia que puede tener el vertido nº 29 sobre el agua extraída por los sondeos activos Villamantilla-1 y -2, poco más de 1 km de separación, al tratarse de un volumen de 36.000 m³ al año vertidos al arroyo de la Cañada sin ninguna depuración.

Este estado de cosas se ve matizado con la información del Canal de Isabel II [«*Cartografía Hidráulica*»], la más actualizada de las existentes debido al proceso de revisión periódica que le es propio.

Así, es de reseñar que figuran en estado de construcción las EDAR de ámbito municipal asociadas a los siguientes puntos de vertido, agrupados por término municipal, anteriormente considerados:

- Arroyomolinos, punto nº 1: un colector que parte aguas arriba del núcleo y discurre a lo largo del cauce del arroyo de los Combos, termina en una EDAR 'en construcción' sobre este punto.
- Batres, punto nº 2: un pequeño colector une el núcleo con una EDAR 'en construcción' -ya construida, según la información de la Confederación- sobre este punto.
- Casarrubuelos, punto nº 5; Griñón, punto nº 30; y Torrejón de la Calzada, punto nº 23: el saneamiento de esta zona completa los colectores que dan lugar a los puntos reseñados, con unas prolongaciones, trazados y bombeos --en 'construcción'—que, tomando como eje central el arroyo de la Peñuela, llegan a una EDAR 'en construcción' situada sobre este arroyo, cerca de su confluencia con el

arroyo de Madrid, aguas abajo de Torrejón de Velasco. Un vertido complementario que figura en esta zona --2,5 a 3 km al este de Torrejón de la Calzada-1 y -2-- se asocia con el matadero existente al sur de Parla.

- El Álamo, punto nº 7: un colector 'en construcción' une este punto con el nº 4, EDAR de Navalcarnero, ubicado en Batres. Otro colector, también 'en construcción', siguiendo aproximadamente el arroyo de las Cañadillas, une el punto nº 6 con el anterior nº 7.

- Moraleja de Enmedio, punto nº 9: un colector parte del núcleo y recorre el trazado del arroyo de Valdecastellanos hasta una EDAR 'en construcción', situada sobre el punto en cuestión. Existen otros pequeños vertidos, en total 5 reseñados, en el entorno del núcleo.

- Serranillos del Valle, punto nº 18: un colector recorre las zonas urbanizadas, atraviesa el núcleo y se aleja del punto unos 500 metros al Oeste, hasta la EDAR 'en construcción'. En la parte sur del núcleo figuran dos pequeños vertidos.

- Sevilla la Nueva, punto nº 19: un colector 'en construcción' parte del núcleo y sigue el arroyo hasta unos 500 metros aguas abajo del actual punto de vertido. Confluye con otro ramal que viene de una estación de bombeo, ambos 'en construcción', situada en el actual punto nº 20. Dos pequeños vertidos figuran a la salida del núcleo.

- Villamanta, punto nº 28: un colector parte del núcleo y recorre el trazado del arroyo Grande recogiendo supuestamente el vertido nº 26, hasta una EDAR 'en construcción' sobre el punto referenciado.

- Villamantilla, punto nº 29: un colector parte de Villanueva de Perales y bordeando Villamantilla a lo largo del arroyo de San Antonio, termina en una EDAR 'en construcción' sobre el punto indicado.

De mayor envergadura, de otra dimensión, figuran lógicamente también las siguientes instalaciones del Canal en este ámbito:

- cubriendo la zona de Navalcarnero y su parte Sur, la EDAR *de Navalcarnero* (punto nº 4);
- cubriendo la zona de Móstoles, Fuenlabrada y Alcorcón, la EDAR *del Soto* (punto nº 11);
- cubriendo la extensa zona sur: Fuenlabrada, Humanes, Parla,... convergiendo en la Depuradora Sur.

Desde otro punto de vista, conviene indicar que en general los municipios de la zona tienen su sistema de saneamiento gestionado por el Canal de Isabel II, excepto los siguientes: El Álamo, Arroyomolinos, Batres, Casarrubuelos, Cubas de la Sagra, Griñón, Moraleja de Enmedio, Serranillos del Valle, Torrejón de la Calzada, Torrejón de Velasco, Villamantilla, Villanueva de Perales.

En relación con las urbanizaciones, sería necesario conocer para todas ellas el estado de la depuración que reciben sus efluentes: tratamiento individual a cargo de los servicios de la propia urbanización, o bien conexión con el sistema de saneamiento municipal correspondiente.

Estas entidades suelen presentar una peculiaridad consistente en la alta concentración de residentes que se da durante fines de semana, "puentes", vacaciones de Semana Santa, etc. Durante unos breves días se genera el caudal elevado de ARU, que se interrumpe igual de bruscamente, aportando así una complicación al proceso depurador del tratamiento a fin de garantizar su efectividad.

7.2.2.4. Conclusiones y Recomendaciones

El *boom* poblacional en la zona de estudio ha debido conllevar de forma automática una vertiente *potencialmente* contaminadora de distribución compleja, por polifacética, en el tiempo y en el espacio. Una idea global viene resumida por los valores que la franja Móstoles - Fuenlabrada - Parla, las tres ciudades de mayor concentración humana, industrial y en parte agraria, arroja para la producción / vertido de ARU. Ésta ha pasado de 125.437 hab-eq en 1975 a 428.901 hab-eq en 1996. Aún cuando se indica '*potencialmente*', las fechas y circunstancias en que esta dinámica se asentó y desarrolló desde su inicio empujan a asociar este proceso urbanístico acelerado con una cierta despreocupación --desde la perspectiva actual-- hacia las repercusiones medioambientales, en particular subterráneas, que todo ello lógicamente ha tenido que conllevar.

Si bien los resultados analíticos de las muestras de agua subterránea tomadas en la zona no indican presencia evidente de contaminación generalizada, las condiciones hidrogeológicas correspondientes por su parte tampoco permiten excluir la posibilidad de tal proceso.

En síntesis y según se razona en los apartados anteriores, se opta aquí por considerar que la actividad urbana en toda esta zona de estudio ha podido suponer durante las décadas recientes un aporte de contaminación difusa al terreno en cantidad indeterminada, originado por sus numerosas poblaciones de muy diversa magnitud: desde Móstoles hasta Villamantilla, con 196.171 y 338 habitantes censados en 1996, respectivamente

No obstante, el saneamiento de las numerosas aglomeraciones urbanas se encuentra hoy en día controlado directa o indirectamente por los Ayuntamientos, con una gestión que --salvo en la franja más meridional de la zona de trabajo, actualmente en fase de acondicionamiento-- es ejecutada en delegación por los servicios técnicos del Canal de Isabel II.

Otro tanto no puede decirse al considerar las urbanizaciones, de las que no se ha conseguido recabar información sistemática que muestre el estado en que se encuentra su saneamiento si bien se tiene constancia de la existencia o ausencia de EDAR en algunos casos particulares.

La situación en conjunto aceptable, aunque sujeta a las necesarias mejoras previstas por los Organismos competentes en el saneamiento correspondiente, es extensible en principio a la actualidad y de cara al futuro. Sin embargo, por los *Principios de Precaución y Prevención* en todo lo relacionado con la protección de los acuíferos, es necesario tener en cuenta los eventuales efectos del pasado reciente, con el rápido crecimiento urbano en varios importantes casos.

Esta regularización de la situación, relativa a las distintas fases del saneamiento integral, culminada hoy día o en vías garantizadas de estarlo, conlleva la anulación del aporte al terreno de este tipo de contaminación. Tratándose de un residuo biodegradable, su potencial degradador tiende a desaparecer por sí mismo: sólo hay que dar tiempo suficiente.

Esto conduce a recomendar la adopción de dos acciones, a efectos de lograr una utilización segura del agua subterránea:

1. alejar las nuevas extracciones de los lugares señalados como depositarios de esta carga contaminante heredada, hasta la distancia que un estudio hidrogeológico particular determine en cada caso;
2. establecer una red de vigilancia activa, consecuencia también del estudio hidrogeológico, en el entorno de dichos lugares que indique la evolución de la calidad del agua subterránea, especialmente en la dirección de los sondeos de extracción intensa.

En caso de que por motivos de causa mayor un sondeo tenga que continuar bombeando agua de estas zonas para abastecimiento urbano, se deberá mantener en él la vigilancia analítica adecuada que permita detectar la aparición de una eventual contaminación.

Otro ítem que hay que reseñar por destacable consiste en el sistema constituido por el río Guadarrama, el sector acuífero subyacente y su mutua relación hidráulica cuyo estudio de detalle debe ser actualizado teniendo en cuenta las condiciones de bombeo recientes, actuales y previsibles, si bien la profundidad de los niveles captados en los sondeos activos de esta zona, Sistema de Batres, parece constituir una garantía para el agua subterránea extraída.

Es necesario mencionar también el caso menor de algunas situaciones incorrectas, en especial los vertidos referenciados por la Confederación Hidrográfica del Tajo. Prácticamente todas ellas se encuentran en vías de solución, como ocurre en la parte más meridional de la zona de trabajo si bien la eliminación del aporte contaminador no ha llegado aún a su culminación.

Por último, en el caso igualmente menor de las urbanizaciones residenciales, se entiende que es conveniente considerar sus asentamientos como zonas susceptibles de estar degradadas, por eventuales fugas en la red de saneamiento, vertidos locales hasta el momento de la conexión a la red municipal o a la EDAR correspondiente, uso del suelo previo a la edificación, a lo que habría que añadir el uso intensivo de productos fitoquímicos, frecuente en los espacios verdes de estos lugares, junto a las dotaciones de riego elevadas y el consiguiente lavado del suelo y arrastre de sustancias en disolución.

7.2.3 Actividades agrarias

7.2.3.1. Introducción

La importancia de estas actividades es, en su conjunto, inferior a la del anterior y también --como se verá, con mucho mayor motivo-- a la del siguiente. Sin embargo, presenta interés de *manera puntual* en lugares concretos tanto por la agricultura de regadío como por la ganadería estabulada.

Nuevamente el vector director de esta actividad antrópica consiste en la *proximidad de Madrid-ciudad*. Un mercado asegurado para los productos de esta zona hace que se mantenga una agricultura intensiva de regadío de huerta en municipios como Fuenlabrada y Humanes, si bien con una tendencia recesiva en general, aunque con situaciones emergentes (cultivos *ecológicos*) de futuro desconocido.

Se adelantan aquí algunas de las limitaciones encontradas en la obtención de información de detalle sobre estas actividades:

- 1.- La determinación de los fertilizantes aplicados exige una encuesta directa, con apoyo importante de investigación en campo, debido a su dependencia de factores tan diversos como el tipo de cultivo sembrado (cebolla, lechuga, col,...) o la idiosincrasia de cada agricultor.
- 2.- En el caso de los productos fitosanitarios, plaguicidas, herbicidas, etc., la dificultad para conseguir su determinación adquiere una dimensión mayor al depender además, en una proporción elevada, de la habilidad comercial de los representantes-vendedores de los múltiples productos existentes, en permanente evolución.
- 3.- Con los productos 'zoosanitarios': anabolizantes, hormonas, antibióticos, etc., que a veces son utilizados sin control veterinario, con fines fraudulentos inclusive, la situación obviamente es del todo opaca - lo cual no impide la presunción de estas prácticas-, por lo cual resulta igualmente imposible su consideración concreta y definida en este trabajo.
- 4.- La inexistencia de datos directamente asequibles ha neutralizado el interés por definir antiguas parcelas de regadío, hoy inexistentes por el cambio de uso del suelo, y su carga contaminadora retenida en el perfil del terreno correspondiente.

7.2.3.2. - La Agricultura

La superficie cultivada en cada Término Municipal de la zona de estudio se indica en la Tabla 7.2.6.

Sus valores globales son, para el conjunto de la zona:

- Superficie total de la zona:	60.335 ha	(100%)
- Superficie total de regadío:	1.699 ha	(2,8%)
- Superficie total de secano:	15.256 ha	(25,3%)

Dado el objetivo del presente estudio se limita este análisis al cultivo de regadío.

Se observa en dicha tabla la escasa relevancia del cultivo de regadío con sólo el 2,8 % de la

superficie. Además se encuentra limitado a unas pocas áreas: en la mitad (11) de los municipios comprendidos en la zona de trabajo (20), el regadío *total* obtenido sumando todas las parcelas regadas es inferior o igual al 1% de la superficie de cada Término considerado; sólo en Cubas de la Sagra y Fuenlabrada alcanza el 10%, y casi el 9% en Humanes. Además, las parcelas individuales tienen un carácter disperso en general, con lo que su pequeña o ínfima importancia global se ve aún más disminuida al considerarlas individualmente, con la perspectiva de índole regional que interesa al presente trabajo.

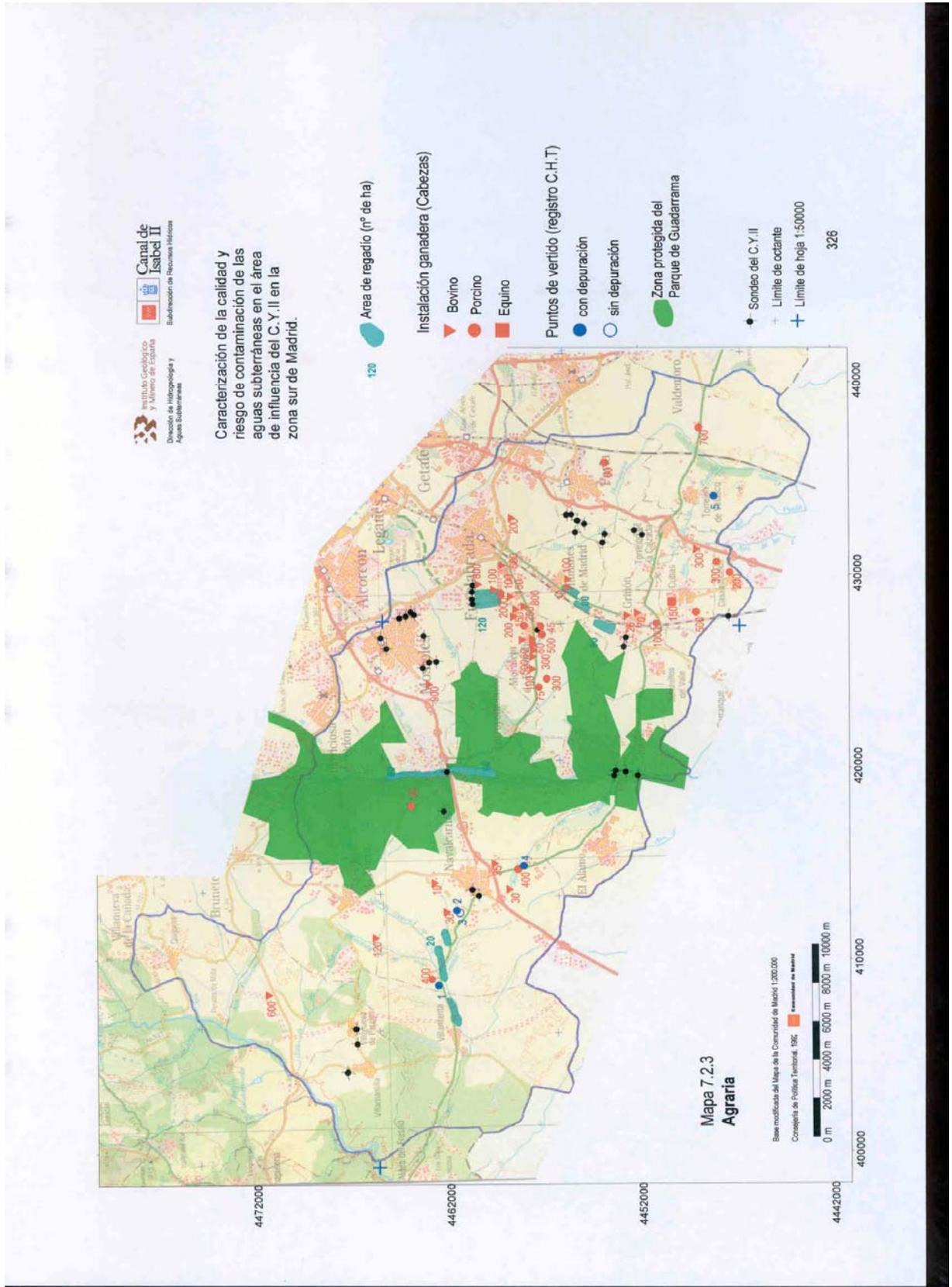
Conviene sin embargo destacar (Mapa 7.2.3) los siguientes casos de entidad local, por tratarse de *riegos de huerta* con aportes de agua diarios prácticamente a lo largo de todo el año, incluso dos riegos al día en los momentos intensos, que proporcionan de 2 a 2,5 cultivos/año:

- Fuenlabrada: en la parte oeste del Término, entre el área de “Nuevo Versalles” y la linde con Humanes de Madrid, penetrando un poco en él, se encuentran unas 70 parcelas prácticamente indiferenciadas, que totalizan unas 120 hectáreas.

SUPERFICIES (ha)				
MUNICIPIO	Término	Regadío	Secano	Reg/Tot %
<i>El Álamo</i>	2.225	12	464	0,5
<i>Arroyomolinos</i>	2.066	7	406	0,3
<i>Batres</i>	2.158	2	53	0,1
<i>Casarrubuelos</i>	532	31	308	5,8
<i>Cubas de la Sagra</i>	1.282	130	334	10,1
<i>Fuenlabrada</i>	3.872	392	710	10,1
<i>Griñón</i>	1.742	50	530	2,9
<i>Humanes de Madrid</i>	1.946	175	490	9,0
<i>Moraleja de Enmedio</i>	3.129	32	1.132	1,0
<i>Móstoles</i>	4.536	65	1.130	1,4
<i>Navalcarnero</i>	10.022	265	1.920	2,6
<i>Parla</i>	2.451	26	211	1,1
<i>Quijorna</i>	2.571	10	1.448	0,4
<i>Serranillos del Valle</i>	1.328	7	252	0,5
<i>Sevilla la Nueva</i>	2.513	9	392	0,4
<i>Torrejón de la Calzada</i>	898	10	360	1,1
<i>Torrejón de Velasco</i>	5.232	287	2.893	5,5
<i>Villamanta</i>	6.315	183	844	2,9
<i>Villamantilla</i>	2.399	4	494	0,2
<i>Villanueva de Perales</i>	3.118	2	885	0,1
TOTAL	60.335	1.699	15.256	2,8

Tabla 7.2.6: SUPERFICIES OCUPADAS POR LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS (1996)

(Instituto de Relaciones Agrarias; M. de Agricultura, Pesca y Alimentación)



Su riego por aspersión continúa imponiéndose, si bien todavía perdura el clásico por caballones en más de la tercera parte; el agua procede siempre del pozo de boca ancha, hasta recientemente, de la parcela correspondiente. Comentarios recogidos al paso indican que los niveles piezométricos mantienen un descenso lento y continuado desde hace años, al parecer. Un recorrido a pie por esta zona confirma estas apreciaciones, como se indica a continuación.

Este área agrícola utiliza para el regadío intenso *pozos de boca ancha* que captan el nivel más somero, a unos 4-6 metros de profundidad, utilizando a veces albercas de construcción añeja. Extrapolando de manera razonable la distribución de los materiales que conforman las columnas litoestratigráficas halladas en los próximos sondeos LORANCA, que están situados en el borde de este área, se entiende que este nivel piezométrico captado corresponde a las pasadas arenosas y arenoso-arcillosas más superficiales, pudiéndose por lo tanto considerar estas pasadas suficientemente aisladas de los sucesivos materiales que captan los sondeos LORANCA, los cuales se encuentran situados a mayor profundidad, a partir de varias decenas de metros hasta más de 100, además de contar con una cementación en los primeros 20 metros. Así, esas aguas someras presumiblemente cargadas de productos fitoquímicos --NO₃ sobre todo, como corrobora el verdín que cubre el agua en reposo directamente observada en algunos de estos pozos y estanques, aguas que razonablemente se suponen colgadas, no llegan pues a percolar hasta los niveles que alimentan las extracciones LORANCA, aisladas por sucesivos paquetes predominantemente arcillosos.

Sin embargo, hay que señalar en este área la existencia de algún sondeo. Sus características son desconocidas. Considerando la potencia y facies de los intervalos acuíferos subyacentes, no resultaría exagerado aventurar una profundidad de varias decenas de metros en su obra; tampoco se considera aventurado suponer la inexistencia de medidas protectoras frente a la contaminación: sellado de pasadas más someras o, simplemente, cementación superior.

En consecuencia, se llama la atención sobre la posible interconexión de las capas acuíferas superiores, contaminadas, con las inferiores a través de estos sondeos. Si bien esta penetración, en principio, debiera ser muy lenta o incluso nula a lo largo del tiempo, al ser extraído durante la explotación el volumen de agua contaminada que hubiera penetrado durante el reposo del bombeo, el acceso de contaminantes podría verse acelerado por el funcionamiento de la batería de extracciones LORANCA --próximas entre sí-- a través del flujo inducido localmente; la afección así creada facilitaría el transporte de estos contaminantes hacia estos sondeos. En cualquier caso el factor dilución debiera minimizar el eventual riesgo de contaminación, si bien al ser tan bajos los límites aceptados para la concentración de sustancias tóxicas como son los plaguicidas, sólo mediante su confirmación a través de una vigilancia analítica adecuada puede garantizarse la inocuidad de esta situación:

- Humanes: a lo largo de la carretera que lleva a Griñón, desde la salida del núcleo urbano hasta la linde municipal, se extienden por el lado izquierdo en la primera mitad y por el derecho en la segunda, cultivos de huerta que totalizan unas 80 ha. Además se tiene la franja de la parte norte, contigua con Fuenlabrada.

- Griñón: próxima al núcleo de población, desde la vía férrea hacia el Oeste, se encuentra una extensión de unas 60 hectáreas dedicadas a cultivos estacionales de huerta.

- Navalcarnero: se llevan a cabo cultivos de huerta en:

- *río Guadarrama*: unas 120 ha a lo largo de su cauce, desde el cruce con la carretera N-V hacia el Sur en unos 3 km del aluvial, e igualmente hacia el Norte. Se incluye aquí, aunque pertenezca al municipio de Villaviciosa de Odón, por continuidad geográfica];
- *arroyo de Doña Mariana*: en su margen izquierda, prolongándose a lo largo de la carretera a Villamanta, en unos 2,5 km, hasta el límite del Término;
- *arroyo del Manzanal*: próximo a la carretera de Villamanta, cercano al anterior (arroyo de Doña Mariana), extendiéndose sobre una superficie algo mayor de 20 ha;
- Villamanta: área de huertas de pequeña entidad, próxima al núcleo, al borde de la carretera de Navalcarnero.

El riego en estos aluviales menores se hace por aspersión, si bien se va introduciendo el sistema por goteo. El abonado se sustenta básicamente en el abundante estiércol que proporciona la actividad ganadera, según comunicaciones verbales.

Según los resultados obtenidos en el "Informe sobre el Acuífero Detrítico", ya mencionado, no se observan altos valores en la concentración de los *nitratos* salvo en algún caso puntual de Arroyomolinos, Fuenlabrada, Navalcarnero, Villamanta (103 mg/L) y Cubas (198 mg/L), concentración además que lógicamente disminuye con la profundidad. Esta disminución, sin embargo y sin explicación aportada, se incumple en el caso de Cubas, donde los valores más altos de NO_3^- , así como de SO_4^- y de C.E, se encuentran a unos 100 metros de profundidad.

Lamentablemente, la ausencia de análisis relativos a *compuestos fitosanitarios* impide ampliar las observaciones hechas para los nitratos. Sin embargo, esta extrapolación puede teóricamente aceptarse en principio debido al comportamiento físico-químico propio de estas sustancias: el ion NO_3^- es difícilmente retenido por el suelo y percola con fluidez; de manera inversa ocurre con los fitosanitarios ya que sus macromoléculas encuentran retenciones de diversa índole e intensidad variable en su recorrido subterráneo: una baja concentración de NO_3^- conlleva, supuesta y probablemente, una mucho más baja concentración --o sea, una ausencia en la práctica-- de fitoquímicos.

De todas formas sería deseable poder confirmar estas deducciones con resultados analíticos, sobre muestras del agua subterránea tomadas en lugares adecuados a tal fin y con una extensión temporal congruente con la persistencia que caracteriza a estos compuestos nocivos.

Por último, el Registro de la Confederación Hidrográfica del Tajo recoge el siguiente único punto de vertido:

Término Municipal	NºVer	Lugar del Vertido	Tratamiento depuración	Vol m ³ /año	Hab -Eq	Nat Vert	Observaciones
-------------------	-------	-------------------	------------------------	-------------------------	---------	----------	---------------

Término Municipal	NºVer	Lugar del Vertido	Tratamiento depuración	Vol m³/año	Hab -Eq	Nat Vert	Observaciones
Torrejón Velasco	5	Terreno	Riego fincas	80	--	IB	Almazara de 170.000 kg aceite/año

Las procedencia, situación, aplicación y sobre todo magnitud de este vertido, no proporcionan peligros a destacar en el marco de este Informe.

En resumen, la eventual incidencia de las prácticas agrícolas sobre la calidad de las aguas subterráneas en el conjunto de la zona de estudio se considera insustancial, sin desprestigiar las siguientes particularidades puntuales:

- en la zona del río Guadarrama, la alta transmisividad de los materiales aluviales, sobre los que se asientan los cultivos mencionados, debe facilitar un rápido drenaje del retorno de riego y un rápido arrastre de fertilizantes hacia río, cuya incidencia sobre el acuífero es conveniente dilucidar.

- en la zona de Fuenlabrada, al Oeste, la extensión y el régimen de explotación que tiene el área de huertas, con extracciones someras y también de cierta profundidad, parece estar provocando una depresión creciente del nivel piezométrico local, con lo cual la emigración o transporte de la eventual afección por compuestos químicos de uso agrícola fuera de esta zona se vería en gran parte o totalmente amortiguada. Al mismo tiempo, hay que apuntar la posible incidencia de estos regadíos, acentuada por el funcionamiento de algunos sondeos para riego, sobre eventuales futuras extracciones en los sondeos LORANCA-I, -II y -III y la consiguiente necesidad de dilucidar mediante los estudios oportunos la situación hidrogeológica local con el detalle suficiente.

- en la zona de Griñón, los cultivos estacionales reseñados si bien son de escasa entidad, se encuentran próximos (unos 500 m) de los sondeos Batres-4 y Batres-6.

- en la zona de Humanes, los cultivos, aún constituyendo un foco potencial de menor peligrosidad que el colindante polígono industrial Prado de los Caballos, a causa de la naturaleza de las sustancias que cada cual puede aportar al subsuelo, ofrecen una mayor entidad, en principio, por el volumen de percolado que proporciona el regadío.

7.2.3.3. La Ganadería

En la zona de estudio la actividad ganadera presenta una importancia económica mayor que la agrícola, si bien igualmente de orden secundario.

En la Tabla 7.2.7 se incluye el censo ganadero correspondiente. La *cabaña ovina*, la más numerosa ya que reúne aproximadamente tantas cabezas como las demás cabañas juntas, no tiene interés

alguno porque su estabulación, para pernoctar, solamente genera el residuo sólido que se produce con el cambio quincenal o mensual de las "camas": mezcla de deyecciones y paja que se recoge y esparce por las tierras de cultivo como estiércol. Análogamente, la *cabaña equina* no se ha considerado por ser muy poco numerosa y dispersa; se hace referencia a ella a causa de una única instalación con 150 cabezas.

La *cabaña bovina*, de pequeña entidad en términos absolutos --8.000 cabezas-- se encuentra estabulada en instalaciones cuya capacidad varía entre algunos animales y varios cientos de cabezas. Destacan Fuenlabrada y Humanes de Madrid, que concentran los 2/3 del bovino de cebo, y Móstoles [Los Combos] que tiene la mitad de las vacas de ordeño de la zona.

La *cabaña de porcino*, con 18.000 cabezas, generalmente estabuladas, presenta una densidad de animales netamente mayor en las concentraciones grandes, llegándose a superar los 2.000 en una instalación particular de Humanes. En valores globales, destaca Navalcarnero con 1.477 reproductoras y 827 de cebo, junto a Moraleja de Enmedio, Torrejón de Velasco, Casarrubuelos y Griñón.

	OVINO			BOVINO			PORCINO		
	Ovejas	Cabras	Explot.	Vacas	Terneras	Expl	Reprodu.	Cebo	Expl
<i>El Álamo</i>	1.350	38	3	--	300	1	--	--	--
<i>Arroyomolinos</i>	396	6	1	--	--	--	--	--	--
<i>Batres</i>	360	6	1	--	--	--	19	50	1
<i>Casarrubuelos</i>	240	80	1	--	--	--	530	2.430	3
<i>Cubas de la Sagra</i>	48	9	1	300	--	1	--	600	1
<i>Fuenlabrada</i>	1.800	75	7	54	2.744	23	180	35	3
<i>Griñón</i>	400	7	2	167	25	3	405	1.229	3
<i>Humanes de Madrid</i>	2.398	19	6	52	1.655	9	330	1.750	1
<i>Moraleja de Enmedio</i>	380	--	1	59	525	4	630	2.610	9
<i>Móstoles</i>	615	167	4	759	78	3	16	38	2
<i>Navalcarnero</i>	2.205	90	18	124	249	12	1.477	827	7
<i>Parla</i>	1.382	--	5	--	20	1	30	196	1
<i>Quijorna</i>	396	475	6	10	35	2	--	--	--
<i>Serranillos del Valle</i>	830	42	2	--	--	--	16	--	1
<i>Sevilla la Nueva</i>	1.080	114	4	--	--	--	--	--	--
<i>Torrejón la Calzada</i>	750	45	2	--	--	--	--	--	--
<i>Torrejón de Velasco</i>	2.030	24	6	--	--	--	260	2.830	3
<i>Villamanta</i>	3.006	587	7	60	15	2	166	959	3
<i>Villamantilla</i>	300	580	3	10	--	1	--	--	--
<i>Villanueva de Perales</i>	443	133	4	23	713	3	280	84	2
TOTAL	20.409	2.531	84	1.618	6.359	65	4.339	13.638	40

Tabla 7.2.7: CABAÑA GANADERA (1998). (Instituto de Relaciones Agrarias; M. de Agricultura, Pesca y Alimentación)

Los residuos generados por estas aglomeraciones ganaderas tienen un destino desconocido, pues no figura registrado en ningún sitio, salvo las excepciones que se comentan más adelante (C.H.Tajo). En ocasiones son vertidos a 'fosa séptica'; en otras, son recogidos en lugares que no están caracterizados y

periódicamente esparcidos a '*tierras de labores*'. A veces, como se ha dicho anteriormente, el vertido es *directo* al colector municipal. Cuando la instalación es grande [Los Combos], el recorrido a lo largo del arroyo que está más próximo aporta la información oportuna.

No obstante, se advierte un interés por establecer una gestión adecuada, no suficientemente definida, para este tipo de residuos. El reciente Real Decreto 324 / 2000, BOE nº 58, '*por el que se establecen normas básicas de ordenación de las explotaciones porcinas*', apunta en esta dirección.

La información oral de primera mano recogida en reuniones de trabajo apresuradas con los Técnicos de las Delegaciones Comarcales, permite situar aproximadamente (Mapa 7.2.3) las instalaciones de cierta importancia siguientes:

- Bovinos (Δ), con más de 10 cabezas;
- Porcinos ($^{\circ}$), con más de 30 cabezas;
- Equinos (\square), un único punto singular con 150 cabezas.

Los establos se encuentran diseminados en el entorno del núcleo urbano a una distancia mayor (Navalcarnero) o menor (Cubas), no siendo infrecuentes los de pequeña entidad situados en el interior del casco urbano. Es de destacar la circunstancia de instalaciones próximas entre sí, puesto que dan lugar a agrupaciones que en algunos casos confieren una alta densidad global local (Moraleja de Enmedio).

En el marco de este estudio, interesa subrayar algunos aspectos:

- la *alta densidad de ganado estabulado* existente entre Fuenlabrada y Moraleja de Enmedio (y parte del Término de Humanes), con el sondeo ME-1, no activo, en el borde del casco urbano.
- la *proximidad* entre los sondeos Antusana-2, -3 y -4, y *Los Combos*, con la estabulación y su complejo productivo;
- la también proximidad aunque menor, unos 1.000 metros, que separa el borde superior de la agrupación anteriormente mencionada de los sondeos Loranca-1, -2 y -3;
- algo más lejos, menos de 2.000 metros, de los sondeos Casarrubuelos[no activo], Batres-4 y -6, se encuentran otras instalaciones ganaderas.

Por otra parte, la información de la Confederación Hidrográfica del Tajo, (Tabla 7.2.8), registra cuatro puntos de vertido de aguas procedentes de instalaciones ganaderas en el término de Navalcarnero.

Estos vertidos se realizan --salvo en un caso-- después de haber pasado por sendos sistemas de balsas de decantación y de fosa séptica, como tratamiento depurador. Dos de ellos (n^{os} 1 y 2) vierten un volumen no cuantificado, si bien se atribuye al primero de ellos una carga de 8 habitantes-equivalentes; a su vez, el vertido nº 3 asigna una carga equivalente a 1 habitante, con un volumen de 365 m³/año. El último, nº 4, vierte al arroyo Charnacoles un volumen de 300,0 m³/año aunque no se cuantifica sus hab-eq. Interesa señalar que la '*Naturaleza*' asignada a los vertidos 1 y 4, es: IC, o sea: *Industrial de la Clase 3*,

a la que corresponde según el Reglamento del Dominio Público Hidráulico el coeficiente más alto para el cálculo del canon [en buena lógica, el de mayor poder contaminante], mientras que para los otros dos vertidos es UA, o sea: *Urbano sin industrias*, con el coeficiente menor [el menos contaminante].

Asociando, en base a la proximidad geográfica, estos puntos de vertido con las instalaciones ganaderas someramente caracterizadas en las páginas anteriores, se tiene que, de manera aproximada y en principio, cada uno de los dos puntos de vertido 1 y 4 (de naturaleza IC) estaría relacionado con una estabulación de reproducción de porcino con unas 400 madres en cada caso. Ambos puntos se encuentran suficientemente alejados de cualquiera de los sondeos considerados en este trabajo.

Término Municipal	Núm Vert	Lugar del Vertido	Tratamiento depuración	Volumen (m ³ /año)	Hab Eq.	Nat Ver	Observaciones
Navalcarnero	1	Terreno	Decantación	--	8	IC	300 porcinos (Carga difusa: 58,5 Kg/día)
	2	Fuente el Sapo	No hay	--	--	UA	Recoge aguas pluviales de una cubierta
	3	Terreno	Fosa séptica	365	1	UA	Procede de los aseos de una nave ganadera
	4	A_ Charnacol	Decantación	300	--	IC	300 porcinos (Carga difusa: 54 Kg/día)

Tabla 7.2.8: VERTIDOS DE LA CABAÑA GANADERA. (Conf. Hidrog. Tajo)

En resumen, la actividad ganadera ofrece escasa importancia en la zona de estudio, con unos valores medios o ratios de baja entidad. Sin embargo la ocasional proximidad de algunas estabulaciones y la primaria gestión de sus residuos líquidos [purines, aguas de lavado, etc.] --recogidos en una fosa que se vacía periódicamente y esparcidos por tierras de secano o barbecho-- obliga a prestar una atención especial en los siguientes casos:

- el núcleo de Moraleja de Enmedio acoge numerosos establos, unos en su interior y otros en su entorno más o menos inmediato, dispuestos en la dirección de la carretera de Fuenlabrada;

- el Término de Humanes de Madrid reúne también un apreciable número de estabulaciones en su parte estrecha al norte de la carretera de Fuenlabrada, pudiéndose considerar como una prolongación de la zona de Moraleja, sin solución de continuidad;

- los núcleos de Griñón, Cubas y Batres presentan estabulaciones dentro del casco urbano o en sus alrededores;

- a una distancia inferior a 1 km tienen concentraciones ganaderas los siguientes sondeos: Antusana-II, -III y -IV (operativos), y ME (no operativo). Con una distancia de 2 km, se añaden: Batres-4 y -6, Loranca-I, -II, -III y CR-1 (no operativo).

7.2.3.4. - Conclusiones y Recomendaciones

La actividad agraria, al igual que el resto de actividades económicas, se desarrolla básicamente en función del gran sumidero de productos que es Madrid-ciudad. No obstante reviste una importancia menor en tanto que origen de contaminación, real o potencial, para las aguas subterráneas. Sin embargo, requiere cierta atención a *escala de instalación*, ya sea parcela agrícola o estabulación ganadera y su entorno, debido a la intensidad puntual que puede presentar.

Los datos recopilados en las Tablas 7.2.6, 7 y 8 se complementan con una síntesis gráfica de la situación (Mapa 7.2.3, "Actividad Agraria") fundamento de lo siguiente:

- La vertiente agrícola se caracteriza por una extensión global muy pequeña, con una superficie de regadío que ocupa solamente el 2,8 % de la superficie total, pero obteniendo dos cosechas al año con un *riego casi permanente*; la otra cara de la moneda reside en que el aporte local de nutrientes y fitosanitarios al subsuelo puede ser apreciable.

Los datos analíticos en los puntos muestreados reflejan en general bajas concentraciones de *nitratos*, si bien existen puntos singulares de valores a considerar, especialmente en algunos niveles someros. Para los plaguicidas, herbicidas, etc. sus concentraciones nulas en los análisis químicos realizados garantizan la ausencia de este tipo de contaminación en los niveles captados.

De todas formas, conviene mencionar las zonas del *río Guadarrama*, del *oeste de Fuenlabrada* y, en un segundo lugar, de *Griñón* y de *Humanes*, donde la agricultura ofrece cierta relevancia en la proximidad de sondeos como Batres-4 y 6 y Loranca-I, -II, -III.

- La vertiente ganadera presenta mayor entidad, siempre de orden secundario, aunque con las mismas observaciones en cuanto a la necesidad de *consideración a escala puntual o local*. Una *densidad media*, a escala regional, de 0,13 cabezas de bovino por hectárea, o de 0,30 de porcino, tiene que matizarse y complementarse con la existencia de algunos casos de estabulación que concentran varios cientos [hasta 2.000, incluso] de animales, y también con el hecho de la proximidad geográfica de varias instalaciones de magnitud media que totalizan cifras apreciables.

Una circunstancia a subrayar es la *mediocre consistencia del tratamiento de los residuos* de estas instalaciones: almacenamiento en balsas y posterior esparcimiento en terrenos, generalmente de secano. No hay que olvidar el alto contenido en materia orgánica y microorganismos que caracterizan a estos residuos ni la existencia de establos en el interior de algún casco urbano, cuyos residuos han de ser vertidos al colector municipal o directamente al subsuelo. En relación con la presencia en estos vertidos de otras sustancias como antibióticos, compuestos químicos para el engorde, hormonas, etc. sólo se puede dejar un punto de interrogación ya que la información disponible es nula.

Por unos u otros de estos motivos hay que señalar en particular los nombres de Batres, Cubas,

Griñón, Moraleja de Enmedio y Humanes de Madrid, así como el entorno de los sondeos, más próximo para Antusana-2, -3, -4, y Moraleja de Enmedio-1; menos próximo para Batres-4 y -6, Casarrubuelos-1, Loranca-I, -II, -III.

En otro plano diferente parece conveniente, a la luz de lo expuesto en los párrafos anteriores, aplicar en lo posible las medidas que se exponen a continuación.

Se recomienda a efectos del abastecimiento urbano, someter a una vigilancia adecuada en cuanto a periodicidad del muestreo, determinaciones analíticas, etc., las extracciones de los sondeos Loranca-I, -II, -III, Antusana-2, -3 y -4, que se han señalado como inmediatos a áreas y focos potenciales de contaminación. Esta vigilancia es, naturalmente, extensible a todos los sondeos del C.Y.II en el área. La toma de muestras y su posterior análisis derivarán de la consideración conjunta de las características hidrogeológicas y antrópicas de la zona.

Se recomienda continuar las explotaciones subterráneas locales cuya finalidad no es el consumo humano, en tanto se consigue asegurar que la actividad agrícola no supone un aporte negativo para el acuífero subyacente. Ello supone, en la medida de lo posible, mantener retenido el flujo en torno a estos puntos de extracción, a causa de la inducción local que así se genera en el manto, limitando la movilidad de los contaminantes aguas abajo. Simultáneamente, se consigue una recirculación del agua que conlleva a su vez cierta disminución relativa en el eventual contenido de contaminantes a causa de la absorción ejercida por el medio vegetal y/o rocoso.

Se recomienda incrementar la vigilancia en los sondeos que se encuentran situados a una cierta distancia de las áreas de contaminación descritas. Al igual que en los puntos anteriores, la toma de muestras y las exigencias analíticas derivarán de la consideración conjunta de las características tanto hidrogeológicas como antrópicas existentes en el entorno de cada uno de estos sondeos.

7.2.4 Actividades industriales

7.2.4.1 - Introducción

Abordar el tema de la evaluación de la incidencia de las industrias sobre las aguas subterráneas a causa de sus vertidos líquidos al terreno en la zona de estudio resulta *difícil* dado que, aunque hay muchos datos disponibles sobre la actividad industrial-empresarial, son pocos los relativos a los residuos sólidos y casi inexistentes los referentes a sus vertidos los líquidos en relación con el subsuelo. Existe alguna reciente excepción constituida por los trabajos de la Consejería de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la C.A.M.: «*Medidas protectoras y correctoras para el acuífero detrítico de Madrid*» y por el «*Inventario y caracterización de suelos contaminados*», ambos de 1998.

Ante esta situación, se han aplicado los siguientes procedimientos para conseguir información útil a los fines de este trabajo:

1º: se ha partido de la actividad industrial en sí, persiguiendo inferir valores concretos cualitativa, cuantitativa y geográficamente, de sus aportes líquidos al terreno, aguas residuales principalmente;

2º: directamente, se han utilizado datos parciales sobre residuos líquidos vertidos al *Sistema Integral de Saneamiento*, cuyo Gestor Oficial es el Canal de Isabel II según la legislación autonómica;

3º: se ha examinado el inventario de los vertidos a cauce público o al terreno, reconocidos como tales en aplicación de la Ley de Aguas y de su desarrollo reglamentario, a través del Registro correspondiente de la Confederación Hidrográfica del Tajo;

4º: se han tenido en cuenta las denuncias en este ámbito cursadas por el Servicio de Protección de la Naturaleza (SEPRONA);

5º: se ha integrado la información que complementa la obtenida en los cuatro puntos anteriores, encontrada en los escasos pero valiosos estudios recientes acometidos con perspectiva hidrogeológica;

6º: obviamente, y en primer lugar, también se ha consultado a la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la C.A.M.

La información disponible sobre esta actividad ofrece los siguientes rasgos comunes:

- la mayor parte de los datos, puramente socio-económicos: producción, subsectores, consumo eléctrico, inversiones, distribución de trabajadores, edad, sexo, etc., hacen referencia a la totalidad de la Comunidad Autónoma, resultando imposible diferenciar los correspondientes a la zona de estudio

- la fuente en principio idónea para la finalidad perseguida, el PCARI («*Programa Coordinado de Actuación de Residuos Industriales*»), con más de 10 años de antigüedad y análisis globales sobre su gestión en el conjunto de la C.A.M, contempla básicamente los residuos sólidos. Otras publicaciones más o menos recientes, como las mencionadas al principio, analizan y describen con más detalle la problemática de los residuos, aunque generalmente *sólidos*.

- salvo en contados casos singulares, no se encuentran consideraciones de tipo hidrogeológico ni referencias concretas a la eventual incidencia de las industrias sobre el sistema acuífero.

Las consultas personales en Ayuntamientos han dado escaso fruto ya que los datos presumiblemente de interés, recogidos en soporte papel diseñado con otros propósitos, serían de adaptación farragosa en el mejor de los casos. Además, el acceso a la documentación adolece de dificultades materiales y humanas: la disponibilidad administrativo-burocrática de estos entes aparece saturada por sus labores de atención al público, existe cierto temor a la indebida publicación de datos concretos a escala municipal en un tema tan delicado y, en definitiva, sistemáticamente se remite al interesado al Canal de Isabel II que, como Ente Gestor oficial del S.I.S. "debe reunir la información al respecto".

Son frecuentes las diferencias observadas en los datos referidos a los mismos conceptos (empresas, población ocupada, etc.) en diferentes publicaciones, sobre todo a lo largo de los años del desarrollo acelerado, lo cual introduce un notable '*factor de incertidumbre*' en la interpretación de estos datos.

No obstante, las indagaciones realizadas en esta fase han proporcionado información indirecta particularmente útil para una aproximación al conocimiento del estado del subsuelo como consecuencia del uso industrial que ha soportado en los últimos decenios.

El presente capítulo se estructura en los apartados: "*El sector industrial en la zona de estudio*" en el que se ofrece una exposición general del tema; "*Áreas degradadas*", con una presentación resumida de sus características destacables; y "*Humanes de Madrid*", que describe la situación particular en este municipio. Se complementa el capítulo con datos específicos en dos ámbitos singulares: las gasolineras y otros depósitos de líquidos combustibles: "*Depósitos de carburantes*" y el "*Registro de los puntos de vertido*" de la Confederación Hidrográfica del Tajo. Culmina el capítulo con una serie de "*Conclusiones y recomendaciones*", compendio de lo expuesto, complementadas con una sugerencia de actuaciones.

La información cartográfica se presenta en los mapas 7.2.4.1, con información de tipo areal o zonal; y 7.2.4.2, con información de tipo puntual, incluidos al final del capítulo.

7.2.4.2 - El sector industrial en la zona de estudio

La principal característica de la Zona Sur de la C.A.M. consiste en pertenecer al entorno metropolitano de la capital, dentro de su segundo anillo, con un crecimiento histórico localizado sobre los ejes viarios nacionales y locales.

A esta característica específica hay que añadir la gran diversidad en la tipología de las industrias implantadas que dificulta extremadamente la identificación individualizada de sus vertidos y la aproximación al estudio de su incidencia sobre el acuífero.

En este apartado se comentan de manera consecutiva estas y otras facetas, procurando dar una orientación a la exposición que converja en el mismo punto: la eventual relación que presentan cada una de ellas con la contaminación potencial del acuífero subyacente.

Una publicación oficial: «El distrito industrial de la periferia metropolitana del Suroeste» C^{ia} de Economía, 1987, ofrece una descripción del desarrollo industrial habido en este Distrito Sur hasta 1987, de donde se ha extractado lo que sigue.

En 1968, tan sólo en Fuenlabrada existían algunos establecimientos industriales, de escasa entidad, dispersos a lo largo de las carreteras de Toledo, Móstoles-Pinto y Fuenlabrada-Humanes. La clasificación y distribución de estos establecimientos en 1975 viene recogida en la Tabla 7.2.9, donde destaca su pequeña entidad: pocos establecimientos y pocos trabajadores en valores absoluto y relativo (regional).

Sectores	Fuenlabrada	Parla	Humanes	Torrejón C.	TOTAL		
Alimentación y Bebidas	3 / 181	---	---	---	3	181/20.515	0,9
Químicas	2 / 136	---	---	1 / 52	3	188/34.039	0,5
Textil y Confección	1 / 27	---	---	---	1	27/24.025	0,1
Madera y Corcho	9 / 376	3 / 99	1 / 52	---	13	527/8.368	6,3
Papel y Artes Gráficas	3 / 187	---	1 / 97	---	4	284/20.246	1,4
Material de Construcción	2 / 179	---	---	---	2	179/14.307	1,2
Cuero y Piel	-- / --	---	---	---	--	--/3.779	0,0
Metalurgia Básica	4 / 254	1 / 48	---	---	5	302/23.886	1,3
Transformados Metálicos	5 / 351	2 / 202	---	---	7	553/110517	0,5
Industrias Diversas	4 / 246	3 / 255	1 / 25	---	8	526/10.258	5,1
TOTAL	33/1937	9 / 604	3 / 174	1 / 52	46	2767/269940	1,0

[COLUMNA 2, 3, 4, 5 : N_ de establecimientos / n_ de empleados]

[COLUMNA última : total establecimientos | Total trabajadores: en la zona/en la Región de Madrid □ % zona/Región]

Tabla 7.2.9 : NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES EN 1975 (≥25 trabjs)(C^{ia} Economía)

La comparación de los mismos conceptos sólo 3 años más tarde (1978) (Tabla 7.2.10), ofrece un notable salto cuantitativo que, en los casos de Fuenlabrada y Humanes, parece increíble y cuya razón de ser, descartando eventuales anomalías de tipo estadístico, especialmente para 1975, reside en la dimensión de las Empresas: la inmensa mayoría tiene menos de 25 trabajadores. A partir de 1978, la zona comienza a perder ocupación industrial, especialmente en la pequeña empresa. Se registra una inversión de su hasta entonces constante crecimiento, el cual se reduce en términos absolutos aún cuando el número de locales registrados aumenta. El empleo medio por establecimiento disminuye y, estadísticamente, se estabiliza.

Municipio	Nº Establecimientos (E)			Nº de Trabajadores (T)			Empleo medio (T/E)		
Fuenlabrada	538	655	826	10655	8745	11334	19,8	13,3	13,7

Municipio	Nº Establecimientos (E)			Nº de Trabajadores (T)			Empleo medio (T/E)		
Humanes	260	358	560	3259	3105	5241	12,5	8,7	9,4
Parla	96	92	89	730	669	563	7,6	7,3	6,3
Torrejón de Calzada	12	12	29	161	151	228	13,4	12,6	7,9
TOTAL	906	1117	1504	14805	12670	17336	16,3	11,3	11,5

Tabla 7.2.10 : CENSO DE ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES [años:1978/1980/1987] (C^{ia} de Economía)

En efecto, en toda la Zona Sur se produce una particularísima dinámica de crecimiento industrial, en la que durante la década 1977-1987 Fuenlabrada se convierte en el municipio con mayor número de establecimientos industriales, excluyendo Madrid-capital y Humanes en el que se presenta mayor empleo industrial por habitante: 90 por cada 100 habitantes [6,4 para el conjunto de la Comunidad].

Toda esta actividad empresarial --que conllevará una repercusión negativa sobre el medio-- reúne una serie de características que la singularizan:

- su génesis temporal, desarrollada en plena crisis;
- su pequeño empleo por establecimiento: 11,5 frente a 17,5 de media regional, ó a 46,4 del municipio vecino de Getafe;
- su fortísima rotación de Empresas, con una rápida implantación y desaparición de establecimientos. Así, de los 1.504 registrados en 1987, sólo 295 constan como anteriores a 1978; o sea que de los 906 existentes en 1978 han desaparecido 611: ha sobrevivido 1 establecimiento de cada 3;
- la complejidad de su problemática: alta tasa de inmigración, fuerte crecimiento demográfico, ocupación y paro, industrias emergente y sumergida, mercado de trabajo en la zona, etc. Todo ello junto a circunstancias como son el que la clasificación industrial del suelo se haya realizado en *esta última década* (años '90); o, de manera parecida, el que los pequeños municipios hayan ido desarrollando *por sí mismos* suelo industrial para cubrir necesidades de ámbito local.

En esta publicación oficial (pág. 98) se destaca igualmente la carencia de organización infraestructural --no suficientemente superada-- como un aspecto importante en estrecha interacción con las características anteriores. Se transcribe literalmente un párrafo sin comentario alguno por su nitidez:

"...En el medio ambiente industrial de la zona la desafortada promoción que ha existido, unida a la actual autorización de la propiedad inmobiliaria, hace que la degradación medioambiental sea muy considerable y además extraordinariamente difícil de resolver. Problemas de acceso, de suministros, de saneamiento, de tráfico, etc. se acumulan y lo que es peor, no dejan de crecer, sobre todo en Humanes, donde la ocupación salvaje de suelo rústico por numerosas naves industriales sin base de urbanización alguna sigue siendo un fenómeno galopante. Este desgobierno del espacio industrial se convierte en una más de las condiciones que tienden a reforzar la marginalidad de esta industria".

En los últimos años una acción recuperadora ha ido tomando cuerpo en algunas zonas, si bien daños y remedios se encuentran una vez más a distintas escalas. Así, se ha desarrollado la operación urbanística de "La Cantueña" alrededor de la N-401, en los términos de Fuenlabrada y Parla, para la rehabilitación y recuperación integral de este amplio territorio.

Con base en las estadísticas más recientes («Anuario estadístico de la C.A.M.» Inst. de Estadística; 1998-1999), se recogen en la Tabla 7.2.11 los valores para los

Municipios	E	P	P/E	Municipios	E	P	P/E
El Álamo	26	106	4,1	Navalcarnero	83	797	9,6
Arroyomolinos	6	24	4,0	Parla	92	698	7,6
Batres	---	---	---	Serranillos del Valle	5	22	4,4
Casarrubuelos	8	43	5,4	Sevilla la Nueva	13	8	0,6
Cubas	17	245	14,4	Torrejón de la Calzada	40	361	9,0
Fuenlabrada	842	11.195	13,3	Torrejón de Velasco	8	30	3,7
Griñón	47	695	14,8	Villamanta	8	49	6,1
Humanes	676	5.922	8,8	Villamantilla	4	55	13,7
Moraleja de Enmedio	85	538	6,3	Villanueva de Perales	1	1	1,0
Móstoles	30	412	13,7	TOTAL	1.991	21.201	10,6

Tabla 7.2.11 : ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES ACTIVOS (E), PERSONAS OCUPADAS (P) Y EMPLEO MEDIO .1995. (Inst_ de Estadística)

establecimientos industriales activos (E), el número de personas ocupadas (P) y el consiguiente empleo medio (P/E) para 1995. La comparación de estos datos con los anteriores en los casos homólogos (Fuenlabrada, Humanes, Parla y Torrejón de la Calzada) indica que, aproximadamente, se mantienen tanto los valores absolutos como los relativos.

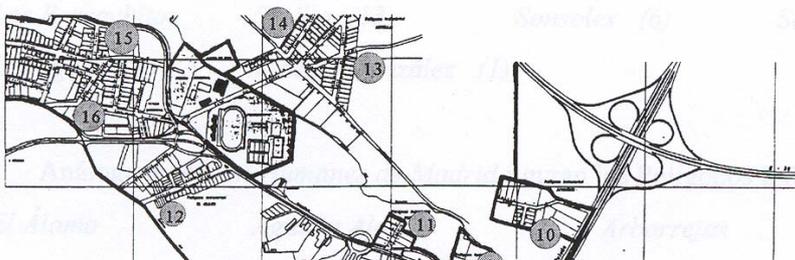


Figura 7.4.1 Area industrial al este de Fuenlabrada



Nuevamente interesa subrayar --por la aplicación que se hará más adelante, retomando estos datos-- cómo destacan las cifras globales correspondientes a los términos de Fuenlabrada y de Humanes.

Esta alta densidad de la actividad industrial se produce particularmente dentro de cada término municipal en zonas determinadas, como ocurre también en los casos paradigmáticos de Fuenlabrada y Humanes de Madrid: además de contar con un elevado número de industrias, correspondientes a unos 60 polígonos industriales, éstas se

encuentran concentradas en las zonas de desarrollo preferente, como son las vías de comunicación. Una anécdota expresiva: la carretera Moraleja de Enmedio - Fuenlabrada, a su paso por Humanes recibe el nombre de *Avenida de la Industria*.

En la Figura 7.4.1 se comprueba gráficamente lo descrito, para la zona industrial del tercio oriental de Fuenlabrada, y se precisa un poco en los casos reseñados por los números incluidos en círculos.

En el Mapa 7.2.4.1 se puede observar este fenómeno de *alta densidad* en sus rasgos de conjunto, a la escala indicada.

Nominalmente, en *Fuenlabrada* se encuentran los Polígonos Industriales siguientes, con el número de su situación en la Figura anterior para algunos de ellos:

<i>Acedinos</i> (10)	<i>Albarreja</i> (14)	<i>Bañuelo</i> (5)	<i>Berruguete</i>
<i>Los Calfersa</i>	<i>C. de la Carrera</i>	<i>C. Matagallegos</i> (4)	<i>Campo Hermoso</i>
<i>Cobo Calleja</i> (2)	<i>Codeín</i>	<i>Cogullada I</i>	<i>Cogullada II</i>
<i>Cordel la Carrera</i>	<i>Cruce I</i> (8)	<i>Cruce II</i> (7)	<i>Cuesta Olivilla</i> (16)
<i>El Álamo</i> (12)	<i>El Palomo</i> (15)	<i>G_Ribera</i>	<i>La Casilla</i>
<i>La Laguna</i>	<i>La Piqueta</i>	<i>La Toca</i> (3)	<i>La Vega II</i> (11)
<i>Los Borrachitos Sevilla</i>	(13)	<i>Sonsoles</i> (6)	<i>Sotorrío</i> (9)
<i>Uranga</i>	<i>Vicente González</i> (1)		

Análogamente, en *Humanes de Madrid* figuran los Polígonos Industriales:

<i>El Álamo</i>	<i>Agustín Alonso</i>	<i>Arbarrejas</i>	<i>C_de la Fraila</i>
<i>Codeín</i>	<i>Coherman</i>	<i>Díaz Velasco</i>	<i>Hnos. Andrés</i>
<i>Holcar</i>	<i>La Fraila</i>	<i>La Solanilla</i>	<i>Las Viñas</i>
<i>Leandro Pérez</i>	<i>El Lomo</i>	<i>Los Calahorros</i>	<i>Los Linares</i>
<i>Los Llanos</i>	<i>Nuevos Calahorros</i>	<i>Molino Empresarial</i>	<i>Monterreal</i>
<i>Montesol</i>	<i>Prado los Caballos</i>	<i>Rucimar</i>	<i>San Miguel</i>
<i>San Valentín</i>	<i>Siete Picos</i>	<i>El Soto</i>	<i>Valdonaire</i>
<i>Viñaras</i>	<i>Well's</i>		

Otro factor característico es la alta variedad de subsectores implantados que tendrá su repercusión en la tipología de los residuos líquidos generados en la zona. Como ejemplo se adjunta la clasificación de las Empresas (CNAE) del polígono industrial Valdonaire, en Humanes de Madrid, del que se aporta un esquema urbanístico muy simplificado donde se aprecia la alta densidad de instalaciones:

Tabla 7.2.12 Establecimientos implantados en el Polígono Industrial Valdonaire

VALDONAIRE

Nombre de la Empresa	CNAE	Empleados	Facturación
1. ACEROS INOXIDABLE TRUJE SA	.281	20-49	251-500
2. AGRUPACION DE ARTESANOS Y EBAN.	.361	1-9	0-100
3. AGUASECA SA	.971	20-49	251-500
4. AHORROS ENERGETICOS FUENLA.	.453	10-19	101-250
5. ALONSO MONIBAS E HIJOS SA	.517	20-49	251-500
6. ALUMINIOS GARCIA CALVILLO SL	.281	1-9	0-100
7. ALUMINIOS MARTIN SL	.281	10-19	101-250
8. ALUMINIOS VIFER SL	.281	1-9	0-100
9. ALUMINIOS Y CRISTALES SAHYMA SL	.281	10-19	101-250
10. ALVARO CASTILLO JUSTO	.286	1-9	0-100
11. ANTONIO LOZANO GARCIA SL	.205	1-9	0-100
12. ANULA SALIDO JOSE ANTONIO	.514	1-9	101-250
13. APLICACIONES MAGNÉTICAS	.316	1-9	0-100
14. ARANDALU SL	.553		-
15. ARTES GRAFICAS DE LAS HERAS SL	.222	1-9	0-100
16. ARTESANIA SACRA SA	.286	1-9	0-100
17. ARTICARDAN SA	.343	10-19	101-250
18. AUTOMOVILES DAMALEON SL	.518	1-9	101-250
19. AUTOSERVICIO MUÑOZ GALLEGU CUAD	.673	1-9	0-100
20. AUXILIAR DEL MUEBLE DE COCINA SL	.361	1-9	0-100
21. BAR RESTAURANTE DOAB SL	.553	1-9	0-100
22. BARCIA SOTELO MAXIMO	.361	1-9	0-100
23. BARENTS CERRAJERIA SA	.286	1-9	101-250
24. BARNIZADOS LACADOS RESTAURACION	.361	1-9	0-100
25. BLAZQUEZ MORATO ANTONIO	.522		-
26. BORGES SA	.158	10-19	251-500
27. BRICOLAJE VALDONAIRE SL	.524		-
28. BRICOLAJES MARQUINA SL	.361	1-9	0-100
29. BRICOLSA SA	.361		-
30. BYTWELVE GESTION INTEGRAL DE MIC.	.748	1-9	0-100
31. CAL CARPINTERIA ALUMINIO LACADO	.281	1-9	0-100
32. CALDEMECA SL	.286	1-9	0-100
33. CALDERERIA 3JF SL	.282	1-9	0-100
34. CAMPOS SISTEMAS HIDRAULICOS SL	.362	10-19	101-250
35. CARPINTERIA ENRIQUE PEREZ E HIJOS	.454	10-19	101-250
36. CARROCERIAS SIGLER SL	.362	1-9	0-100
37. CERRAJERIA TEOFILO SL	.281	1-9	0-100
38. CERRAJERIAS GASCON SL	.281	10-19	101-250
39. CERRAJERIAS Y ESTRUCTURAS GAFFN	.454	1-9	0-100
40. CERVI SL	.366	1-9	0-100
41. COHUME COOP LTDA	.281	10-19	101-250
42. COMACAR SL	.517	1-9	0-100
43. COMERCIAL AGAR SL	.517	1-9	0-100
44. COMERCIAL GASSO SA	.517	1-9	0-100
45. COMERCIAL LINACENTRO SL	.514	1-9	251-500
46. COMERCIAL MAGA SL	.295	1-9	0-100
47. CONSERVAS Y LEGUMBRES BLANCO	.513	1-9	0-100
48. CONST.FRIGORIFICAS SERRANO Y ES.	.286	1-9	101-250
49. COOP. COMERC. ELECTRODOM.	.514	1-9	251-500
50. COTACAR SA	.454	10-19	0-100
51. CREA MILANI SA	.361	20-49	101-250
52. CRIPO SL	.515	1-9	101-250
53. CRISTALERIAS ARRABAL SL	.515	10-19	251-500
54. CROMADOS ROMA SL	.285	10-19	0-100
55. CUESTA GARCIA MARCELINO	.286	1-9	0-100
56. DECOARTE SALOMON SL	.454	1-9	0-100
57. DELEGACION EMPRESAS COLABOD	.513	20-49	1001-1500
58. DFM SL	.361	1-9	0-100
59. DIEZ ESTEBAN M. TERESA	.281	1-9	101-250
60. DIOSERMI 2 SL	.212	10-19	251-500
61. DISMONSA SL	.606		-
62. DIVERSEYLEVER SA	.515	10-19	251-500
63. DIVISION ARTESANAL DE MOBILIARIO	.361	1-9	0-100
64. DRESJO EBANISTAS SL	.361	1-9	0-100
65. DROGUERIAS RUBIO SA	.524	10-19	251-500
66. EBAGAGO SL	.361	1-9	0-100

Nombre de la Empresa	CNAE	Empleados	Facturación
67. EBANEM SL		1-9	0-100
68. EDREGON SL		10-19	101-250
69. EL BUEN SABOR SL		1-9	0-100
70. ENCUADERNACION LMG SL		1-9	101-250
71. ENCUADERNACION RUISAN SL		10-19	101-250
72. ENDER FRIO INDUSTRIAL SL		1-9	101-250
73. ESPADA MANZARES JESUS		1-9	0-100
74. ESPIRALES BICONICOS SA ESPIBISA		1-9	101-250
75. ESTEVEZ FERNANDEZ JESUS		1-9	0-100
76. ESTRUCTURAS METÁLICAS 2MJ		1-9	0-100
77. EURO MAIM SL		50-99	251-500
78. EUROGREENS SA		1-9	101-250
79. FABRICACION MAQUINARIA ALIMENTAC.		1-9	101-250
80. FANTASIGOL SL		10-19	251-500
81. FEINVAL SL		1-9	0-100
82. FERNANDEZ Y CASELLES SL		-	-
83. FERRO ELECTRO ESPAÑOLA SL		10-19	101-250
84. FINANCIACION CREDITOS INMOBILIARIOS		1-9	-
85. FORES PUERTA MANUEL Y OTRO CB		1-9	0-100
86. FRIDEC SL		50-99	101-250
87. FRIO INDUSTRIAL JL DELGADO SL		1-9	101-250
88. FRIO INDUSTRIAL MAPI SL		1-9	101-250
89. FRITERMIA SA		10-19	251-500
90. FRUSEMA SL		10-19	251-500
91. FRUTAS CEYMA SA		1-9	0-100
92. GAMERO OSUNA MIGUEL ANGEL		1-9	0-100
93. GARCIA Y ALBARRAN ASOCIADOS SL		1-9	251-500
94. GARLO MASTERS SL		1-9	101-250
95. GEOTEYCO		20-49	251-500
96. GIL PINEDO LUIS ALBERTO		10-19	251-500
97. GOLD FIELD METALES SL		1-9	0-100
98. GOLD WHITE SA		1-9	251-500
99. GRABADOS ANGEL SL		1-9	0-100
100. GRADELU SA		1-9	0-100
101. GRAFICAS IBOR SA		1-9	0-100
102. GUCAN SL		1-9	0-100
103. GUILLEN MACIA JESUS		1-9	0-100
104. GUILLEN MACIA RAMIRO		-	-
105. HERMANOS BRAVO CB		-	-
106. HERMANOS CABRERA SL		10-19	0-100
107. HERMANOS DIAZ CORREAL SA		20-49	101-250
108. HIJOS JOSE HEREDIA MALDONADO		1-9	0-100
109. IDEAS EN CARTON SL		1-9	101-250
110. INDUSTRIAS DE VIDRIO Y ACERO SA		20-49	251-500
111. INDUSTRIAS INMEACA SL		1-9	0-100
112. INDUSTRIAS METALICAS GARCIA FDEZ.		1-9	0-100
113. INDUSTRIAS NUDO SA		10-19	251-500
114. INDUSTRIAS RACIONERO SA		10-19	750-1000
115. INSAMA SL		1-9	0-100
116. INSTITUTO CREDITO ADMINISTRACION		-	-
117. INTEGRACION Y MANT. DE SISTEMAS		1-9	251-500
118. IRONTAL SL		10-19	101-250
119. ISMAILI ALLAL		-	-
120. ITALIA ESTILO SL		1-9	0-100
121. JAMONES Y EMBUTIDOS VELCAR SL		10-19	251-500
122. JASA SL DE FABRICACION Y MONTAJES		1-9	101-250
123. JL RIESCO SL		1-9	0-100
124. JOMA 95 SL		10-19	101-250
125. JOMAVIR SL		1-9	0-100
126. LAMBEA VICIOSO JOSE		1-9	-
127. LAZARO CABALLERO MANUEL		10-19	251-500
128. LICOTAR ARTES GRAFICAS SL		1-9	0-100
129. LLORENTE VALVERDE ANTONIO Y OTR		1-9	0-100
130. LOPEZ MARKET SL		1-9	0-100
131. LUBE CENTER SA		10-19	251-500
132. LUNACRIS SL		1-9	0-100
133. MADERAS HERMUBASA SL		1-9	101-250
134. MANIPULADOS LISMA SL		20-49	251-500

Nombre de la Empresa	CNAE	Empleados	Facturación
135. MARCAZA SL			
136. MARCELINO ROMAN TEODORO HERAS			
137. MATRICERIA M BRAVO SL			
138. MATRICERIA NUÑEZ SL			
139. MECANICION SIDETOR SL			
140. MECANIX SL			
141. MEGA MONTAJES E INST.ELECTRICAS			
142. METODIS SL			
143. MOBILIARIO DE ENCARGO			
144. MONHUSA SL			
145. MONJE PEREZ VICTORIANO			
146. MONSECO MARTIN DOMINGO			
147. MONTAKIT SL			
148. MORALEDA Y CASTRO SL			
149. MORALSAN SL			
150. MUCESA SL			
151. MUEBLES DIAZ CORREAL SL			
152. MUEBLES MEDEL HNOS SL			
153. MUEBLES NATUFOR SAL			
154. MUNDIGAS SL			
155. MUÑOZ MONTERO FRANCISCO			
156. NECTALI SL			
157. PACO Y NANO SL			
158. PALGRAPHIC SA			
159. PEMODI SA			
160. PENINSULAR DE PUERTAS SL			
161. PEÑA INTERNACIONAL COMPAÑIA SL			
162. PEREZ LOPEZ JOSE ANTONIO			
163. PEREZ PEREZ M LUZ			
164. PINTURAS WALDELL SA			
165. PLANOS SIDERURGICOS TRANSFORMA.			
166. PRODUCTOS MAGAN SL			
167. PROMOCION EMPRESARIAL HUMANES			
168. PROTOCOCINA SL			
169. PROYECTOS TECNICOS METALICOS			
170. PUERTAS J F SL			
171. PULIDOS JOYMAR SL			
172. LUBRICANTES SA			
173. RAFAEL FEBRES SA			
174. RAMUL SL			
175. RAYTRA SL			
176. RECAPOL SA			
177. RECUBRIMIENTOS DE MADERA SA			
178. RODELGO Y SANCHEZ SL			
179. ROMERO DIAZ JOSE ANTONIO			
180. ROSCAS Y TORNILLOS SL			
181. SALVADOR AREVALILLO			
182. SAMFERGO EBANISTAS SL			
183. SANCHEZ ANGLEU JESUS			
184. SANCHEZ FERNANDEZ M TERESA			
185. SEGURI ROMA SL			
186. SEROVISAN SL			
187. SERRAZAR SL			
188. SERVICIO AUXILIAR DEL BARNIZADO SL			
189. SIEMSA CENTRO SA			
190. SIMEVAL SL			
191. SISTEMAS CREADIN SA			
192. SISTEMAS DE CONTROL VIAL SL			
193. SOLDADURA Y COMPONENTES SL			
194. SPACIO GRAFICO SL			
195. T C MANUTENCION SL			
196. TAGOSO SL			
197. TALLERES CALIFORNIA SL			
198. TALLERES DE CERRAJERIA HERGOSA			
199. TALLERES ENRIQUE CRUCES SL			
200. TALLERES HINOJAL SL			
201. TALLERES LITOMETAL LIMEL SL			
202. TALLERES SAINZ SL			

- Construcción de maquinaria y Equipo mecánico (10)
- Papelería (8)
- Fabricación de objetos diversos de madera (excepto muebles) (5)
- Industria del pan, bollería, pastelería y galletas (5)
- Elaboración de productos alimentarios diversos (5)
- Sacrificio de ganado; preparación y conservas de carne (4)
- Industria del cuero (3)

Esta variedad de subsectores se refleja desde otra perspectiva con algo más de detalle al contemplar a continuación, como un ejemplo, el caso de la *industria agroalimentaria*. (Tabla 7.2.13)

Total:n/N/%	<u>El Álamo</u>	<u>Casarrubuelos</u>	<u>Fuenlabrada</u>	<u>Grifón</u>	<u>Humanes</u>	<u>Móstoles</u>	<u>Navalcarnero</u>	<u>Parla</u>	<u>Serranillo Valle</u>	<u>Sevilla la Nueva</u>	<u>Torrejón Calzada</u>	<u>Torrejón Velasco</u>	<u>Villamanta</u>	<u>Villamantilla</u>
Aceites Vegetales:														
<i>Elaboración y Envasado.</i>	2 / 26 / 7,7						1/1					1		
Aceitunas:														
<i>Adereso y Encuendos</i>	2 / 24 / 8,3		1/1		2				1/1					
Productos alimenticios diversos:almacenamiento	6 / 93 / 6,5		3 / 1/1			1/3/1								
Carnes y derivados:														
<i>Matadero, Despique, Elaboración de productos, Almacenamiento.</i>	1 / 229 / 13,5	1	1/1/1	2/1/1	5/4/1	1/4/1	3		1/1/1	1/1/1		1	1/2/1	
Cereales y leguminosas:														
<i>Clasificación, Envasado.</i>	2 / 19 / 10,5				1/2/1									
Condimentos y Especies:														
<i>Elaboración, Envasado.</i>	1 / 2 / 50		1											
Hortofrutícola:														
<i>Selección, Envasado.</i>	10 / 70 / 14,3	1	1/3/1		1/1/1	1					1/1/1	3/1/1		
Lácteos y Derivados:														
<i>Elaboración de leche, Transformados, Derivados.</i>	6 / 52 / 11,5		1/1/1			1/3/1	1/2/1							
Pan, Bollería y Pastelería:														
<i>Elaboración, Fabricación.</i>	1 / 23 / 4,3										1/1/1			
Patatas fritas, Churros y Aperitivos:														
<i>Elaboración, Fabricación.</i>	1 / 12 / 8,3					1/1/1								
Piensos:														
<i>Fabricación, Correctores.</i>	6 / 35 / 17,1		1/1/1	2	1		2/1/1							
Platos Preparados:														
<i>Elaboración.</i>	2 / 10 / 20		1/1/1					1						
Productos de la Pesca:														
<i>Despique, Elaboración y Transformados, Envasados, Almacén.</i>	11 / 62 / 1,6		8 / 7/1		1/2/1			1						
Productos Forestales:														
<i>Preparación de Madera.</i>	1 / 13 / 7,7					1/1/1								
Tratamiento Subproductos:														
<i>Elaboración Subproductos para Consumo Animal.</i>	4 / 10 / 40		1/1/1		1/1/1							1/2/1		
Vinos, Vinagres y Bebidas alcohólicas:														
<i>Elaboración, Embotellado.</i>	5 / 56 / 14,3	1		1			3/2/1							

n : instalaciones en la zona. N : instalaciones en la CAM. % : relación n/N
 / x / : instalaciones *explícitamente* situadas en Polígonos Industriales o en extra-radio

Tabla 13 :
Industrias censadas en el Sector Agroalimentario (DG Agricultura y Alimentación, CAM, 1997)

Las grandes industrias con más de 50 trabajadores, inscritas en el Registro Industrial y consideradas 'contaminantes' según la D. G. de Industria, Energía y Minas, alcanzan el número de 8 en la zona de estudio. Si bien el tipo de 'contaminación' allí considerado es el atmosférico --con lo que en principio su interés en este Informe es mínimo-- se tienen en cuenta porque su tamaño y actividad las hacen susceptibles de generar contaminación potencial de aguas y de suelos y, a largo plazo, de acuíferos.

La información así obtenida [también de ámbito autonómico] es con base en un único parámetro, el número de trabajadores, y se recoge a continuación:

	N_	Tipo de Fabricación	Razón Social	T
<i>Fuenlabrada</i>	1	Papel y Cartón	Papelera Peninsular , S.A.	160
	2	Productos Farmacéuticos	Cederroth Ibérica , S.A.	53
	3	Piezas no eléctricas para vehículos	Mecanismos para Automoción S.A.	70
	4	“ ” “	Moldeados Textiles , S.A.	57
	5	“ ” “	Valeo España , S.A.	346
<i>Móstoles</i>	6	“ ” “	Valeo Sistemas de Cierre , S.A.	92
	7	Perfumes y Productos de Higiene	Cosmeparf , S.A.	69
	8	Metales no Féreos ; Otros.	Tafime , S.A.	192

N_ : número de la industria considerada, en el Plano X T : Trabajadores de la industria considerada.

Tabla 7.2.14 : GRANDES INDUSTRIAS CONTAMINANTES . (D.G.Industria)

La situación de estas grandes industrias en el Mapa 7.2.4.1 corresponde a su "razón social" --coincida ésta o no con la implantación de la actividad fabril en sí, genuina fuente potencial de contaminación-- debido a que ésta es la información existente en el Registro. Así, por ejemplo, existen unas instalaciones VALEO en el polígono industrial *Cobo Calleja* (C. de Toledo, km 17) provistas de depuradora pero sin conexión a la red de saneamiento, que no figuran en el cuadro adjunto. [Los números 5 y 7 no se han situado en el Mapa por ser desconocida la dirección que figura en su '*Domicilio*'.]

Otro aspecto, generalmente muy importante, que presenta la contaminación de origen industrial consiste en los residuos tóxicos y peligrosos, a veces llamados especiales.

El PCARI realizó en los años '80 el primer inventario sistemático de los residuos industriales. Sus datos se han actualizado en 1995 a través del «*Inventario de Residuos Industriales Tóxicos y Peligrosos*

en la Comunidad de Madrid», de la actual Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Regional, donde se recoge una panorámica de la producción que la Industria madrileña hace de dicho tipo de residuos.

Se entiende conveniente hacer su mención aquí porque se trata de un trabajo documentado en encuestas, conversaciones telefónicas, visitas, etc., que aporta probablemente por primera vez una información sistemática y concreta sobre este tema. Sin embargo, esta publicación es de mínima utilidad para el presente estudio debido a que su Memoria y dos Volúmenes (Anejos) reúnen los valores globales indiferenciados de todos los residuos especiales de cualquier naturaleza: fármacos caducados, baños ácidos agotados, recipientes contaminados, disolventes usados, baterías gastadas, lodos con metales pesados, carbón activo saturado, etc., representando los residuos generados en T/año, por rangos. La mayor precisión geográfica alcanzada en esta publicación es la del término municipal, en algunos casos.

Como síntesis se indica que: *“anualmente se generan en la C.A.M. 8.288 toneladas de residuos industriales cuya gestión idónea es el tratamiento físico-químico, a los que hay que añadir 5.194 procedentes de otras Comunidades Autónomas, sumando en total 13.482 T/año a tratar”*, volumen asumible por la capacidad de las plantas físico-químicas de la C.A.M. De manera parecida se concluye con los residuos cuya gestión idónea es el depósito de seguridad o la incineración [aceites usados].

Una diversidad semejante a escala de la tipología de las instalaciones se encuentra igualmente a la escala más puntual de los vertidos fabriles, con mezcla de efluentes dispares sin pretratamiento suficiente que deriva en una composición compleja y variable, impredecible, de sus aguas residuales.

A continuación se exponen los resultados analíticos de un control efectuado para el C.Y.II tomando muestras en el colector del Polígono Industrial *Cordel de la Carrera*, en Fuenlabrada, a intervalos de 1 hora durante 37 horas. En la columna ['Reglnto.'] se anotan los "valores máximos instantáneos de los parámetros de contaminación" que la Legislación madrileña señala como límite máximo para las concentraciones admisibles en los "vertidos tolerados" al S.I.S. [art. 6 Ley 10/1993, sobre Vertidos Líquidos Industriales al S.I.S. en la C.A.M.].

Parámetro	Unidad	Muestra	Rglnto.	Parámetro	Unidad	Muestra	Rglnto.
PH	específica	7,4	6 - 9	Aceites y Grasas	mg / L	49	100
D. Q. O.	mg / L	509	1.750	Fenoles	"	0,09	2
D. B. O. ₅	"	216	1.000	Hierro	"	1,5	10
Conductividad	µS / cm	1.510	5.000	Cobre	"	0,5	3
Sólidos Susp.	mg / L	162	1.000	Aluminio	"	< 0,8	20
Detergentes:				Cromo VI	"	< 0,05	3
Catiónicos	"	< 0,1	----	Cromo total	"	< 0,05	5
Aniónicos	"	4,7	----	Plomo	"	0,2	1
No lónicos	"	373	----	Plata	"	0,1	0,1
Fosfatos	"	6,6	----	Oro	µg / L	< 5	----

Tabla 7.2.15 : ANÁLISIS DE UNA MUESTRA DEL CORDEL DE LA CARRERA . (Canal de Isabel II)

El destino de estas aguas residuales es un pozo negro comunitario no impermeabilizado, que produce filtraciones al terreno que se sospecha culminan en el Arroyo Alúa. Se encuentra en proceso de rehabilitación a petición del Ayuntamiento de Fuenlabrada.

En el caso de este polígono, comentarios recogidos de muy diferente procedencia indican que entre sus Empresas figuran:

- *fabricación de cerrajería* (7 operarios): se utilizan taladrinas y no se sabe bien qué hacer con los agotados, al cambiarlas una vez al año; también hay otra máquina con aceite que no se cambia.
- *fabricación de tubos* para ventilación de aire acondicionado (6 op.): se utilizan taladrinas; el agua residual se vierte a una fosa séptica.
- *carpintería de aluminio* (17 op.): el agua residual se vierte a una fosa séptica.
- *decoración de rótulos y stands* (9 op.): dispone de cabina de pintura, sin cortina de agua; vierte sus aguas residuales al sistema integral de saneamiento.
- *fabricación de mobiliario* de oficina en madera, con barnizado: dispone de 2 cabinas de pintura con cortina de agua; las aguas residuales son vertidas a una fosa séptica.
- *fabricación de muebles* (35 op.): dispone de una cabina de pintura con cortina de agua; las aguas residuales son vertidas a una fosa séptica.
- *taller y concesionario de Nissan* (9 op.), inscrito como productor de residuos tóxicos y peligrosos: dispone de una cabina de pintura y de una fosa séptica; los aceites usados los recoge un Contratista autorizado.
- *impresión gráfica* (7 op.): la limpieza de los rodillos de las 3 máquinas impresoras utiliza disolventes que recoge una Empresa.
- etc.

Esta clase de información, de tipo "*anecdótico*", a todas luces incompleta, es indicativa de la situación real, cuyo esclarecimiento requeriría un estudio con un nivel de detalle análogo al del estudio promovido por el Canal para el sector de la galvanoplastia en Humanes de Madrid, ya mencionado antes.

De manera equivalente se tiene el polígono industrial de Arroyomolinos (Móstoles), *recientemente* conectado a la red de saneamiento, con Empresas que presentan problemas parecidos. Así ocurre en:

- *artes gráficas*: los escurridos de las tintas inutilizables son evacuados a una zanja que cuando se colmata es cubierta con arena, procediéndose a abrir otra;
- *laboratorio químico*: se vierten al terreno los efluentes de su actividad;
- *mecanizado* de piezas: los aceites gastados han venido siendo directamente vertidos al terreno durante la actividad de las instalaciones, hasta hace algunos años en que fueron cerradas.

Igualmente, en los polígonos industriales Expansión [zona de Las Nieves y anejos], Las Monjas y Las Moreras, el vertido último de sus colectores propios se ha venido realizando al terreno, al igual que en Los Combos, de manera directa o indirecta: "fosa séptica común" para el efluente del polígono industrial.

También en Griñón, en una fábrica de curtidos ubicada en la carretera a Humanes y en un taller de artes gráficas de magnitud considerable, se dan anomalías del mismo tipo. En Parla existen vertidos incorrectos de efluentes con diversos compuestos químicos [tolueno, tricloroetileno, fenoles,...], pinturas, tintas, aceites minerales,...

Se tiene constancia de que el colector que discurre entre Humanes, Fuenlabrada y Parla, ha estado recientemente averiado bastantes meses, debido al tipo de vertidos que recibe con valores de $\text{pH} = 3$.

La situación en la actualidad se encuentra en avanzado proceso de regulación y, en opinión de Técnicos involucrados, "no ofrece globalmente temas de gravedad" salvo, posiblemente, en Humanes.

Sin embargo, la perspectiva de estos Técnicos se refiere por lo general a los *cauces de aguas superficiales* (río Guadarrama) así como al correcto funcionamiento de las *EDAR*, que reciben indirectamente los vertidos fabriles por conexión de los colectores industriales con los generales urbanos.

La perspectiva hidrogeológica no es tenida en cuenta de forma sistemática. Resulta imposible por lo tanto asegurar que las prácticas [conocidas o involuntarias] peligrosas para la calidad del acuífero subyacente han dejado de existir. Incluso, aunque así fuera, queda pendiente de la atención necesaria la contaminación ya depositada en estas áreas, hipoteca que es insoslayable reseñar.

A modo de conclusión de este Apartado, el sector industrial en la zona de estudio presenta una situación que se puede resumir como sigue:

"El área principal del sur regional como generadora de empleo industrial en 1992 es el llamado Distrito Suroeste, que se desarrolló a lo largo de las décadas de los '70 y gran parte de los '80 de forma explosiva, en condiciones muchas veces de precariedad e irregularidad urbanística, en sus dos núcleos fundamentales: Fuenlabrada y Humanes. Ha continuado expandiéndose en los últimos años en municipios colindantes (Griñón, Moraleja de Enmedio, Parla, Cubas, Torrejón de la Calzada), con características similares. En su conjunto se caracteriza por una antigüedad media muy pequeña, formada por establecimientos de reducida dimensión (...) que en general operan con bajas productividades y sueldos." («Estructura Económica de la C.A.M.» C^{ia} de Economía.1994)

Esta elevada *concentración* de establecimientos industriales, sobre todo en Fuenlabrada y Humanes de Madrid, conlleva un carácter de continuidad espacial y, si se quiere, también temporal que configura una amplia franja con una *gran diversidad* en los subsectores implantados y en la tipología de las instalaciones. A estas *peculiaridades* hay que añadir las relativas a las condiciones desarrollistas que acompañaron este crecimiento, a la rotación acelerada de las implantaciones, a la escasa cualificación de la mano de obra, a la inexistente consideración del factor ambiental, etc.

Las dificultades de una aproximación sistemática a la caracterización general del *sector* se tornan insalvables en lo relativo a los *vertidos* generados. Se multiplica entonces la diversidad de casos, de efluentes, de composiciones físico-químicas posibles, de niveles de gestión, etc. a lo que se suma la inexistencia prácticamente absoluta de datos tanto de caudal como analíticos y la complejidad, laboriosidad, dificultad y elevado coste de su hipotética obtención, teniendo además que aceptar la imposibilidad absoluta de disponer de cualquier información sobre su pasada evolución histórica.

La inicialmente deficiente infraestructura en todos estos aspectos –incluido el ambiental– se ha ido corrigiendo, si bien de manera insuficiente, como queda de manifiesto en el siguiente Apartado.

Como resultante última de la actividad industrial en la zona, desde la perspectiva hidrogeológica hay que presuponer la posibilidad de existencia de una carga contaminante considerable a causa de sus potenciales magnitud, intensidad, dispersión, perduración, complejidad y nocividad.

En contrapunto, cabe recordar que a favor de la protección del acuífero actúan las características litoestratigráficas de la zona y, en particular, la profundidad del nivel piezométrico.

7.2.4.3. - Áreas degradadas

Varias consecuencias determinantes para el objetivo del presente capítulo se derivan de lo expuesto hasta aquí, como se indica en cada lugar oportuno a continuación.

En el «*Inventario de áreas industriales susceptibles de mejora y rehabilitación en la C.A.M.*» realizado en 1997 por el Instituto Madrileño de Desarrollo, se contempla un grupo de áreas industriales destacables en la Comunidad y se analiza el estado en que se encuentran a través de un conjunto de parámetros en cada una de ellas; su situación geográfica viene representada en el Mapa 7.2.4.1. Entresacando la parte correspondiente a la zona del presente Informe, los resultados obtenidos se sintetizan en la Tabla 7.2.16, donde para cada término municipal se reúnen los siguientes datos:

- * **E** : número total de Establecimientos comprendidos;
- * **T** : número total de Trabajadores comprendidos;
- * **N** : número que representa el área indicada en el Plano X;
- * **Denominación**: la correspondiente al área industrial;
- * **a** : Superficie ocupada en hectáreas;
- * **b** : Grado de ocupación, %;
- * **c** : Antigüedad;
- * **d** : Coste de las mejoras consideradas (M de pesetas);
- * **e** : Estado del área:

P - *Polígono Industrial*:

A - *Aceptable, sin deficiencias significativas;*

B - *Necesita rehabilitación; zona susceptible de participar prioritariamente en el Programa de Rehabilitación;*

F - *Incluye ampliaciones de P.I. existentes y P.I. en fase de desarrollo con antiguas implantaciones;*

1, 2 ó 3 : *Grado de rehabilitación necesaria, de mínimo a máximo.*

E - *Relocalizar la actividad en un lugar más adecuado.*

Tabla 7.2.16 : ÁREAS INDUSTRIALES NECESITADAS DE ATENCIÓN.
(Instituto Madrileño de Desarrollo)

MUNICIPIO	N_	DENOMINACIÓN	a	b	c	d	e
<i>El Álamo</i> 206 E -- 541 T	1	El Álamo	12,8	60	1985	30	PB 2
<i>Cubas de la Sagra</i> 39 E -- 269 T	2	Las Arroyadas	45	90	1972	15	PF 2
	3	Los Salmueros	8	95	1986	15	PB 1
<i>Fuenlabrada:</i> 3.798 E 18.938 T * zona: Noroeste (78,18 ha) * zona: La Estación (27,28 ha) * zona: Este (89 ha) * zona: Sureste (250 ha) <i>Griñón</i> 216 E --1196 T <i>Humanes</i> 1410 E --18.374 T <i>Moraleja Enmedio</i> 198 E -- 872 T	4	Callfersa	10	40	'80	--	PA
	5	Campo Hermoso	4,6	60	'85	--	PA
	6	Cordel de la Carrera	4,5	100	'76	200	PB 3
	7	La Laguna	11,8	100	'80	--	PA
	8	El Naranjo	2	100	'85	--	PA
	9	El Niño del Remedio	12	100	'80	--	PA
	10	Uranga	11,7	90	'80	--	PA
	11	Vereda Tempranar	21	80	'80	--	PA
	12	C_ de Humanes	6,1	95	'85	--	PA
	13	La Casilla	4,3	100	'85	--	PA
	14	La Estación	16,8	100	'77	--	PE
	15	El Álamo	14,8	70	'70	400	PB 3
	16	Berruguete	2,4	100	'85	--	PA
	17	Codeín Casco	21,8	100	'80	--	PA
	18	Constitución N y S	8	100	'78	250	PB 3
	19	Cuesta Olivilla	13,7	100	'85	--	PA
	20	Sevilla	17,15	100	'75	250	PB 3
	21	Acedinos	4,5	100	'80	--	PA
	22	Cobo Calleja	165,3	99	'70	2139	PB 3
	23	Codeín Cruce	3,2	70	'76	87	PA R
	24	El Cruce-1	3,7	95	'70	--	PA
	25	El Cruce-2	6,9	100	'75	--	PA
	26	Los Gallegos	47,7	90	'81	--	PB 3
	27	Sonsoles	15,3	90	'70	400	PB 3
	28	La Vega 2	2	80	'80	--	PA
	29	Industrial C_ Torrejón	30	100	'82	2,5	PB 1
	30	La Estación	20	95	'86	4	PB 1
	31	Carretera de Humanes	25	60	'90	0,5	PA
32	El Álamo	1,8	30	'60	80	PB 3	
33	Codeín	2	60	'60	100	PB 3	
34	Camino de la Fraila	--	--	'60	313	PB 3	
35	Los Linares	9,5	52	'60	250	PB 3	
36	Prado los Caballos	4	60	'60	100	PB 3	
37	San Millán	5,5	100	'77	20	PB 2	
<i>Móstoles</i> 4.097 E--13.765 T * zona: (50 ha) Oeste-Noroeste * zona: Este (52 ha) * zona:	38	Las Nieves	17,7	--	--	--	PA
	39	Las Pajarillas	18,7	--	'67	187	PB 3
	40	Los Rosales	11,4	100	--	--	PA
	41	N_ 6 Expansión	17,6	--	--	--	PA
	42	La Fuensanta	19,6	90	'67	130	PB 3
	43	El Regordoño	34,4	--	--	--	PA
							PB 3

MUNICIPIO	N_	DENOMINACIÓN	a	b	c	d	e
Sur-Centro (60 ha)	44	Las Monjas	7,9	--	'69	118	PB 3
	45	Arroyomolinos	48,2	100	'68	1.200	PA
	46	Móstoles Industrial	35,8	--	--	--	
Navalcarnero 557 E -- 2.123 T * zona: C_ N-V *zona: r.Guadarrama	47	Antigua Zona Industrial	7,8	100	'67	100	PB 2
	48	Industrial Alparrache I	27,3	80	'85	200	PB 2
	49	Industrial Alparrache II	30,24	30	'92	100	PB 2
	50	Antiguo Carril Toledano	1,3	100	'66	100	PB 2
Parla 1.396 E --2.901 T	51	Ciudad de Parla	29,17	100	'85	--	PF
	52	Los Borrachitos	1,9	100	'70	110	PB 3
	53	La Ermita	23,35	40	'80	--	PF
	54	García Rivera	3,6	70	'70	110	PB 3
Sevilla la Nueva 73 E --14 T	55	Los Perales	5,5	90	89	2	PB 1
Torrejón de Calzada 73 E -- 407 T	56	Las Avenidas	19,5	95	'74	73	PB 3
Torrejón de Velasco 40 E -- 88 T	57	La Frontera	2,2	34	'95	20	PB 1
Villamanta 37 E -- 86 T	58	Vi_a del Pañuelo	8	80	'86	52	PB 2
Villaviciosa Odón 259 E -- 849 T	59	Los Llanos	8,7	90	'85	15	PB 1
	60	Pinares - Llanos	18,5	90	'90	10	PB 1

A la luz de las peculiaridades reseñadas en el Apartado «El Sector Industrial en la Zona de Estudio» desde la perspectiva de la protección del acuífero destacan los siguientes aspectos generales:

- la antigüedad (columna **c**) de cada zona: se aprecia que la inmensa mayoría de las instalaciones presenta una historia de más de 15 años, llegándose en el caso de Humanes a casi 40 años;
- el estado del área (columna **e**), que enfatiza las condiciones de infraestructura básica: más de la mitad de estas áreas han sido diagnosticadas como '*necesitadas de rehabilitación o mejoras*' en grado variable, que en ocasiones es '*máxima*', (Humanes, en particular);
- el coste de las mejoras consideradas (columna **d**) presenta una magnitud apreciable en general y llamativa en algún caso.

Estas observaciones pueden complementarse con otras como son:

- el cambio de actividad industrial, debido a la sustitución de unas Empresas por otras, con una frecuencia alta especialmente en los últimos lustros y en las zonas más conflictivas: Humanes. Este fenómeno ve reforzada su probabilidad de ocurrencia por el hecho de que la inmensa mayoría de las Empresas que se han venido instalando a lo largo de los años son pequeñas y medianas, al igual que la superficie de las naves ocupadas: 200 a 500 m², en ocasiones 1.000 m² [como ocurre en Humanes].

- existe la tendencia, lógica, a situar el nuevo suelo para actividad industrial en la ampliación de zonas ya calificadas con esta finalidad; es decir que las futuras industrias se situarán --con un muy alto grado de probabilidad-- al lado de las actualmente existentes, hasta llegar al completo.

De manera añadida, se observa que el 'grado de rehabilitación' necesario es mayor *proporcionalmente* en Humanes [100% de los casos es PB3], si bien corresponde a Fuenlabrada el mayor número de áreas degradadas [25 casos, con 7 de PB3]. También se constata que casi todos los municipios presentan casos anómalos, aunque en cantidad proporcional a la importancia de su parque industrial.

Atendiendo al objetivo del trabajo y siguiendo el principio de precaución, mientras estudios de mayor detalle no demuestren lo contrario, se puede adelantar como hipótesis que las *áreas industriales analizadas y diagnosticadas pueden ser consideradas como sujetos de contaminación diferida hacia el acuífero*, aún cuando muchas de ellas pudieran considerarse inocuas debido al tipo de actividad que hoy asientan: almacén, confección textil, carpintería, hostelería, etc.

A modo de conclusión se puede establecer que las observaciones relativas a las deficiencias y defectos argumentados de manera más o menos teórica, deducida o genérica, se ven *confirmadas* cuando se analizan los casos concretos en el terreno.

Con los datos disponibles, las áreas industriales que '*necesitan rehabilitación*' de manera prioritaria (33 polígonos industriales) alcanzan una magnitud considerable tanto en valor absoluto (33 P.I.) como en valor relativo (50%), dentro del conjunto de áreas industriales degradadas (60 unidades en total) calificadas como 'necesitadas de atención'.

7.2.4.4. - Humanes de Madrid

De los dos municipios, Fuenlabrada y Humanes de Madrid, que sobresalen como problemáticos en la zona de estudio, el segundo presenta una conflictividad más aguda en cuanto a la presumible incidencia que sobre el medio origina la actividad industrial ubicada en su territorio.

Las características más destacables a este respecto en el caso *particular* de Humanes de Madrid son las siguientes:

- las peculiaridades de sus polígonos industriales [PB3], precisadas en el apartado anterior, sobre rehabilitación de áreas industriales;
- la *densidad de áreas industriales*: 30 polígonos implantados en pocos kilómetros a lo largo de los ejes viarios Fuenlabrada-Moraleja de Enmedio y Fuenlabrada-Griñón, algunos ya mencionados como representativos de alguna peculiaridad;
 - la variedad de *singularidades de todo tipo* que reúnen las numerosas instalaciones en cada polígono industrial, como se ha visto en el caso de *Valdonaire*;
 - la *diversidad de subsectores* involucrados, como muestra la relación de los grupos que constituyen 323 empresas, registradas en el Ayuntamiento de Humanes.

Por otro lado, se dispone de información más precisa sobre residuos líquidos industriales :«*Estudio integral de las aguas residuales generadas por la industria de Humanes de Madrid*»,(C.Y.II, 1997) realizado en parte con los resultados obtenidos en el «*Estudio de las aguas residuales generadas por el sector de la galvanoplastia en Humanes de Madrid*», sobre las 14 Empresas de este sector en la zona.

Aunque el objetivo de esos trabajos: evaluar la contaminación que es susceptible de alcanzar la EDAR Sur sea distinto al de este trabajo: ponderar la potencial incidencia de dicha industria sobre el sistema acuífero, la información recogida en ellos es de cierta utilidad y aplicación.

Recordando que *las primeras áreas industriales se implantaron en esta zona hace 40 años*, conviene poner de relieve unas observaciones en relación con la eventual incidencia sobre las aguas subterráneas:

- Los colectores - tanto los particulares de cada polígono industrial como los generales que reúnen las aguas residuales de los diferentes polígonos-- con el paso del tiempo pueden sufrir pérdidas más o menos cuantiosas, a veces inadvertidas, a lo largo de su recorrido.
- Las aguas residuales industriales llegan a la EDAR municipal a partir del momento en que se realiza la conexión colector - EDAR. Hasta entonces, el medio receptor de estos residuos líquidos es el terreno, generalmente en las inmediaciones del punto en que se generan.
- En ocasiones se ha comprobado que, por ignorancia, desconsideración o situación económica insostenible, un mayor control oficial sobre la gestión de los residuos líquidos ha provocado en alguna industria la desviación hacia el subsuelo de una parte de sus vertidos, en el interior del propio recinto fabril, situación difícilmente detectable y, menos aún, evitable o corregible.

- El tiempo que en esta zona concreta requiere la percolación de un contaminante en fase líquida para alcanzar el manto acuífero --difícil de evaluar incluso aproximadamente- es probablemente de algunas décadas, dadas la profundidad del nivel de agua así como la litología y la disposición estratigráfica de los materiales acuíferos, con la consiguiente amortiguación de su potencial contaminador a lo largo del recorrido.

Ante la *densidad, diversidad, dificultad y complejidad* de la problemática planteada, a efectos hidrogeológicos y en el ámbito de un estudio comarcal como el presente, se entiende como aceptable y válido considerar el *conjunto de todas estas instalaciones*, colindantes entre sí, como un continuo, aparentemente homogéneo, cuya incidencia sobre el sistema acuífero es, en una primera aproximación, la suma de las incidencias individuales de cada instalación.

En otras palabras, la concentración de *focos puntuales* de contaminación potencial en la superficie de actividad industrial comentada es tal que permite considerarlos como un único foco *difuso* que abarca la totalidad de dicha superficie y cuyo valor unitario sería el promedio de todos los individuales.

Una vez aceptada la posibilidad de existencia de cierto grado de contaminación subyacente a toda esta zona industrial, el paso siguiente consistiría en definir a grandes rasgos sus características.

Una mera aproximación puede derivarse de los datos recogidos en los informes del Canal mencionados anteriormente considerando que ése ha sido el *aporte-tipo al terreno* hasta la conexión con la EDAR Sur por parte del sector industrial en Humanes. Es una "aproximación relativa" que se hace en este estudio únicamente de forma tentativa, a efectos de aprovechar los datos existentes para conseguir, al menos, un orden de magnitud verosímil.

En base a los datos mencionados, con los criterios que conllevan en su propia elaboración, la carga contaminante que se totaliza en el área industrial del término municipal de Humanes de Madrid, es por año:

DQO: 764.482 kg	Metales Pesados: 194.647 kg
DBO₅: 286.035 kg	Aceites y Grasas: 12.959 kg

El informe mencionado considera que el resto de carga contaminante generada en la zona es de un orden inferior, debido a diversas razones: aguas residuales de origen doméstico o asimilable, instalaciones no conectadas al Sistema Integral de Saneamiento o que no están obligadas a presentar solicitud de vertido (Ley 10/93) por su bajo consumo de agua, empresas de pequeña envergadura, etc.

A modo de **conclusión**, los rasgos más destacables en esta zona son:

- la alta densidad de instalaciones industriales en las márgenes de las carreteras que atraviesan el término, junto con la diversidad de características que comportan;
- la gran diversidad de subsectores y la consiguiente aún mayor variedad de contaminantes susceptibles de ser o haber sido aportados directa o indirectamente al subsuelo,.
- el descuido e inatención en que se encuentran numerosos polígonos o aglomeraciones industriales;

- una indeterminación de los presumibles aportes contaminantes ocurridos en el pasado reciente, ya irresoluble debido a la falta de datos correspondientes a los cambios en empresas y usos del suelo;
- de manera más general, una probable incidencia negativa que la peculiar dinámica industrial ha podido ejercer sobre el subsuelo de la zona.

En estas circunstancias, se considera que el área ocupada por actividades industriales en el término municipal de Humanes de Madrid es asimilable a un continuo contaminador, de intensidad notable, activo durante las últimas décadas, cuya incidencia sobre el subsuelo se estima muy probable y de caracterización precisa difícil y onerosa.

En consecuencia, y desde la perspectiva de una eventual explotación de apreciable envergadura, actual o futura, sobre las aguas subterráneas en este entorno, con fines de abastecimiento urbano, debe ser considerada la aplicación de las siguientes acciones:

1. Las extracciones de agua subterránea con fines de consumo humano deberán realizarse con un control exhaustivo de su calidad
2. Propiciar la extracción con fines fabriles de las aguas subterráneas en el *interior* de las zonas industriales, de manera que la depresión piezométrica local generada impida o frene la emigración de contaminantes que pudieran haber alcanzado --o que están en vías de ello-- el acuífero en esas áreas. La calidad eventualmente degradada del agua extraída no es determinante para su utilización en refrigeración, lavado y limpieza, producción de vapor, etc. La excepción deberá ser el consumo humano de este agua, cuya prohibición tendrá que ser clara y taxativa en las Empresas involucradas.
3. Estudiar con el detalle suficiente el comportamiento dinámico del acuífero en estas zonas y su entorno, para adquirir el conocimiento que permita una precisión suficiente en la gestión del agua.
4. A la luz de los resultados de dicho estudio, establecer una red de vigilancia específica que permita el seguimiento de la evolución de la calidad del agua subterránea en la zona considerada, particularmente en la dirección del flujo.

7.2.4.5. Los depósitos de carburante

El almacenamiento de carburantes en depósitos enterrados comprende diversos productos, si bien destacan la gasolina y el gasóleo por su consumo en *automoción* y en *calefacción* doméstica. El almacenamiento de fuelóleo pertenece al consumo fabril y no se considera aquí. Por ello se comentan separadamente las "*instalaciones fijas para la distribución al por menor de carburantes y combustibles petrolíferos en instalaciones de venta al público*" y las "*instalaciones petrolíferas para uso propio*", nomenclatura que aplica la reciente Reglamentación y que se comenta al final de este apartado.

A título orientativo se hace notar que el error tolerado por la Normativa en los aparatos de medida de una gasolinera es del 0,5 %. Esto conlleva, por ejemplo en una estación de servicio con un promedio de venta anual de 1 millón de litros por cada surtidor, una indefinición de ± 5 m³/año de gasolina por surtidor.

En otras palabras: *unas pérdidas inferiores a esta magnitud son indetectables a través del control de los volúmenes descargados y servidos*. Este umbral puede ser superado cuando no hay seguimiento del gasto del combustible como suele ser el caso en la aplicación doméstica para calefacción especialmente en medio rural: urbanizaciones, zonas residenciales, construcciones en el campo, etc.

Las estaciones de servicio de gasolina. (E.S.)

Se han contabilizado 39 instalaciones de venta al público en la zona del estudio, registradas en la D.G. de Industria de la C.A.M. Sus características esenciales se presentan en la Tabla 7.2.17 y su ubicación en el 7.2.4.2, a través del número asociado a cada caso que se anota.

Tabla 7.2.17 : ESTACIONES DE SERVICIO EN LA ZONA DE ESTUDIO . (D. G. Industria)

	Nº en Plano	Registro Industrial	Núm Surt.	Núm. de Manguera	Situación: Carretera / km (Margen)
El Álamo	26	104.541	2	8	Navalcarnero - Villarejo / 3,64
Arroyomolinos *	37	111.636	3	18	N-V / 23,5 (Izquierdo)
Batres **	7	58.065	6	9	Navalcarnero - Chinchón / 11
Casarrubuelos	17	96.707	3	13	Griñón - Casarrubuelos / 0,7
Fuenlabrada	2 11 14 19 31 36 38	25.907 83.361 89.345 98.182 109.493 110.905 111.683	6 4 3 6 3 6 --	7 13 24 19 24 48 --	c/ Móstoles,1 Pinto – Villaviciosa / 15,2 c/ Móstoles esq. c/ Torrente N-401 / 18,7 (Derecho) Fuenlabrada - Pinto / 16,3 Centro Comercial Loranca Madrid - Toledo / 18,7 (Izquierda)
Griñón **	10	82.669	7	9	Navalcarnero - Chinchón / 18,8
Humanes de Madrid	6 20 22 25 30	47.980 101.681 103.685 104.049 107.577	3 4 3 3 2	24 28 24 14 16	Fuenlabrada - Griñón / 3 Fuenlabrada - Moraleja / 1,8 Fuenlabrada - Griñón / 1,6 Fuenlabrada - Griñón / 5,6 (Derecho) Fuenlabrada - Griñón / 5,9 (Izquierdo)

	Nº en Plano	Registro Industrial	Núm Surt.	Núm. de Manguera	Situación: Carretera / km (Margen)
Moraleja Enmedio	12	84.578	5	7	Fuenlabrada - Moraleja / 5,3
Móstoles *	4	44.148	8	49	N-V / 19
	9	70.883	6	12	c/ Simón Hernández
	13	84.627	5	27	N-V / 20,9 (Derecho)
	21	103.491	5	40	Pol. Inds. " Los Rosales "
**	34	109.773	3	18	N-V / 20,9 (Izquierdo)
Navalcarnero **	8	65.381	8	52	N-V / 28,6 (Derecho)
	15	95.557	5	8	c/ Constitución, 170
	27	105.763	2	16	Navalcarnero - Navacerrada / 58,6
	28	106.262	1	6	Pol. Inds. " Alparache II "
*	35	110.223	8	--	N-V / 28,6 (Izquierdo)
Parla	3	44.144	13	24	Madrid - Toledo / 21,8
	32	109.547	4	32	Parla - Pinto / 0,15
	33	109.597	3	24	Recinto Ferial
	39	112.759	4	32	Parla - Leganés, Pol. Inds. "La Laguna"
Sevilla la Nueva	23	103.800	2	16	Navalcarnero - Sevilla Nueva / 57 (Izq)
	24	103.801	2	16	Navalcarnero - Sevilla Nueva/57 (Dcha)
Torrejón Calzada *	1	20.586	8	10	Madrid - Toledo / 25,8
Torrejón de Velasco	16	96.040	3	11	Navalcarnero - Chinchón / 28
	18	97.779	4	8	Navalcarnero - Chinchón / 31,5
Pinto	5	46.274	6	9	Pol. Inds. " Cobo Calleja "
	29	106.587	1	3	Pinto - Parla / 2,5
TOTAL	39	=	170	718	= = =

*, **: relación con los sondeos del CYII **N_ Plano** : número de correspondencia en el Plano 7.2.4.2
N_ Surt. : Surtidores de la E.S. **N_ Man.** : Mangueras de la E.S.

Desde la perspectiva de este Informe interesa comentar lo siguiente:

- en cada E.S. hay cuatro depósitos enterrados de carburante como mínimo, uno para cada tipo de gasolina, con las correspondiente *tuberías* de reparto a los diversos surtidores. El *número de surtidores* (columna cuarta) y de *mangueras* (columna quinta) orienta sobre la importancia de cada E.S.
- El número del *Registro Industrial* (columna tercera) da una indicación sobre la antigüedad de la instalación. Se entiende que las *anteriores al 50.000* están instaladas desde un tiempo suficiente como para considerarlas de manera muy crítica, aunque sus instalaciones pueden haber sido modernizadas.
- por su *ubicación*, las E.S. marcadas con ** [columna primera, que indica el término municipal de ubicación] se encuentran a *menos de 1 km* de un sondeo del Canal de Isabel II. Así ocurre con:

- E.S. 4 y los sondeos ANTUSANA -III y -IV (activos);
- E.S. 7 en inmediata proximidad de BATRES -1 y BATRES - 2 (act), algo más lejos BATRES -3 (act);
- E.S. 10 y los sondeos BATRES - 4 (act) y BATRES - 6 (act);

- E.S. 21 y el sondeo EL JUEZ (act.).

Con * se señalan aquellas E.S. que lo están a menos de 2 km, como ocurre con:

- E.S. 4 y los sondeos POLÍGONO (act) y EL JUEZ (act);
- E.S. 13, 21 y 34, y los sondeos ANTUSANA -II, -III y -IV (act);

Los depósitos de carburantes domésticos

Igualmente dispersos, frecuentemente enterrados, se encuentran los almacenamientos de gasóleo para calefacción y agua caliente de las aglomeraciones urbanas situadas en ámbito rural o fuera del casco: zonas residenciales, urbanizaciones, establecimientos hoteleros o turísticos, etc.

Con el fin de mantener una operatividad suficiente, a la vista de las cifras expuestas en la introducción de este subapartado y teniendo en cuenta la dificultad para conseguir información directa al respecto, se entiende congruente con los *Principios de Prevención y de Cautela asociar toda aglomeración urbana*, cualquiera que sea su tamaño, con uno o varios depósitos de carburante enterrados.

Vertidos asociados con E. S. (Confederación Hidrográfica del Tajo)

Por otra parte, los datos del Registro de Puntos de Vertido al terreno, de la C. H. del Tajo, señalan cinco casos que están relacionados con Estaciones de Servicio, según se indica a continuación:

Término municipal	Vert Nº	Lugar del Vertido	Tratamiento depuración	Vol. m ³ /año	Hab - eq.	Tipo Vert.	Observaciones
El Álamo	1	Terreno	Decant.- Digest	365	10	IA	Vert. de la Estación de Servicio
Móstoles	32	A. Carrasquilla	No hay	--	--	IC	-----
	33	A. Carrasquilla	No hay	--	--	IB	-----
Villanueva	48	Terreno	Fosa séptica	730	--	UA	Vert. de los aseos de la E.S.
Villanueva de Perales	49	Terreno	Fosa séptica	730	--	UA	Vert. de los aseos de la E.S.

Tabla 7.2.18 : CARACTERÍSTICAS DE LOS VERTIDOS ASOCIADOS CON E.S. (Conf. Hidrog. del Tajo)

Estos vertidos deberían asimilarse a aguas negras de origen doméstico (empleados y público de cada E.S), puesto que los derrames eventuales de carburantes deben ser retenidos por el *separator* reglamentariamente instalado a tal efecto. El '*Tipo de Vertido*' (columna séptima) que tiene asignado cada caso es congruente en los dos últimos [UA, es decir: '*Urbano sin industria*'], pero no así en los otros tres [IA: '*Industrial de clase 1*' ; IB: '*Industrial de clase 2*' ; IC: '*Industrial de clase 3*', a los cuales se asignan respectivamente los coeficientes 1, 1.5 y 1.5x1.5, para "*la deducción de la carga contaminante a efectos*

del cómputo del canon correspondiente", según el Reglamento del Dominio Público Hidráulico]. Adicionalmente, los vertidos de tipo IB, IC no tienen ningún 'tratamiento de depuración' (columna cuarta).

Por lo tanto, cabe considerar lo siguiente:

- en Villanueva de Perales y en El Álamo, es de suponer que el tratamiento depurador funciona correctamente;
- en el caso de los puntos de Móstoles, su proximidad a los sondeos Antusana 3 y 4 hace que la fracción del volumen del vertido [desconocido, aunque se supone pequeño] que pudiera infiltrarse podría llegar a contribuir en una eventual incidencia sobre las aguas subterráneas, si bien en cualquier caso de menor entidad que la correspondiente a la actividad industrial y ganadera propia de esta área. (En los controles del C.Y.II en estos sondeos nunca se han detectado compuestos de este tipo)

Como **conclusión**, a falta de una mayor definición del estado real de estas fuentes potenciales de contaminación, se considera prudente suponer, para cada instalación, una intensidad de fugas al terreno de alguna forma proporcional a su antigüedad y a su magnitud. Esta eventualidad queda minimizada por las exigencias de las Instrucciones Técnicas Complementarias MI-IP 04 y MI-IP 03 para E.S. e instalaciones petrolíferas de uso propio, respectivamente, que imponen la existencia de depósitos de doble pared, en el primer caso, y, en ambos, la revisión periódica obligatoria de las instalaciones en función del año de su entrada en funcionamiento.

7.2.4.6. - Vertidos Registrados : Confederación Hidrográfica del Tajo. SEPRONA.

Se incluyen en este apartado los vertidos *reconocidos oficialmente* por constar en los Registros de los dos Organismos citados, en contraposición con los datos mencionados en páginas anteriores que, al margen de su mayor o menor importancia y caracterización técnica, *no tienen existencia* de manera oficial.

Los datos registrados en la Confederación Hidrográfica del Tajo (CHT) incluyen puntos de vertido, o focos potenciales de contaminación puntual, de distintos tipos de instalaciones industriales (además de los Depósitos de Carburante reseñados) en diversos términos municipales, con predominio en Móstoles y Fuenlabrada. (Tabla 7.2.19). Se trata de vertidos al terreno, ya sea de manera directa o indirecta, a través de cauces de arroyos, siempre secos, salvo en épocas de precipitaciones intensas.

Tabla 7.2.19 Características de lños vertidos industriales. (CHT).

Término municipal	Núm. Vert.	Lugar del vertido	Tratamiento depuración	Vol. (m³/a_o)	Hab. eq.	Tipo Vert	Observaciones	
Arroyomolinos	2	A_ los Combos	Fosa séptica	--	--	IC	Tintado textiles; vierte al colector.	
Fuenlabrada	3	A_ Culebro	Fosa séptica	--	--	IB	Caudal desconocido de 8 empresas.	
	4	A_ Culebro	Fosa séptica	--	--	IB	Caudal desconocido de 7 empresas.	
	5	A_ Culebro	Pozo O. M. S.	400	30	UA	CNAE: 1 2 31.61	
	6	A_ Tajapiés	No hay	280	14	UA	Industria Metalurgia (*)	
	7	A_ Tajapiés	Fosa séptica	1770	20	UA	Inds. Accesorios Automóviles (*)	
	8	Terreno	Fosa séptica	500	26	UA	Fábrica de Muebles (*)	
	9	Terreno	Fosa séptica	40	--	UA	-----	
	10	Terreno	No hay	--	--	IC	Polígono Industrial	
	11	A_ Culebro	No hay	800	--	UA	Vertido mixto	
	12	A_ Tajapiés	Fosas sépticas	240	12	UA	Almacén de maquinaria	
	13	A_ Culebro	No hay	630.600	--	IC	Pol. Inds. Cobo Calleja	
	14	A_ Tajapiés	Fosa séptica	684	25	UA	Industria Alimentaria (*)	
	15	A_ Tajapiés	No hay	115.000	--	UA	Vertido de unas 10 industrias	
	16	A_ Tajapiés	No hay	--	7	UA	-----	
	17	A_ Tajapiés	Balsa decantn.	--	--	IA	Prefabricados hormigón [n_ 8]	
	18	A_ Culebro	No hay	1.261.400	--	IC	Pol. Inds. Cobo Calleja	
	19	Terreno	Fosa séptica	1.800	--	IC	-----	
	20	A_ Tajapiés	Oxidación	15.000	--	IA	CNAE: 1 2 31.61	
	21	A_ Culebro	No hay	--	--	IB	P.I. Sevilla (Vert. más de 40 inds.)	
	22	A_ Tajapiés	Fosas sépticas	300	15	UA	Almacén de madera	
	23	A_ Tajapiés	--	73.000	--	IB	CNAE: 2 12 15.51	
	24	A_ Culebro	Fosa séptica	--	--	UA	P.I. Cobo Calleja (*)	
	25	A_ Tajapiés	No hay	250	3	UA	Serrería	
	26	A_ Culebro	Fosas sépticas	132	4	UA	Almacén de juguetes	
	27	A_ Culebro	No hay	440	22	UA	Taller de metalurgia (*)	
	28	A_ Tajapiés	No hay	--	--	IC	Pol. Inds. Matagallegos	
	29	A_ Tajapiés	No hay	280	10	UA	-----	
	Griñón	30	A_ Peñuela	No hay	71.700	1980	UA	Vertido imprenta y fáb. de piensos
		31	A_ Pe_uela	Balsa decantacn	1.496	--	IA	Planta dosificadora de hormigón
Móstoles	34	A_ Carrasquilla	No hay	--	--	IA	Graveras	
	35	A_ Choriceros	No hay	200	--	UA	Vert. pozos pequeños (refrigeracn,*)	
	36	A_ Choriceros	Fosa séptica	80	--	UA	-----	
	37	A_ del Peñacas	Fangos activos	77.500	--	IA	CNAE: 1 2 32.20	
	38	A_ Choriceros	No hay	2.370	--	UB	-----	
	39	A_ Choriceros	No hay	580	--	UA	-----	
	40	A_ del Peñacas	No hay	1.300	--	UA	Fábrica de muebles (*)	
	41	A_ Cinco Ojos	Fosa séptica	200	--	UA	-----	
	42	A_ Carrasquilla	No hay	--	--	IC	Vert. con alto contenido en grasas	
	43	A_ Cinco Ojos	No hay	300	--	UB	-----	
Parla	44	A_ Choriceros	Fosa séptica	180	--	UA	-----	
	45	A_ Choriceros	No hay	--	--	IC	-----	
	46	A_ Choriceros	No hay	3.000	--	IA	-----	
Parla	47	Terreno	Fosa séptica	4.600	200	UA	Pol. Inds. Los Borrachitos	

(*) : corresponde a un vertido de tipo urbano, relativo a los empleados de las instalaciones.

Naturaleza de los Vertidos: - U: Urbano, siendo A: Sin Industria, B: Industrialización media, C: Muy industrializado

- I: Industrial, siendo A: De la clase 1, B: De la clase 2, C: De la clase 3

Interesa realzar algunos aspectos de estos datos. En el mapa 7.2.4.2 destaca que prácticamente todos estos registros --40 sobre un total de 44-- están situados en áreas muy localizadas. Una de ellas, la más densa, con 27 registros sobre 44, corresponde al tercio oriental del Término de Fuenlabrada, donde se produce una sucesión ininterrumpida de parcelas de polígonos industriales. Las otras dos áreas que sobresalen con 13 registros, se encuentran en el Término de Móstoles, al norte y este del casco urbano, zonas ambas también de concentración industrial. El resto de los puntos (4) se reparte en tres municipios. No figura ningún registro en la zona Humanes-Moraleja.

Puntualizando un poco más en cada uno de estos tres grupos:

1. Zona oriental de Fuenlabrada. Los 27 puntos de vertido se sitúan por partes casi iguales en los cauces de los arroyos Culebro (10) y Tajapiés (13); los restantes (4) se hacen al 'terreno'. La mitad de estos vertidos (14) reciben tratamiento de depuración tipo 'fosa séptica', con un caso de 'oxidación', lo que en primera aproximación parece adecuado en los casos de vertido 'UA' (Urbano sin industria), como ocurre en 9 de los 14 casos indicados; pero resulta incierto cuando se trata de vertidos tipo IA, IB o IC (Industrial de clase 1, 2 ó 3 respectivamente), aún cuando en todos los casos el caudal es pequeño. No ocurre así con la otra mitad (13) de estos registros, vertidos sin tratamiento depurador, entre los cuales figura: un vertido con caudal desconocido de 'Polígono industrial', dos de 'P. I. Cobo Calleja' con casi 2 hm³/año, y otro de 'P. I. Sevilla' con más de 40 industrias, clasificados del Tipo IC.
2. Zonas de Móstoles. Consta que 9 de sus 13 registros no tienen tratamiento depurador alguno y, si bien sus caudales son reducidos, su naturaleza suele incluir la componente 'industrial' en grado mayor o menor: UB, IA, IC. La mitad (7) de estos vertidos se realizan al arroyo Choriceros, repartiéndose el resto entre los arroyos Carrasquilla (2), Peñacas (2) y Cinco Ojos (2).
3. Resto: Arroyomolinos, Griñón, Parla. Estos 4 puntos responden también a la tipología anterior.

Con las indefiniciones inherentes a la información aportada, en especial la relativa al caudal vertido, inexistente en muchos casos, se entiende que el conjunto de estos vertidos supone un aporte reducido o, incluso, despreciable de contaminantes al terreno; más importante sería el caso del P. I. Cobo Calleja.

No obstante, las distancias (1 o 2 km como mínimo) de estos puntos a los sondeos del Canal --que, además, captan aguas profundas -- parecen suficientes para poder descartar cualquier afección: en los casos de los sondeos ANTUSANA, corresponden a vertidos de caudales moderados y naturaleza 'urbana'.

Por su lado, el Servicio de Protección de la Naturaleza (SEPRONA) ha efectuado denuncias por práctica de vertidos incorrectos al terreno, como se indica en la tabla 7.2.20.

Tabla 7.2.20 : VERTIDOS DENUNCIADOS (SEPRONA)

Municipio	Situación del Vertido	Origen	Tipo de Vertido
Fuenlabrada	'La Piqueta'; c/ Cordel Alto, 14	SHACAL,S A	* Suelo totalmente impregnado de aceites, petróleo y otros residuos.
Humanes	'Los Linares'; c/ Siete Picos	IBERCLOR	* Descarga en el suelo de ácido clorhídrico, cloro y lejías.
Móstoles	Antigua C_ N-V, km 20,8	-----	* Vertido a un pozo de aguas residuales con incidencia en el dominio público hidráulico.
Torrejón de la Calzada	c/ Camino de Cubas, s/n ----- C_ N 401, km 25	LYON, SA ----- LA TORRE	* Vertido directo a una fosa de cloro y de lejías. * Purines y residuos de un centro de animales (canino). * Aguas residuales de un desguace, al Arroyo del Camino Madrid.

La ausencia de datos más precisos sobre estos vertidos impide un pronunciamiento sobre su eventual incidencia si bien pueden apuntarse dos observaciones de interés.

Por un lado, estos vertidos parecen de *pequeña entidad* y, sobre todo, se encuentran suficientemente *alejados* de los sondeos del Canal como para representar un riesgo para ellos.

Por otro, sin embargo, ponen de manifiesto la existencia real de vertidos directos de residuos líquidos a pozos o fosas.

7.2.4.7. Conclusiones y Recomendaciones

De manera análoga a la *Actividad Urbana*, la implantación de la *Actividad industrial* ha tenido en los últimos decenios un desarrollo caótico acelerado como una de sus características esenciales, con una desaforada promoción y una carencia grave de organización infraestructural.

De la naturaleza multifacética que tiene este dominio, interesa entresacar algunos aspectos fundamentales (Mapas 7.2.4.1 y 7.2.4.2):

Junto a la zonación de esta actividad en áreas de concentración industrial -- con miles de instalaciones agrupadas en docenas de *polígonos industriales* - perduran todavía antiguas empresas absorbidas por el casco urbano, llegándose a un verdadero **continuo urbano-industrial** a lo largo del "segundo cinturón" de Madrid, reforzado por la moderna proliferación de *parques residenciales*, además de las previstas *áreas de expansión industrial* municipales.

La **tipología** de las instalaciones implantadas ofrece una amplia diversidad de subsectores, tamaño, antigüedad, tecnología..., con predominio de la PYME. Por regla general la *consideración del entorno* ocupa un lugar muy secundario, máxime si se trata del medio ambiente subterráneo, reconocido sólo de forma excepcional.

En la zona de estudio, particularmente en Fuenlabrada y Humanes, se ubican 60 áreas industriales necesitadas de atención.

En este último municipio, Humanes de Madrid, convergen casi todas las condiciones *negativas* de esta actividad. A partir de datos objetivos del C.Y.II sobre aguas residuales industriales generadas en este municipio podría estimarse, en determinadas condiciones verosímiles, un orden de magnitud de la **carga contaminante** liberada al terreno, expresada en toneladas / año, de:

DQO = 765 ; DBO₅ = 286 ; Metales Pesados = 195 ; Aceites y Grasas = 13

Sin embargo la valoración realizada para este caso es una excepción y no es extrapolable al resto del territorio.

Por otra parte, aunque con información puntual y dispersa, el Registro de Vertidos de la Confederación Hidrográfica del Tajo supone la certificación oficial de la existencia de aportes contaminadores al terreno, de diversa naturaleza y cuantía, concentrados en su mayor parte en las zonas de mayor densidad industrial. A los 47 casos recogidos en este Registro se pueden añadir, en una primera aproximación, los 6 correspondientes al SEPRONA para el área de trabajo.

Merecen mención los depósitos de carburante, generalmente enterrados, por las eventuales fugas al subsuelo tan inobservadas y lentas como probables según crece la antigüedad de la instalación. En este grupo se han considerado 39 estaciones de servicio y similares, así como los almacenamientos domésticos de múltiples viviendas de tipo individual o residencial. Como se ha comprobado, estos puntos, dispersos en el territorio de la C.A.M, son susceptibles de aportar *hidrocarburos* directamente al subsuelo.

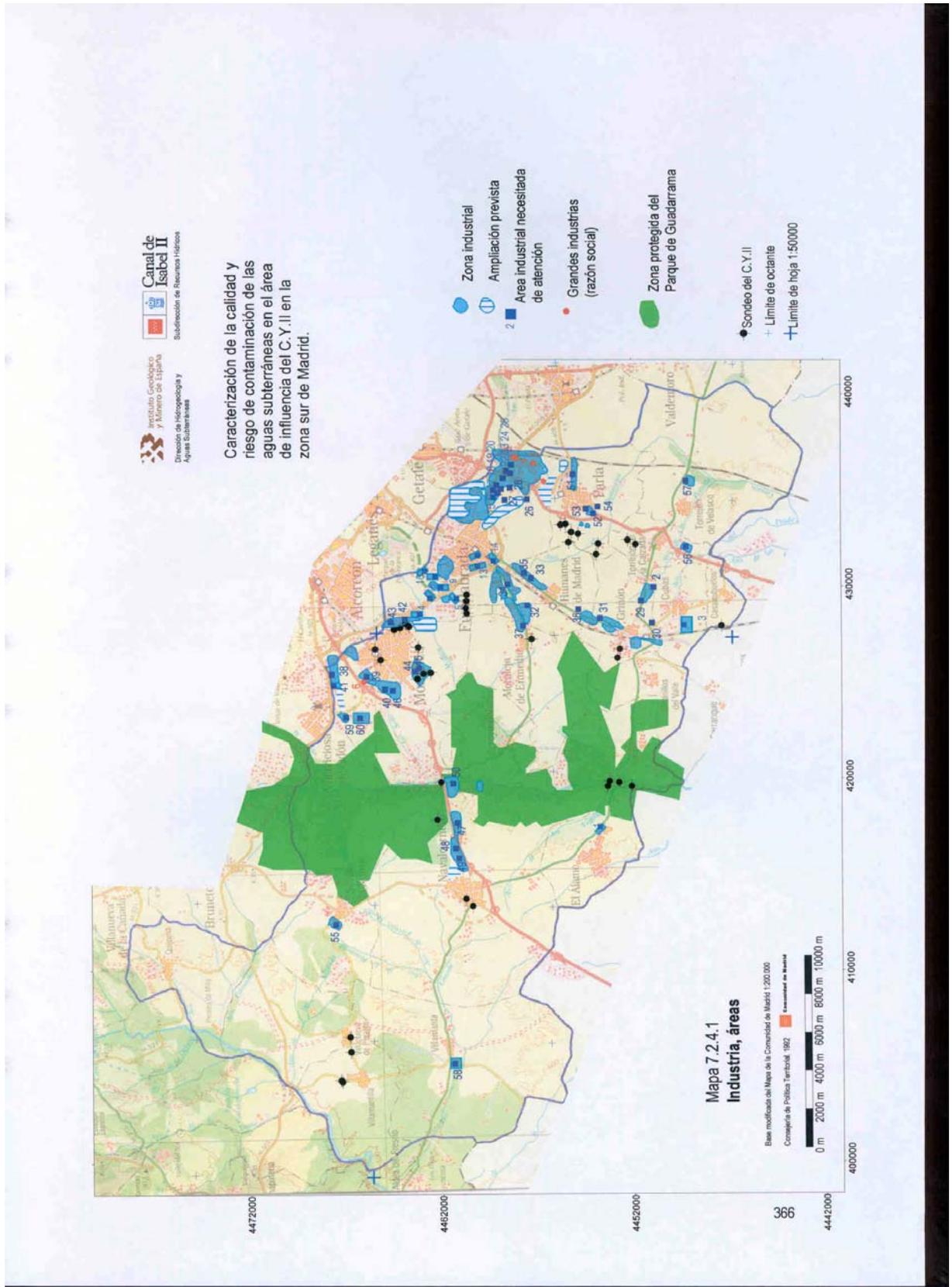
En último lugar se recuerda el riesgo contingente propio de las vías de transporte de mercancías -- carretera y ferrocarril- por los accidentes que ocurren a lo largo de su recorrido, con frecuencia acompañados por el derrame de sustancias más o menos contaminadoras, a veces agudamente tóxicas y peligrosas, riesgo proporcional a la elevada densidad del tráfico existente.

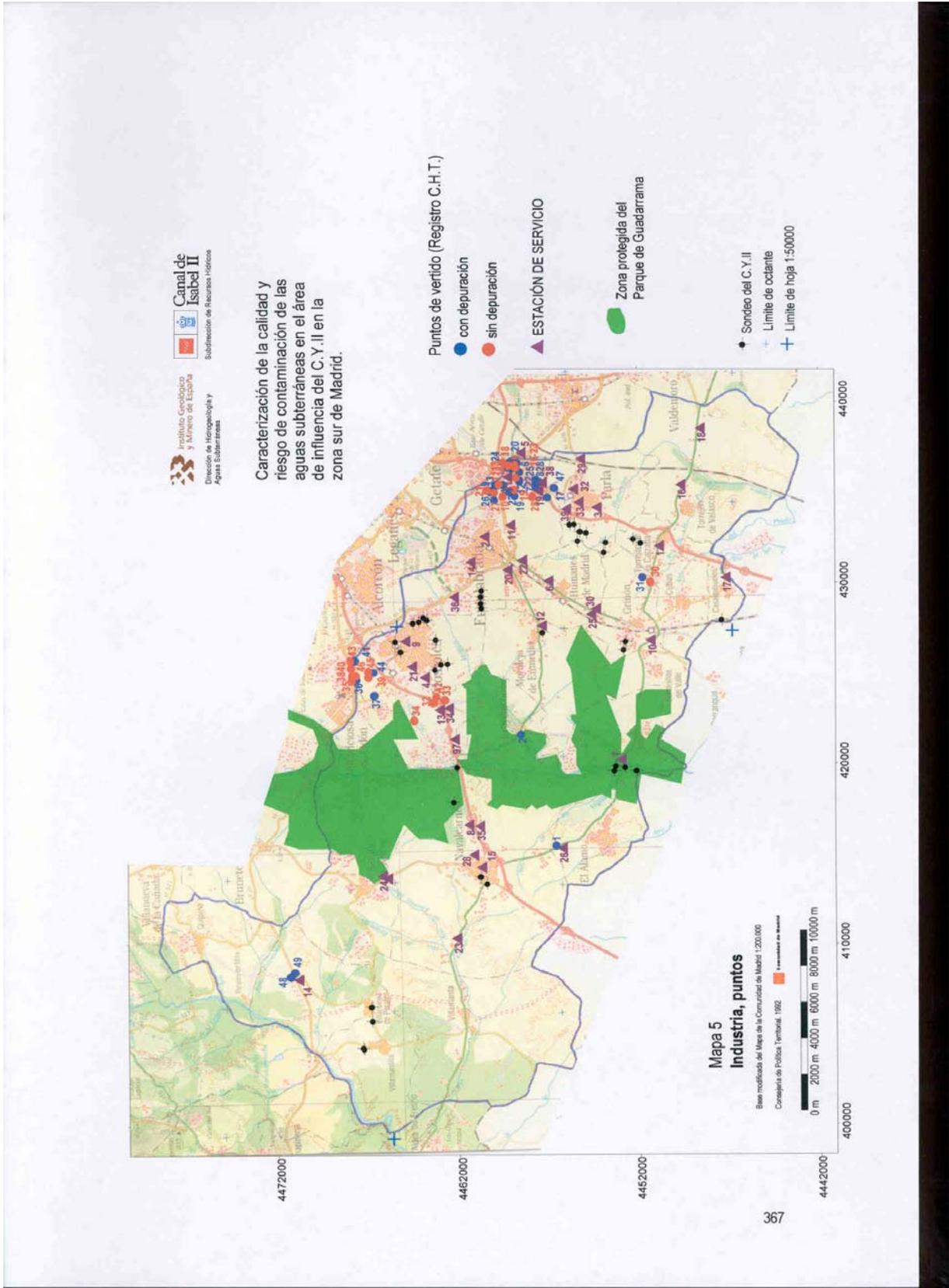
En pocas palabras, cabe resumir que el legado histórico de la actividad industrial ofrece, desde la perspectiva de la protección del acuífero, una realidad difícil para casi todo el tercio nororiental industrialmente desarrollado de la zona de estudio pese a que la gestión de los residuos en ella está mejorando notoriamente.

En estas circunstancias, desde una perspectiva exclusivamente hidrogeológica, se consideran convenientes las siguientes propuestas:

- considerar la zona de desarrollo industrial intenso como un continuo potencialmente contaminador de carácter complejo y los múltiples puntos singulares referenciados como posibles focos de contaminación más específica, hidrocarburos en particular;
- orientar y promover el abastecimiento de agua en el recinto industrial --para todo tipo de uso que no sea el consumo humano o semejante: industria alimentaria, etc.-- hacia el recurso subterráneo del lugar, a efectos de limitar la "exportación" de los contaminantes a través de su propagación en el acuífero, mediante la disminución de la velocidad de su transporte por el flujo subterráneo, además de incrementar el tiempo de permanencia y en consecuencia la natural capacidad de autodepuración;
- establecer una red de vigilancia específica para la zona de intensa actividad industrial, que aporte la información necesaria para conocer el estado actual de la calidad del agua subterránea así como su evolución, base de una gestión más afinada de este recurso en este entorno;

- intercambiar la información con los demás Organismos de la Administración a efectos de optimizar las actuaciones de prevención y corrección de la contaminación del acuífero, especialmente en relación con los puntos singulares destacables.





7.2.5.- Conclusiones y recomendaciones

En los apartados anteriores se ha realizado una descripción de la actividad antrópica más relevante en la zona y de ella se ha inferido su eventual incidencia sobre el acuífero subyacente, porción suroccidental del Sistema Detrítico de Madrid, con el río Guadarrama a modo de eje central. El resultado obtenido se ha cotejado con los datos de análisis químicos de muestras tomadas en la campaña de otoño del 99. De ello se deriva que no hay constancia de contaminación apreciable en las aguas subterráneas, salvo alguna excepción menor.

A continuación se resumen las consideraciones de interés expuestas en las páginas anteriores. Su visualización esquemática muy simplificada se incluye en el mapa 7.2.5, síntesis de los mapas individuales correspondientes a los capítulos precedentes.

La primera generalidad a señalar consiste en la **zonación** de la situación, consecuencia de la polarización ejercida por el macronúcleo de Madrid - ciudad.

La actividad antrópica en la zona presenta niveles diferentes. En el tercio oriental, particularmente en su sector septentrional, existe una densidad destacable que corresponde al “segundo cinturón” de Madrid. En el tercio occidental sólo se aprecian unas *manchas* aisladas que representan sendas pequeñas implantaciones humanas y económicas. Entre ambos, el tercio central, atravesado de Norte a Sur por el río Guadarrama, con la amplia franja que constituye su recientemente establecido Parque Natural, bordeado por la carretera que une sus tres grandes aglomeraciones. Este conjunto de áreas de diversa índole se ve salpicado por múltiples **puntos singulares** cuya densidad sigue *grosso modo* el mismo tipo de distribución.

El acercamiento a esta situación desvela la **complejidad** que acompaña a los dos dominios involucrados: en el subsuelo, la naturaleza hidrogeológica, -descrita en el capítulo 4 de este volumen- y, en superficie, la actividad humana.

La caracterización de la actividad en superficie adolece de serias imprecisiones derivadas de la multiplicidad de elementos interrelacionados referentes a las componentes urbana, agraria e industrial a los que se ha añadido el *factor histórico*, habida cuenta que en los últimos treinta años se ha trastocado decisivamente la cantidad y la calidad en términos absolutos y relativos de estos tres componentes.

La agricultura tradicional de secano y la ganadería extensiva de ovino y caprino, antaño primeras actividades económicas, han desaparecido prácticamente. El regadío se mantiene durante estos años en unos pocos reductos de escasa extensión localizados en Fuenlabrada y Villamanta, mientras que la ganadería de ovino y porcino se ha desarrollado en estabulaciones puntuales (Moraleja de Enmedio) de mayor o menor importancia, mejor o peor acondicionadas, pero dignas de consideración desde la perspectiva de protección del acuífero. El sector primario ha sido desplazado de manera progresiva y diferente según las zonas. Mientras en el tercio oriental era ‘barrido’ desde un principio por la *onda* de la industrialización del *primer cinturón* de Madrid, con el simultáneo desarrollo urbano masivo y

acelerado, en el tercio central el uso del suelo iba cambiando, con cierto retraso, de rural a edificable e industrial en el entorno de los núcleos existentes, sustentando el crecimiento de los entonces pueblos y la posterior aparición de las *urbanizaciones* más o menos alejadas de ellos. En la parte occidental la transformación, de tipo *residencial* exclusivamente, se ha producido de forma limitada más recientemente.

La *actividad industrial* -sector *servicios y construcción*- ha constituido el motor de transformación de esta zona en estas últimas décadas, más intensa cuanto más próxima a Madrid-ciudad. Irradiada por la megalópolis, la actividad del *primer cinturón* (Getafe, Leganés, Alcorcón,...) continuó transmitiéndose al *segundo cinturón*: Móstoles, Fuenlabrada, Parla,... prolongado después en Humanes y Moraleja, - en menor medida Navalcarnero-; actualmente prosigue con mayor lentitud hacia Griñón y Torrejón.

El explosivo fenómeno de crecimiento económico-social ha dado lugar a una deficiente infraestructura ambiental, particularmente en lo relativo a la gestión de las aguas residuales. Forzado es añadir que en esos años --décadas '60 y '70 sobre todo-- no existía inquietud por la contaminación producida y que la sensibilidad era absolutamente inexistente en lo referente al ámbito hidrogeológico.

Una consecuencia inmediata de esta situación ha sido la carencia de datos especializados, como los requeridos por un estudio como el presente, carencia tanto más consistente cuanto más se remonta en el tiempo. Si bien la información sobre "la Industria de Madrid" es abundantísima, su enfoque y tratamiento son ajenos por completo a los aspectos hidrogeológicos.

En consecuencia, la evaluación del alcance de una eventual afección subterránea ha tenido que ser realizada de manera conceptual o teórica, si bien fundamentada en unas realidades de bastante peso como para hacerse una composición de lugar suficientemente representativa dentro de una cierta inconcreción insalvable hoy por hoy. La panorámica conseguida de esa manera se ha comparado con la imagen puntual aportada por la campaña de análisis realizada para este trabajo, que la ha completado en cuanto a la precisión de los datos si bien de manera insuficiente.

La situación actual puede resumirse diciendo que la calidad del agua subterránea analizada en los puntos muestreados es aceptable para cualquier uso, incluido el consumo humano, salvo en algunos emplazamientos concretos próximos a zonas industriales o agrícolas.

La ubicación geográfica de estos emplazamientos y la inercia del transporte de contaminantes en el subsuelo, especialmente en terrenos como los de este estudio, conducen a otra forma de diagnóstico: no cabe esperar en el presente y en el futuro inmediato, contaminación generalizada de origen antrópico en el acuífero, excepto posiblemente en las áreas reconocidas como conflictivas a lo largo de esta investigación.

Entre ellas (Mapa 7.2.5) ocupa lugar destacable la franja Villaviciosa de Odón - Parla aproximadamente, complementada con otra, más pequeña y estrecha, entre Fuenlabrada y Griñón. En esa **T**, además de los *grandes núcleos urbanos* (Móstoles, Fuenlabrada, Parla) y en expansión (Humanes de Madrid, Griñón), se encuentran las *áreas de desarrollo industrial*. A los ejes viarios puede añadirse la carretera que une a Navalcarnero, aunque en mucha menor medida, con lo cual se abarca la práctica totalidad de las zonas industriales y, suplementariamente, los puntos singulares incluidos con ese mismo carácter, *estaciones de servicio* de carburantes en particular. A este tipo de puntos singulares se añaden las *estabulaciones ganaderas* de Moraleja y su entorno, con una densidad de animales apreciable y las

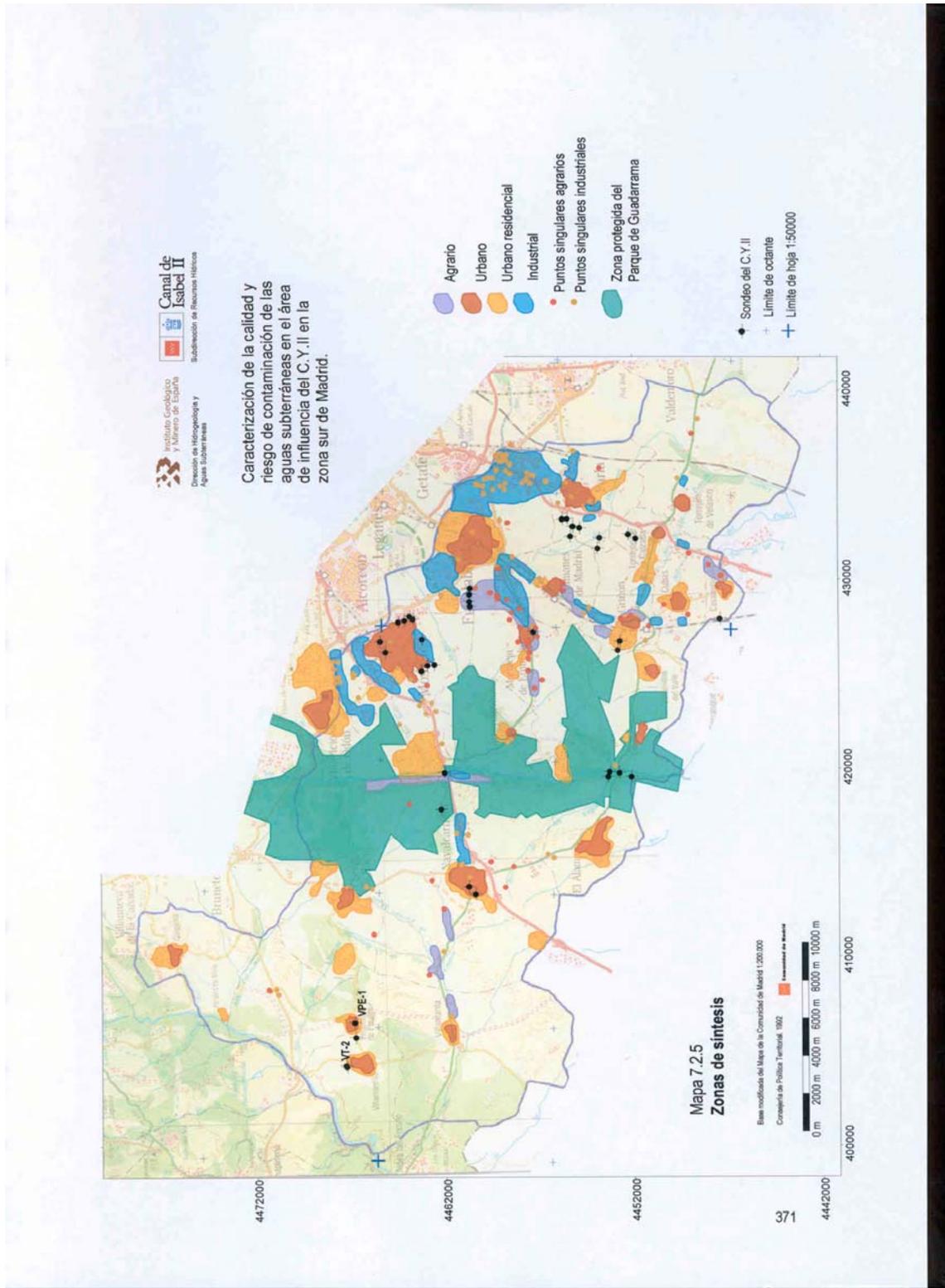
concentraciones que salpican el eje Humanes-Griñón-Cubas. Igualmente aquí se encuentra la mayor proporción de la *agricultura de regadío*, de mínima entidad en valores globales pero de importancia local al encontrarse concentrada en unas pocas áreas. Mayor relieve ofrecen los propios asentamientos humanos de las ciudades mencionadas, con el añadido de los *núcleos menos grandes* y de los *lugares residenciales*.

En consonancia con el estado de la situación presente y de la herencia de las últimas décadas para esta superficie conflictiva, es coherente suponer que se haya producido la infiltración de cierta carga contaminante hacia el subsuelo. El origen de la infiltración, impreciso en el tiempo y en el espacio, puede a veces haber desaparecido hace lustros; en otros casos permanece hasta la actualidad. Por su parte, esta carga contaminante resultante, de extensión tridimensional, que va conformando su recorrido y composición al medio hidrogeológico con el que se va encontrando, evoluciona de manera igualmente desconocida a falta de observación directa sistemática adecuada, si bien con tendencia imperativamente decreciente en sus valores. La propia disposición estratigráfica de los materiales del acuífero y su diversidad litológica refuerzan la complejidad de la situación e imposibilitan una descripción más concreta.

La situación puede esquematizarse considerando estas dos franjas perpendiculares, esta **T**, como un *continuo* en superficie y subsuelo en el que la actividad antrópica de *naturaleza mixta* ha venido segregando *durante décadas* un *rezume, indefinido* en cantidad y calidad, con una *influencia negativa no evaluada* sobre el acuífero aun cuando el agua subterránea extraída hoy en día sólo muestre *alguna anomalía*, debido a las *peculiaridades hidrogeológicas* de inercia así como a las de degradación natural, retención y dilución del contaminante, que contribuyen con una *intensidad desconocida* a la atenuación o eliminación de esta carga.

A la vista de lo expuesto, cabe sugerir unas actuaciones recomendables, basadas en la información actualmente disponible, que se ciñen al ámbito hidrogeológico exclusivamente y se refieren a la *utilización* del agua subterránea y no a su *protección* ya que esta última --por los principios de Prevención y Precaución- debe aplicarse en el origen de esta compleja problemática.

En primer lugar se entiende que interesa asegurar la calidad del agua extraída para abastecimiento en toda la zona del sistema acuífero subyacente al continuo conflictivo anteriormente indicado y también en las áreas desarrolladas que le son externas. Como se ha indicado, esta zona contiene una carga contaminante indeterminada, con capacidad indefinida de afección a las extracciones no descartable a priori. La garantía de salubridad del agua subterránea para consumo humano requerirá la adecuada sistemática en la frecuencia de toma de muestras y en los tipos de análisis a efectuar que, en el caso hipotético de detectarse la presencia de contaminación, permita adoptar las medidas necesarias con la rapidez suficiente a efectos de que no exista riesgo alguno para el consumidor.



El carácter de contaminación potencial es de aplicación *para el uso humano solamente* --y, previsoramente, para el *ganadero* también-- pero no para el *industrial* ni para el *agrícola*. En el caso de la industria el agua o bien requiere una calidad determinada y exigente, que necesita siempre de un tratamiento acondicionador previo, o bien su aplicación no precisa de calidad alguna: lavado de suelos, por ejemplo. Para el caso del regadío, las concentraciones asumibles por esta aplicación en el agua exceden muy holgadamente las que aportaría en esta situación la contaminación de tipo tóxico --metales pesados en particular-- mientras que el otro gran tipo de contaminantes: orgánicos, nitratos,... carecería de este rasgo, incluso sería beneficioso para esta finalidad.

Por lo tanto, se recomienda en esta zona el establecimiento de la vigilancia indicada, a la vez que se estimulan las explotaciones de uso industrial y agrícola o, incluso, urbano de tipo riego de parques y jardines, baldeo de calles, etc. De esta manera se consigue ir renovando con el tiempo el agua eventualmente afectada existente en el subsuelo a la vez que se minimiza su movilidad mediante la inversión parcial del flujo provocada.

Complementariamente, se entiende necesario establecer el alcance de la hipotética afección para adaptar la explotación del acuífero a las condiciones reales de afección. El medio más adecuado para ello consiste en la observación *directa en* puntos elegidos estratégicamente en esta zona y en un entorno razonable.

Por lo tanto, aunque las actuaciones que se recomiendan a continuación superen el ámbito de competencias del C.Y.II, en aras de un mejor conocimiento del estado real del acuífero, se recomienda definir, activar y explotar una red de vigilancia tridimensional, específica, de la calidad del agua subterránea en esta zona, que responda a la complejidad de la situación en los múltiples aspectos comentados.

El aporte de nueva información especializada --cuya ausencia casi total es la laguna más grave que encuentran los estudios como el presente-- debe ir ampliando su radio de acción como plataforma indispensable para futuros diagnósticos hidrogeológicos efectivos que posibiliten una *planificación hidráulica ajustada* en la región, cuya necesidad nadie discute.

Con menos urgencia que en el caso anterior y aprovechando sus resultados, interesa establecer una red de vigilancia general más completa que la actualmente existente en todos los aspectos: densidad de puntos, criterios en su elección, frecuencia de muestreos, parámetros analizados, etc., que tenga particularmente en cuenta los resultados presentados en este capítulo, complementados de la manera que en el mismo se indica.

Por lo tanto, se recomienda actualizar *debidamente* la red de vigilancia general que está en funcionamiento en el área de estudio.

Una pieza común e indispensable para llevar adecuadamente a la práctica las recomendaciones anteriores, y cuyo grado de perfección condiciona y moldea la efectividad posterior de éstas, reside en el inventario de puntos acuíferos. Concebido en su forma *ideal* como la relación exhaustiva de todos los

pozos y sondeos existentes en la zona de estudio, la información que puede proporcionar este inventario representa la infraestructura más sólida sobre la que desarrollar cualquier actividad hidrogeológica.

Por lo tanto, se recomienda actualizar ambiciosamente el inventario de puntos acuíferos en toda la zona de estudio, con especial énfasis en las áreas definidas como más complejas y conflictivas.

Uno de los corolarios importantes que derivan del párrafo anterior reside en la identificación de los pozos y sondeos abandonados, tema ignorado en todos sus aspectos hoy en día. Su capacidad de poner en *conexión* hidráulica distintos niveles acuíferos posibilita un avance más rápido de la eventual contaminación existente en algunos de ellos --más probable aquélla cuanto más somero éste.

Por lo tanto, en el inventario precedente se recomienda dar la adecuada prioridad al entorno amplio de las extracciones para consumo humano, con atención especial hacia los pozos y sondeos abandonados de cualquier tipo.

Otro tema de interés a considerar consiste en actualizar el conocimiento de la relación hidráulica entre el río Guadarrama y el sistema acuífero a fin de clarificar sus posibles interacciones tanto en los aspectos cuantitativos como en los de calidad del agua en el acuífero.

Por último, se añaden dos reflexiones que, aún cuando resulten marginales al conjunto de lo expuesto, no deben ser omitidas aquí. Ambas conciernen a la Administración Pública.

La primera consiste en subrayar la importancia que, desde la perspectiva de protección del acuífero, encierra una aplicación estricta de la **Legislación** vigente sobre vertidos, desarrollada en la *Ley de Aguas* y su Reglamento y en el *Decreto sobre Regularización de Vertidos*, complementado con el reciente *Plan Nacional de Residuos*, con las correspondientes normas suplementarias a nivel autonómico.

La segunda, más fácil de llevar a cabo, consiste en incrementar los contactos informativos entre los diversos órganos competentes de la Administración y con el sector privado, colaboración que en lo relacionado con la protección del acuífero se encuentra sólo en los inicios y precisa de un adecuado desarrollo.



8. Vulnerabilidad y riesgo de contaminación

8.- Vulnerabilidad y riesgo de contaminación.

8.1.- Vulnerabilidad

En el estudio "Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en la zona de influencia del Canal de Isabel II" (1997), realizado en el marco del convenio ITGE - CYII, se establecieron una serie de matizaciones sobre la definición de vulnerabilidad, los criterios de selección del método empleado para cuantificarla, las incertidumbres en la aplicación del mismo y, en consecuencia, las limitaciones de los mapas de vulnerabilidad. En este trabajo se asume la metodología expuesta en el mencionado estudio cuyos presupuestos de partida se resumen a continuación.

El proceso de cuantificación de la vulnerabilidad exige, en último término, la determinación de un parámetro indicador de la rapidez con que se puede producir el contacto de un eventual contaminante con el agua subterránea, condición necesaria, aunque no suficiente, para que se pueda producir la contaminación de la misma.

Dicho parámetro indicador es el "tiempo de tránsito" o tiempo que un contaminante ideal, no retenible ni degradable, emplazado en superficie, tarda en alcanzar la zona saturada del acuífero.

Entre los numerosos métodos cuantitativos de determinación del tiempo de tránsito en la zona no saturada se ha adoptado para este trabajo la fórmula propuesta por la U.E:

$$T_o = \frac{\vartheta_w * E_o}{I}$$

en la que:

T_o = tiempo de tránsito

ϑ_w = contenido medio de agua en el terreno. Se supone independiente del tiempo.

I = infiltración media anual supuesta igual a la infiltración eficaz (precipitación menos evapotranspiración) y constante.

E_o = espesor de la zona no saturada.

Por lo que se refiere a ϑ_w , no se dispone de datos sobre su magnitud ni variación temporal en la zona de estudio. Los valores recomendados por la U.E para este parámetro son los siguientes:

ϑ_w	Litología
0,05	Arenas gruesas
0,15 – 0,25	Arenas finas
0,30 – 0,50	Arcillas

En lo tocante al espesor de la zona no saturada (E_o) en el acuífero de Madrid, se admite que éste queda definido por el nivel estático en pozos poco profundos, considerados arbitrariamente

como tales los de profundidad inferior a 30 metros, lo que, sin duda, introduce un término de arbitrariedad notorio en la determinación del tiempo de tránsito.

El rango de variación de los datos disponibles sobre infiltración eficaz en el acuífero de Madrid es muy amplio: entre 12 y 100 mm/año. En combinación con los valores de \mathcal{G}_w la adopción de uno u otro valor de I conduce a valores sensiblemente diferentes del coeficiente de multiplicación K como se refleja en el cuadro siguiente:

$$K = \frac{\mathcal{G}_w}{I}; T_0 = K * E_0$$

I (mm/a)	\mathcal{G}_w		
	0.15	0.25	0.30
30	5.0	8.3	10.0
50	3.0	5.0	6.0
70	2.1	3.5	4.3

Los escasos datos de velocidad del agua en la zona no saturada, obtenidos en experiencias en campo por diversos autores, son muy superiores a los expresados en términos de infiltración eficaz (mm/año). A efectos de aplicación en este estudio se adopta como valor de velocidad experimental media el de 0,015 m/día.

La clasificación de tiempos de tránsito y su correspondiente trasposición a grados de vulnerabilidad, ligeramente modificada de la de la U.E, adoptada en este estudio es la siguiente:

Intervalo de tiempo	Grado de vulnerabilidad	Criterios
< 1 día	ABSOLUTA	Zona no saturada inexistente
1 – 50 días	MÁXIMA	Persistencia de contaminantes biológicos
50 días – 1 año	ALTA – MUY ALTA	
1 – 5 años	MODERADA – ALTA	Persistencia de contaminantes orgánicos e inorgánicos
5 – 10 años	BAJA – MODERADA	
10 – 20 años	MUY BAJA – BAJA	
> 20 años	MÍNIMA	Persistencia a largo plazo.

Antes de exponer los resultados obtenidos conviene advertir que la aplicación del método en la zona de estudio se ha efectuado más con la finalidad de contrastar valores de T_0 en diferentes hipótesis que con la de establecer los valores que deben adoptarse para cada parámetro que interviene en el procedimiento de su cálculo.

Resultados

A fin de ofrecer una visión orientativa sobre la vulnerabilidad del acuífero, tomando como base de estimación el espesor de la zona no saturada definido por el nivel del agua en los pozos someros, y debido a la escasez de éstos en los que se ha podido tomar medida de nivel durante las campañas de muestreo, se han utilizado los datos de niveles piezométricos correspondientes al inventario de la Confederación Hidrográfica del Tajo realizado en 1991 que, aunque relativamente desfasado en el tiempo, ofrece la máxima cobertura zonal de puntos con información al respecto. Dichos datos han sido complementados con datos más recientes (1998 - 2000) obtenidos del inventario del I.T.G.E y determinados en las campañas de muestreo específicas de este trabajo. La situación espacial de estos puntos se presenta en el plano 8.1.1

La relación de estos puntos, los datos de nivel correspondientes y los tiempos de tránsito calculados en las dos hipótesis que se señalan más adelante se adjuntan en el anexo a este capítulo.

En el plano 8.1.2 se presenta la distribución espacial de niveles piezométricos que, en la mayor parte de las ocasiones, se mantienen por debajo de los 15 metros de profundidad.

En la primera de las hipótesis mencionadas, con un criterio conservador, se adoptan los valores de $\vartheta_w = 0,15$ e $I = 30$ mm/a para el cálculo del tiempo de tránsito por aplicación del método de la U.E.

En la segunda, el cálculo del tiempo de tránsito se realiza considerando el dato de velocidad experimental en la zona no saturada ($V = 0,015$ m/día), en principio verosimilmente más adecuado a una situación de infiltración real.

Los resultados obtenidos se presentan en los cuadros 8.1.1 y 8.1.2 correspondientes a cada una de las hipótesis

Cuadro 8.1.1

Rangos de tiempos de tránsito (en años) y grado de vulnerabilidad en captaciones someras

$T_o = K * E_o$ siendo K (factor de multiplaccción)=5. Hipótesis = $\delta_w = 0,15$ y $I = 30$

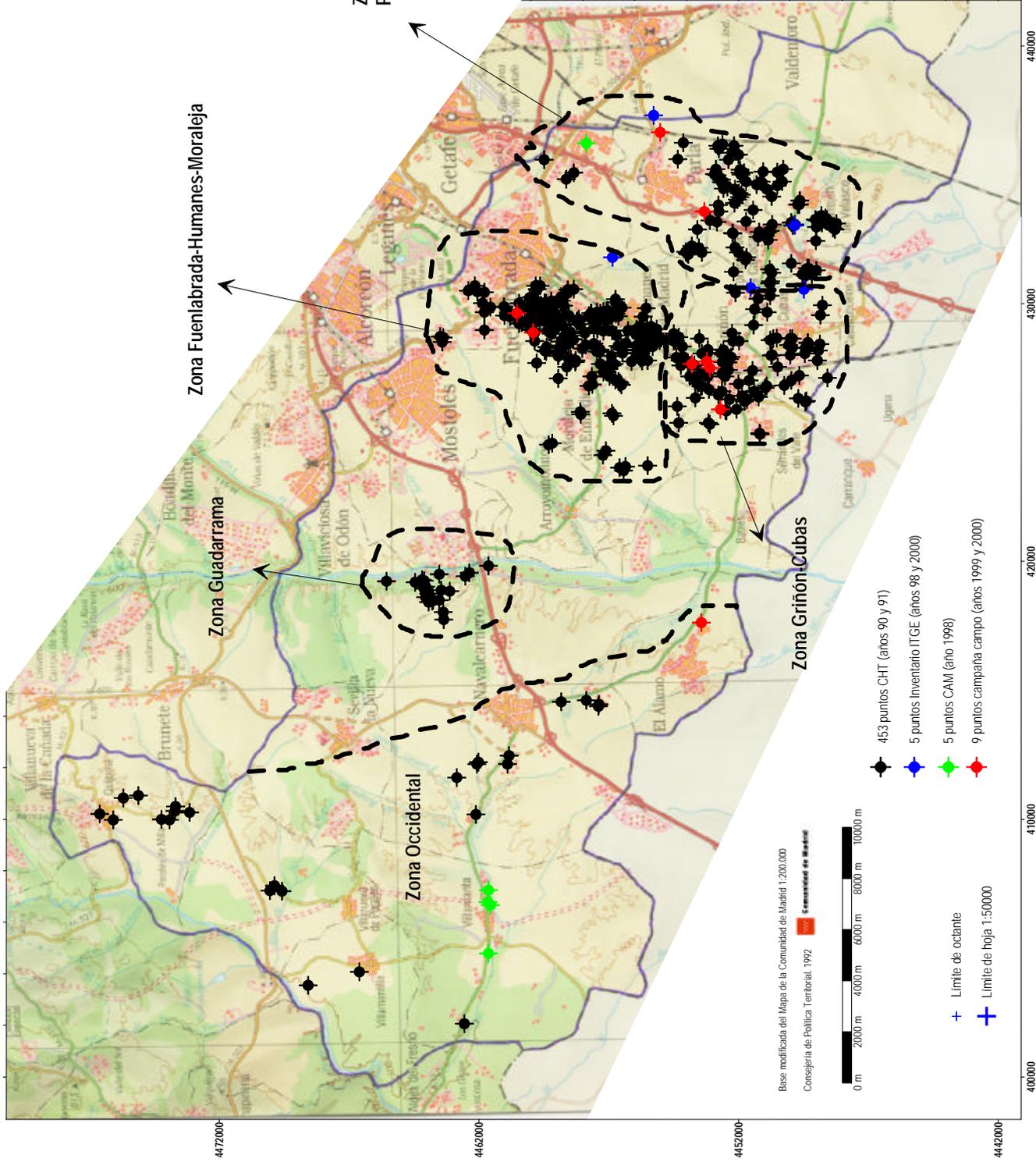
Rango	Zona Fuenlabrada- Humanes-Moraleja	%	Zona Griñón-Cubas	%	Zona Torrejón de la Calzada-Parla	%	Zona Guadarrama	%	Zona Occidental	%	Grado vulnerabilidad
< 1 día											Absoluta
1-50 días											Máxima
50 días-1 año											Alta-muy alta
1-5 años	1	0,5							1	3	Moderada-alta
5-10 años									1	3	Baja-moderada
10-20 años	1	0,5			2	2			5+4	31	Muy baja-Baja
> 20 años	216+2	99	94+4	100	96+5	98	21	100	18+1	62	Mínima

216= nº de datos en pozos someros de los años 1990 y 1991

2= nº de datos de niveles someros de los años 1998 y 2000

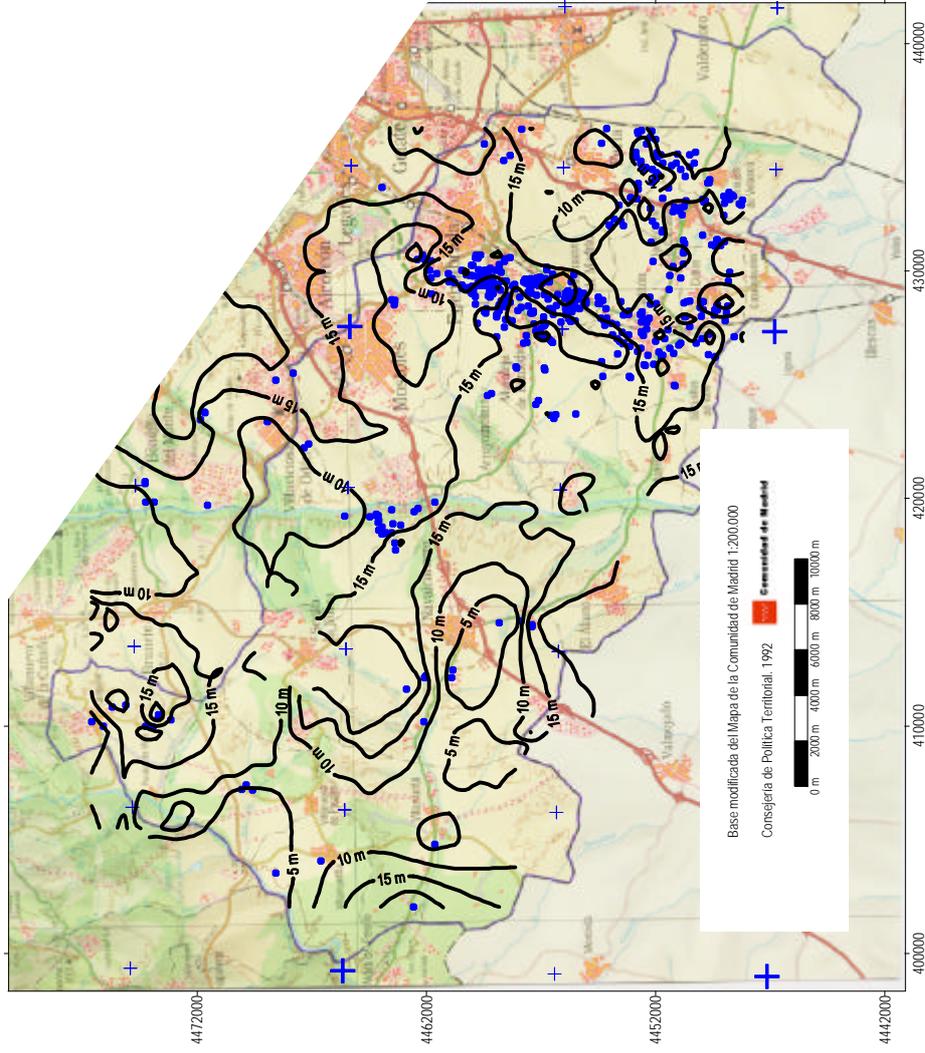
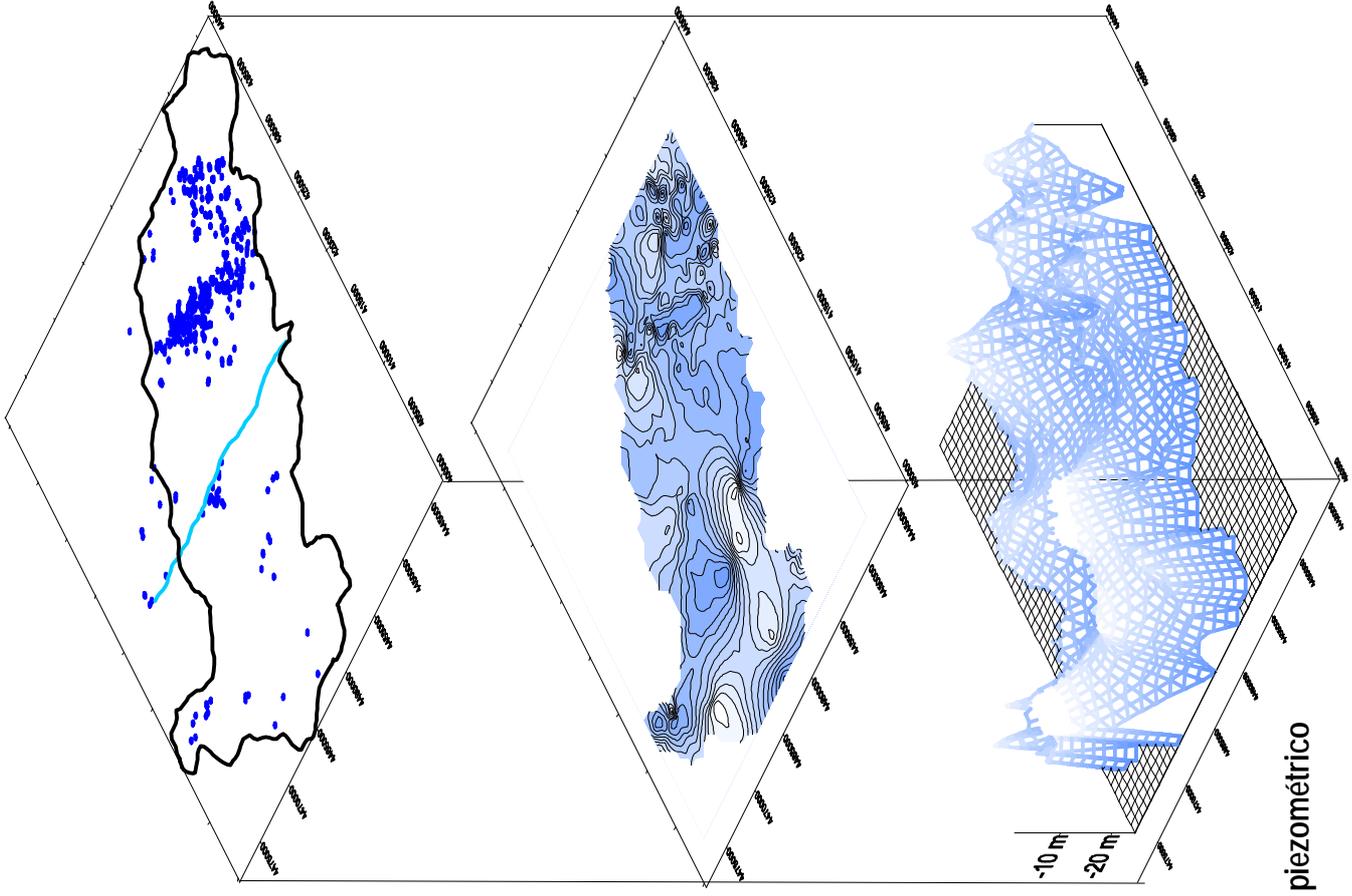
Prácticamente en la totalidad de las ocasiones (plano 8.1.3) los valores de tiempo de tránsito corresponden a un grado de vulnerabilidad mínimo, con lo que se contaría con un tiempo de más de 20 años para adoptar medidas ante un eventual incidente de contaminación producido en la actualidad.

Caracterización de la calidad y
riesgo de contaminación de las
aguas subterráneas en el área
de influencia del C.Y.II en la
zona sur de Madrid.



Plano 8.1.1

Situación de captaciones
someras con medida de nivel



 Instituto Geológico y Minero de España
 Dirección de Hidrogeología y Aguas Subterráneas

 Canal de Isabel II
 Subdirección de Recursos Hídricos

+ Límite de octante
 + Límite de hoja 1:50000

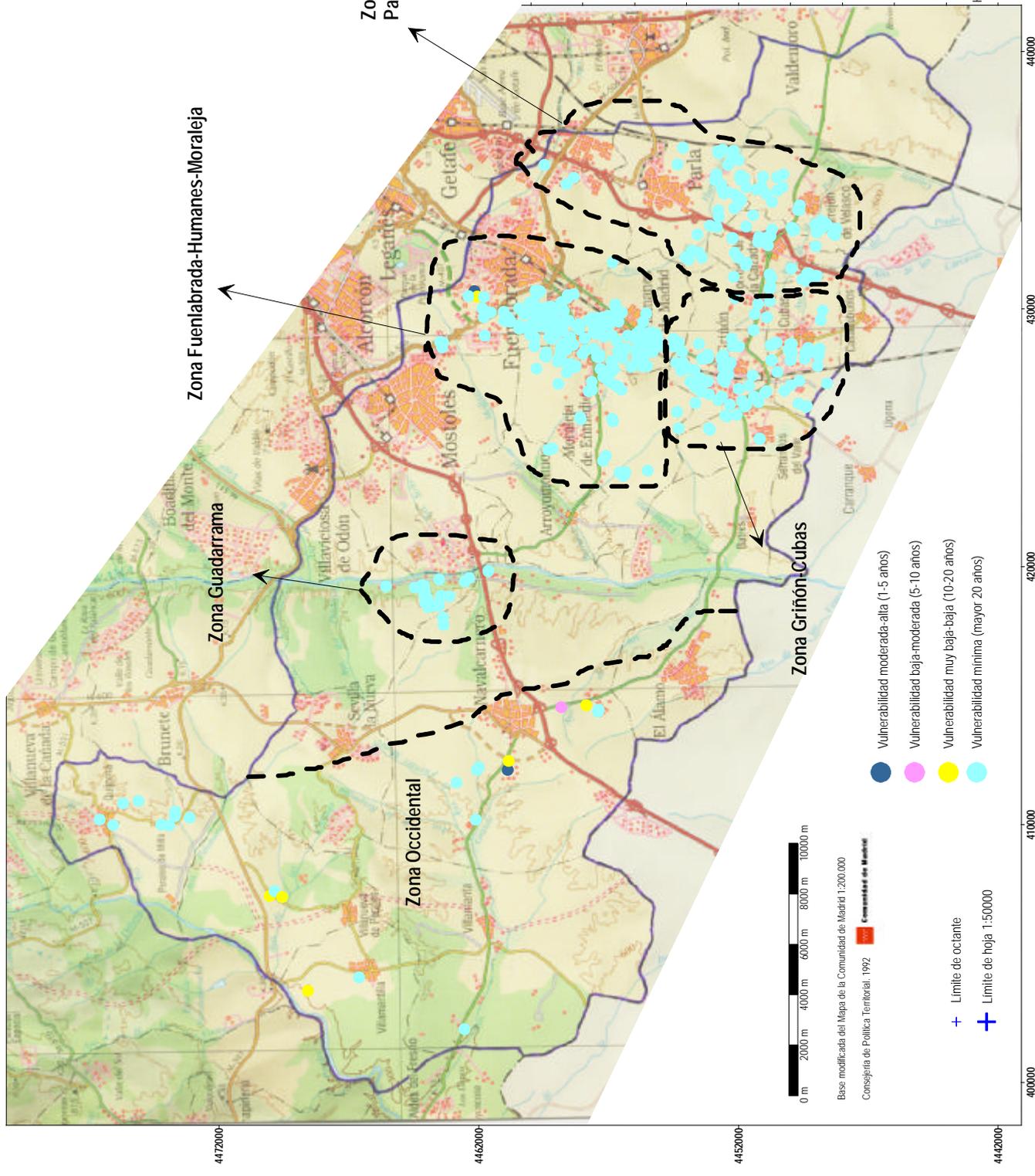
Plano 8.1.2

Niveles piezométricos en pozos con $prof \leq 30$ m
 C.H.T 1990-1991

Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en el área de influencia del C. Y. II en la zona sur de Madrid.

Profundidad del nivel piezométrico

Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en el área de influencia del C.Y.II en la zona sur de Madrid.



Plano 8.1.3

Tiempos de tránsito (años) en pozos someros
 454 datos de niveles años 90 y 91

Hipótesis: $T_o = K \cdot E$ siendo K (factor de multiplicación)=5. ($\theta_w=0,15$ e $I=30$)

Cuadro 8.1.2

Rangos de tiempos de tránsito (en años) y grado de vulnerabilidad en captaciones someras*Hipótesis= Velocidad experimental=0,015 m/día ; $T_o = E_o / V$*

Rango	Zona Fuenlabrada-Humanes-Moraleja	%	Zona Griñón-Cubas	%	Zona Torrejón de la Calzada-Parla	%	Zona Guadarrama	%	Zona Occidental	%	Grado vulnerabilidad
< 1 día											Absoluta
1-50 días	1	0,5							1	1	Máxima
50 días-1 año	4	2	1	1	1+2	3			9+4	42	Alta-muy alta
1-5 años	213+2	97	94+3	99	95+5	97	21	100	16+1	57	Moderada-alta
5-10 años	1	0,5									Baja-moderada
10-20 años											Muy baja-Baja
> 20 años											Mínima

216= n° de datos en pozos someros de los años 1990 y 1991

2= n° de datos de niveles someros de los años 1998 y 2000

La situación de "relativa seguridad" ante un eventual episodio de contaminación, dado el elevado tiempo necesario para que un contaminante alcanzara el agua subterránea según esta primera hipótesis, cambia radicalmente en la segunda como se refleja en el plano 8.1.4.

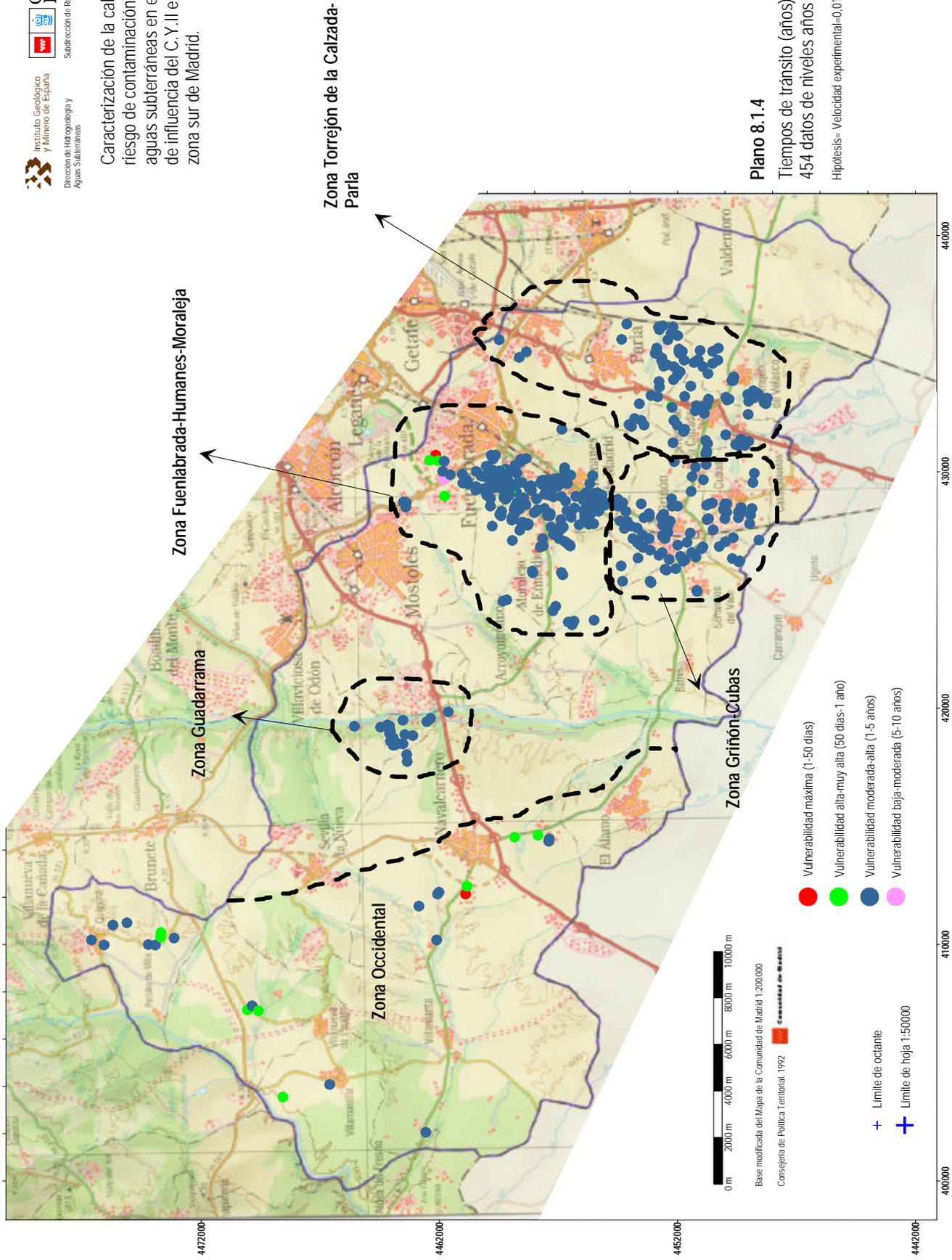
En la mayor parte de las ocasiones la situación de vulnerabilidad corresponde al grado moderado - alto, con un tiempo de tránsito comprendido entre 1 y 5 años. Aparecen situaciones de vulnerabilidad alta o muy alta, con tiempos de tránsito inferiores a un año, e, incluso, de vulnerabilidad máxima, con tiempo de tránsito hasta la zona saturada inferior a 50 días.

La situación de modificación del grado de vulnerabilidad según las hipótesis adoptadas se confirma en el caso de las captaciones en las que se dispone de datos de nivel correspondientes a 1998 - 2000 como se refleja en los planos 8.1.5 y 8.1.6.

Por lo que se refiere a la vulnerabilidad de los sondeos de los Sistemas Locales, se han determinado los tiempos de tránsito en las diferentes hipótesis con los parámetros adoptados en las anteriores.

A efectos de cálculo de tiempo de tránsito se ha adoptado el criterio utilizado en el estudio precedente (1997) consistente en equiparar la profundidad del primer tramo filtrante al espesor de la zona no saturada. Como se indicaba en dicho estudio, aunque el aludido criterio adolece de cierta artificiosidad puede ser aceptado por cuanto, en situaciones reales, el primer tramo filtrante de un sondeo constituye la vía de penetración más rápida de posibles contaminantes emplazados en superficie y en las proximidades del mismo.

Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en el área de influencia del C. Y. II en la zona sur de Madrid.

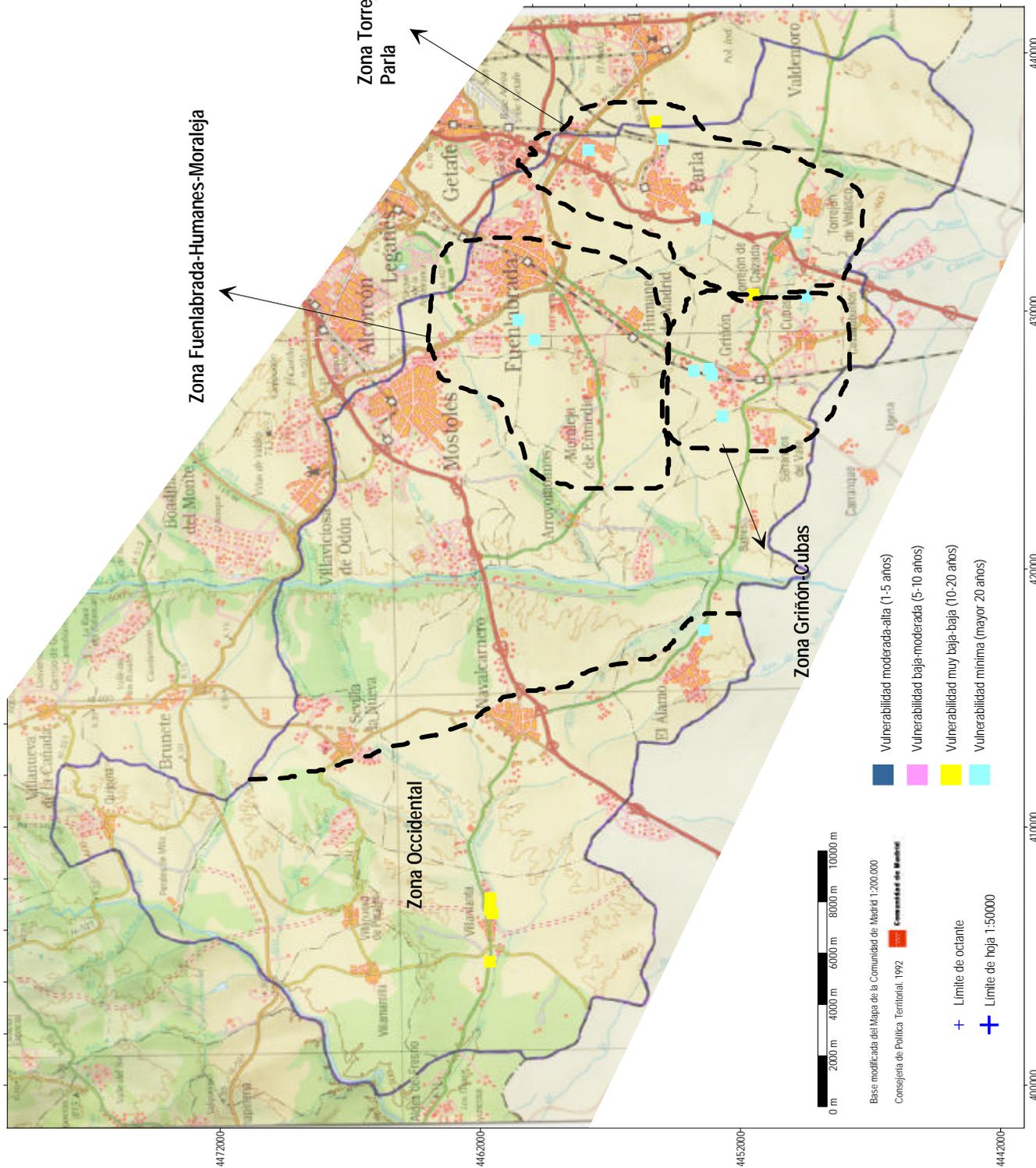


Plano 8.1.4

Tiempos de tránsito (años) en pozos someros
 454 datos de niveles años 90 y 91

Hipótesis= Velocidad experimental=0,015 m/día ; To=EtO

Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en el área de influencia del C.Y.II en la zona sur de Madrid.

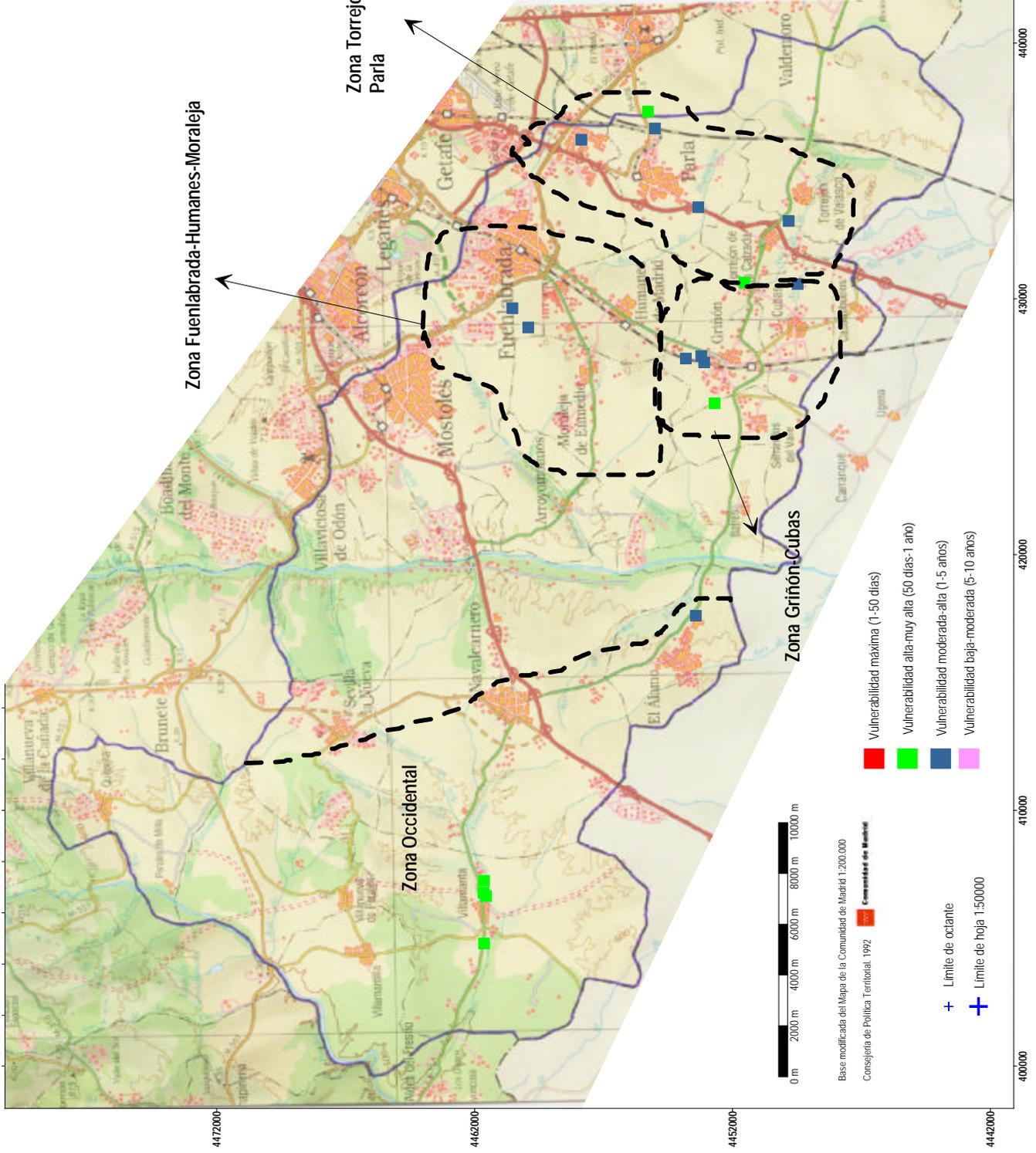


Plano 8.1.5

Tiempos de tránsito (años) en pozos someros
18 datos de niveles años 98 y 2000

Hipótesis: $T_0 = K \cdot E$ siendo K (factor de multiplicación)=5. ($\omega = 0,15$ y $t = 30$)

Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en el área de influencia del C.Y.II en la zona sur de Madrid.



Plano 8.1.6

Tiempos de tránsito (años) en pozos someros
 18 datos de niveles años 98 y 2000

Hipótesis: Velocidad experimental=0,015 mdia ; To-EoV

Los datos de tiempos de tránsito obtenidos por aplicación de los métodos y criterios descritos se incluyen en los cuadros 8.1.3 y 8.1.4 en los que se puede observar que en buena parte de los sondeos el nivel estático se encuentra por encima del primer tramo filtrante.

Cuadro 8.1.3

Tiempos de tránsito y grados de vulnerabilidad en los sondeos de los Sistemas Locales

Hipótesis: $T_o = K * E_o$ siendo K (factor de multiplicación)=5. ($\delta_w = 0,15$ y $l=30$)

Campo	Sondeo	Espesor hasta 1 ^{er}		Nivel estático (m)	Fecha	T _o (años)
		tramo filtrante	T _o (años)			
Batres	Batres-1 (bis)	76	380,0	46,2	7-jun-00	231,0
	Batres-2	24,5	122,5	19,2	7-abr-99	96,0
	Batres-3	75,5	377,5	-		
	Batres-4	32	160,0	-		
	Batres-5	40	200,0	20,2	7-abr-99	101,0
	Batres-6	36	180,0	20,2	7-abr-99	101,0
Casarrubuelos	CR-1	-		-		
Fuenlabrada	F-6	60	300,0	57,8	26-oct-98	289,0
	Loranca-1	38,5	192,5	60,1	9-jun-00	300,5
	Loranca-2	48,5	242,5	65,7	9-jun-00	328,5
	Loranca-3	53	265,0	67,9	9-jun-00	339,5
Móstoles	Antusana-II bis	39,5	197,5	60,4	7-jun-00	302,0
	Antusana-III	-		57,3	7-jun-00	286,5
	Antusana-IV	-		51,15	7-jun-00	255,8
	Covimar	-		65,15	7-jun-00	325,8
	Depósito	-		-		
	N-2. Las Nieves	-		57,2	7-jun-00	286,0
	Polígono	-		45,3	11-feb-00	226,5
	Reguera-1	-		57,9	7-jun-00	289,5
Reguera-II	-		57,2	11-feb-00	286,0	
Navalcamero	Buenavista	-		101,3	14-may-99	506,5
	F.P.	-		119,7	14-may-99	598,5
	Navalcamero-4	82,5	412,5	82	21-nov-95	410,0
	Río	-		52	14-may-99	260,0
Villamantilla	VT-1	-		82	16-jul-99	410,0
	VT-2	125	625,0	88,1	8-jun-00	440,5
Villanueva de Perales	VP-1	-		-		
	VP-2	-		60,2	28-sep-99	301,0

En la primera de las hipótesis, tanto si se equipara el espesor de la zona no saturada al definido por el primer tramo filtrante como si se hace corresponder con el nivel estático, los tiempos de tránsito son muy superiores al límite de 20 años que define el rango de vulnerabilidad mínima.

En la segunda, considerando el dato de velocidad experimental, los tiempos se reducen en la práctica totalidad de las ocasiones, al intervalo de 3-15 años, correspondiente a vulnerabilidad entre moderada - alta y muy baja - baja.

En los cuadros 8.1.5 y 8.1.6 se incluyen los datos de valores medios de tiempo de tránsito en cada uno de los campos considerados.

Cuadro 8.1.4

Tiempos de tránsito y grados de vulnerabilidad en los sondeos de los Sistemas Locales

Hipótesis: Velocidad experimental=0,015 m/día ; $T_o = E_o / V$

Campo	Sondeo	Espesor hasta 1 ^{er} tramo filtrante		Nivel estático (m)		
		Tramo filtrante	T_o (años)	Nivel	T_o (años)	
Batres	Batres-1 (bis)	76	13,9	46,2	7-jun-00	8,4
	Batres-2	24,5	4,5	19,2	7-abr-99	3,5
	Batres-3	75,5	13,8	-		
	Batres-4	32	5,8	-		
	Batres-5	40	7,3	20,2	7-abr-99	3,7
	Batres-6	36	6,6	20,2	7-abr-99	3,7
Casarrubuelos	CR-1	-		-		
Fuenlabrada	F-6	60	11,0	57,8	26-oct-98	10,6
	Loranca-1	38,5	7,0	60,1	9-jun-00	11,0
	Loranca-2	48,5	8,9	65,7	9-jun-00	12,0
	Loranca-3	53	9,7	67,9	9-jun-00	12,4
Móstoles	Antusana-II bis	39,5	7,2	60,4	7-jun-00	11,0
	Antusana-III	-		57,3	7-jun-00	10,5
	Antusana-IV	-		51,15	7-jun-00	9,3
	Covimar	-		65,15	7-jun-00	11,9
	Depósito	-		-		
	N-2. Las Nieves	-		57,2	7-jun-00	10,4
	Polígono	-		45,3	11-feb-00	8,3
	Reguera-1	-		57,9	7-jun-00	10,6
Reguera-II	-		57,2	11-feb-00	10,4	
Navalcamero	Buenavista	-		101,3	14-may-99	18,5
	F.P.	-		119,7	14-may-99	21,9
	Navalcamero-4	82,5	15,1	82	21-nov-95	15,0
	Río	-		52	14-may-99	9,5
Villamantilla	VT-1	-		82	16-jul-99	15,0
	VT-2	125	22,8	88,1	8-jun-00	16,1
Villanueva de Perales	VP-1	-		-		
	VP-2	-		60,2	28-sep-99	11,0

Cuadro 8.1.5

Valores medios del tiempo de tránsito y grados de vulnerabilidad en los sondeos de los Sistemas Locales

Hipótesis: $T_o = K * E_o$; K (factor de multiplicación)=5. ($\delta_w=0,15$ y $l=30$)

Campo	Criterio: espesor hasta 1 ^{er} tramo filtrante			Criterio: espesor hasta el nivel estático		
	nº datos	media (años)	Grado	nº datos	media (años)	Grado
Batres	6	236	Mínima	4	132	Mínima
Fuenlabrada	4	250	Mínima	4	314	Mínima
Móstoles	1			8	282	Mínima
Navalcamero	1			4	443	Mínima
Villamantilla	1			2	425	Mínima
Villanueva de Perales	-			1	-	Mínima

A la vista de dichos cuadros merece la pena destacar que las situaciones de vulnerabilidad en la mayor parte de los Campos quedan encuadradas en la calificación de muy bajas - bajas, con tiempos de tránsito medios comprendidos entre 10 y 20 años. De esta situación generalizada sólo se aparta el Campo de Batres en el que la vulnerabilidad queda clasificada en el rango de moderada - alta, con tiempo medio de tránsito inferior a 5 años.

Cuadro 8.1.6**Valores medios del tiempo de tránsito y grados de vulnerabilidad en los sondeos de los Sistemas Locales***Hipótesis: Velocidad experimental=0,015 m/día ; $T_o = E_o / V$*

Campo	Criterio: espesor hasta 1 ^{er} tramo filtrante			Criterio: espesor hasta el nivel estático		
	nº datos	media (años)	Grado	nº datos	media (años)	Grado
Batres	6	8,6	Baja-moderada	4	4,8	Moderada-alta
Fuenlabrada	4	9,1	Baja-moderada	4	11,5	Muy baja-baja
Móstoles	1	-		8	10,3	Muy baja-baja
Navalcarnero	1	-		4	16,2	Muy baja-baja
Villamantilla	1	-		2	15,5	Muy baja-baja
Villanueva de Perales	-	-		1	-	

En el plano 8.1.7 se representan, para cada uno de los sondeos de los Sistemas Locales, los valores de los tiempos de tránsito en la hipótesis de velocidad experimental y en la situación de los dos criterios de espesor de zona no saturada establecidos.

Conclusiones

La falta de información adecuada sobre los parámetros esenciales para la determinación de T_o : infiltración eficaz, contenido de humedad del suelo, espesor de la zona no saturada o velocidad real del agua en la mencionada zona, obliga a introducir criterios e hipótesis apriorísticos arbitrarios y predeterminantes en la cuantificación del grado de vulnerabilidad en la zona de estudio.

En consecuencia, los resultados obtenidos en este apartado, incluso los establecidos en la hipótesis más desfavorable, que contemplan la situación desde el lado de la máxima seguridad, deben ser considerados como una mera orientación preliminar sobre el grado de vulnerabilidad del agua subterránea en el acuífero. En particular, en este sentido deben ser considerados los datos obtenidos en relación con los diferentes Campos que predicen tiempos medios de tránsito entre 10 y 20 años o inferiores a cinco en el caso del Campo de Batres.

La aplicación no arbitraria de los métodos de cuantificación de la vulnerabilidad en el acuífero pasa necesariamente por la revisión crítica del concepto, existencia, localización y oscilaciones de la superficie freática regional así como por la confirmación experimental de los datos necesarios para la mencionada cuantificación.

En tanto estas cuestiones no quedan dilucidadas, por razones eminentemente prácticas, se ha preferido considerar en este estudio la situación actual en lo referente a la existencia de focos potenciales de contaminación en el entorno próximo de los sondeos de los Sistemas Locales que, en definitiva, son los únicos que pueden constituirse en factor de riesgo real para los mismos.

8.2.- Riesgo de contaminación

Por el interés específico que representan los Sistemas Locales, la situación de eventual riesgo de contaminación se ha evaluado exclusivamente en los sondeos gestionados actualmente por el CYII cuya relación se incluye en el cuadro 8.2.1. (Según información del CYII, los sondeos de Navalcarnero (F.P. y Río Guadarrama) y de Villanueva de Perales (VP-1 y VP-2) han quedado fuera de servicio recientemente al ser sustituidos por otros).

Cuadro 8.2.1.- Relación de sondeos inspeccionados

Batres	Fuenlabrada	Móstoles	Navalcarnero	Villamantilla	Villanueva P.
Batres-1	Fuenlabrada-6 Loranca-1 Loranca-2 Loranca-3	Antusana-II	F.P Río - Guadarrama	VT-1 VT-2	VP-1 VP-2
Batres-2		Antusana-III			
Batres-3		Antusana-IV			
Batres-4		Covimar			
Batres-5		Depósito			
Batres-6		Las Nieves			
		Polígono			
		Reguera-1			
		Reguera-2			

La metodología seguida durante la fase de revisión en campo ha consistido en la detección visual de instalaciones, actividades o productos de actividades susceptibles de originar focos de contaminación de cierta entidad en el entorno de unos 500 m de cada uno de los 25 sondeos mencionados, la inspección del entorno y de los focos, en los casos en que ha sido posible, la apreciación de la situación hidrogeológica local y el diagnóstico preliminar de la situación de riesgo.

Para cada sondeo inspeccionado se ha realizado una ficha resumen en la que se incluyen sus características técnicas, la evolución de parámetros hidroquímicos y del nivel piezométrico así como la posición de los eventuales focos en su entorno y una estimación del grado de protección, indicativo indirecto de su vulnerabilidad. Estas fichas se incluyen en el anexo correspondiente a este apartado.

El grado de protección e, indirectamente, la vulnerabilidad se ha establecido por medio de un índice adimensional (α) definido por el cociente entre la longitud total de tramos menos permeables hasta el primer tramo filtrante y la profundidad del mencionado tramo filtrante. A mayor longitud de tramos menos permeables entre el foco y el primer tramo filtrante, mayor grado de protección o menor vulnerabilidad.

Los intervalos de vulnerabilidad definidos en función de los intervalos del índice de α son los siguientes:

α	Vulnerabilidad
0 – 0,25	Muy vulnerable
0,25 – 0,5	Vulnerable
0,5 – 0,75	Poco vulnerable
0,75 – 1	Muy poco vulnerable

Este índice de vulnerabilidad sólo se ha podido determinar en los casos en que se ha contado con información de columna litológica y esquema constructivo de cada sondeo como se indica en el cuadro 8.2.2.

Cuadro 8.2.2
Estado de protección natural de los sondeos de los Sistemas de abastecimiento del C.Y.II

Sistema	Sondeo	P _{TF1}	Σ _E	I	Observaciones
Batres	Batres-1	76	50	0,65	
	Batres-2	65	46	0,70	Sólo hay un tramo filtrante de 2 m, entre arcillas, en los primeros 65 m de entubación
	Batres-3	24	13	0,54	
	Batres-4	32	10	0,31	
	Batres-5	40	31	0,77	
	Batres-6	36	29	0,81	
Villamantilla	VT-1				Sin datos de columna
	VT-2	125	19	0,15	
Fuenlabrada	Loranca-1	38,5	20	0,51	Cementación 40 m
	Loranca-2	48,5	22	0,45	Cementación 42 m
	Loranca-3	53	25	0,47	Cementación 40 m
	Fuenlabrada-6				Sin datos columna
Móstoles	Antusana-II	39,5	18	0,45	Cementación 22 m
	Antusana-III				Sin datos de columna
	Antusana-IV				Sin datos de columna
	Depósito				Sin datos de columna
	Reguera-1				Sin datos de columna
	Reguera-2				Sin datos de columna
	Covimar				Sin datos de columna
	Las Nieves				Sin datos de columna
	Polígono				Sin datos de columna
Navalcarnero	Río Guadarrama				Sin datos de columna
	F.P.				Sin datos de columna
Villanueva de Perales	VP-1				Sin datos de columna
	VP-2				Columna. Faltan datos de filtros
Criterio definición tramos menos permeables: Se consideran tramos menos permeables aquéllos cuya descripción litológica incluye en primer lugar el término "arcilla" o "limo".		P _{TF1} = Profundidad primer tramo filtrante Σ _E = Suma de espesores de tramos menos permeables hasta el primer tramo filtrante.		I = Σ_E / P_{TF1}	

En el siguiente cuadro 8.2.3 se incluyen los datos sobre la caracterización de la vulnerabilidad de estos sondeos en función del índice definido.

Cuadro 8.2.3

Campo	Sondeo	Prof (m)	Estado	Cemen. (m)	1 ^{er} filtro (m)	N.e. (m)	Fecha	N.d. (m)	Fecha	Vulnerabilidad	Focos	Indicios Analíticos (*)	Diagnóstico	Recomendaciones
Batres	Batres-1	400	activo	0-50	76	46,2	7-6-00	57,7	7-6-00	Baja	Aguas residuales de gasolinera. Río	As, SO ₄ , Na	Eventual riesgo afección por río	Control analítico especial. Relaciones hidroquímicas río-acuífero
	Batres-2	151	activo	0-24	24,5	19,2	7-4-99			Baja	Río	Fe y As	Eventual riesgo de afección por río	Control analítico. Relación río-acuífero.
	Batres-3	265	activo	0-50	75,5	-		110,1	8-6-00	Baja	Río	Na	Eventual riesgo de afección por río	Establecimiento relaciones río-acuífero. Control analítico
	Batres-4	305	activo	0-24	32	-		83,9	15-10-99	Alta	Zona urbana	-	Riesgo improbable	Conocer estado de la red de alcantarillado de los chalets de Girifón.
	Batres-5	248	activo	-	40	20,2	7-4-99	70,05	8-6-00	Muy baja	Vertidos en gravera y nuevo colector	As	Eventual riesgo afección por río	Establecer relación río-acuífero. Control analítico
	Batres-6	262	activo ?	-	36	20,2	7-4-99	78,4	12-7-99	Muy baja	Zona urbana	-	Riesgo improbable	Conocer estado red alcantarillado. Control analítico rutinario
Fuenlabrada	F-6	240	construcción	-	60	57,8	26-10-98			Sin datos	Zona urbana	-	Sin datos	Control analítico de larga duración
	Loranca-1	136	inactivo	0-40	38,5	60,1	9-6-00	77	9-6-00	Baja	Zona urbana	NO ₃	Riesgo colector. Zona agrícola	Control analítico de larga duración
	Loranca-2	144	inactivo	0-42	48,5	65,7	9-6-00	73,9	9-6-00	Alta	Zona urbana	Fe, Zn, NO ₃	Riesgo colector. Zona agrícola	Control analítico de larga duración
	Loranca-3	208	inactivo	0-40	53	67,9	9-6-00	75,2	9-6-00	Alta	Zona urbana	NO ₃	Riesgo colector. Zona agrícola	Control analítico de larga duración
Móstoles	Antusana-II Bis	340	activo	0-25	39,5	60,4	7-6-00	191	7-6-00	Alta	Zona urbana	NH ₄ y NO ₂	Eventual riesgo. Zona urbana e industrial	Control analítico
	Antusana-III	132	activo	-	-	57,3	7-6-00	68,5	11-2-00	Sin datos	Zona urbana	Fe, Zn	Riesgo indeterminado zona urbana	Control analítico
	Antusana-IV	128	activo	-	-	51,15	7-6-00	74,8	28-9-99	Sin datos	Zona urbana	Fe, Zn	Riesgo indeterminado zona urbana	Control analítico
	Covimar	134	activo	-	-	65,15	7-6-00	80,1	28-9-99	Sin datos	Zona urbana		Riesgo indeterminado por posibles fugas de red	Control analítico
	Depósito	129	activo	-	-	-		66,5	11-2-00	Sin datos	Zona urbana		Riesgo indeterminado zona urbana	Control analítico
	Las Nieves	143	activo	-	-	57,2	7-6-00	77,8	28-9-99	Sin datos	Zona urbana	Fe	Riesgo indeterminado zona urbana	Control analítico
	Polígono	114	inactivo	-	-	45,3	11-2-00			Sin datos	Zona urbana e industrial	-	Riesgo indeterminado zona urbana	Control analítico
	Reguera-1	111	activo	-	-	57,9	7-6-00	73,5	28-9-99	Sin datos	Zona urbana	Fe	Riesgo indeterminado zona urbana	Control analítico
	Reguera-II	104	inactivo	-	-	57,2	11-2-00	71,95	24-4-99	Sin datos	Zona urbana	NO ₃	Riesgo indeterminado zona urbana	Control analítico en caso de utilización

La vulnerabilidad del medio y el riesgo de contaminación

Campo	Sondeo	Prof (m)	Estado	Cemen. (m)	1 ^{er} filtro (m)	N.e. (m)	Fecha	N.d. (m)	Fecha	Vulnerabilidad	Focos	Indicios Analíticos (*)	Diagnóstico	Recomendaciones
Navalcarnero	F.P.	200	Inactivo	-	-	119,7	14-5-99			Sin datos	Zona urbana	-	Riesgo indeterminado zona urbana	Control analítico previo a explotación
	Río Guadarrama	180	Inactivo	-	-	52	14-5-99			Sin datos	Vertidos incontrolados y esporádicos, junto al río	-	Posible riesgo de afección por río	Control y determinación relaciones río-acuífero
Villanantilla	VT-1	124	Activo	-	-	82	16-7-99	137,2	4-9-98	Sin datos	Sin focos	Al	Sin riesgo	Control analítico rutinario
	VT-2	260	Activo	-	125	88,1	8-6-00	114	28-9-99	Muy alta	Sin focos	Al	Sin riesgo	Control analítico rutinario
Villanueva De Perales	VP-1	200	Activo	-	-	-				Sin datos	Riesgo indeterminado zona urbana	Mn	Riesgo escaso	Control analítico rutinario
	VP-2	125	Activo	-	-	60,2	28-9-99	86,3	16-7-99	Sin datos	Arroyo efímero. Restos de vertidos de aceite.		Riesgo escaso	Control analítico

(*) Concentraciones detectadas por encima del límite establecido en la R.T.S. de origen natural o de probable contaminación antrópica.

De forma resumida la situación es la que se refleja en el cuadro 8.2.4.

Cuadro 8.2.4.- Vulnerabilidad de los sondeos de los Sistemas Locales

	Muy Vulnerables	Vulnerables	Poco vulnerables	Muy poco vulnerables	Sin datos
N° sondeos	1	4	4	2	14
%	4	16	16	8	56

En la mayor parte de las ocasiones (56%) no se dispone de datos de columnas litológicas ni de esquemas constructivos de los sondeos para poder establecer su grado de protección o vulnerabilidad.

De acuerdo con los criterios establecidos el porcentaje de sondeos que presentan vulnerabilidad alta o muy alta prácticamente iguala al de los que presentan baja o muy baja vulnerabilidad: 20 % frente a 24 %.

La distribución por campos se indica en el cuadro 8.2.5.

Cuadro 8.2.5.- Vulnerabilidad en los sondeos de los Sistemas Locales
(Distribución por campos)

Campo	Sondeos con vulnerabilidad :				Sin datos
	Muy alta	Alta	Baja	Muy baja	
Batres		B4	B1, B2, B3	B5, B6	-
Fuenlabrada		Loranca 2 y 3	Loranca1		1
Móstoles		Antusana II			8
Navalcamero					2
Villamantilla	VT2				1
Villanueva P.					2

En el cuadro 8.2.6 se presenta una síntesis de las apreciaciones efectuadas in situ en relación con la caracterización de los focos existentes en las proximidades de los sondeos.

La mayor parte de ellos han sido calificados como de entidad incierta como consecuencia de la imposibilidad de obtención de datos específicos sobre los mismos al tratarse de focos potenciales de carácter urbano o periurbano (redes de alcantarillado, colectores), industrial, no adyacente a los sondeos, con actividades múltiples, o agrícola, cuyas pautas de riego, abonado o aplicación de productos fitosanitarios no son controladas por los propietarios o usuarios de las mismas. Merece la pena destacar la proximidad del río Guadarrama, como foco potencial de contaminación, a los sondeos del Campo de Batres. Aunque no se han detectado indicios evidentes de afección a estos sondeos, la falta de estudios de detalle que establezcan la eventual relación entre el acuífero y el río obliga a incluir a éste en la misma categoría de entidad incierta que los focos señalados.

Cuadro 8.2.6

Campo o sistema	Sondeo	Focos	Entidad	Carácter	Observaciones	
Bates	Bates-1	Gasolinera a 60-80 m Río Guadarrama	Escasa Incierta	Permanente Permanente	Control del estado de los depósitos de carburante Eventual relación río-acuífero	
	Bates-2	No observados Río Guadarrama	Nula Incierta	- Permanente	Eventual relación río-acuífero	
	Bates-3	Río Guadarrama	Incierta	Permanente	En paraje natural sin focos cercanos. Eventual relación río-acuífero.	
	Bates-4	Zona urbana (chalets Griñón)	Incierta	Permanente	Se desconoce el estado de la red de alcantarillado de los chalets de Griñón y la existencia de posibles fugas.	
	Bates-5	Vertidos incontrolados en gravera Proximidad colector aguas residuales Río Guadarrama	Escasa Incierta Incierta	Efímero Permanente Permanente	Existencia de vertidos puntuales en la gravera. El colector viejo de El Alamo vierte al río aguas arriba del sondeo. La traza del nuevo colector pasa a unos 100 m del pozo.	
	Bates-6	Zona urbana (chalets Griñón)	Incierta	Permanente	Se desconoce el estado de la red de alcantarillado de las urbanizaciones de Griñón.	
Fuenlabrada	F-6	Zona urbana adyacente Zona industrial La Piqueta a 700 m Zona agrícola adyacente Colector de alcantarillado adyacente	Incierta Incierta Incierta Incierta	Permanente Permanente Estacional Permanente	Zona urbana de Loranca en continuo crecimiento. Polígonos industriales activos. Actividades diversas. Regadío intensivo. Abonos y productos fitosanitarios. Se desconoce el estado del colector.	
	Loranca-1	Zona urbana adyacente Zona agrícola adyacente Colector de alcantarillado adyacente	Incierta Incierta Incierta	Permanente Permanente Permanente	Junto a zona urbana de Loranca en continuo crecimiento. Parcelas aisladas de cultivo. Abonos y productos fitosanitarios. Se desconoce el estado del colector.	
	Loranca-2	Zona urbana adyacente Zona agrícola adyacente Colector de alcantarillado adyacente	Incierta Incierta Incierta	Permanente Permanente Permanente	Junto a zona urbana de Loranca en continuo crecimiento. Parcelas aisladas de cultivo. Se desconoce el estado del colector.	
	Loranca-3	Zona urbana adyacente Zona agrícola adyacente Colector de alcantarillado adyacente	Incierta Incierta Incierta	Permanente Permanente Permanente	Junto a zona urbana de Loranca en continuo crecimiento. Parcelas aisladas de cultivo. Se desconoce el estado del colector.	
	Antusana-II	Zona urbana e industrial próxima	Incierta	Permanente	En zona urbana de Móstoles en expansión y junto al polígono industrial Arroyomolinos. Se desconoce el estado de las redes de alcantarillado.	
	Antusana-III	Ganadería intensiva a 1,5 km Zona urbana e industrial próxima	Notable Incierta	Permanente Permanente	Improbable afección. En zona urbana de Móstoles en expansión. Se desconoce el estado de las redes de alcantarillado.	
	Antusana-IV	Zona urbana	Incierta	Permanente	En zona urbana de Móstoles en expansión. Se desconoce el estado de las redes de alcantarillado.	
	Móstoles					

Campo o sistema	Sondeo	Focos	Entidad	Carácter	Observaciones
Móstoles	Covimar	Casco urbano	Incierta	Permanente	En el interior del casco urbano de Móstoles. Se desconoce el estado de la red de alcantarillado y la posible atección por fugas.
	Depósito	Casco urbano	Incierta	Permanente	En el interior del casco urbano de Móstoles. Se desconoce el estado de la red de alcantarillado y la posible atección por fugas.
	Las Nieves	Casco urbano	Incierta	Permanente	En el interior del casco urbano de Móstoles. Se desconoce el estado de la red de alcantarillado y la posible atección por fugas.
	Polígono	Zona urbana e industrial	Incierta	Permanente	En zona urbana y en las proximidades del polígono industrial Arroyomolinos. . Se desconoce el estado de la red de alcantarillado.
	Reguera-1	Zona urbana e industrial	Incierta	Permanente	En zona urbana y en las proximidades del polígono industrial La Fuensanta. . Se desconocen actividades y el estado de la red de alcantarillado.
	Reguera-II	Zona urbana e industrial	Incierta	Permanente	En zona urbana y en las proximidades del polígono industrial La Fuensanta. Se desconocen actividades y el estado de la red de alcantarillado.
	F.P.	Zona urbana	Incierta	Permanente	Se desconoce el estado de la red de alcantarillado de Navalcarnero.
	Río	Río Guadarrama Vertidos incontrolados esporádicos	Incierta Irrelevante	Permanente Efímero	A 5 m del río Guadarrama. Vertidos incontrolados y dispersos de inertes en las proximidades. Pequeñas parcelas cultivadas estacionalmente a unos 200 m
	VT-1	Sin focos	-	-	En las afueras del núcleo urbano en zona de campo abierto.
	VT-2	Sin focos	-	-	En las afueras del núcleo urbano en zona de campo abierto.
Villamantilla	VP-1	Zona de chalets	Incierta	Permanente	-
	VP-2	Arroyo efímero de origen indeterminado. Posible lavado y cambio de aceite ocasional e incontrolado	Escasa	Efímero	Estado desciuido de las instalaciones. Próxima sustitución.

Han sido calificados como focos de entidad escasa o irrelevante aquéllos que por su extensión y entidad, su calidad de efímeros u ocasionales, o por la ausencia de indicios específicos de la actividad correspondiente, junto con el grado de protección natural de los sondeos próximos, no parecen constituir factores de riesgo notorio ni inmediato.

Es evidente que, ante el grado de incertidumbre existente en relación con la caracterización de los focos potenciales detectados, en particular los de entorno urbano y agrícola, se impone la necesidad de un control analítico continuado de los sondeos próximos con determinaciones específicas de los constituyentes que en alguna ocasión hayan sobrepasado los límites establecidos.

Conclusiones

En los sondeos de los Sistemas Locales el grado de protección natural, definido por el índice I, es alto o muy alto en el 24 % de las ocasiones, bajo en el 16 % y muy bajo sólo en el 4% los sondeos en los que se ha podido definir el mencionado índice.

La ubicación de la mayor parte de estos sondeos en zonas urbanas o periurbanas, en áreas relativamente próximas a polígonos industriales y, en ocasiones, en las inmediaciones de zonas agrícolas, en las que no ha sido posible recabar más que datos verbales imprecisos y escasamente fiables sobre instalaciones, actividades, productos generados o utilizados, métodos de eliminación, etc., ha imposibilitado la caracterización de focos y ha obligado a calificarlos como de "entidad incierta" de modo que el riesgo real que pudieran constituir para los mencionados sondeos queda necesariamente indeterminado.

Precisamente por esta circunstancia, ante la eventualidad de cualquier episodio imprevisto de contaminación, el seguimiento de estos sondeos, particularmente aquéllos en que se han detectado concentraciones de algún elemento por encima o muy próximos a los límites permitidos, debe ser estricto. En esta situación se encuentran, en particular, los sondeos del Campo de Fuenlabrada, Loranca I, Loranca II y Loranca III, en los que se da la situación añadida de estar muy próximos a una zona agrícola tradicional con actividad consolidada desde hace muchos años y no gozar de una protección natural elevada dado que el índice I tiene valores en torno a 0.5 en dichos sondeos.



9. Medidas de protección

9.- Medidas de protección

Los Sistemas Locales están constituidos por un conjunto heterogéneo de sondeos con situaciones y entornos de riesgo muy dispares.

Buena parte de ellos están ubicados en zonas urbanas o periurbanas más o menos próximas a enclaves industriales (Móstoles, Fuenlabrada, Navalcarnero); en algunos (Fuenlabrada, Griñón) concurre, además, la presencia inmediata o relativamente próxima de zonas agrícolas consolidadas, aunque en regresión; otros (Batres) se encuentran en las inmediaciones del río Guadarrama.

En la mayor parte de las ocasiones las situaciones de riesgo real de los sondeos han tenido que ser calificadas de inciertas o indeterminadas al estar emplazados en zonas de sospechada posibilidad de eventual contaminación difusa de extensión no definida, o al no estar establecidas las relaciones río - acuífero y al no haber sido detectados indicios incontrovertibles de contaminación asociable a los diferentes focos potenciales más próximos a los sondeos que pudieran concretar la materialización de una afección.

Estas circunstancias hacen cuestionable, por ineficaz, la propuesta de aplicación de medidas de protección clásicas: redes de control o perímetros de protección.

Es bien sabido que las primeras exigen, ineludiblemente, la ubicación de los puntos de control entre el foco y la captación a proteger, una vez establecidas previamente las condiciones locales de circulación del agua subterránea.

La ubicación de buena parte de los sondeos dentro del casco urbano de poblaciones o en la zona perimetral adyacente al mismo hace impracticable el establecimiento de una red control preventivo en la que se cumpla esta condición. Una situación similar se produce en los sondeos ubicados en zonas inmediatamente adyacentes a zonas de regadío (Fuenlabrada) o en los sondeos del Campo de Batres que están emplazados a muy corta distancia del cauce del río Guadarrama.

Aunque, en general, la ausencia de los indicios analíticos mencionados plantea la situación en términos de prudente tranquilidad, la prolongada progresión de un eventual penacho de contaminación difusa o la materialización de un episodio de contaminación imprevisto (fugas en las redes de alcantarillado) podría dar lugar a la aparición súbita e inesperada de efectos indeseables en estos sondeos, particularmente en aquéllos cuyas características de construcción y estado de conservación son desconocidos y cuyo grado particular de protección, en consecuencia, no ha podido ser determinado.

En estas circunstancias, dada la inexistencia de otros puntos que pudieran ser utilizados en el diseño de una red específica de control preventivo para cada sondeo, con la condición mencionada, y la dudosa utilidad de la construcción de nuevos puntos de control entre los pretendidos focos y los sondeos mencionados, por razón de proximidad en ámbitos de sospechada posibilidad de contaminación difusa, la mayor parte de estos sondeos de los Sistemas Locales han de constituirse en puntos de control sustitutivos de la mencionada red.

Dado que la eliminación inmediata de efectos indeseables súbitos e inesperados de episodios de contaminación como los mencionados sería imposible, el factor de seguridad deseable en el suministro directo de agua procedente de estos sondeos ha de ser conseguido por control analítico periódico continuo de muy corta duración, particularmente en los relativo a eventuales contaminantes microbiológicos.

En lo relativo a los sondeos más antiguos de los Sistemas Locales, a corto o medio plazo, tras una evaluación estricta beneficio-riesgo del suministro directo de agua procedente de estos sondeos, debe ser considerada la posibilidad de sustitución de los mismos o, incluso, su clausura y puesta fuera de servicio, medida ya adoptada o próxima a ser tomada en el caso de algunos sondeos como Río Guadarrama, Formación Profesional (Navalcarnero), Reguera II (Móstoles) o Villanueva de Perales (VP-2). Los nuevos sondeos en estas zonas deben ser diseñados con las máximas medidas de protección ante posibles eventos contaminantes.

En lo referente al establecimiento de una red específica de control de sondeos de los Sistemas Locales merece mención particular el caso de los sondeos Antusana, emplazados en la zona perimetral de Móstoles. Aunque una hipotética afección proveniente de la zona urbana e industrial adyacente no podría ser detectada con suficiente antelación mediante puntos de control ubicados entre el foco y los sondeos, por razones de proximidad entre ambos, sí podría serlo, por dicho procedimiento, una eventual afección proveniente de la explotación ganadera de Los Combos, único foco puntual de cierta entidad relativamente próximo a los mismos.

Las incertidumbres planteadas por la detección de indicios de contaminación por nitratos en los sondeos Loranca I, II y III, ubicados en una zona de poco más de medio kilómetro de longitud situada entre la zona urbana de Fuenlabrada, de reciente construcción, y la adyacente zona agrícola de regadío, consolidada y en producción durante muchos años, demandan una caracterización específica del entorno de riesgo de estos sondeos.

Descartada la efectividad de instalación de puntos de control ubicados entre los sondeos y los focos potenciales adyacentes, por razones de excesiva proximidad, se imponen como actuaciones más urgentes en relación con los mencionados sondeos:

- la confirmación de la presencia, persistente o no, de los citados indicios, ya que han sido detectados una única vez (campaña de primavera de 2000) en condiciones de muestreo no ideales y no se dispone de información analítica histórica orientativa sobre las concentraciones habituales y las variaciones de este constituyente en las aguas subterráneas captadas por estos sondeos.
- el seguimiento analítico continuo de larga duración previo a la utilización directa del agua para abastecimiento urbano.
- la delimitación, en extensión y profundidad, de la eventual incidencia de la zona agrícola y colector, adyacentes a los sondeos, sobre la zona superior del acuífero.
- en función de las conclusiones derivadas, diseño del correspondiente plan de actuación en relación con estos sondeos.

Por lo que se refiere a la definición de perímetros como medida de protección de las aguas subterráneas captadas en los sondeos de los Sistemas Locales, conviene resaltar que la propuesta

y subsiguiente establecimiento de tales perímetros de protección, si han de ser eficaces, demanda, entre otras, la caracterización previa de eventuales afecciones ya producidas por focos preexistentes y la subsanación de tales afecciones.

En el caso de los sondeos de los Sistemas Locales ubicados en casco urbano y sus zonas perimetrales la realización de estos pasos previos resulta impracticable, de resultados inciertos y coste desproporcionado. En similares circunstancias se encuentran los sondeos emplazados en las proximidades del río Guadarrama.

La ausencia de indicios específicos de contaminación persistente en la mayor parte de los sondeos, comentada en capítulos anteriores, confirma la situación de relativa tranquilidad y aboga, como única alternativa de protección viable y más eficaz, a favor de la utilización de los sondeos como puntos de "autocontrol" con seguimiento analítico continuo de aquellos parámetros que pudieran constituir alguna limitación para la potabilidad del agua.



10. Resumen y conclusiones generales

10.- Resumen y conclusiones generales.

El estudio de "Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en la zona de influencia del C.Y.II en la zona sur de Madrid" complementa el finalizado en 1997, extendido a la zona norte de la capital, y completa las actuaciones de reconocimiento del quimismo del agua subterránea y de los factores que pudieran incidir sobre su calidad en el ámbito de influencia del C.Y.II en el acuífero detrítico de Madrid.

La zona de estudio abarca unos 650 km², incluye total o parcialmente la superficie de 20 términos municipales y en ella se emplazan los Sistemas Locales de Batres, Casarrubuelos, Moraleja de Enmedio, Móstoles, Navalcarnero, Parla, Villamantilla y Villanueva de Perales. Los sistemas de Casarrubuelos, Moraleja y Parla, gestionados por los respectivos Ayuntamientos, sólo han sido tenidos en cuenta a efectos de caracterización del quimismo histórico.

El estudio se ha planteado con los siguientes objetivos prioritarios:

- 1.- **Caracterización espacial y temporal de la calidad** de las aguas subterráneas en el área de estudio y, en particular, en las captaciones actualmente en servicio de los Sistemas Locales gestionados por el C.Y.II.
- 2.- **Caracterización de los factores que pudieran incidir negativamente en dicha calidad:** vulnerabilidad del medio y presencia de focos actuales con cierta potencialidad contaminación que, conjuntamente, permiten definir el estado de riesgo de contaminación en la zona.
- 3.- **Definición de las adecuadas medidas preventivas de protección** en evitación de los posibles impactos que los mencionados focos pudieran producir.

La metodología utilizada en la realización del estudio sigue las mismas líneas que la definida en el estudio: "*Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en la zona de influencia del C.Y.II*" (1997).

Los hitos metodológicos más destacables han consistido en:

- **Recopilación y análisis de la información más actualizada disponible** sobre aspectos hidrogeológicos, hidroquímicos y de contaminación en la zona de estudio, focalizada en la obtención de datos de inventarios de puntos de agua y en la recopilación de información dispersa relativa a focos de contaminación.
- **Depuración y homogeneización de la información analítica**, base de partida para la caracterización de la calidad histórica del agua subterránea y su evolución temporal en la zona de estudio y en las captaciones de los Sistemas Locales.
- **Actualización de la información sobre calidad y focos de contaminación** que incluye:

* Revisión y comprobación de inventarios de focos de agua in situ, como paso previo para el diseño de las campañas de muestreo

* Realización de dos campañas de muestreo y toma de datos en puntos seleccionados. La base analítica obtenida en estas campañas ha permitido establecer la caracterización actual de la calidad del agua subterránea en el conjunto de la zona y en los Sistemas Locales.

* Localización de focos potenciales de contaminación y estimación del riesgo asociado en un entorno de aproximadamente 500 m alrededor de cada uno de los sondeos de los Sistemas Locales.

- **Definición de la vulnerabilidad del medio** sobre la estimación de tiempos de tránsito de contaminantes ideales desde la superficie hasta el límite superior de la zona no saturada en diferentes hipótesis.
- **Definición del riesgo potencial de contaminación** en 25 sondeos operativos de los Sistemas Locales basada en la ponderación de: existencia de focos de cierta entidad en sus inmediaciones, grado de protección del sondeo y existencia de indicios analíticos de contaminación achacable a los focos reconocidos.

Las conclusiones más destacables del estudio se sintetizan en los siguientes apartados.

10.1.- Quimismo en la zona de estudio.

10.1.1.- Quimismo histórico.

El análisis de los datos disponibles, particularmente el de los correspondientes a 1994, fecha en que el registro es más completo y con mayor cobertura espacial, pone de manifiesto que la calidad del agua subterránea en el conjunto de la zona de estudio es buena en general, con mineralización moderada en la mayor parte de las ocasiones, facies predominantes bicarbonatada cálcica y bicarbonatada sódica, valores de conductividad que oscilan en el rango de 200 - 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con un valor medio de 650 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y concentraciones de constituyentes en el rango de valores usuales en el acuífero de Madrid.

La distribución espacial de conductividad, con aumento progresivo hacia la facies de transición, asociada en sus valores máximos a valores máximos de concentraciones de sulfatos, refleja el hecho de que las diferencias litológicas constituyen el factor de mayor peso en la configuración del quimismo del agua subterránea en la zona de estudio.

Aunque no se ha establecido una tendencia clara a la disminución de conductividad y otros constituyentes con el aumento de profundidad de las captaciones, los datos disponibles ponen de

manifiesto que en las captaciones de más de 150 m de profundidad se detectan valores de conductividad y concentración de otros elementos mayoritarios no tan elevados como en captaciones menos profundas.

Se han detectado variaciones notables en el sentido de aumento o disminución de conductividad y concentración de nitratos tanto en el conjunto de la serie histórica como en periodos más cortos dentro de la misma. Aunque los valores medios de estos parámetros se mantienen en el rango normal de valores detectados en el acuífero de Madrid, las variaciones puntuales más frecuentes de conductividad sobre los valores mínimos alcanzan el rango del 100 - 200 %; en el caso de los nitratos estas variaciones se sitúan en el intervalo de 100 al 300 %.

Las variaciones de conductividad y nitratos, al igual que las del resto de constituyentes, no se asocian a captaciones de determinada profundidad, a un periodo de tiempo determinado, a una situación hidrogeológica o espacial concreta ni a cambios en el nivel piezométrico de las respectivas captaciones.

Las tendencias de evolución de la conductividad y nitratos son múltiples y variables de modo que no pueden ser consideradas como una constante ni en una determinada captación ni en una zona concreta ni de un periodo de tiempo concreto.

La principal causa de objetabilidad del agua para consumo humano en la zona de estudio, puntual y a menudo no persistente, es la presencia de nitratos que sólo se han detectado en concentraciones superiores al límite permitido en el 8 % de las captaciones profundas de la zona y en el 21 % de las que tienen profundidad inferior a los 30 m.

Limitaciones de uso menos frecuente, esporádicas, puntuales y probablemente no persistentes, derivan de la presencia de sulfatos, magnesio, sodio y algunos elementos minoritarios por encima de los límites establecidos.

10.1.2.- Quimismo actual.

En la actualidad (1999), excepción hecha de contados casos puntuales, el agua subterránea en la zona de estudio es de buena calidad y, en general, apta para todos los usos, con predominio de facies bicarbonatada cálcica y sódica, rango más frecuente de conductividad entre 200 y 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$, concentraciones de elementos mayoritarios que se mantienen en rangos de pocas decenas de miligramos/l, usuales en el resto del acuífero, dureza elevada y escasa presencia de elementos minoritarios cuyas concentraciones se mantienen en rangos normales en el acuífero.

Los aspectos más destacables del quimismo del agua subterránea, coincidentes en buena parte con los puestos de relieve en el estudio relativo a la zona norte del acuífero, son los siguientes:

- * El factor predominante en la configuración química del agua subterránea es la composición litológica del acuífero que, por lo que se refiere a la facies de transición, parece extender su influencia más o menos marcada hasta la línea imaginaria Móstoles, Moraleja de Enmedio - Serranillos del Valle a partir de la cual se produce un incremento de concentraciones de elementos mayoritarios hacia el este.
- * Actuación simultánea de procesos modificadores del quimismo entre los que pueden destacarse: precipitación de carbonatos e intercambio iónico.
- * Existencia de procesos de aporte de sodio, magnesio y calcio complementarios de los de disolución de carbonatos o sales de tipo ClNa o SO_4Ca , reflejo de la influencia del medio silicatado en que tienen lugar los procesos de formación y modificación del quimismo en el acuífero.
- * Reducida presencia de elementos minoritarios, excepto Fe, Zn, detectados en un número significativo de muestras, y Cr y As, detectados en un número mucho más reducido de las mismas. Dadas las concentraciones observadas y la dispersión espacial de los puntos en que se han determinado, la presencia de estos elementos, en contadas ocasiones por encima del límite establecido y por lo general no persistente, es atribuible en la mayor parte de las ocasiones a procesos de incorporación de estos elementos desde la matriz del acuífero.
- * Ausencia de indicios de procesos generalizados y significativos de contaminación de origen antrópico.
- * Existencia de una situación compleja y dinámica de modificación de la composición química con frecuentes aumentos y disminuciones de concentración de constituyentes mayoritarios y minoritarios que, dado lo reducido de las mismas, permiten calificar la situación como sustancialmente estable, sin tendencias definidas al aumento o disminución de concentraciones en áreas concretas, en captaciones de determinada profundidad o en situaciones hidrogeológicas determinadas.

10.2.- Quimismo en los Sistemas Locales.

La composición química de las aguas captadas en los sondeos de los Sistemas Locales, con reducidas concentraciones de elementos mayoritarios y minoritarios, facies bicarbonatada cálcica y bicarbonatada sódica, dureza media y clase C2-S1, presenta excelente calidad general para todos los usos.

La configuración química de estas aguas queda reflejada en los cuadros siguientes:

**Constituyentes mayoritarios.
(Datos redondeados. Campaña otoño 1999)**

Constituyente	Valores extremos (mg/L)
Cl	10 - 45
SO ₄	20 - 80
HCO ₃	120 - 220
NO ₃	5 - 30
Na	20 - 80
Mg	5 - 15
Ca	5 - 60
K	1 - 2
SiO ₂	10 - 40
Conductividad (μS/cm)	300 - 500

Constituyentes minoritarios detectados.

Constituyente	Valores extremos (mg/L)
NO ₂	0.06
PO ₄	0.08 - 0.31
Fe	0.032 - 0.556
Mn	0.157
Zn	0.06 - 1.54
As	0.02 - 0.07

Esporádica y puntualmente se presentan concentraciones de Mn, Fe y As no persistentes por encima del límite establecido. La presencia de estos elementos, dadas sus bajas concentraciones y la ausencia de relación evidente con focos de contaminación inmediatos, es atribuible a causas naturales.

Aunque los coeficientes de correlación son escasamente significativos, parece existir una cierta tendencia a la disminución de concentraciones de constituyentes con el aumento de profundidad de las captaciones.

En las aguas subterráneas captadas en los sondeos de los Sistemas Locales se advierten situaciones de variación de concentraciones tanto en el sentido de aumento como de disminución. No obstante, dada su escasa entidad en la mayor parte de las ocasiones normales - decenas de mg/L en el caso de los constituyentes mayoritarios y de décimas o centésimas de mg/L en el caso de los constituyentes minoritarios - puede decirse que la configuración del quimismo en las aguas de estos sondeos puede no se ha modificado sustancialmente.

10.3.- Focos potenciales de contaminación.

Por lo que se refiere a la presencia de focos potenciales de contaminación en el conjunto del área de estudio, lo más destacable es la persistencia de la escasez y dispersión de la información sobre los mismos, particularmente en lo relativo a los aspectos hidrogeológicos, derivada de la inexistencia de inventarios específicos.

La información disponible a nivel regional señala como característica más peculiar la existencia en el tercio oriental de la zona de un continuo urbano - industrial, con multiplicidad de elementos y actividades potencialmente contaminantes concurrentes, desarrollados de forma explosiva durante los últimos treinta años sin la planificación, infraestructura y sensibilidad ambiental adecuadas. Los efectos de este continuo urbano - industrial, así como los de algunas zonas agrícolas remanentes, en regresión, no han sido evaluados. Pese a la ausencia de indicios de afección generalizada atribuible a estos focos, la situación de incertidumbre sobre la potencialidad real de afección de estas zonas sobre el acuífero, derivada de carencia de estudios específicos, aconseja un control analítico generalizado de la evolución de la calidad del agua subterránea y, en lo posible, una caracterización de la afección eventualmente producida por estos focos.

Otro punto singular en la zona, en cuanto a potencialidad contaminadora, está constituido por el río Guadarrama cuyas relaciones con el acuífero tampoco han sido establecidas.

Los entornos urbanos o periurbanos, algunas zonas de actividad industrial intensa, la zona agrícola en las inmediaciones de Fuenlabrada e, incluso, el río Guadarrama, no caracterizados y de potencial contaminante indefinido, constituyen los principales focos potenciales de contaminación detectados en el entorno próximo de los Sondeos de los Sistemas Locales.

10.4.- Vulnerabilidad.

Al igual que en el estudio precedente (1997), la falta de información adecuada sobre los parámetros esenciales para la determinación del tiempo de tránsito de un contaminante ideal desde la superficie del terreno hasta la zona saturada obliga a introducir criterios e hipótesis arbitrarios, no suficientemente fundados, en la cuantificación del grado de vulnerabilidad en la zona de estudio.

En consecuencia, los resultados obtenidos, incluso los establecidos en la hipótesis más desfavorable, que contemplan la situación desde el lado de la máxima seguridad, deben ser considerados como una mera orientación preliminar sobre el grado de vulnerabilidad del agua subterránea en el acuífero. En particular, en este sentido deben ser considerados los datos obtenidos en relación con los diferentes Campos que predicen tiempos medios de tránsito entre 10 y 20 años o inferiores a cinco en el caso del Campo de Batres.

La posibilidad de existencia de vías preferenciales de propagación de contaminantes, las situaciones de avance de eventuales frentes de contaminación difusa, indeterminados por el

momento, el estado de conservación de los sondeos y las posibles influencias del régimen de su explotación aconsejan cautela pese a la magnitud tranquilizadora de los referidos tiempos de tránsito y del grado de protección natural relativamente alto en la mayor parte de los sondeos de los Sistemas Locales en que ha podido ser determinado.

10.5.- Riesgo de contaminación

La ubicación de buena parte de los sondeos de los Sistemas Locales en zonas urbanas o periurbanas, en áreas relativamente próximas a polígonos industriales y, en ocasiones, en las inmediaciones del río Guadarrama y de zonas agrícolas, en las que no ha sido posible recabar más que datos verbales imprecisos y escasamente fiables sobre instalaciones, actividades, productos generados o utilizados, métodos de eliminación, etc., ha imposibilitado la caracterización de focos y ha obligado a calificarlos como de "entidad incierta" de modo que el riesgo real que pudieran constituir para los mencionados sondeos queda necesariamente indeterminado.

Precisamente por esta circunstancia, ante la eventualidad de cualquier episodio imprevisto de contaminación, el seguimiento continuo de estos sondeos, particularmente aquéllos en que se han detectado concentraciones de algún elemento por encima o muy próximas a los límites permitidos, debe de ser estricto. En esta situación se encuentran, en particular, los sondeos del Campo de Fuenlabrada: Loranca I, Loranca II y Loranca III muestreados únicamente en la campaña de primavera de 2000, en los que se da la situación añadida de estar muy próximos a una zona agrícola tradicional con actividad consolidada desde hace muchos años y no gozar de un grado de protección natural elevado.

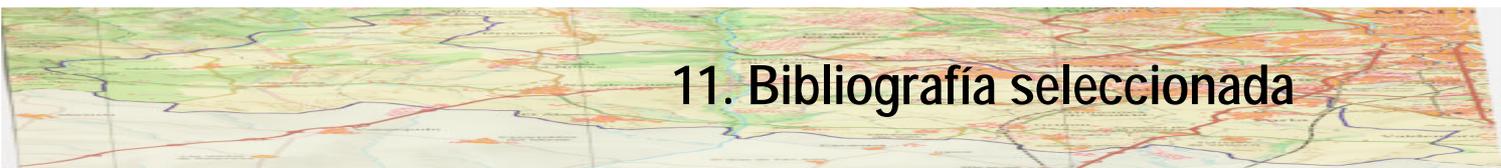
10.6.- Medidas de protección.

La situación de indeterminación del entorno de riesgo de buena parte de los sondeos de los Sistemas Locales, al estar emplazados en zonas de sospechada posibilidad de eventual contaminación difusa de extensión e intensidad no definida, expuesta reiteradamente, hace cuestionable, por ineficaz e impracticable, la propuesta de aplicación de medidas de protección clásicas: diseño de redes de control en torno a las captaciones o establecimiento de perímetros de protección de las mismas. Estas medidas deben ser adoptadas en los sondeos que no se encuentren en la mencionada situación.

En el primer caso, dado que la detección y consiguiente eliminación inmediata de eventuales efectos indeseables súbitos e inesperados de episodios de contaminación sería imposible, el factor de seguridad deseable en el suministro directo de agua procedente de estos sondeos ha de ser

conseguido por control analítico continuo de muy corta periodicidad, particularmente en lo relativo a parámetros que pudieran constituir alguna limitación para la potabilidad del agua.

Aunque la ausencia de indicios específicos de contaminación persistente en la práctica totalidad de los sondeos, comentada en capítulos anteriores, confirma la situación de relativa tranquilidad, a corto o medio plazo, tras una evaluación estricta beneficio - riesgo del suministro directo de agua procedente de estos sondeos, debe ser considerada la posibilidad de sustitución de los mismos o, incluso, su clausura y puesta fuera de servicio, medida ya adoptada o próxima a ser tomada en el caso de algunos sondeos de los Sistemas Locales.



11. Bibliografía seleccionada

11. Bibliografía seleccionada

Se incluyen en esta selección bibliográfica algunos de los trabajos considerados representativos en los aspectos hidrogeológicos e hidroquímicos del acuífero de Madrid, así como en los de vulnerabilidad de acuíferos.

ANDERSEN L.J. (1989). "Applicability of vulnerability maps". Environ.Geol. Water. Sc. Vol.13. Biblioteca IGME. Madrid

BACHMAT, Y y COLLIN, M. (1987). "Mapping to asses groundwater vulnerability to pollution". Vulnerability of soil and groundwater to pollutants. Biblioteca IGME. Madrid.

BJARNE, M. (1991). "Some preliminar reflections on the vulnerability concept". Water quality Institute. Dermark (HORS HOLM)

C.A.M. (1984) "Catálogo de urbanizaciones ilegales". Consejería de Ordenación del Territorio M.A. y Vivienda. Madrid.

C.A.M. (1985). "Programa coordinado de actuación para la recuperación de márgenes de ríos y láminas de agua en la C.A.M". Comunidad Autónoma de Madrid.

C.A.M. (1987). "Los flujos de agua, de materiales, de energía y residuos". D.G. de Economía y Planificación. Consejería de Política Territorial. Madrid.

C.A.M. (1987). "Plan rector de uso y gestión del Parque de la Cuenca alta del Manzanares".- Cons. Agricultura y Ganadería. C.A.M. Madrid.

C.A.M (1987) "El distrito industrial de la periferia metropolitana del Suroeste". C^{ia} de Economía.

C.A.M. (1991) "La rehabilitación integral de áreas industriales". Consejería de Economía. C.A.M. Madrid

C.A.M (1991) "Censo de población y vivienda de 1991 de la C.A.M."

C.A.M (1994) "Estructura Económica de la C.A.M". C^{ia} de Economía.

C.A.M (1995) "Inventario de Residuos Industriales Tóxicos y Peligrosos en la Comunidad de Madrid". Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Regional.

C.A.M (1995) "Inventario de Residuos Industriales Tóxicos y Peligrosos en la Comunidad de Madrid"

C.A.M (1996) "Estadísticas de Población de la C.A.M." C^{ia} de Hacienda; T.2: (Estudios y actividad económica de la población.)

C.A.M (1997) "Inventario de áreas industriales susceptibles de mejora y rehabilitación en la C.A.M." Instituto Madrileño de Desarrollo.

- C.A.M (1997) "Plan autonómico de gestión de residuos sólidos urbanos de la Comunidad de Madrid". Horizonte 1997-2005
- C.A.M (1997) "Plan de gestión para el sellado de vertederos de RSU e inertes en la Comunidad de Madrid" 1997-2000.
- C.A.M (1998) "Los polígonos industriales de la zona sur de la C.A.M. La competitividad de sus Empresas" C^{ia} de Economía y Empleo.
- C.A.M. (1998) " Medidas protectoras y correctoras para el acuífero detrítico de Madrid". Consejería de Medio Ambiente.
- C.A.M (1998) "Plan Regional de Estrategia Territorial. Proyecto. Plan sectorial; actividades productivas". C^{ia} O. P. Urbanismo y T.
- C.A.M (1998) "Inventario y caracterización de suelos contaminados de la Comunidad de Madrid"
- C.A.M (1999) "Plan de gestión integrada de los residuos inertes de la Comunidad de Madrid".
- CASADO, M. et al. (1992). "Análisis de la humedad del suelo en la zona no saturada del Terciario detrítico de la cuenca de Madrid". V Simposio de Hidrogeología. T. XV. AEHS. Alicante.
- COLETO, I. (1994) "Modelización de la evolución química de las aguas subterráneas en las facies de transición de la cuenca de Madrid". Tesis Doctoral. Fac. Ciencias Geológicas. U.C.M. Madrid.
- CONSEJERÍA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO, M.A. Y VIVIENDA (1984). "Inventario de los residuos industriales generados en la Comunidad de Madrid y normativa para su ordenamiento jurídico." C.O.T.M.A. C.A.M Madrid..
- COTMAV (1987) "Instalaciones de tratamiento de residuos industriales en la C.A.M.". Consejería de Política Territorial. C.A.M. Madrid.
- C.Y.II – U.A.M (1994) "Variaciones del contenido en isótopos ambientales del acuífero detrítico de Madrid. Estudio para la determinación de la recarga y el flujo de agua a las captaciones." C.Y.II. Madrid.
- C.Y.II (1997) "Estudio de las aguas residuales generadas por el sector de la galvanoplastia en Humanes de Madrid"
- C.Y.II (1997) "Estudio integral de las aguas residuales generadas por la industria de Humanes de Madrid"
- D.G. URBANISMO (1988) "Informe sobre el programa de actuación en urbanizaciones ilegales". A.M.A. (CAM). Madrid.

DIPUTACIÓN DE MADRID-CEOTMA (1982). "El agua en la región". Diputación Provincial de Madrid. Madrid.

FENESSY, P. Et al (1986) "Estimación de la recarga en el acuífero de Madrid mediante modelos estocásticos." Jornadas sobre la explotación de aguas subterráneas en la Comunidad de Madrid. CAM-CYII. Madrid

FERNÁNDEZ et al. (1992) "Pollutants compounds generated at a municipal solid wastes land fill fourteen years after its closure". Proceedings of international Symposium on anaerobic digestion of solid waste. Cagliari (Italy).

FERNÁNDEZ URÍA, A. (1979) . "Análisis de la temperatura de las aguas subterráneas en el terciario detrítico de la fosa media del Tajo". Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Geológicas. Madrid.

FERNÁNDEZ URÍA, A. Y LLAMAS M.R. (1983) "Evolución de la bibliografía hidrogeológica de la región madrileña como índice del desarrollo de las aguas subterráneas en la zona". Hidrogeología y Recursos Hidráulicos. AEHS. Madrid.

FERNÁNDEZ URÍA, A. et al. (1985) "Three dimensional groundwater chemical and isotopic variations as related to the Madrid Acuífer flow system". Estudios geológicos V. 41. Madrid.

GÓMEZ MARTOS, M. (1979). "Comprobación mediante isótopos ambientales de los modelos de flujo en el acuífero terciario de la cuenca de Madrid". Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Geológicas. U. Complutense. Madrid.

GÓMEZ SÁNCHEZ, M. (1983). "Estudio hidrogeoquímico de la relación acuífero-río en las vegas de Madrid: aplicación a los ríos Guadarrama y Jarama". Tesis Doctoral. Fac. Ciencias Geológicas. UCM. Madrid.

GONZÁLEZ BERNALDEZ et al. (1989). "Minimización de los impactos ecológicos originados por una posible explotación extraordinaria de las aguas subterráneas en la CAM". Convenio de investigación CYII-Dpto. Ecología. UAM. Madrid.

GUERRERO, F. et al. (1993). "Composición de las aguas de riego utilizadas en viveros de la CAM". AMA. Madrid.

HERRAEZ, I. (1983). "Las variaciones isotópicas del acuífero de Madrid y su relación con el sistema de flujo y con las condiciones ambientales de infiltración". Hidrogeología y Recursos Hidráulicos. Madrid.

HERRAEZ, I. (1983). "Análisis de las variaciones de los isótopos ambientales estables en el sistema acuífero terciario detrítico de Madrid". Tesis Doctoral U.A.M Madrid.

IGLESIAS LÓPEZ, P. (1979). "Evolución de la calidad química de las aguas de las fuentes de Madrid. Problemas de contaminación. " Fac. Ciencias Geológicas. U. Complutense. Madrid.

I.A.H. (1994). "Guidebook on mapping groundwater vulnerability". IAH. International contributions to Hydrogeology. Vol. 16. Hannover.

IMADE (1991). "Suelo industrial en la CAM". Consejería de Política Territorial. CAM. Madrid.

I.N.E (1998-1999) "Anuario estadístico de la C.A.M".

ITGE (varias fechas). "Proyectos de sondeos para abastecimiento con aguas subterráneas a diversos municipios de la provincia de Madrid." Centro de Documentación del ITGE. Madrid.

ITGE (varias fechas). "Evolución piezométrica de los acuíferos nº 14, 15 y 17 de la cuenca del Tajo". Centro de Documentación del IGME. Madrid.

ITGE (1972). "Mapa de vulnerabilidad a la contaminación de los mantos acuíferos. España Peninsular, Baleares y Canarias." Centro de Documentación. ITGE. Madrid.

IGME-EPTISA (1977-1983) "Análisis químicos de los sistemas acuíferos de la cuenca del Tajo. Campañas primavera-otoño. Centro de Documentación IGME. Madrid.

ITGE (1980) "Investigación hidrogeológica de la cuenca del Tajo. Control piezométrico y de calidad de los acuíferos de la fosa miocena. Sistema nº 14. Informe técnico. Centro de Documentación IGME. Madrid.

ITGE (1981) " Selección de la red de la red de control de calidad e interpretación de los análisis químicos. Informe Técnico G-9/81. Centro de Documentación IGME. Madrid.

ITGE (1982) "Atlas hidrogeológico de la provincia de Madrid". Centro de Documentación del IGME. Madrid.

ITGE (1982) "Estudio de las alternativas de utilización de las aguas subterráneas y superficiales en las cuencas del Guadiana y Tajo. Modelo hidrogeológico digital del Terciario detrítico." Centro de Documentación del ITGE. Madrid.

ITGE (1982). "Mapa de orientación al vertido de residuos sólidos urbanos de la provincia de Madrid". Centro de Documentación del IGME. Madrid.

ITGE (1982). " Proyectos para estudios de gestión y conservación de acuíferos en las cuencas del Tajo y Alta del Guadiana. Hidrogeología de la Comunidad Autónoma de Madrid." Centro de Documentación del IGME. Madrid.

IGME (1986) "Calidad y contaminación de las aguas subterráneas en las comunidades autónomas (reestructuración y síntesis cartográfica de datos de análisis químicos). Centro de Documentación del IGME. Madrid.

ITGE (1988). "Contenido en nitratos de las aguas subterráneas en España. Distribución espacial y evolución temporal". Cuenca del Tajo. Centro de Documentación del IGME. Madrid.

ITGE (1991-94). "Proyecto para la vigilancia y control de redes piezométrica, hidrométrica y de calidad de acuíferos". Cuenca del Tajo. Centro de Documentación del IGME. Madrid.

ITGE (1991) "Establecimiento de la metodología de determinación del tiempo de tránsito de contaminantes en la zona no saturada como base para la realización de mapas de vulnerabilidad". Centro de Documentación del IGME. Madrid.

ITGE (1992) "Estudio del nivel de riesgo de contaminación de los abastecimientos urbanos. 1ª fase. Censo de poblaciones abastecidas con aguas subterráneas en España 1990-1992. Comunidad de Madrid". Centro de Documentación del IGME. Madrid.

ITGE-CYII (1997) "Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en la zona de influencia del canal de Isabel II". Centro de Documentación del IGME. Madrid

LÓPEZ CAMACHO, B. (1977). "Estudio del flujo del agua subterránea en medios heterogéneos y anisótropos mediante un modelo digital bidimensional. Aplicación a la región de Madrid." Col. Ing. C.C.P. Madrid

LÓPEZ CAMACHO, B. (1983). "Métodos estadísticos para la ordenación del aprovechamiento de los recursos hidráulicos subterráneos. Aplicación a la región de Madrid". Hidrogeología y Recursos Hidráulicos. Madrid.

LÓPEZ CAMACHO, B. (1995). "Las aguas subterráneas en los abastecimientos españoles. El aprovechamiento en la comunidad de Madrid." Revista de Obras Públicas. Julio-agosto 1995. Nº 3345.

LÓPEZ CAMACHO, B. e IGLESIAS MARTÍN, J.A. (2000). "Las aguas subterráneas en los abastecimientos. Un decenio de experiencias del Canal de Isabel II". Revista de Obras Públicas. Nº 3403

LÓPEZ VERA, F. (1977) "Geoquímica de las aguas del Terciario detrítico de la fosa de Madrid en relación con el flujo subterráneo.". Estudios Geológicos. 33. Madrid.

LÓPEZ VERA, F. (1981). "Contaminación por compuestos nitrogenados de origen múltiple de las aguas subterráneas de Madrid". Jornadas sobre análisis y evolución de la contaminación de aguas subterráneas en España. UPC. Barcelona.

LÓPEZ, F. y GÓMEZ, C. (1983). "Estratificación hidroquímica del acuífero terciario detrítico de Madrid". Hidrogeología y Recursos Hidráulicos. Tomo VIII. Madrid.

LOPEZ VERA, F. (1985) "Las aguas subterráneas en la Comunidad de Madrid". PIAM nº 7. DGRH. Consejería de Política Territorial. Madrid.

LOPEZ VILCHES, L. Y RUIZ CELAA, C. (1983). "Hidrogeología de la Comunidad Autónoma de Madrid". Hidrogeología y Recursos Hidráulicos. AEHS. Madrid.

LLAMAS, M.R y SIMPSON, E. (1979). "Estudio del transporte de solutos en las aguas subterráneas del sistema acuífero de Madrid mediante un modelo digital de celdas de mezcla". Tomo Homenaje al Prof. Sole Sabonis. UPC. Barcelona.

LLAMAS, R. "Análisis del funcionamiento hidráulico del acuífero detrítico de Madrid: ensayos de bombeo y modelos hidrodinámicos". Convenio de investigación. CYII-UCM. C.Y.II. Madrid.

LLAMAS, M.R. y HERRAEZ, I. (1990). "Informe de recopilación y síntesis de las teorías y modelos geoquímicos conceptuales sobre variación de la composición química e isotópica del agua en la zona no saturada". CYII. Madrid.

LLAMAS, M.R. (1991). "Informe sobre los estudios experimentales de la variación de la humedad del subsuelo en el acuífero terciario detrítico de Madrid." CYII. Madrid.

MARGAT et al. (1987). "Cartographie de la vulnérabilité des eaux souterraines aux pollutions. Quelques enseignements des expériences françaises" Int. Conf. On the vulnerability of soil and groundwater to pollutants. Noordwijk. Netherlands.

MARTÍNEZ, P.E. (1980). "Datación de aguas subterráneas por medio de modelos digitales de flujo en el plano vertical. Comparación con los resultados obtenidos mediante isótopos naturales en la fosa del Tajo. 26º Congres. Geologique International. Vol. III. Paris.

MARTINEZ, P.E. (1981) "Contaminación de las aguas subterráneas de Madrid por efecto de las actividades urbanas". Jornadas sobre análisis y evolución de las aguas subterráneas en España. Curso Internacional de Hidrología Subterránea. Barcelona.

MIMAM (1996). "Inventario nacional de suelos contaminados".

MOLINA, M.A. (1989) "Procesos geoquímicos de interacción roca-agua relacionados con el flujo subterráneo de las arcosas del acuífero de Madrid". Tesis doctoral. Fac. Ciencias Geológicas. U.C.M. Madrid

PALMER, R. (1988) "Groundwater vulnerability Map.Shrewsbury". Soil survey and land research Center. Harpenden. U.K.

P.I.A.M (1986) "Jornadas sobre la explotación de las aguas subterráneas en la comunidad de Madrid. Tomo 12. Comunidad de Madrid-Canal de Isabel II.- Madrid.

PROMADRID (1990). "Plan estratégico de Madrid: Identificación de temas críticos". Consejería de Política Territorial.CAM. Madrid.

REBOLLO FERREIRO, L. (1977). "Estudio hidrogeológico regional de la cuenca media y baja del río Guadarrama". Tesis Doctoral Fac. Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid.

ROLANDI, M. Y VARELA, M. (1995). "Evaluación de las extracciones en el acuífero detrítico de Madrid". Hidrogeología y Recursos Hidráulicos. T. XIX. Madrid

RUBIO, P. Y LLAMAS, M. (1983). "Contribución al estudio de la relación entre las características hidroquímicas y sistema de flujo subterráneo en el terciario detrítico de Madrid." Hidrogeología y Recursos Hidráulicos. T. IX . Madrid

RUBIO, P. (1984) "Hidrogeoquímica de las aguas subterráneas en el sector occidental de la cuenca de Madrid". Tesis Doctoral. Fac. Ciencias. Universidad Autónoma. Madrid.

SAMPER, F. (1990). "Análisis geoestadístico de los datos de calidad química de las aguas subterráneas del acuífero de Madrid". Hidrogeología y Recursos Hidráulicos. P.E.H.S (Madrid)

SÁNCHEZ et al. (1993). "Study of the leachates generated by two different landfills located in the Community of Madrid (Spain)" 4º International landfill Symposium. Cagliari. (Italy).

SASTRE, A. et al. (1981). "Presencia y actividad de bacterias reductoras de sulfatos en las aguas subterráneas de la cuenca de Madrid". Jornadas de análisis y evolución de la contaminación de las aguas subterráneas en España. Curso Internacional de Hidrología subterránea. Barcelona.

SERELAND (1980). "Evaluación del medio receptor en función de vertidos". CAM. Consejería de Política Territorial. Madrid.

S.G.-D.G.O.H . (VARELA SÁNCHEZ, M.) (1992) "Estudio de la evaluación de la contaminación por compuestos nitrogenados en abastecimientos urbanos servidos con aguas subterráneas en la provincia de Madrid.

S.G.-D.G.O.H (VARELA SÁNCHEZ, M.) (1996) "Evaluación de usos de agua subterránea y realización de un modelo de flujo del acuífero detrítico de Madrid. Memoria y Anexos.

TOLEDO Y UBIETO, F.O. (1975) "Estudio Hidrogeológico de la cuenca alta del río Guatén"

TOVES, L. Y LLAMAS, M.R (1983). "Contribución al conocimiento de la hidrogeoquímica del terciario detrítico mediante el estudio de los manantiales en la zona comprendida entre los ríos Guadarrama y Jarama". Hidrogeología y Recursos Hidráulicos. Vol. VIII. Madrid.

U.A.M. (1989) "Residuos urbanos y medio ambiente". Ediciones de la Universidad Autónoma. Madrid.

VIRGÓS et al. (1983). "Análisis del comportamiento hidrogeológico del terciario detrítico del Tajo mediante un modelo digital tridimensional. S.A. 14." III Simposio de Hidrogeología. Hidrogeología y recursos hidráulicos. T. IX. Madrid.

Índice de anexos.

Anexo de Inventario de puntos de agua

- Fichas de inventario y de muestreo de los puntos muestreados en el estudio

Anexo 5.1

- Resúmenes de los análisis químicos (elementos mayoritarios y minoritarios) empleados en la caracterización preliminar de la calidad (1972-1999).

Anexo 5.2

- Resumen de los análisis químicos de la campaña de 1980 y gráficos.
- Resumen de los análisis químicos de la campaña de 1994 y gráficos

Anexo 5.4

- Resumen de análisis químicos de los 25 puntos utilizados para la evolución histórica
- Gráficos de evolución hidroquímica

Anexo 5.5

- Resumen de todos los análisis químicos (elementos mayoritarios y minoritarios) disponibles de los pozos del CYII en la zona de estudio.
- Cuadros resumen de datos estadísticos de hidroquímica de los campos de pozos del CYII
- Gráficos de evolución de las concentraciones de distintos elementos de cada sondeo del CYII

Anexo 6.1

- Resumen de análisis químicos de la campaña de otoño de 1999
- Relación de facies hidroquímicas de los sondeos muestreados en la campaña de 1999.

Anexo 6.2

- Resumen de análisis químicos de la campaña de primavera de 2000
- Relación de facies hidroquímicas de los sondeos muestreados en la campaña de 2000

Anexo 7.1

- Fichas del Plan de gestión integrada de los residuos inertes de la comunidad de Madrid

Anexo 8.1

- Resumen de datos de niveles someros por zonas
- Resumen de cálculos de los tiempos de tránsito (por T_o) por zonas
- Resumen de cálculos de los tiempos de tránsito (por V_e) por zonas

Anexo 8.2

- Fichas de caracterización de los sondeos del CYII en la zona de estudio

Anexo de cartografía

Diskette con resumen de análisis químicos