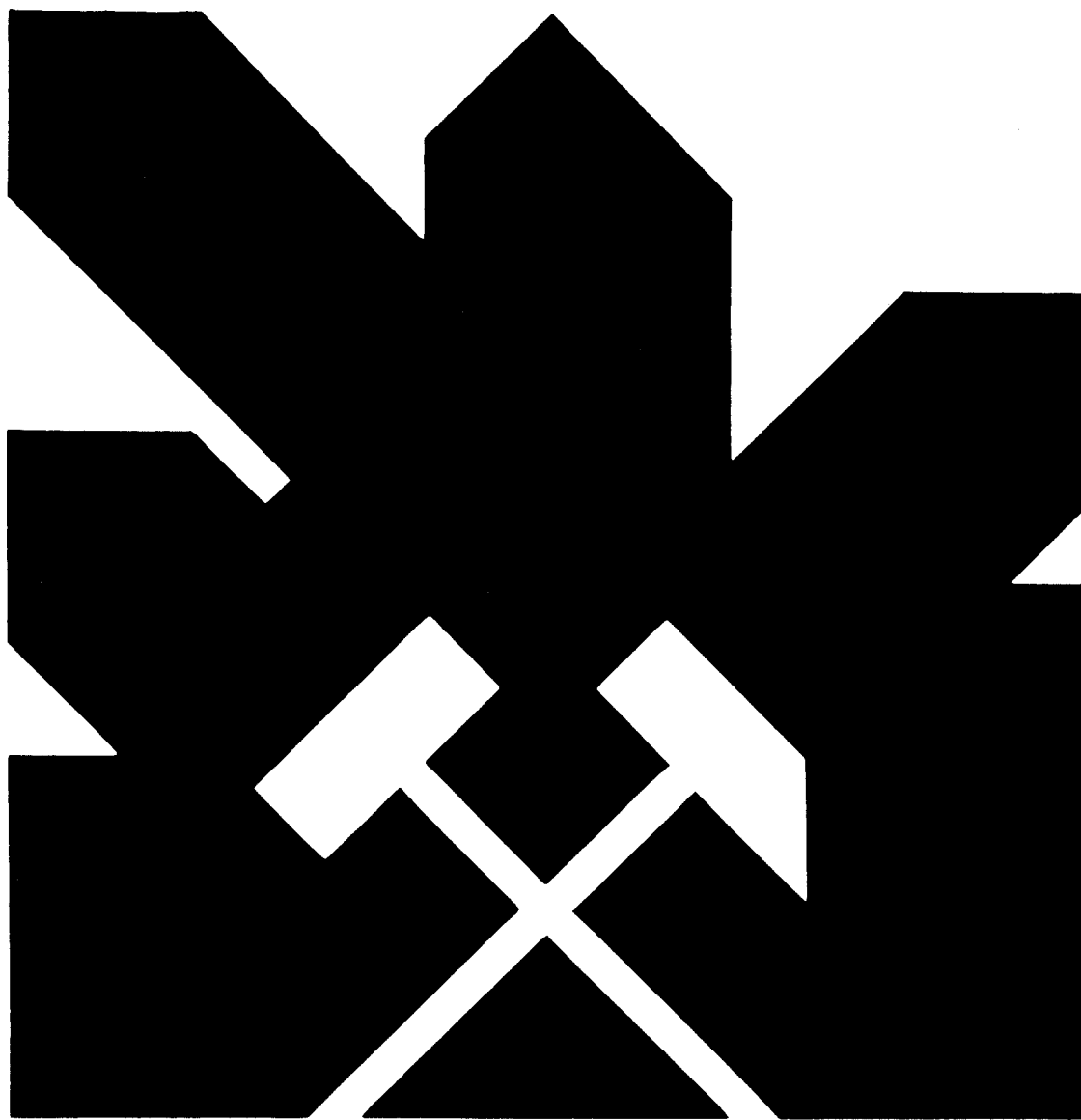


MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
SECRETARIA DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES

"CONTENIDO EN NITRATOS DE LAS AGUAS
SUBTERRANEAS EN ESPAÑA. DISTRIBUCIÓN
ESPACIAL Y EVOLUCIÓN TEMPORAL"

CUENCA DEL EBRO

-MEMORIA-



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

34174

PRESENTACIÓN

El presente trabajo se inscribe dentro de la definición de las misiones del IGME, contenidas en la Ley de Aguas, que establece en su disposición adicional sexta:

"Sin perjuicio de las competencias en la gestión del agua establecida por esta Ley, el Instituto Geológico y Minero de España formulará y desarrollará planes de investigación tendentes al mejor conocimiento y protección de los acuíferos subterráneos, y prestará asesoramiento técnico a las distintas Administraciones públicas en materias relacionadas con las aguas subterráneas".

En cumplimiento de esta norma y continuando los estudios iniciados por el IGME en 1974, enfocados al conocimiento, vigilancia y mejora de la calidad de los recursos hídricos subterráneos, se ha encuadrado el presente estudio, en el que se ha abordado la problemática planteada por el incremento de las concentraciones de nitratos en las aguas subterráneas.

El estudio llevado a cabo, ha puesto de manifiesto la actual situación de los acuíferos españoles frente a los contenidos de nitratos, diferenciando aquéllos que no presentan problemas de contaminación, aquéllos en los que se observa una tendencia progresiva hacia tal estado y aquéllos en los que la degradación es un hecho claro.

Asimismo, con los conocimientos obtenidos, se han elaborado una serie de recomendaciones (preventivas, restrictivas y correctoras), enfocadas a proteger la calidad de las aguas, con especial atención a aquellos acuíferos que manifiesten una tendencia creciente en sus contenidos en nitratos.

EQUIPO TECNICO

Bajo la Dirección y Supervisión del Instituto Geológico y Minero de España, este proyecto ha sido realizado por la empresa Tecnología y Recursos de la Tierra, S.A.L., habiendo participado el siguiente equipo técnico:

.- IGME:

María Loreto Fernández Ruiz. Licenciada en Ciencias Geológicas.

Dirección y Supervisión del Proyecto.

Juan Antonio López Geta. Ingeniero de Minas.

Paloma Navarrete Martínez. Licenciada en Ciencias Químicas.

.- Tecnología y Recursos de la Tierra:

Luis Ocaña Robles. Licenciado en Ciencias Químicas.

Responsable del Proyecto.

José Sánchez Guzmán. Ingeniero de Minas.

José Luis Díez Gil. Doctor en Ciencias Físicas. Informático.

Cristina Maldonado García. Arquitecto Técnico. Informática.

Laura Sanz López. Licenciada en Ciencias Químicas.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología de trabajo desarrollada en la ejecución del Proyecto, se ajusta a las directrices básicas señaladas en su pliego de condiciones. Los aspectos fundamentales de la misma se concretan en los siguientes apartados.

1.- RECOPILOCIÓN DE INFORMACIÓN: BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Se relacionan a continuación las fuentes de información consultadas. Las citas bibliográficas se recogen en detalle al final de la Memoria.

- Archivo de puntos de agua del IGME.
- Base de datos aguas del IGME.
- Estudios hidrogeológicos e hidroquímicos incluidos en la Colección Informe (IGME).
- Estudios de calidad y contaminación de las aguas subterráneas en las comunidades autónomas (IGME).
- Estudios y proyectos específicos en el campo de la hidrogeología y contaminación, desarrollados por el IGME en diversas regiones del Territorio Nacional.
- Proyectos de investigación, estudios metodológicos, etc.

2.- TRATAMIENTO DE DATOS

La fracción de la información consultada correspondiente a datos de inventario y determinaciones analíticas, ha sido íntegramente procesada y almacenada en ordenador, previo diseño de una base de datos específica para este fin. Asimismo, el tratamiento básico previo a la interpretación, incluidos el análisis estadístico y de evolución de parámetros, se ejecuta mediante programas también de desarrollo específico.

Se ha digitalizado la totalidad de los sistemas acuíferos estudiados, incluyendo puntos de agua y contenidos de nitratos, procediéndose a su almacenamiento en soporte informático y edición a color mediante plotter.

3.- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La estructura del Informe se compone básicamente de tres elementos:

1. Características generales de la cuenca.
2. Estudio individualizado de sistemas.
3. Síntesis general a nivel de cuenca.
4. Anexos.

En este contexto, la labor de interpretación se centra fundamentalmente en los dos últimos apartados.

En base a la información procesada mediante el tratamiento de datos y bibliografía consultada, se procede al estudio individual de los sistemas acuíferos que integran la Cuenca. Previa descripción general de éstos, se analiza su situación actual respecto al contenido de nitratos del agua subterránea en función de los datos disponibles más recientes, prestando especial atención al uso a que aquélla se destine.

Descrita la situación actual, se analiza también para cada sistema la evolución del contenido en la citada especie en base a su secuencia analítica temporal, que comprende un período de doce años (1976-1987). Con esta información se establece un balance de previsiones.

Finalmente, se realiza una síntesis a nivel de cuenca de las conclusiones elaboradas para los respectivos sistemas, en la que se analizan, al igual que en éstas, la situación actual, evolución temporal y previsiones. Asimismo, se elabora un programa de actuaciones en el que se contemplan, según el caso, medidas preventivas, restrictivas y de recuperación, destinadas a dar solución a los problemas específicos de la cuenca, prestando especial atención a las áreas más afectadas de la misma.

Como apéndice del estudio, el volumen de anexos comprende toda la información procesada no incluida en texto, distribuida en cinco apartados.

- I. Datos de inventario
- II. Análisis de nitratos
- III. Tratamiento estadístico
- IV. Distribución porcentual en intervalos del contenido de NO_3^-
- V. Gráficas de evolución temporal del contenido de NO_3^-

Esta información se presenta casi en su totalidad en forma de listados y salidas gráficas de ordenador.

CUENCA DEL EBRO

INDICE

I N D I C E

	<u>Pág.</u>
1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	1
2.- SISTEMA ACUÍFERO Nº 57. Mesozoico Monreal-Gallocanta.....	8
Descripción general.....	9
Análisis de la situación actual.....	11
Análisis de la evolución temporal: previsiones.....	17
3.- SISTEMA ACUÍFERO Nº 58. Mesozoico ibérico de la Depresión del Ebro.....	22
Descripción general.....	23
Análisis de la situación actual.....	24
Análisis de la evolución temporal: previsiones.....	29
4.- SISTEMA ACUÍFERO Nº 62. Aluvial del Ebro y afluentes.....	32
Descripción general.....	33
Análisis de la situación actual.....	34
Análisis de la evolución temporal: previsiones.....	40
5.- SISTEMA ACUÍFERO Nº 55. Mesozoico calizo del Maestrazgo y plioceno de Vinaroz.....	45
Descripción, situación actual y evolución.....	46
6.- SISTEMA ACUÍFERO Nº 59. Mesozoico de los Puertos de Beceite...	49
7.- SISTEMAS ACUÍFEROS N ^{os} 65 y 67. Paleoceno del Condado de Treviño-Mesozoico de la Sierra de Cantabria y Sinclinal de Jaca.....	51

8.- SISTEMA ACUÍFERO Nº 68. Sinclinal de Tremp.....	53
9.- SÍNTESIS GENERAL.....	55
Análisis de la situación actual.....	56
Análisis de la evolución temporal: previsiones.....	62
Programa de actuaciones.....	62

BIBLIOGRAFIA

ANEXO 1. Datos de Inventario	
ANEXO 2. Análisis de Nitratos	
ANEXO 3. Tratamiento Estadístico	
ANEXO 3A. Distribución estadística del contenido de NO_3^-	
ANEXO 3B. Rectas de Regresión	
ANEXO 4. Distribución porcentual en intervalos del contenido de NO_3^-	
ANEXO 5. Gráficas de evolución temporal del contenido de NO_3^-	

1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

La Cuenca del Ebro se extiende sobre una superficie de 85.550 Km², desde Santander hasta el Mediterráneo. Las cuencas hidrográficas limítrofes son las del Norte, Duero, Tajo, Júcar y Pirineo Oriental.

Tiene una forma aproximadamente triangular, en la que el río Ebro estaría situado en la bisectriz del ángulo menor. Su perímetro viene definido por las Cordilleras Cantábrica, Pirenaica, Ibérica-Maestrazgo y Costero Catalana. El relieve es muy accidentado, con una cota máxima en Monte Perdido de 3.352 m.

Desde el punto de vista climático se pueden diferenciar tres zonas:

- a) *Zona montañosa* (Cantábrica, Pirenaica y en menor medida Ibérica), con precipitaciones abundantes y relativamente regulares a lo largo del año.
- b) *Depresión Central*. Ocupa el 80% de la Cuenca, con clima semiárido y precipitaciones estacionales.
- c) *Zona mediterránea*. Precipitaciones escasas y temperaturas suaves.

La precipitación media para toda la Cuenca es del orden de 590 mm, con máximos en las cimas pirenaicas de 1.800 mm. En la parte central de la Depresión los valores descienden por debajo de 400 mm.

La relación de sistemas acuíferos incluidos en toda su extensión dentro de la Cuenca del Ebro es la siguiente:

- * S.A. nº 57. Mesozoico de Monreal-Gallocanta.
- * S.A. nº 58. Mesozoico Ibérico de la Depresión del Ebro.

- * S.A. nº 59. Mesozoico de los Puertos de Beceite.
- S.A. nº 60. Curso Bajo y Delta del Ebro.
- * S.A. nº 62. Aluvial del Ebro y afluentes.
- S.A. nº 63. Sierras de Demanda y Cameros.
- S.A. nº 64. Cretácico de la Lora y del sinclinal de Villarcayo.
- * S.A. nº 65. Paleoceno del Condado de Treviño y Mesozoico de la Sierra de Cantabria.
- S.A. nº 66. Paleoceno de la Sierra de Urbasa.
- * S.A. nº 67. Sinclinal de Jaca.
- * S.A. nº 68. Sinclinal de Tremp.

Los sistemas compartidos con otras cuencas son:

- S.A. nº 7. Calizas mesozoicas de la Sierra de Aralar (Cuenca Norte)
- S.A. nº 13. Jurásico oriental de Soria (Cuenca del Duero)
- * S.A. nº 55. Mesozoico calizo del Maestrazgo y pliocuaternario de Vinaroz (Cuenca del Júcar).
- S.A. nº 61. Bloque cretácico Perelló-Vandellos (Cuenca Pirineo Oriental).
- S.A. nº 69. Zona kárstica del Pirineo Central (Cuenca Pirineo Oriental).

Solamente los señalados con un asterisco serán objeto de estudio, pues son los únicos de los que dispone de datos analíticos.

La geología de la Cuenca se caracteriza por una gran variabilidad, distinguiéndose en líneas generales 3 zonas perfectamente diferenciadas:

- a) *Zona Noroeste.* Materiales de naturaleza carbonatada (Lías y Dogger) y acuíferos de distinta permeabilidad en función de su grado de karstificación y fisuración.
- b) *Depresión Central.* Acuíferos cuaternarios formados por sucesiones de gravas y arenas con intercalaciones de limas y arcillas de potencia variable, desarrollados sobre una formación margosa impermeable de varios cientos de metros de espesor.

c) *Zona Sur.* Predominio de materiales calizo-dolomíticos triásicos y cretácicos, y formaciones detríticas pliocuaternarias.

En el cuadro siguiente se resumen los parámetros característicos del uso del agua subterránea en la Cuenca:

Sistema Acuífero	USO DEL AGUA SUBTERRANEA					
	Ap. Subterránea (hm ³ /año)		Agua Bombeada (hm ³ /año)			
	Total	Al Ebro	Abastecimiento	Regadío	Industria	Total
57	455	335	3	35	2	40
58	300	300	10	35	1	46
59	250	200	—	—	—	—
60	10	10	8	17	6	31
62	660	660	—	—	72	72
63	100	100	1	—	—	1
64	327	308	—	—	4	4
65	187	187	—	—	2	2
66	250	250	—	—	—	—
07	116	103	—	—	—	—
67	667	427	—	—	—	—
68	528	528	—	—	—	—
TOTAL	3.850	3.408	22	87	87	196

[IGME(1), 1985]

Las aportaciones totales de la Cuenca están comprendidas entre 17.500 y 19.000 hm³/año [IGME(1), 1985]. La contribución del agua subterránea se cifra en 3.850 hm³/año, de los que 3.408 hm³/año son descargas del río Ebro [IGME(2), 1985].

El empleo de agua subterránea en la Cuenca es muy bajo. La demanda de agua bombeada resulta del orden de 200 hm³/año, distribuída de la siguiente forma:

Regadíos.....	90	hm ³ /año
Industria.....	90	" "
Abastecimiento...	20	" "

Los usos industriales se concentran preferentemente a lo largo del Valle del Ebro (Sistema 62), y los agrícolas en las zonas tradicionales: Valle del Jiloca (Sistema 57), Cuaternario de Alfamén (Sistema 58) y Bajo Ebro (Sistema 60), totalizando una superficie de regadío de 12.000 ha.

La población total de la Cuenca es de 2,85 millones de habitantes con una densidad media de 34 hab/km², muy inferior a la media nacional (74 hab/km²). La población está muy irregularmente repartida, destacando la concentración de la ciudad de Zaragoza y en general todo el valle del Ebro.

La actividad económica de la región se centra básicamente en el sector agrario, aunque también los sectores industrial (fabricación de automóviles, conserveras, minería, ...) y de servicios poseen cierta importancia.

La caracterización hidroquímica de las aguas presenta dos grupos diferenciados. El primero corresponde a las aguas blandas o de dureza media de los Sistemas 64, 65, 66, 67 y 68, de naturaleza bicarbonatada cálcica y cálcico-magnésica y en ocasiones sulfatada cálcica. El segundo grupo, formado por los Sistemas 57, 58, 59, 60, 62 y 63, presenta una mineralización superior a la del anterior, con conductividades que en el caso del Sistema 62 alcanzan 15.500 μ S/cm (aguas cloruradas cálcicas). La facies hidroquímica predominante es bicarbonatada cálcica o cálcico-magnésica.

Finalmente, la tabla 1 ofrece a modo de síntesis un conjunto de parámetros de definición de los sistemas acuíferos que componen la Cuenca.

TABLE 1
 CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS DE LA CUENCA DEL EBRO

SISTEMA ACUÍFERO	SUPERFICIE (km ²)	EMPLAZAMIENTO	TIPO DE ACUÍFERO	RECURSOS (hm ³ /año)	EXPLOTACIÓN (hm ³ /año)			FACIES HIDROQUÍMICA PREDOMINANTE	FOCOS DE CONTAMINACIÓN
					INDUST.	URBAN.	REGAD.		
57. Mesozoico de Monrel Gallocanta	6.530	Teruel Guadalajara Zaragoza Soria	Carbonatado	455	2	2	37	Bicarbonatada cálcica y magnésica. Sulfatada cálcica	Agrícola e industrial Intrusión marina (yesos)
58. Mesozoico Ibérico de la Depresión del Ebro	12.350	Zaragoza Teruel Soria Castellón	Carbonatado	300	1,3	10,5	33,6	Bicarbonatada cálcica, sulfatada cálcica.	Agrícola urbana industrial (alcoholeras). Intrusión salina (evaporitas)
59. Mesozoico de los Puertos de Beceite	4.500	Teruel Tarragona Castellón	Carbonatado	250	1,5	5	9	Bicarbonatada cálcica y/o cálcica magnésica	Agrícola y urbana. Intrusión salina
60. Curso Bajo y Delta del Ebro	--	Tarragona	Detrítico	10 (250 externos)	6	8	17	Sulfatada cálcica, clorurada sódica	Agrícola y urbana. Intrusión salina. Intrusión marina.
62. Aluvial del Ebro y sus afluentes	1.670	Burgos Rioja Navarra Huesca Lérida Zaragoza	Detrítico	660	72	-	-	Sulfatada cálcica y/o cálcica magnésica	Agrícola y urbana. Intrusión salina
63. Sierras de la Demanda y Cameros	1.660	Burgos Logroño	Carbonatado	100	-	-	-	-----	-----
64. Cretácico de la Lora y del Sinclivillarçayo	5.481	Santander Burgos Alava	Carbonatado Detrítico	326	3,6	12	8,4	Bicarbonatada cálcica; sulfatada cálcica	Agrícola y urbana.
65. Paleoceno del Condado de Treviño y Mesozoico de la Sierra Cantabria	2.000	Alava Navarra Guipúzcoa Burgos	Carbonatado	277	1,5	3,5	93	Bicarbonatada cálcica; sulfatada cálcica	Sin focos aparentes

TABLA 1 (Cont.)
 CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS ACUIFEROS DE LA CUENCA DEL EBRO

SISTEMA ACUIFERO	SUPERFICIE (km ²)	EMPLAZAMIENTO	TIPO DE ACUIFERO	RECURSOS (hm ³ /año)	EXPLOTACIÓN (hm ³ /año)			FACIES HIDROQUIMICA PREDOMINANTE	FOCOS DE CONTAMINACIÓN
					INDUST.	URBAN.	REGAD.		
66. Paleoceno de la Sierra de Urbasa	420	Alava Navarra	Carbonatado	250	-	16	-	Bicarbonatada cálcica. Bicarbonatada clorurada sódico-cálcico-magnésica	Sin focos aparentes
67. Sinclinal de Jaca	6.000	Huesca Zaragoza Navarra	Carbonatado	667	4	3,6	0,3	Bicarbonatada cálcica y/o cálcica magnésica	Sin focos aparentes
68. Sinclinal de Tremp	5.000	Huesca Lérida	Carbonatado	527	-	-	-	Bicarbonatada cálcica magnésica	Sin focos aparentes

2.- SISTEMA ACUIFERO N° 57

MESOZOICO MONREAL-GALLOCANTA

DESCRIPCIÓN GENERAL

El Sistema 57 se extiende por las provincias de Teruel, Guadalajara, Zaragoza y Soria, sobre una superficie de 6.530 Km² y un rango de cotas de 700-1.900 m. Limita al Norte con la zona meridional de la cuenca terciaria de Almazán y el Alto Jalón, al Sur con el río Turia, al Sureste con el río Alfambra y al Suroeste con la Sierra de Albarracín y la alineación triásica Molina de Aragón-Anguita.

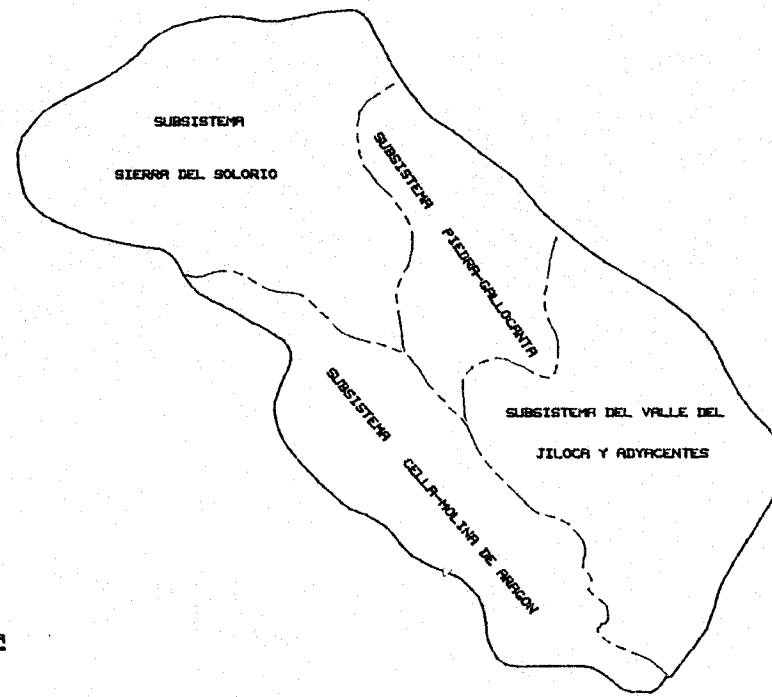
Se distinguen 5 subsistemas diferenciados:

- A. *Subsistema Cella-Molina de Aragón* (1.800 Km²). Acuífero carbonatado jurásico.
- B. *Subsistema Lidón-Palomera-Celadas* (900 Km²). Formado por calizas y dolomías jurásicas.
- C. *Subsistema Piedra-Gallocanta* (830 Km²). Se compone de dos acuíferos: calizo-dolomítico cretácico y detrítico.
- D. *Subsistema Sierra de Solorio* (2.500 Km²). Formado por un acuífero calizo-dolomítico jurásico y otro cretácico de la misma naturaleza.
- E. *Subsistema Valle de Jiloca* (500 Km²). Acuífero detrítico, apoyado en algunas zonas sobre un substrato carbonatado que también constituye acuífero.

Los subsistemas A, C, D y E se representan esquemáticamente en el plano 1. El subsistema B carece de red de control de calidad, por lo que se ha prescindido del mismo.

SISTEMA ACUIFERO N° 57

MESOZOICO DE MONREAL-GALLOCANTA



LEYENDA

————— Límite de sistema acuífero

- - - - - Límite de subsistema acuífero

ESCALA GRAFICA

0 5 10 15 20 25 30 Km.

Los recursos totales y la demanda de agua subterránea se reflejan en los cuadros siguientes:

RECURSOS (hm ³ /año)	Ebro	Tajo	Júcar	Total
Sub. Cella-Molina de Aragón	45	45	65	155
Sub. Lidón-Palomera-Celadas	35	—	—	35
Sub. Piedra-Gallocanta	45	—	—	45
Sub. Sierra de Solorio	180	—	—	180
Sub. Valle del Jiloca	40	—	—	40
TOTAL	345	45	65	455

[IGME(1), 1985]

DEMANDA (hm ³ /año)	Superficial	Subterránea	Total
Abastecimiento	31	2	33
Agricultura	76	37	113
Industria	0,3	1,7	2
TOTAL	107,3	40,7	148

[IGME(1), 1985]

El clima de la región es típicamente continental. Las temperaturas medias anuales oscilan entre 10 y 11°C, y la precipitación anual media es de 550 mm.

La población asentada en la zona asciende a 35.000 hab., concentrada en núcleos inferiores a 1.500 habitantes. Su economía se basa en la agricultura y la ganadería.

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La relación de puntos de agua considerados y sus datos de inventario, así como la serie de determinaciones analíticas de nitratos (año de partida 1976) correspondientes a la red de control de calidad IGME, se recogen respectivamente en los anexos 1 y 2 de esta Memoria.

El estudio de la calidad actual se realiza en base a la campaña 1987/1, que consta de 50 determinaciones, con un rango de concentración de 6-67 mg/l NO_3^- .

El cálculo del fondo geoquímico y umbrales de anomalía para dicha campaña se realiza en base al análisis estadístico de la misma, cuyos resultados se reflejan en la fig. 1. El límite superior de fondo obtenido es de 45 mg/l. Ello supone que los valores situados por encima del máximo tolerable fijado por la legislación (50 ppm), también constituyen una anomalía geoquímica respecto al fondo regional.

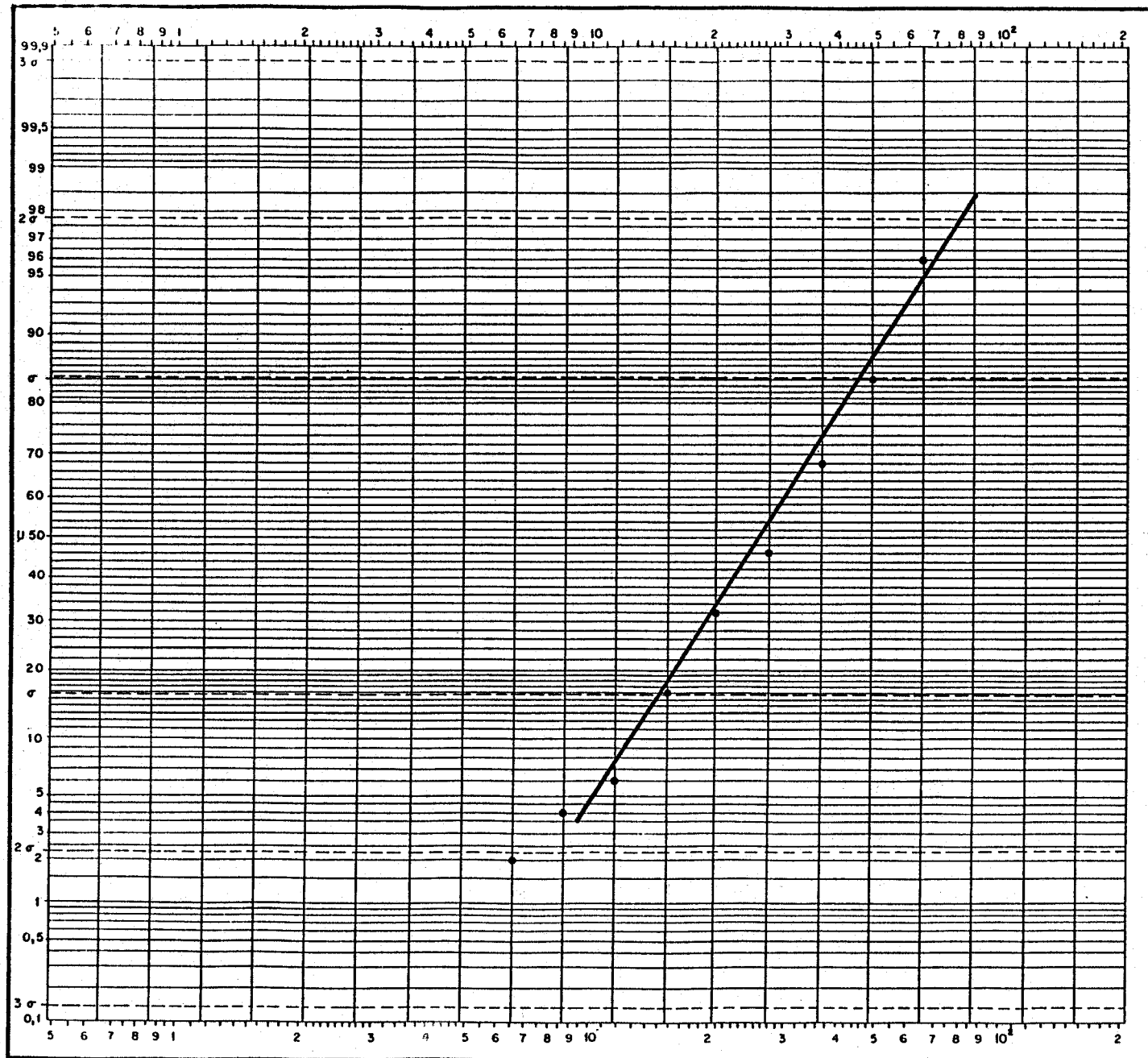
La distribución de las muestras en los intervalos de concentración fijados como referencia en el Proyecto (<25, 25-50, 50-100, >100), se incluye en la tabla 2. En valores porcentuales, el resultado es el siguiente:

<25	mg/l NO_3^-	42%
25-50	" "	44%
50-100	" "	14%

Luego el 14%, es decir, 7 muestras superan los 50 ppm. Se trata de los puntos:

	NO_3^- (mg/l)
261910001	56
261910012	65
261910016	58
261910017	67
261920001	51
262030008	51
262240008	52

Los planos 2 y 3, representan respectivamente los subsistemas Sierra del Solorio y Piedra-Gallocanta-Valle del Jiloca, en los que se encuentran situadas las muestras de la campaña 87/1. Los cinco primeros puntos de la relación precedente constituyen una zona anómala bien definida



CUENCA; EBRO
 S. ACUIFERO: 57
 CAMPAÑA: 1987/I

e^{μ} = 26,5 mg/l NO₃⁻
 $e^{\mu+\sigma}$ = 45 mg/l NO₃⁻
 $e^{\mu+2\sigma}$ = 80 mg/l NO₃⁻

Fig. 1

TABLA 2

DISTRIBUCION EN INTERVALOS DEL CONTENIDO DE NO3- (mg/l)

CUENCA : EBRO
 S. ACUIFERO : 57 (MESOZ. MONREL-GALLOCANTA)
 CAMPANA : 1987/1

[NO3-] <= 25

N°REGISTRO	NATURALEZA	USO	N°REGISTRO	NATURALEZA	USO
1 241780002	*	*	2 251810001	MANANTIAL	ABASTECIMIENTO Y AGRIC.
3 251880002	SONDEO	ABTO. NO URBANO	4 261910005	SONDEO	AGRICULTURA
5 261910028	MANANTIAL	ABTO. NO URBANO	6 261960019	MANANTIAL	ABASTECIMIENTO Y AGRIC.
7 261970008	MANANTIAL	AGRICULTURA	8 261970009	*	*
9 261970012	SONDEO	AGRICULTURA	10 261970016	*	*
11 262060003	MANANTIAL	AGRICULTURA	12 262130003	SONDEO	AGRICULTURA
13 262130014	SONDEO	AGRICULTURA	14 262130019	SONDEO	DESCONOCIDO
15 262170023	SONDEO	AGRICULTURA	16 262170035	SONDEO	AGRICULTURA
17 262170037	SONDEO	NO SE UTILIZA	18 262230001	POZO CON GALER. G TALAD.	ABASTECIMIENTO Y AGRIC.
19 262230008	SONDEO	AGRICULTURA	20 262230017	SONDEO	AGRICULTURA
21 262240035	SONDEO	AGRICULTURA			

Total de muestras 21

25 < [NO3-] <= 50

N°REGISTRO	NATURALEZA	USO	N°REGISTRO	NATURALEZA	USO
1 251820002	MANANTIAL	AGRICULTURA	2 251820003	MANANTIAL	ABTO. NO URBANO
3 251830002	POZO	ABTO. NO URBANO	4 251870001	SONDEO	ABTO. NO URBANO
5 251940001	MANANTIAL	ABTO. NO URBANO	6 261910034	MANANTIAL	ABASTECIMIENTO Y AGRIC.
7 261950001	POZO	ABTO. NO URBANO	8 261960001	SONDEO	AGRICULTURA
9 261960013	MANANTIAL	AGRICULTURA	10 261970018	SONDEO	INDUSTRIA
11 262020006	SONDEO	AGRICULTURA	12 262020009	*	*
13 262030001	MANANTIAL	AGRICULTURA	14 262030024	POZO	AGRICULTURA
15 262070029	SONDEO	AGRICULTURA	16 262070031	*	*
17 262130006	SONDEO	AGRICULTURA	18 262130007	SONDEO	AGRICULTURA
19 262130028	SONDEO	AGRICULTURA	20 262170010	SONDEO	AGRICULTURA
21 262240002	*	*	22 262240019	SONDEO	AGRICULTURA

Total de muestras 22

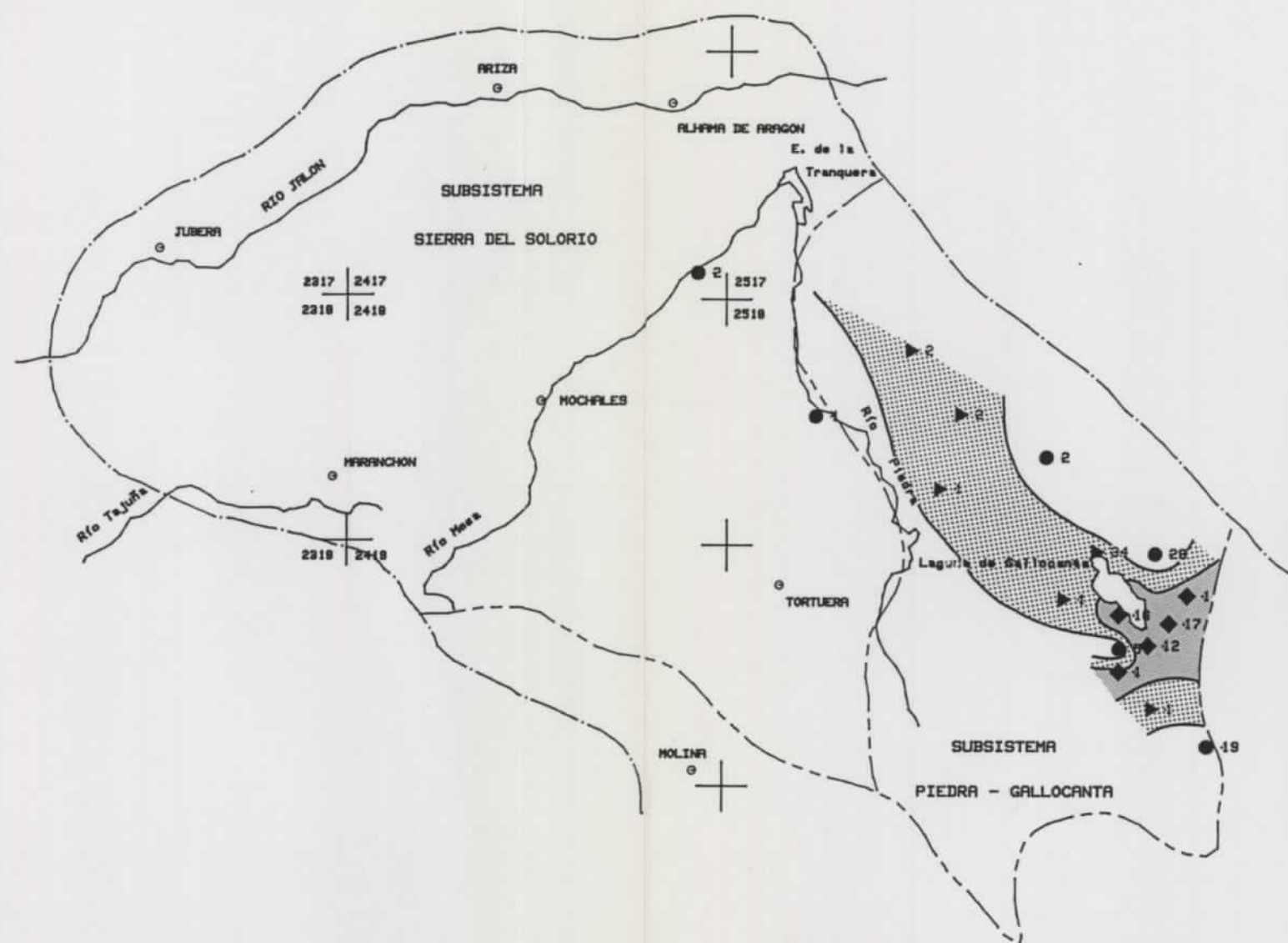
50 < [NO3-] <= 100

N°REGISTRO	NATURALEZA	USO	N°REGISTRO	NATURALEZA	USO
1 261910001	SONDEO	ABTO. NO URBANO	2 261910012	POZO	AGRICULTURA
3 261910016	POZO	AGRICULTURA	4 261910017	MANANTIAL	NO SE UTILIZA
5 261920001	POZO	ABTO. NO URBANO	6 262030008	POZO	AGRICULTURA
7 262240008	POZO CON SONDEO	AGRICULTURA			

Total de muestras 7

SISTEMA ACUIFERO N° 57

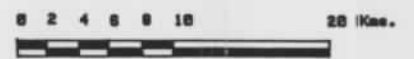
SUBSISTEMAS SIERRA DEL SOLORIO Y PIEDRA - GALLOCANTA



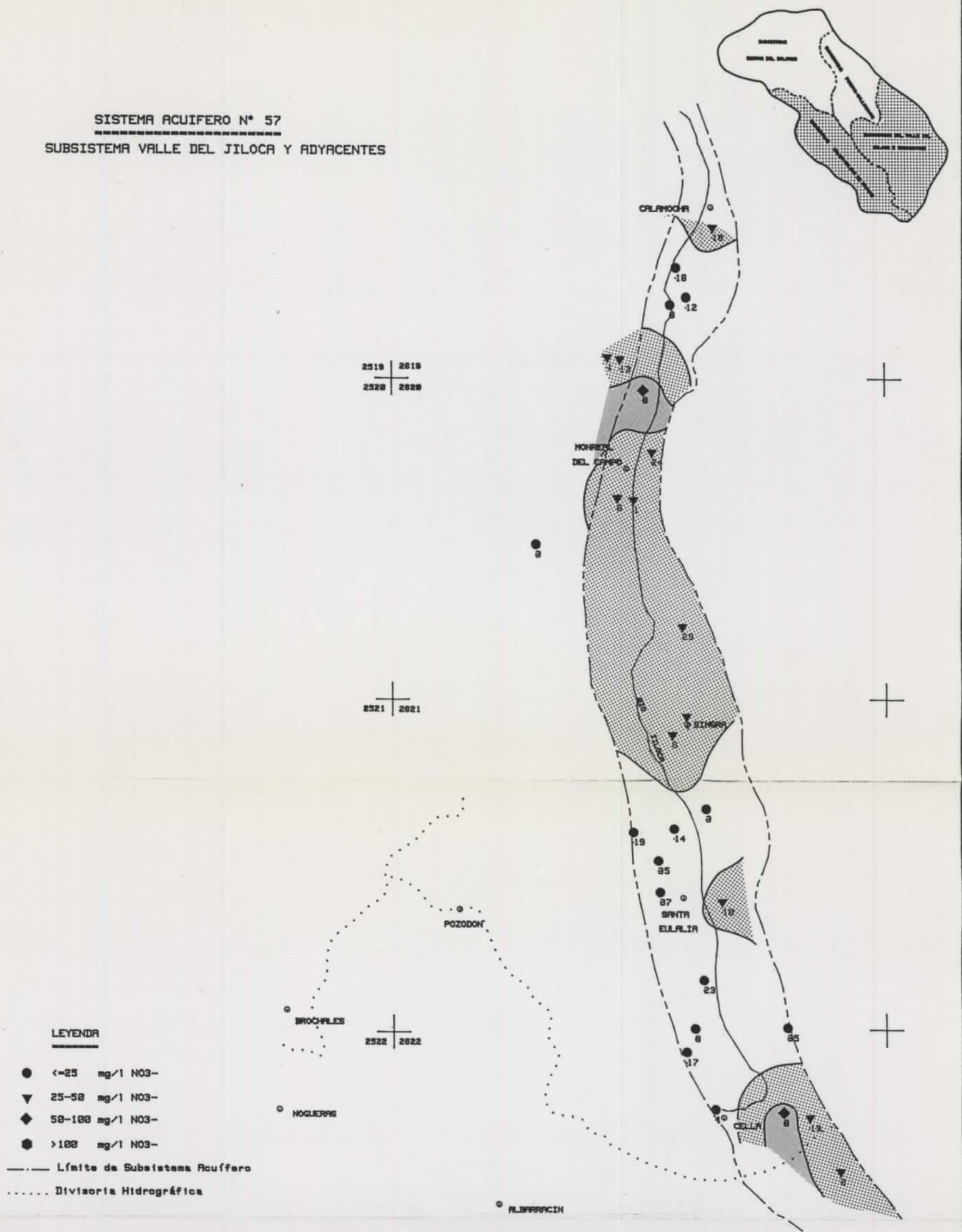
LEYENDA

- <=25 mg/l NO3-
- ▶ 25-50 mg/l NO3-
- ◆ 50-100 mg/l NO3-
- >100 mg/l NO3-
- Límite de S. Acuífero
- Límite de Subsistema Acuífero

ESCALA GRAFICA



SISTEMA ACUIFERO N° 57
SUBSISTEMA VALLE DEL JILOCA Y ADYACENTES



LEYENDA

- ≤ 25 mg/l NO₃⁻
- ▼ 25-50 mg/l NO₃⁻
- ◆ 50-100 mg/l NO₃⁻
- > 100 mg/l NO₃⁻
- Límite de Subsistema Acuífero
- Divisoria Hidrográfica

ESCALA GRAFICA



dentro del subsistema Piedra-Gallocanta (plano 2), que corresponde con un área de explotación del agua subterránea para riego. En consecuencia cabe suponer que se trata de un foco de contaminación de origen agrícola, que como se verá a través del estudio de evolución, viene manifestándose desde hace varios años. El grado de contaminación detectado no resulta excesivamente elevado, aunque evidentemente vulnera el límite sanitariamente permisible. Entre los puntos citados existen dos clasificados como "abastecimiento no urbano" (261910001 y 261920001), que posiblemente sean de uso doméstico de viviendas.

Las dos muestras restantes se sitúan en los extremos septentrional (262030008) y meridional (262240008) del Valle del Jiloca (plano 3), y dan lugar a pequeñas anomalías con reflejo en el entorno de los puntos.

En conclusión, la situación general del Sistema no resulta en principio alarmante, si bien las dos zonas mencionadas, Gallocanta y Valle del Jiloca, presentan cierto grado de contaminación, directamente relacionado con la actividad agrícola de las mismas.

ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN TEMPORAL: PREVISIONES

En el anexo 4 se refleja la distribución porcentual en intervalos calculada para toda la serie analítica disponible, que comprende el período 1977-87. Asimismo se incluye para cada campaña el número total de muestras y sus respectivos rangos de concentración de nitratos.

Con el fin de establecer un criterio que permita determinar la tendencia en la evolución de esta especie, se procede al análisis estadístico de cada una de las campañas, calculándose los parámetros característicos de fondo geoquímico y anomalías. Todo ello viene reflejado en el anexo 3. Los resultados se representan de forma comparada en la fig. 2.

La evolución del ión NO_3^- presenta unas oscilaciones bien definidas, que corresponderían a los siguientes períodos:

CUENCA DEL EBRO

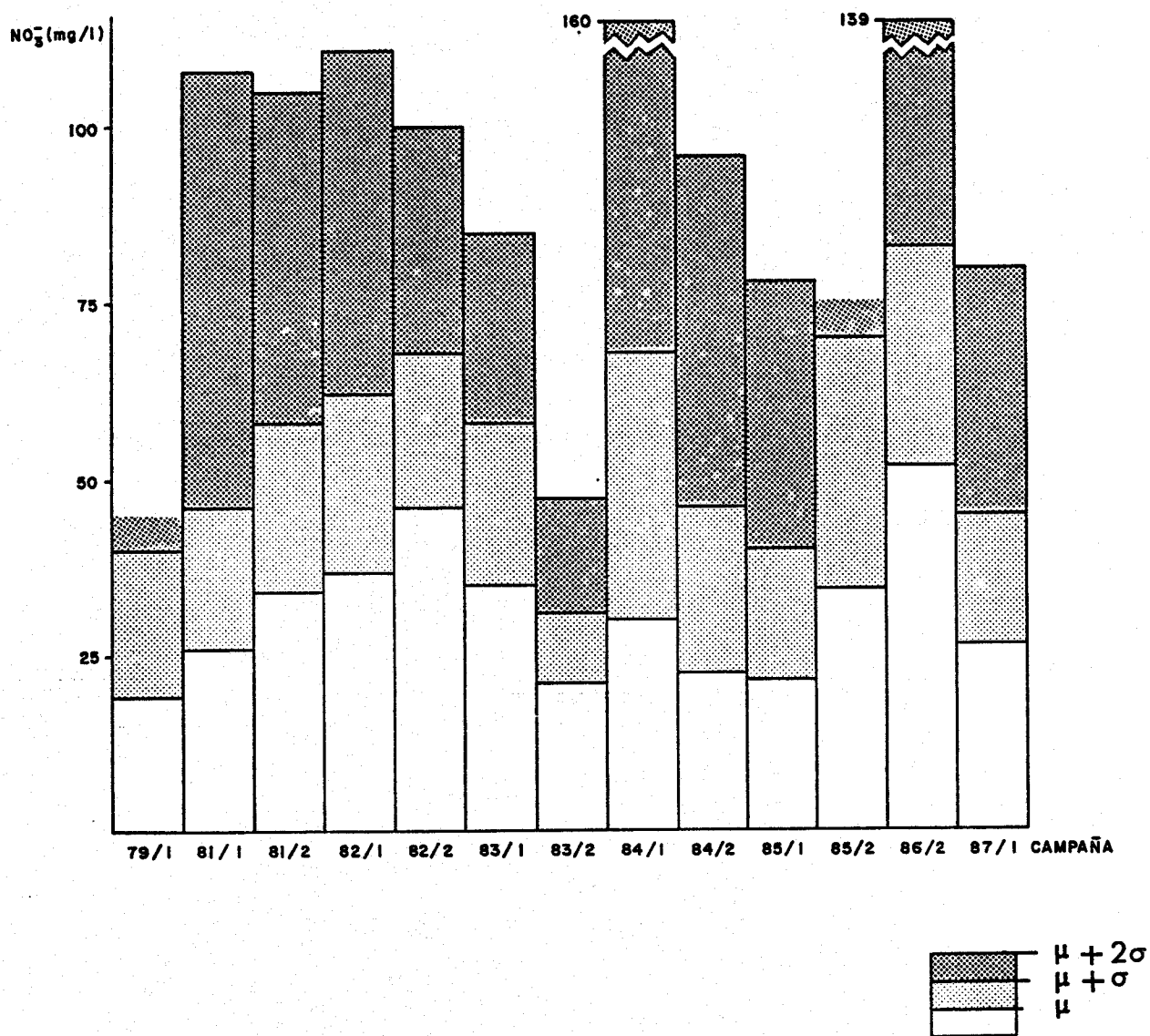


Fig. 2.- Evolución del contenido de NO_3^- en el Sistema Acuífero nº 57

<u>PERÍODO DE INCREMENTO</u>	<u>PERÍODO DE DESCENSO</u>
1979/1-1982/2	1982/2-1983/2
1983/2-1984/1	1984/1-1985/1
1985/1-1986/2	1986/2-1987/1

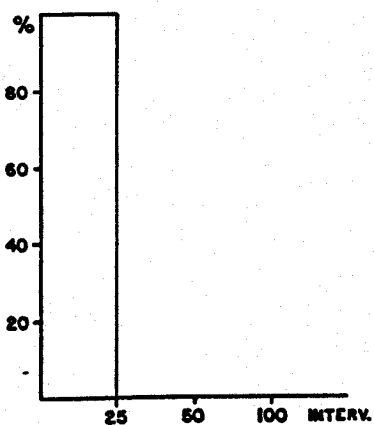
Los máximos valores de fondo corresponden a las campañas 85/2 y 86/2. La campaña 87/1 representa un brusco descenso respecto a la precedente, con una ostensible mejora de calidad. Esta situación se pone también de manifiesto en las distribuciones porcentuales del anexo 4 y en sus representaciones gráficas (fig. 3).

Aunque la campaña 87/1 haya supuesto una importante mejora de la calidad, la secuencia histórica estudiada no presenta en ningún caso indicios de estabilidad, que hagan preveer una situación estacionaria. Puesto que las zonas afectadas, caso del Valle de Jiloca por ejemplo, lo son como consecuencia de actividades agrícolas caracterizadas por su carácter cíclico, cabe suponer que al menos esta circunstancia tenga reflejo en la presencia del ión NO_3^- en el agua subterránea. Asimismo, el factor climático puede introducir importantes variaciones en la calidad química del acuífero.

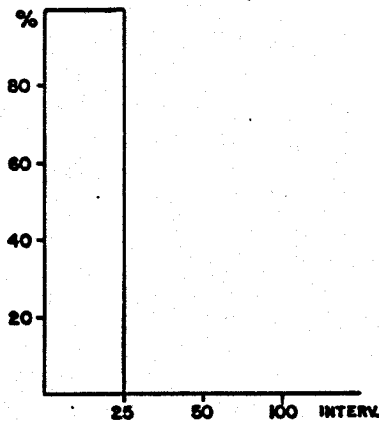
GRAFICAS DE DISTRIBUCION PORCENTUAL EN INTERVALOS DEL CONTENIDO DE NITRATOS

CUENCA: EBRO

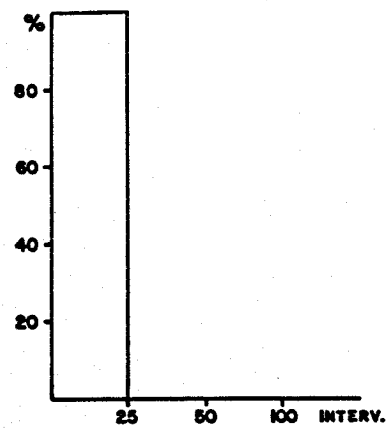
S. ACUIFERO: 57



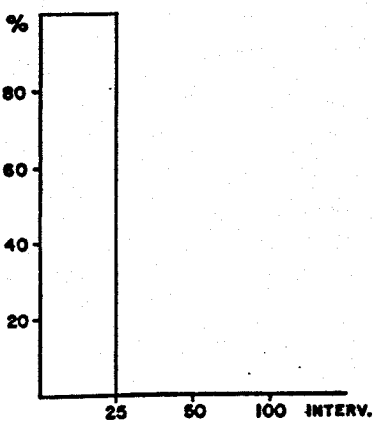
77/I



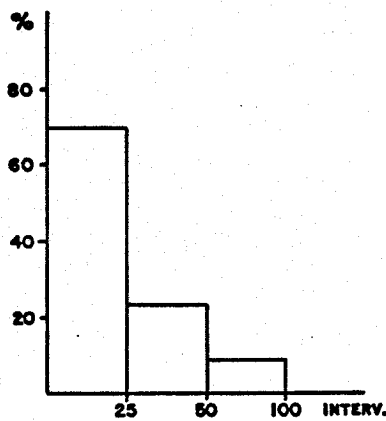
77/II



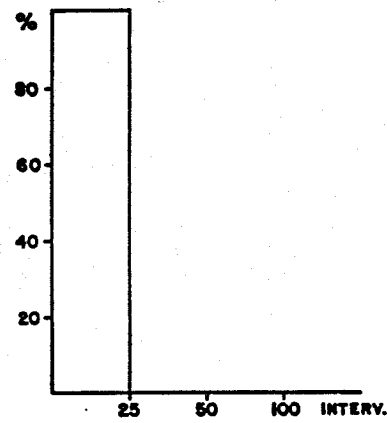
78/I



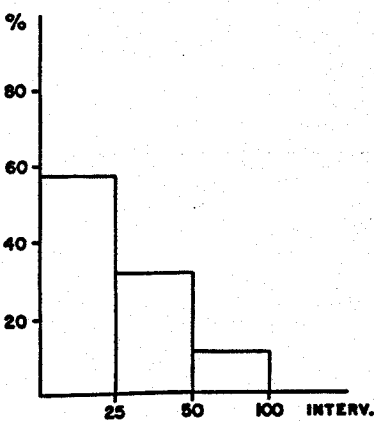
78/II



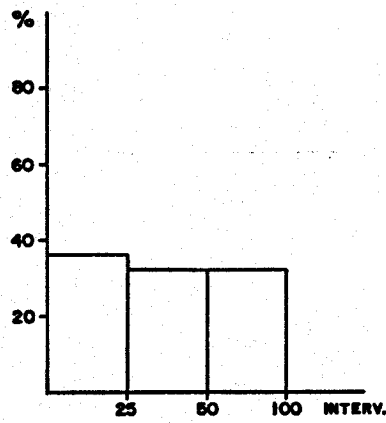
79/I



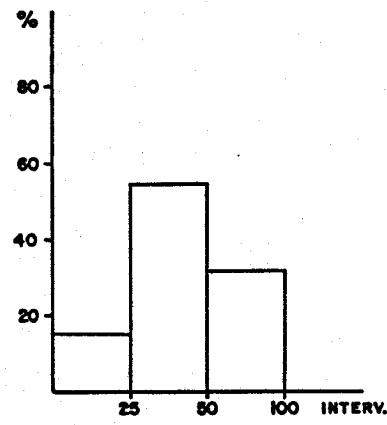
79/II



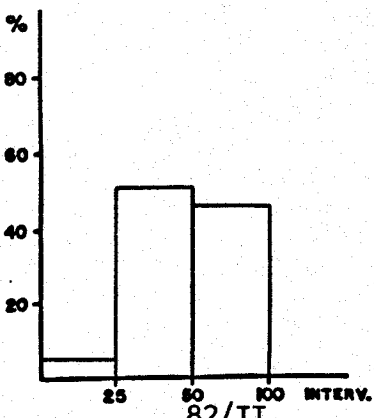
81/I



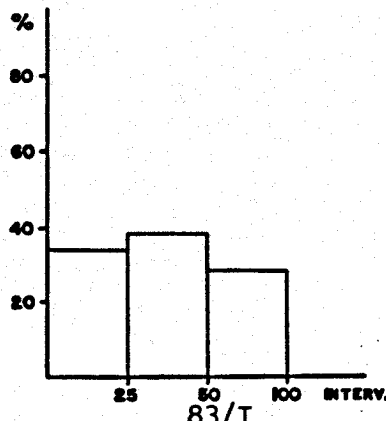
81/II



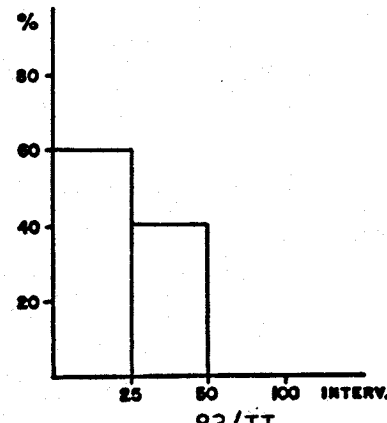
82/I



82/II



83/I



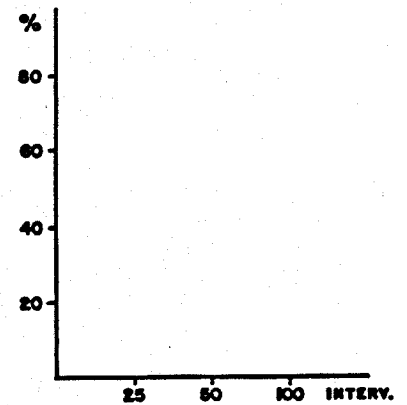
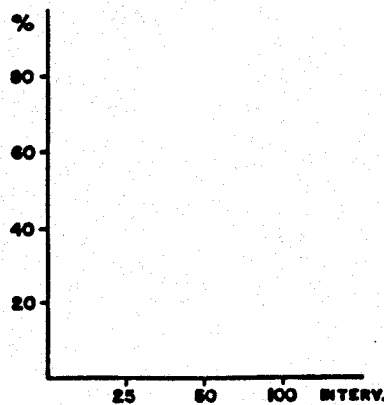
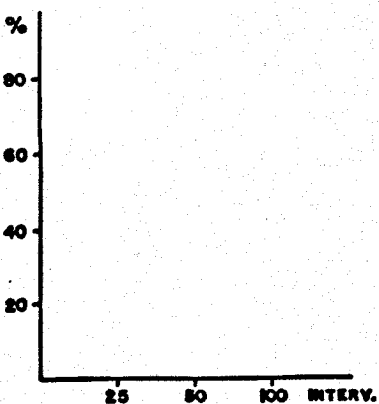
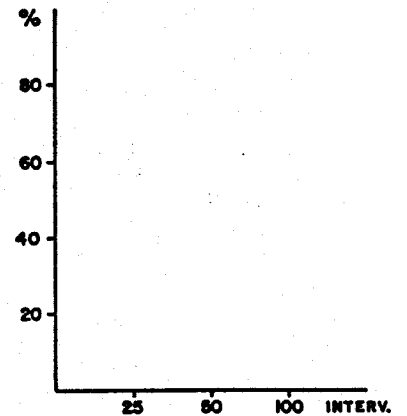
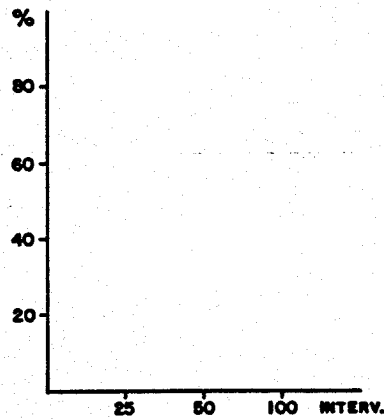
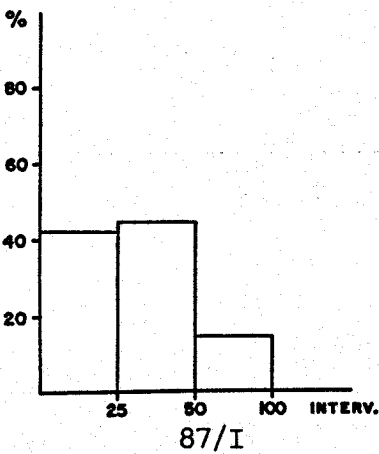
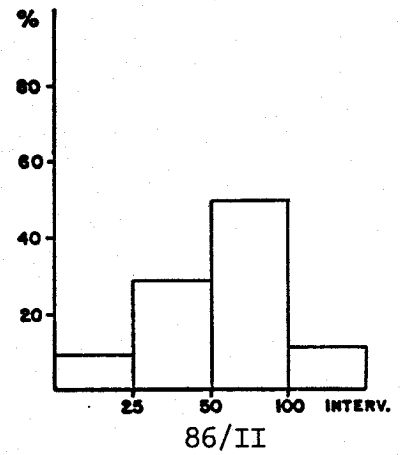
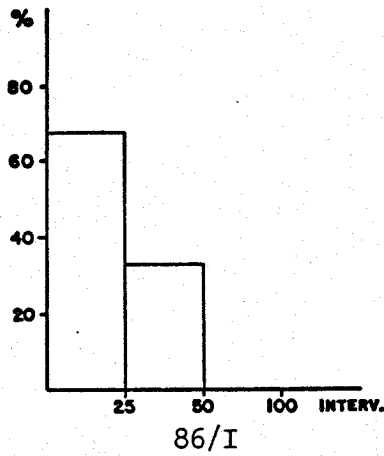
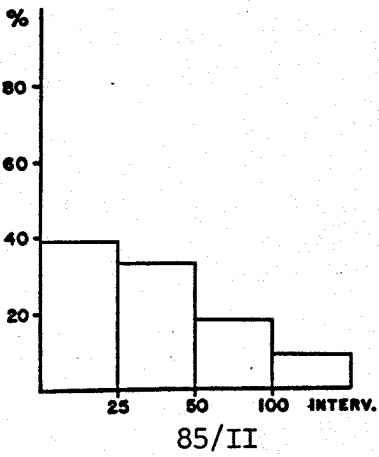
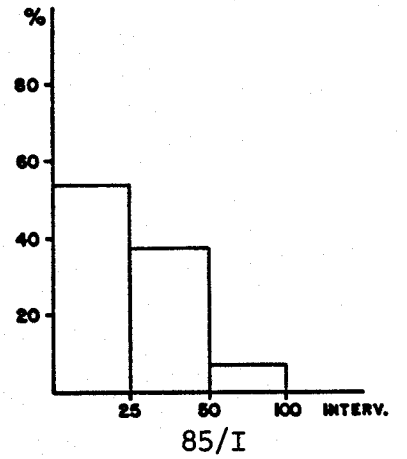
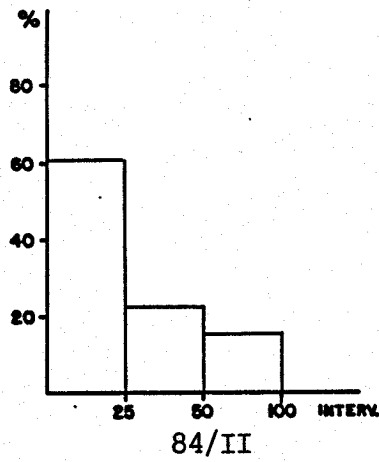
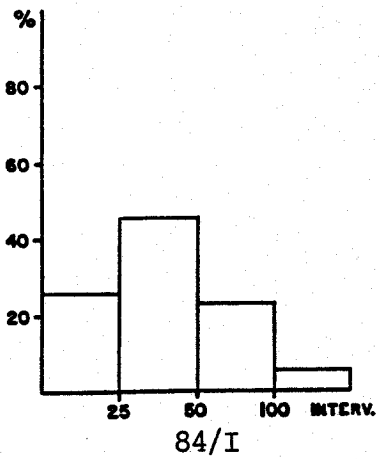
83/II

GRAFICAS DE DISTRIBUCION PORCENTUAL EN INTERVALOS DEL CONTENIDO DE NITRATOS

FIG.- 3
(Cont.)

CUENCA: EBRO

S. ACUIFERO: 57



3.- SISTEMA ACUÍFERO Nº 58

MESOZOICO IBÉRICO DE LA DEPRESIÓN DEL EBRO

DESCRIPCIÓN GENERAL

El Sistema 58 se extiende por las provincias de Zaragoza, Teruel, Soria y Castellón, con una superficie de 12.350 Km². Comprende el conjunto de acuíferos situados entre el Macizo del Moncayo y la divisoria Guadalupe-Matarraña, que constituyen el borde septentrional de la Ibérica con la Depresión del Ebro. Están formados fundamentalmente por materiales detríticos, calizas liásicas y calizas cretácicas de las sierras turolenses. Se distinguen cinco zonas:

- A. *Queiles-Jalón* (2.500 Km²). Conjunto de horst de alineación NW-SE, que constituyen anticlinales de núcleo paleozoico.
- B. *Jalón-Aguasvivas* (2.000 Km²). Flanco Norte del anticlinal de la Sierra del Peco.
- C. *Cubeta de Oliete* (2.500 Km²). Comprende 3 zonas: sierras paleozoicas, cuenca mesozoica y depresión terciaria del Ebro.
- D. *Calatayud-Montalbán* (4.500 Km²). Fosa tectónica rellena de sedimentos terciarios.
- E. *Zona de cabalgamiento Portalrubio-Calanda* (800 Km²). Acuíferos carbonatados mesozoicos.

Las aportaciones estimadas para cada una de ellas [IGME(1), 1985] son:

Queiles-Jalón.....	125	hm ³ /año.
Jalón-Aguasvivas.....	15	"
Cubeta de Oliete.....	50	"
Calatayud-Montalbán.....	60	"
Zona de cabalgamiento.....	40	"

Los recursos subterráneos para la totalidad del Sistema se han evaluado en 300 hm³/año. La demanda total desdoblada por sectores se recoge en el siguiente cuadro.

DEMANDA (hm ³ /año)	Superficial	Subterránea	Total
Abastecimiento	26.70	10.50	37.20
Agricultura	163.90	33.60	197.50
Industria	—	1.30	1.30
TOTAL	190.60	45.40	236.00

[IGME(1), 1985]

La facies hidroquímica predominante es bicarbonatada-sulfatada cálcica, con un residuo seco medio de 500 mg/l.

El clima de la región es de tipo continental, con temperaturas medias anuales entre 9 y 15°C. La precipitación media anual para todo el Sistema es de 450 mm.

La población asentada en la zona asciende a 225.000 habitantes. La actividad económica se centra fundamentalmente en el sector agrario.

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Se realiza en base a la campaña de control de calidad más reciente disponible: 1987/1. Consta de un total de 64 determinaciones, comprendidas en un rango de 0-79 mg/l.

El cálculo del fondo geoquímico de NO_3^- del Sistema se realiza mediante el análisis de regresión de la campaña citada, cuyos resultados se reflejan en la fig. 4. El límite superior de fondo obtenido es de 40 mg/l. En consecuencia, todos los puntos que superan el máximo sanitariamente permisible (50 ppm) constituyen también una anomalía sobre el fondo geoquímico de la zona, lo que debe valorarse como un indicio favorable de calidad.

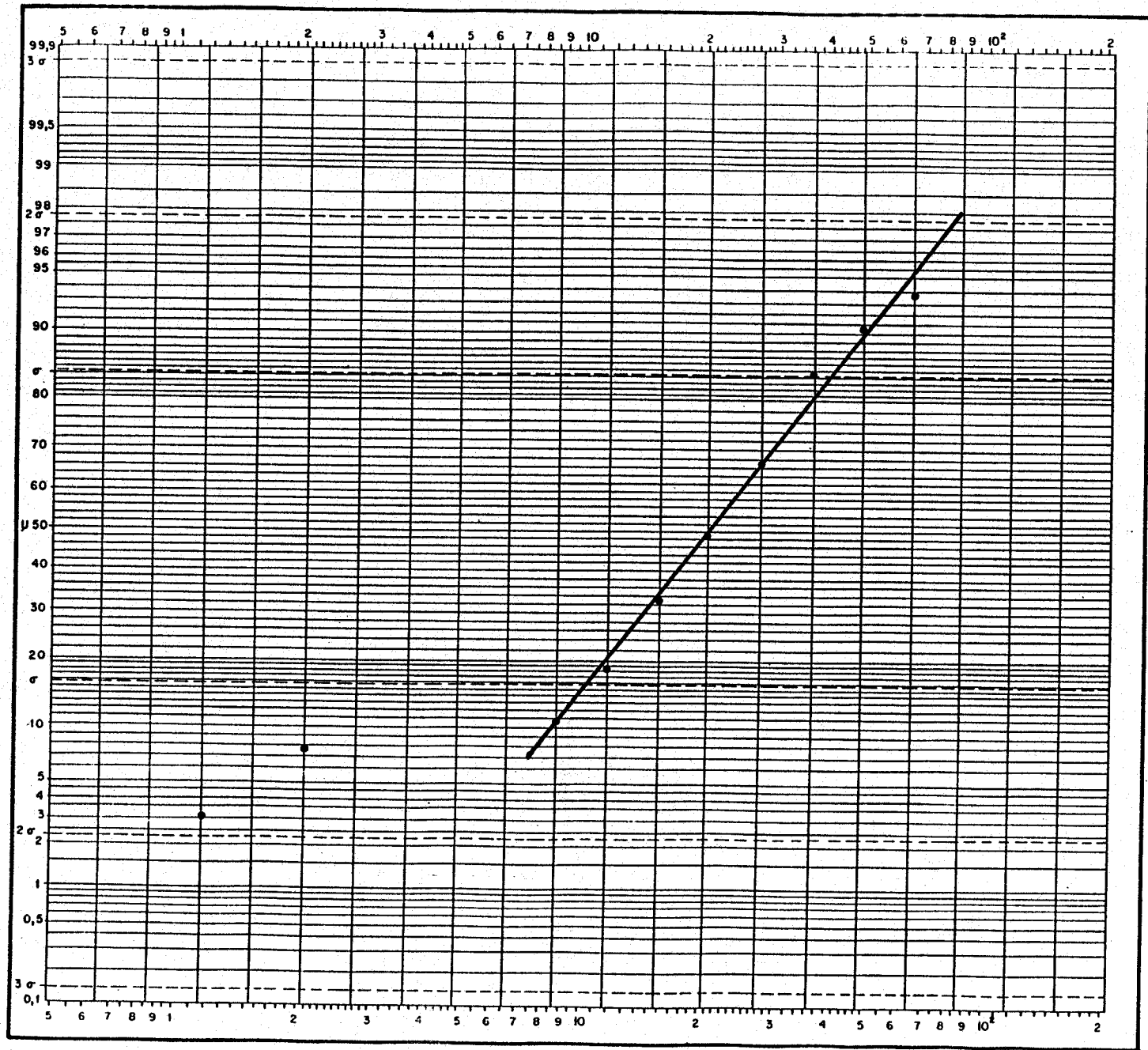
La tabla 3 recoge una relación pormenorizada de las muestras de la campaña 87/I, distribuidas según los rangos de concentración de referencia fijados por el Proyecto. El porcentaje de frecuencias para cada uno de ellos es el siguiente:

<25 mg/l NO_3^-	63%
25-50 " "	30%
50-100 " "	8%

Solamente 5 de las 64 muestras superan el máximo tolerable. Ello supone, en línea con lo deducido a través del cálculo de fondo geoquímico, que el nivel de concentración de nitratos del Sistema se encuentra en una situación que puede considerarse de medianamente satisfactoria. Como se observa en la siguiente relación, ninguno de los puntos anómalos supera las 80 ppm. Entre ellos no existe ningún abastecimiento urbano.

	NO_3^- (ppm)
261630011	79
261630025	53
261680013	75
261680021	66
281710019	67

La distribución sobre el plano de los contenidos de NO_3^- se limita a los 21 puntos que han podido tratarse (plano 4). No obstante, la ubicación de la anomalía corresponde claramente con el acuífero detrítico situado entre Carifena y la Almunia de Doña Gadiana.



CUENCA: EBRO
 S. ACUIFERO: 58
 CAMPAÑA: 1987/I

e^{μ} = 21 mg/l NO₃⁻
 $e^{\mu+\sigma}$ = 40 mg/l NO₃⁻
 $e^{\mu+2\sigma}$ = 82 mg/l NO₃⁻

Fig. 4

TABLA 3

DISTRIBUCION EN INTERVALOS DEL CONTENIDO DE NO3- (mg/l)

CUENCA : EBRO
 S. ACUIFERO : 58 (MESOZ. IBER. DEPRES. EBRO)
 CAMPAÑA : 1987/1

1 <= 25

N°REGISTRO	NATURALEZA	USO	N°REGISTRO	NATURALEZA	USO
1	251360001	*	2	251420001	MANANTIAL
3	251420003	*	4	251420014	*
5	251430001	*	6	251430002	MANANTIAL
7	251440003	*	8	251440010	*
9	251440011	MANANTIAL	10	251440014	*
11	251440015	*	12	251440045	*
13	251730001	*	14	251730004	*
15	251730036	*	16	251740021	*
17	261620006	SONDEO	18	261620014	MANANTIAL
19	261620021	SONDEO	20	261620025	SONDEO
21	261630031	MANANTIAL	22	261640002	SONDEO
23	261670001	SONDEO	24	261680016	*
25	261680020	SONDEO	26	261680026	SONDEO
27	261680027	SONDEO	28	261680029	SONDEO
29	261680065	*	30	261680066	*
31	261740002	SONDEO	32	261750002	*
33	261840008	*	34	271560011	*
35	271620020	*	36	271660011	*
37	271720005	*	38	281720003	*
39	281720005	*	40	281880001	MANANTIAL

Total de muestras 40

25 < 50

N°REGISTRO	NATURALEZA	USO	N°REGISTRO	NATURALEZA	USO
1	251730048	*	2	251740001	*
3	251780002	MANANTIAL	4	261620016	SONDEO
5	261630054	SONDEO	6	261640011	SONDEO
7	261670010	SONDEO	8	261680006	SONDEO
9	261680018	SONDEO	10	261680024	POZO
11	261750007	*	12	261840012	*
13	271570005	*	14	271620001	*
15	271620004	MANANTIAL	16	281620001	MANANTIAL
17	281730003	*	18	281860005	MANANTIAL
19	281860006	SONDEO			

Total de muestras 19

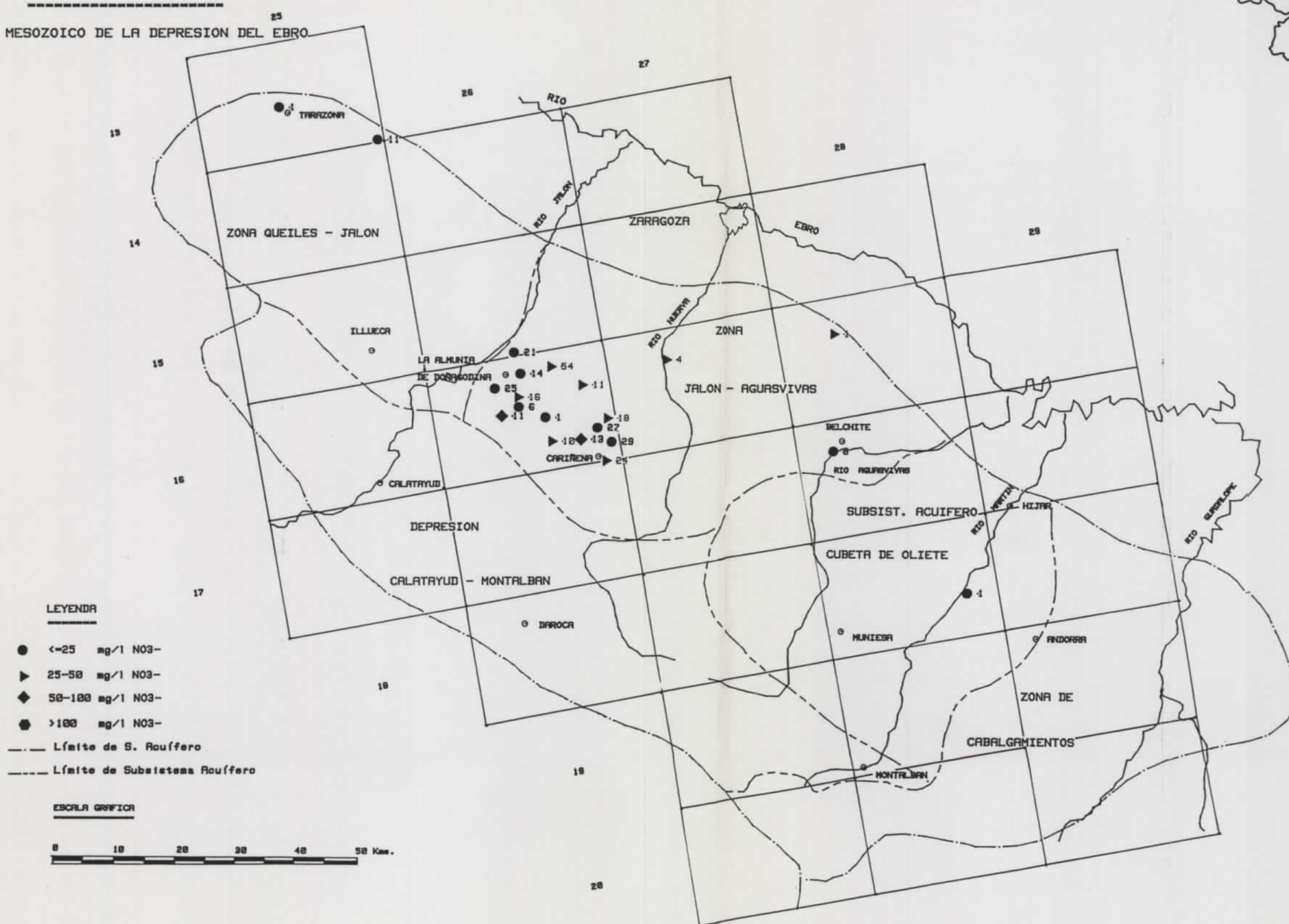
50 < 100

N°REGISTRO	NATURALEZA	USO	N°REGISTRO	NATURALEZA	USO
1	261630011	SONDEO	2	261630025	SONDEO
3	261680013	POZO	4	261680021	POZO
5	281710019	*			

Total de muestras 5

SISTEMA ACUIFERO N° 58

MESOZOICO DE LA DEPRESION DEL EBRO



LEYENDA

- ≤25 mg/l NO₃⁻
- ▶ 25-50 mg/l NO₃⁻
- ◆ 50-100 mg/l NO₃⁻
- >100 mg/l NO₃⁻
- - - Límite de S. Rauffero
- - - Límite de Subsistema Acuífero

ESCALA GRAFICA



ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN TEMPORAL: PREVISIONES

El seguimiento de la calidad del Sistema 58 a través de las redes de control comienza en el año 1981, y comprende un total de 10 campañas hasta 1987, con 435 determinaciones de nitratos. El rango de concentraciones es de 0-332 mg/l NO_3^- .

El análisis estadístico de cada campaña y sus correspondientes rectas de regresión se incluyen en el anexo 5. La fig. 5 refleja la evolución de los valores de μ , $\mu+\sigma$ y $\mu+2\sigma$ de la serie estudiada. En la misma se aprecia como rasgo más característico la ausencia de una tendencia definida. A este respecto hay que tener presente que no existe homogeneidad en el número de muestras por campaña. Durante el período 1982-84 se recogen 30 por término medio, mientras que en los años 81, 86 y 87 esta cifra se duplica. En conclusión, no existen criterios que permitan evaluar con precisión la evolución de la especie NO_3^- en el Sistema, y por tanto tampoco es posible justificar una previsión. No obstante, con el fin de dar una orientación sobre las variaciones experimentadas en años recientes, es interesante señalar que entre las campañas 86/1 y 87/1 (67 y 64 determinaciones respectivamente) se produce una notable mejora de la calidad, como lo evidencian los siguientes valores:

	<u>1986/1</u>	<u>1987/1</u>
e^μ	54	21
$e^{\mu+\sigma}$	88	40
$e^{\mu+2\sigma}$	228	82

Suponiendo que el número de muestras de control se mantenga, los resultados de las siguientes campañas demostrarán si esta tendencia favorable se mantiene. La distribución porcentual en los intervalos de referencia (anexo 4) y sus correspondientes representaciones gráficas (fig. 6) tampoco facilitan ninguna aclaración adicional.

CUENCA DEL EBRO

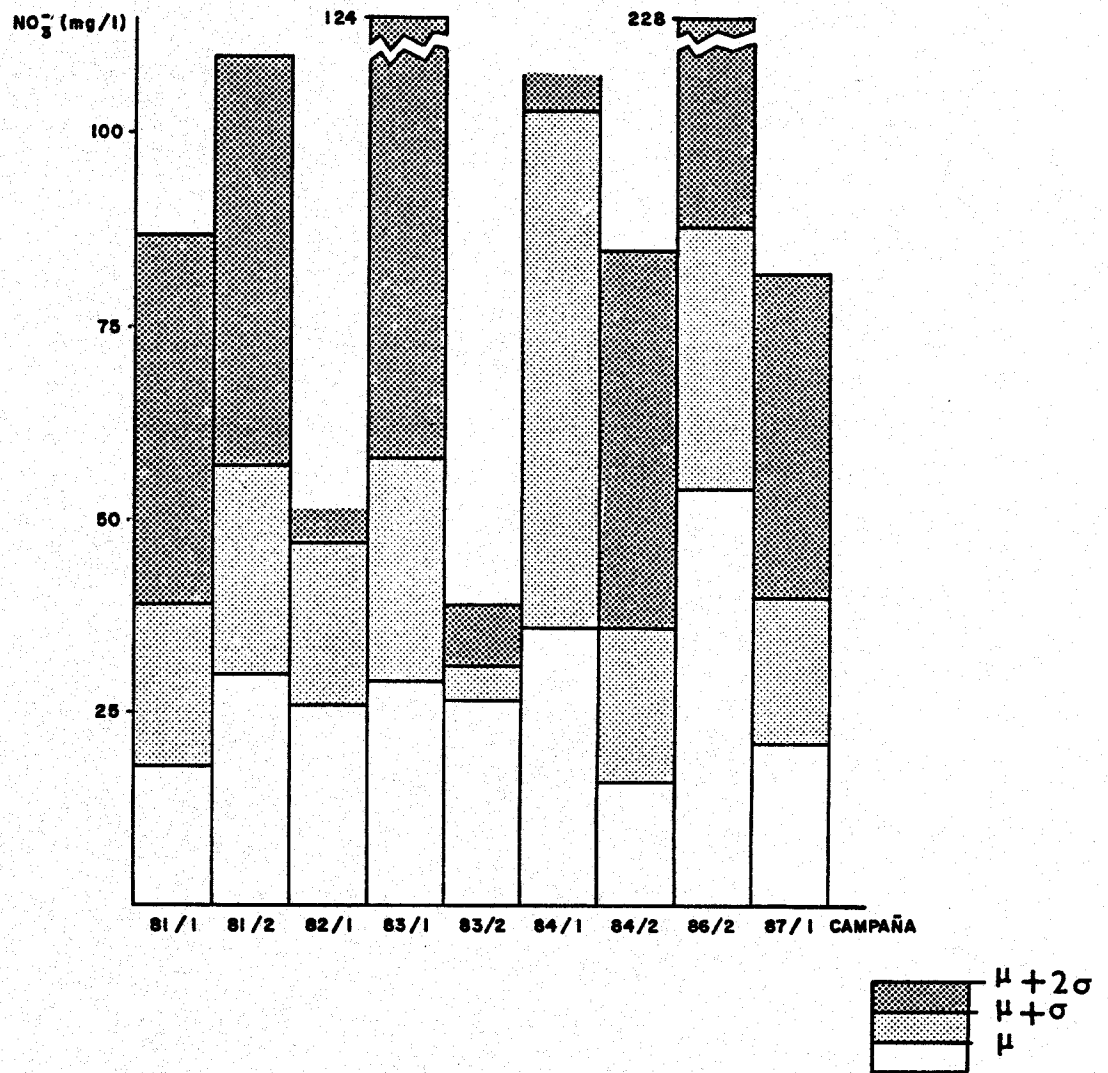
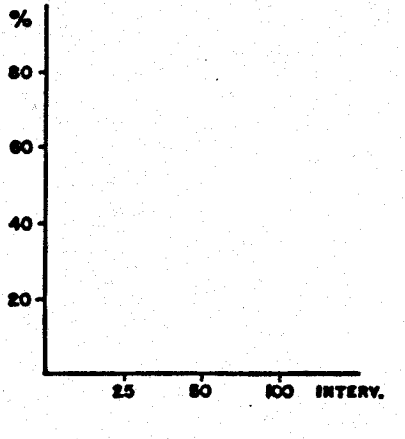
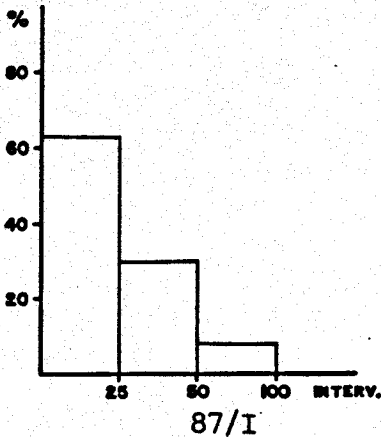
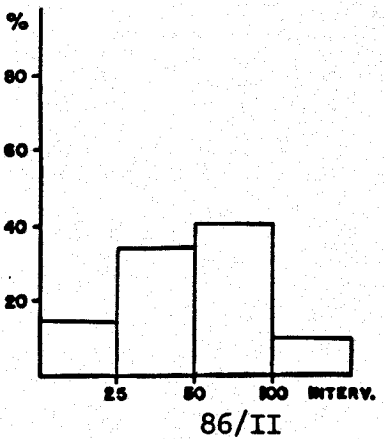
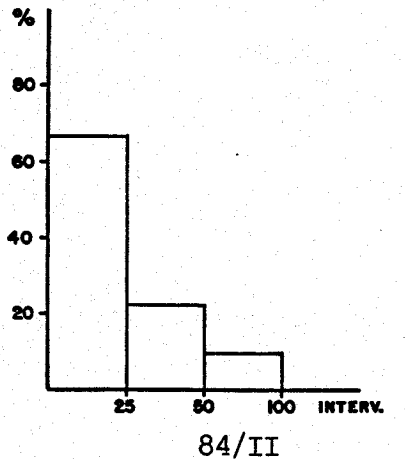
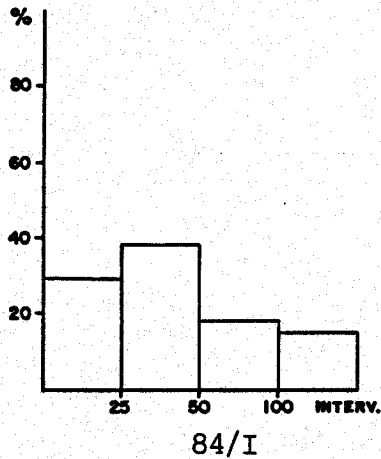
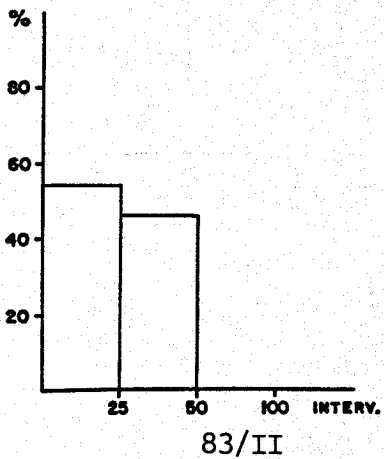
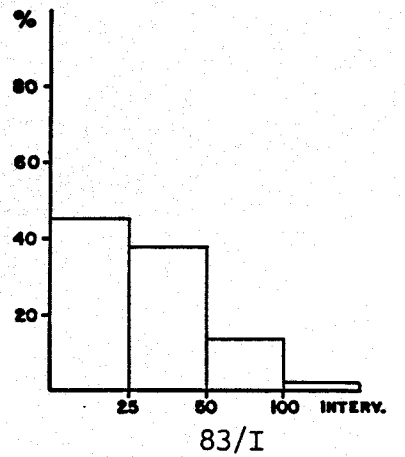
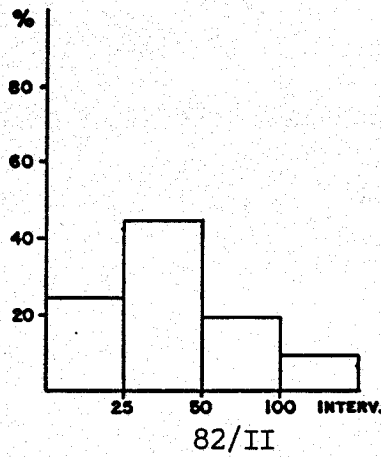
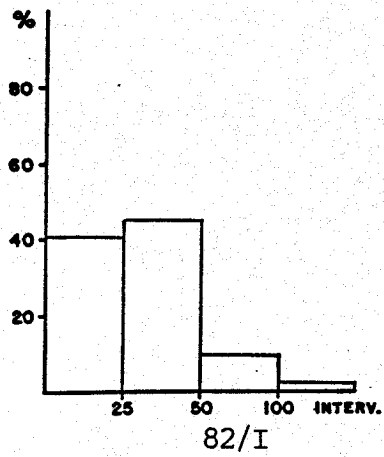
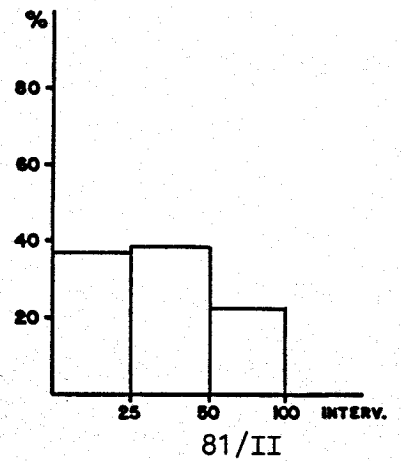
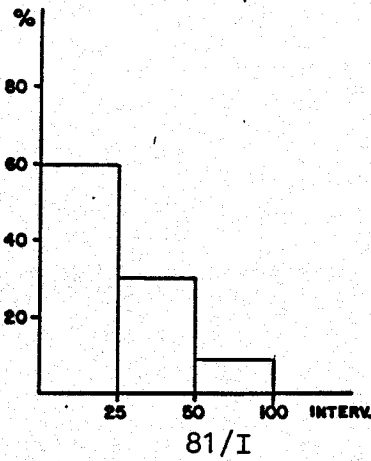
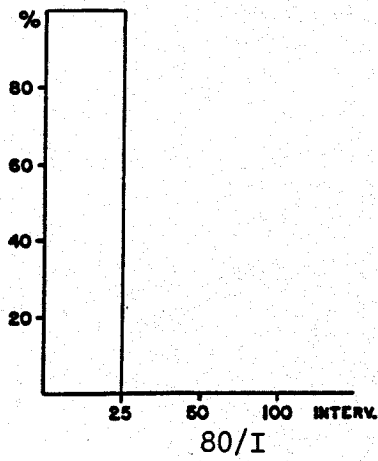


Fig. 5.- Evolución del contenido de NO₃⁻ en el Sistema Acuífero nº 58

GRAFICAS DE DISTRIBUCION PORCENTUAL EN INTERVALOS DEL CONTENIDO DE NITRATOS

CUENCA :

S. ACUIFERO :



4.- SISTEMA ACUÍFERO Nº 62

ALUVIAL DEL EBRO Y AFLUENTES

DESCRIPCIÓN GENERAL

El Sistema se extiende sobre una superficie de 1.670 Km², pertenecientes a las provincias de Burgos, Rioja, Navarra, Zaragoza y Lérida. Comprende las terrazas aluviales del río Ebro y afluentes, desde Miranda hasta el embalse de Mequinenza.

Los acuíferos se caracterizan por alternancias de arenas y gravas, con intercalaciones de limos y arcillas más o menos potentes. El espesor total varía en función del tramo de río considerado, estimándose como valor medio 15 m. Dentro del Sistema se distinguen los siguientes acuíferos:

- A. *Aluvial del río Ebro* (1.000 Km²). Es el más importante. Está formado fundamentalmente por cuatro niveles de terrazas: Baja, Media, Alta y Superior.
- B. *Aluvial del Gállego, Cinca y Segre* (270 Km²).
- C. *Aluviales de los ríos de la margen derecha* (150 Km²).

Los recursos totales evaluados ascienden a 660 hm³/año, procedentes en un 90% de retornos de regadíos [IGME(1), 1985]. El drenaje se realiza a través de los ríos.

La explotación del agua subterránea va dirigida básicamente al abastecimiento a industrias.

La naturaleza hidroquímica del agua se caracteriza por su heterogeneidad cuantitativa y espacial. Predominan las facies sulfatadas y cloruradas mixtas. La dureza media es de 65°F. La conductividad suele superar

los 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con valores extremos superiores a 15.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La temperatura y precipitación media son de 12,5-16°C y 350 mm. respectivamente.

La actividad económica se centra fundamentalmente en la agricultura. La industria de transformación de productos agrarios posee también cierto desarrollo.

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La evaluación de la presencia actual de NO_3^- en el agua subterránea se realiza en base a los resultados de la campaña 1987/1, que consta de 64 determinaciones, comprendidas en un rango de 0-113 mg/l NO_3^- (el valor 0 debe entenderse como concentración inferior al límite de detección del método analítico).

Del análisis estadístico de la citada campaña (anexo 3) se obtiene la recta de regresión de la fig. 7. El valor calculado para el límite superior del fondo geoquímico, 63 mg/l NO_3^- , supera con creces el máximo tolerable, lo que supone un indicio de la existencia de una problemática relativamente generalizada.

En efecto, la distribución de las muestras en los intervalos de referencia fijados por el Proyecto (tabla 4) arroja el siguiente balance:

<25 mg/l NO_3^-	41%
25-50 " "	28%
50-100 " "	28%
>100 " "	3%

Luego el porcentaje de las mismas que supera el límite sanitariamente permisible alcanza el 31%. Dentro de este grupo figuran 5 puntos clasificados como "abastecimiento no urbano", cuyas concentraciones de NO_3^- se incluyen a continuación:

CUENCA : EBRO
 S. ACUIFERO: 62
 CAMPAÑA: 1987/I

e^{μ} = 34,5 mg/l NO_3^-
 $e^{\mu+\sigma}$ = 63 mg/l NO_3^-
 $e^{\mu+2\sigma}$ = 118 mg/l NO_3^-

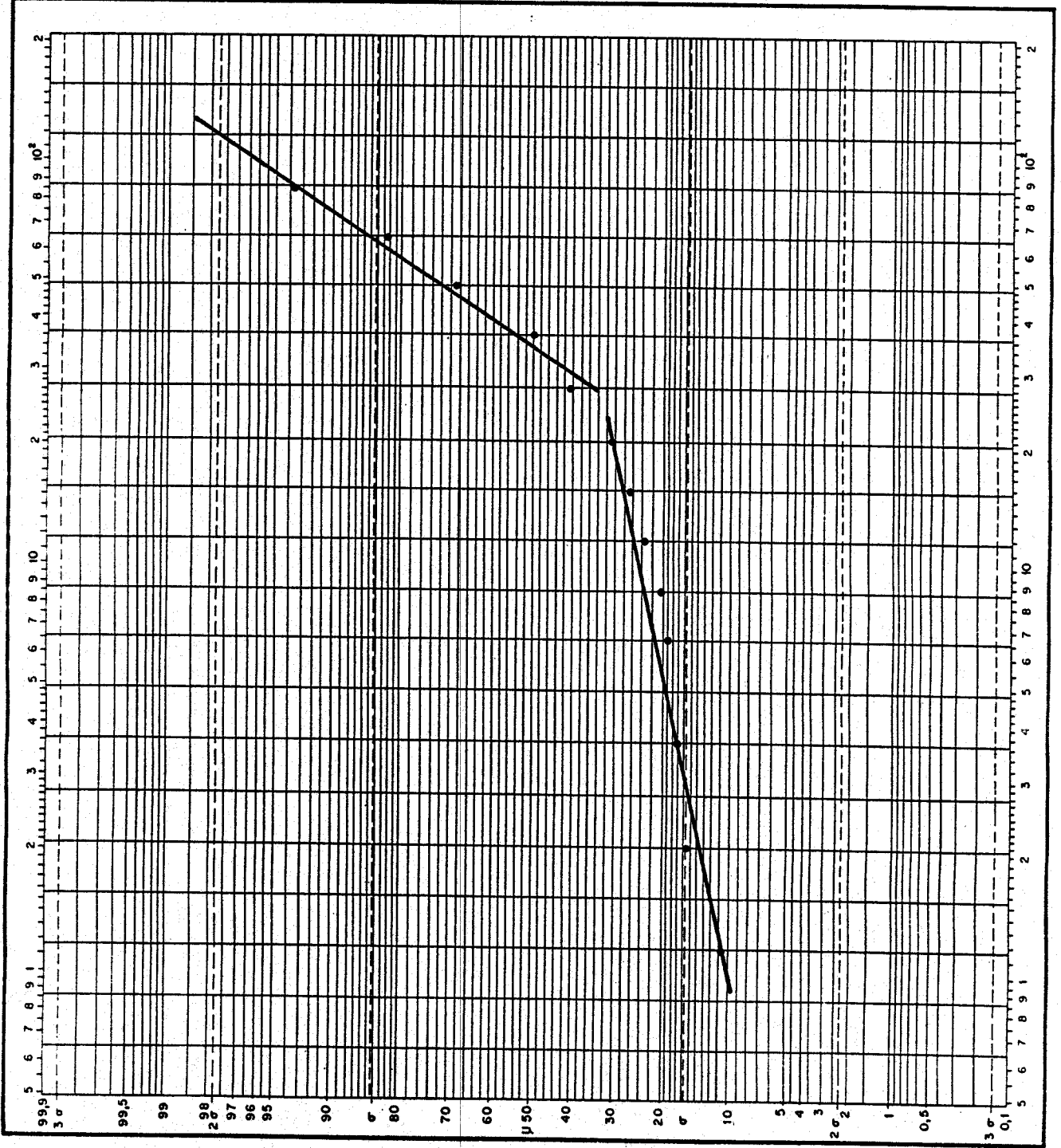


Fig. 7

TABLA 4

DISTRIBUCION EN INTERVALOS DEL CONTENIDO DE NO3- (mg/l)

CUENCA : EBRO
S. ACUIFERO : 62 (TERRAZAS ALUV. EBRO-AFLU.)
CAMPANA : 1987/1

[NO3-] <= 25

N°REGISTRO	NATURALEZA	USO	N°REGISTRO	NATURALEZA	USO
1	271070002	*	2	271070003	*
3	271110001	*	4	271150006	*
5	271230002	*	6	281450041	SONDEO INDUSTRIA
7	281450060	SONDEO ABTO. NO URBANO	8	281510077	SONDEO INDUSTRIA
9	281520006	SONDEO INDUSTRIA	10	281560013	SONDEO INDUSTRIA
11	310980002	*	12	311040010	*
13	311170001	*	14	311230001	SONDEO ABASTECIMIENTO URBANO
15	311240006	*	16	311280006	*
17	311570005	MANANTIAL ABTO. NO URBANO	18	311670001	POZO AGRICULTURA
19	321080001	*	20	321110004	*
21	321120001	*	22	321250007	*
23	321250008	*	24	321250009	*
25	321480002	POZO ABTO. NO URBANO	26	321550005	MANANTIAL ABTO. NO URBANO

Total de muestras 26

25 < [NO3-] <= 50

N°REGISTRO	NATURALEZA	USO	N°REGISTRO	NATURALEZA	USO
1	261170002	*	2	261440013	MANANTIAL NO SE UTILIZA
3	271410008	MANANTIAL DESCONOCIDO	4	271410011	MANANTIAL DESCONOCIDO
5	271460012	SONDEO ABASTECIMIENTO Y AGRIC.	6	271460026	POZO INDUSTRIA
7	271470041	POZO INDUSTRIA	8	271470052	POZO INDUSTRIA
9	271480014	POZO INDUSTRIA	10	271530032	SONDEO INDUSTRIA
11	271530037	SONDEO ABTO. NO URBANO	12	281410014	POZO ABTO. NO URBANO
13	281450025	SONDEO ABASTECIMIENTO E INDUS.	14	311450003	POZO GANADERIA
15	311630004	MANANTIAL NO SE UTILIZA	16	321210001	*
17	321440007	MANANTIAL NO SE UTILIZA	18	321550004	POZO GANADERIA

Total de muestras 18

50 < [NO3-] <= 100

N°REGISTRO	NATURALEZA	USO	N°REGISTRO	NATURALEZA	USO
1	261240002	*	2	261320001	POZO INDUSTRIA
3	261360007	POZO GANADERIA	4	261370011	MANANTIAL AGRICULTURA
5	261380013	SONDEO ABTO. NO URBANO	6	261440006	POZO CON TALADROS HORIZ. ABTO. NO URBANO
7	271220001	*	8	271460036	POZO ABTO. NO URBANO
9	281410001	SONDEO ABTO. NO URBANO	10	281410019	SONDEO ABTO. NO URBANO
11	281450012	POZO AGRICULTURA	12	281510031	SONDEO INDUSTRIA
13	281510057	*	14	281520003	MANANTIAL DESCONOCIDO
15	281640003	SONDEO GANADERIA	16	311350003	POZO GANADERIA
17	311350004	MANANTIAL NO SE UTILIZA	18	321520001	POZO DESCONOCIDO

Total de muestras 18

[NO3-] > 100

N°REGISTRO	NATURALEZA	USO	N°REGISTRO	NATURALEZA	USO
1	261370012	POZO INDUSTRIA	2	271210001	*

Total de muestras 2

	<u>NO₃⁻</u> <u>(ppm)</u>
261380013	56
261440006	54
271460036	51
281410001	95
281410019	63

Como se verá en el siguiente apartado, todos ellos presentan una secuencia analítica que demuestra una contaminación persistente, que en numerosas ocasiones ha superado los niveles actuales. En consecuencia debería desestimarse totalmente su empleo para el consumo humano.

La situación de los puntos se refleja en los planos 5 (tramo Cortes-Gelsa) y 6 (tramo cursos bajos del Cinca-Segre). Al primero de ellos corresponde la mayor densidad de muestras, suficiente para poner de manifiesto el nivel de contaminación del acuífero. Las zonas más afectadas son básicamente dos:

- A. Tramo Cortes-Pedrola
- B. Tramo Villanueva de Gállego-Pastriz

Aunque en menor medida, el sector comprendido entre ambos también presenta indicios de contaminación, con casi la totalidad de los puntos por encima de las 25 ppm.

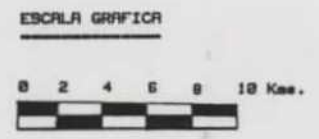
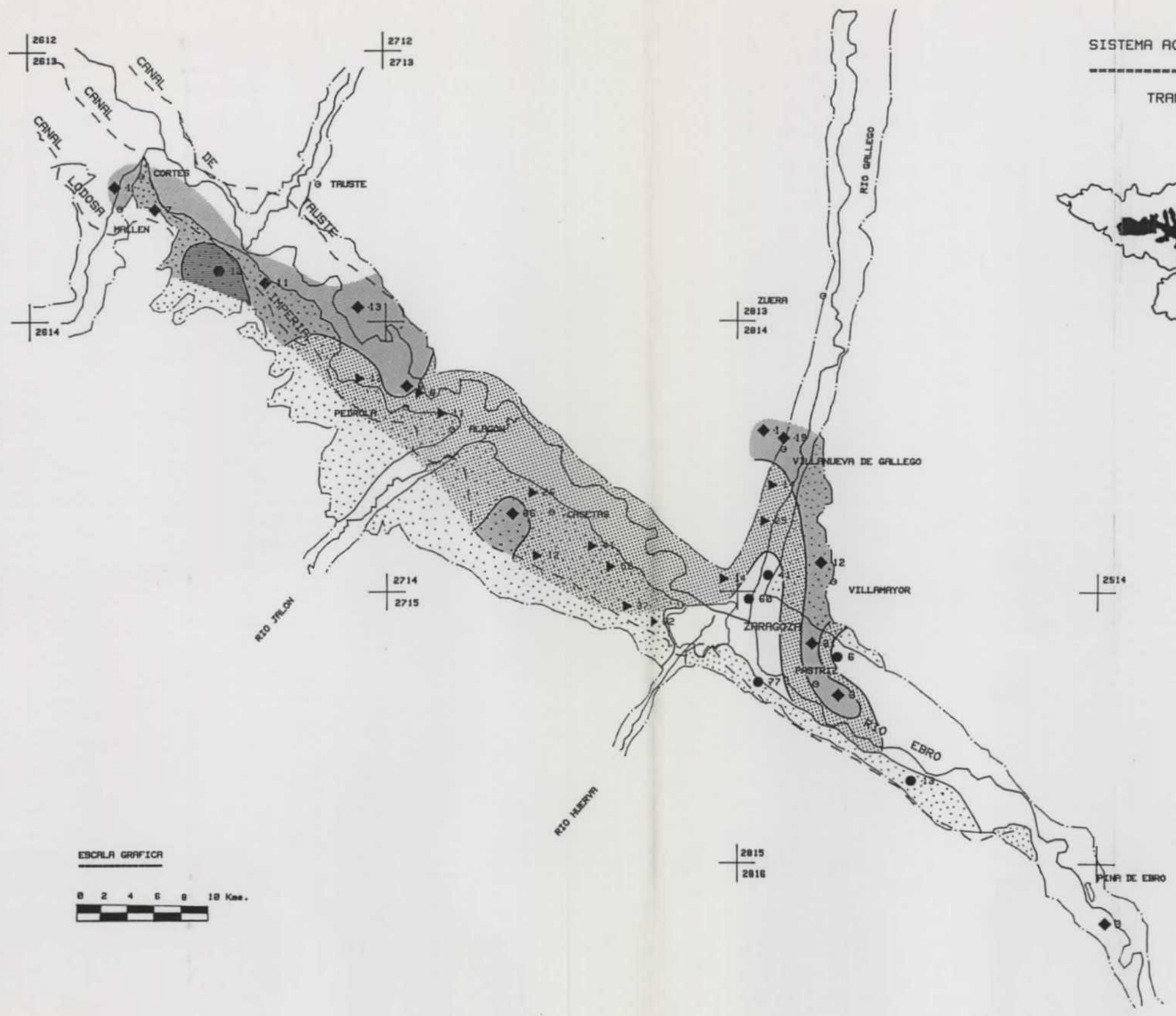
En lo que respecta al tramo Cursos bajos del Cinca-Segre (plano 6), los puntos de control se limitan a algunos tramos de los aluviales, aguas abajo de las siguientes localidades:

Aluvial del río Cinca

		<u>USO</u>	<u>NO₃⁻</u> <u>(ppm)</u>
A. Monzón	311350003	Ganadería	74
	311350004	No se utiliza	59
B. Fraga	311570005	Abto. no urbano	23
	311630004	No se utiliza	48
	311670001	Agricultura	13

SISTEMA ACUIFERO N° 62 : ALUVIAL DEL EBRO

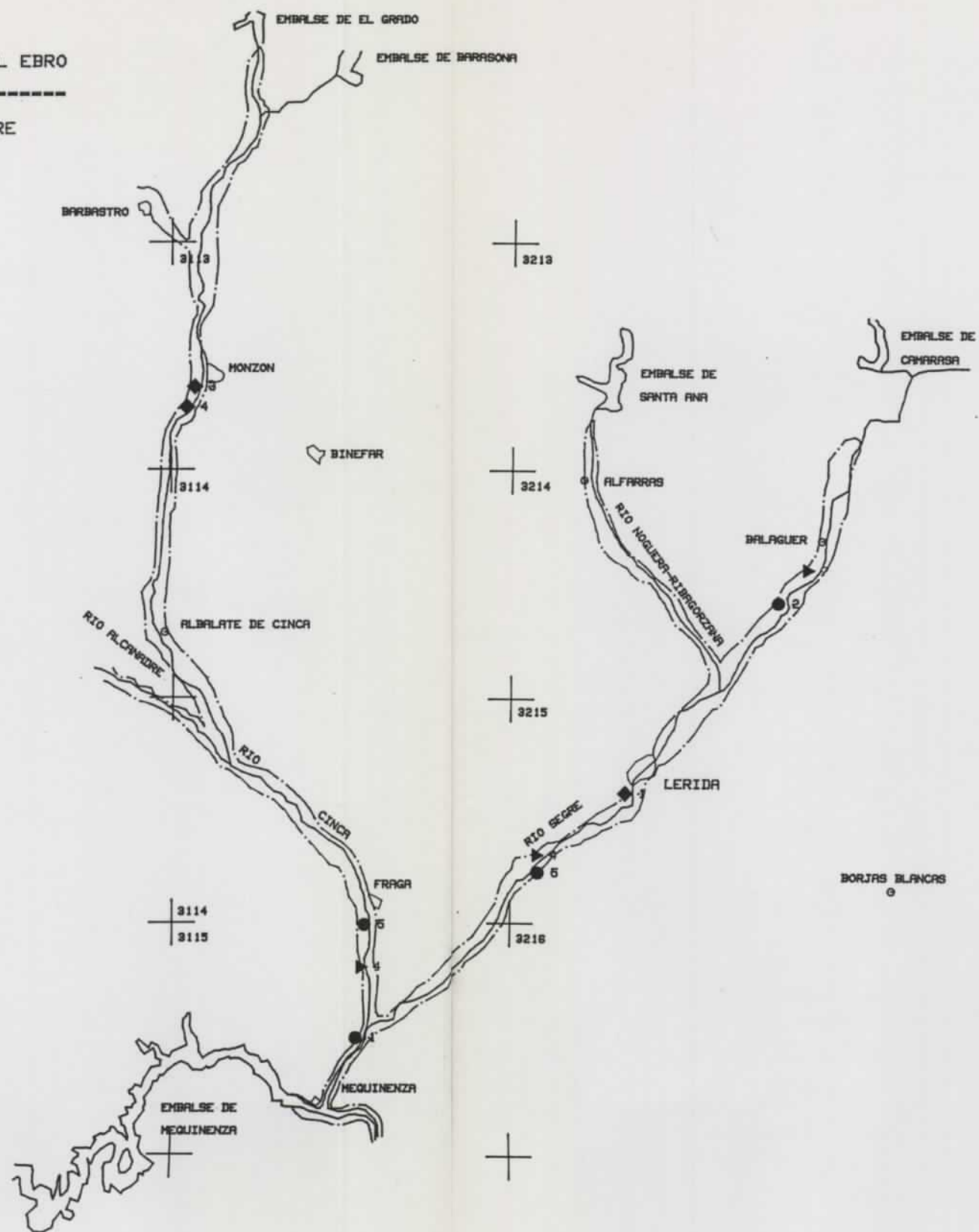
TRAMO CORTES - GELSA



- LEYENDA
- <25 mg/l NO₃⁻
 - ▶ 25-50 mg/l NO₃⁻
 - ◆ 50-100 mg/l NO₃⁻
 - >100 mg/l NO₃⁻
 - Límite de S. Acuífero
 - ▨ Terrazas Altas

SISTEMA ACUIFERO N° 62 : ALUVIAL DEL EBRO

TRAMO CURSOS BAJOS DEL CINCA - SEGRE



- LEYENDA
- <-25 mg/l NO₃⁻
 - ▶ 25-50 mg/l NO₃⁻
 - ◆ 50-100 mg/l NO₃⁻
 - >100 mg/l NO₃⁻
 - Límite de S. Acuífero

Aluvial del río Segre

		<u>USO</u>	<u>NO₃⁻</u> <u>(ppm)</u>
C. Balaguer	321440007	No se utiliza	39
	321480002	Abto. no urbano	5
D. Lérida	321520001	Desconocido	75
	321550004	Ganadería	36
	321550005	Abto. no urbano	23

Como se observa en la relación precedente, la zona más afectada corresponde al aluvial del Cinca, aguas abajo de la localidad de Monzón, y al del Segre, aguas abajo de Lérida. En principio los 3 puntos clasificados como "abastecimiento no urbano" se mantienen por debajo del límite tolerable.

ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN TEMPORAL: PREVISIONES

En el anexo 4 se refleja la distribución porcentual en los intervalos de referencia de las muestras correspondientes a la serie analítica disponible. Esta última comprende un total de 16 campañas (período 1976-1987) y 703 determinaciones, con un rango de concentraciones de 0-255 mg/l NO₃⁻.

El análisis estadístico resulta aplicable en 12 campañas, cuyos resultados se recogen en el anexo 3. Los valores de μ , $\mu+\sigma$ y $\mu+2\sigma$ deducidos de las rectas de regresión, se representan de forma comparada en la fig. 8, con el fin de determinar la evolución del fondo geoquímico y umbrales de anomalía de la especie NO₃⁻ en el Sistema. Las variaciones puestas de manifiesto en la Figura se presentan a continuación (los valores del límite superior de fondo $-\mu+\sigma-$ corresponden a las campañas que representan los extremos de cada período).

<u>INCREMENTOS</u>	<u>$\mu+\sigma$</u> <u>(ppm)</u>	<u>DISMINUCIONES</u>	<u>$\mu+\sigma$</u> <u>(ppm)</u>
80/1-81/2	64-82	81/2-82/2	82-62
82/2-83/1	62-105	83/1-85/1	105-62
85/1-85/2	62-102	85/2-86/1	102-55
86/1-87/1	55-63		

CUENCA DEL EBRO

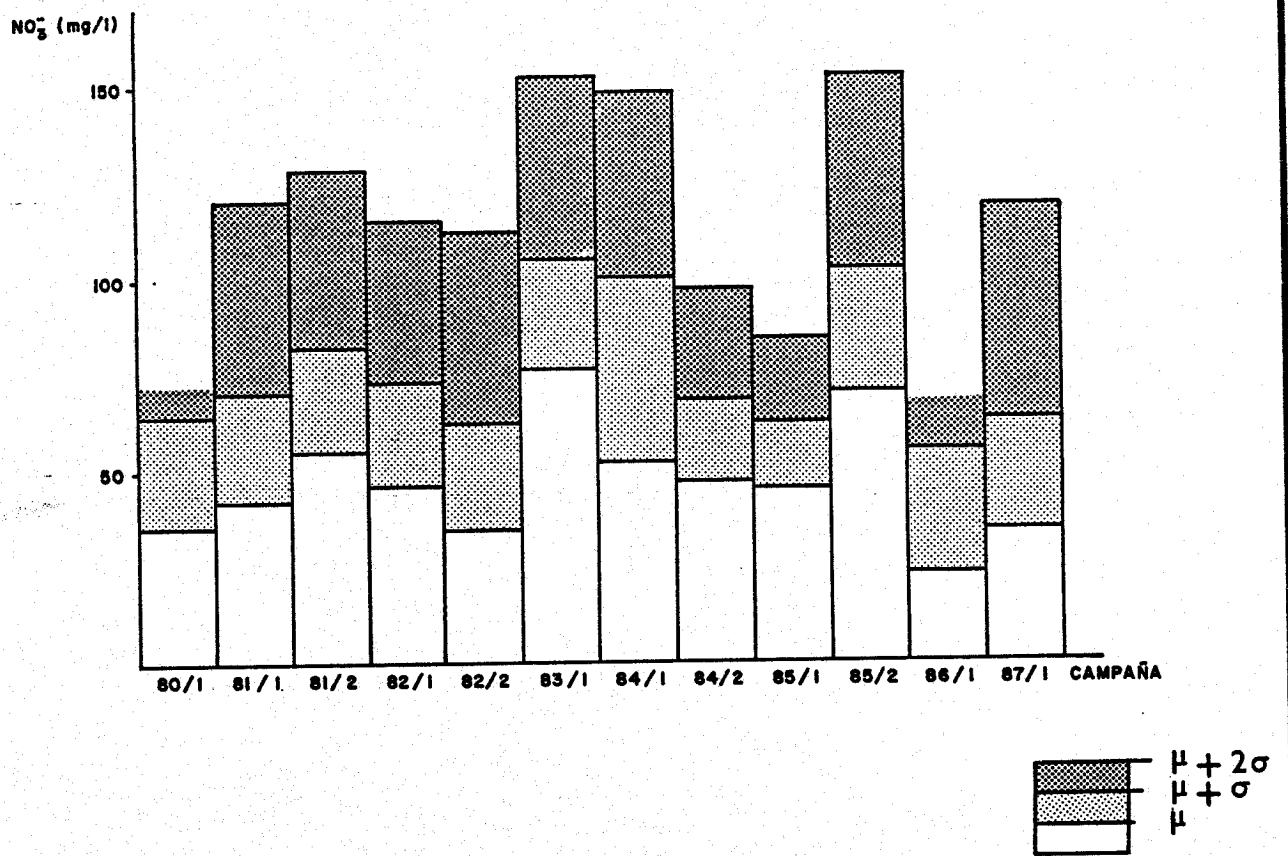


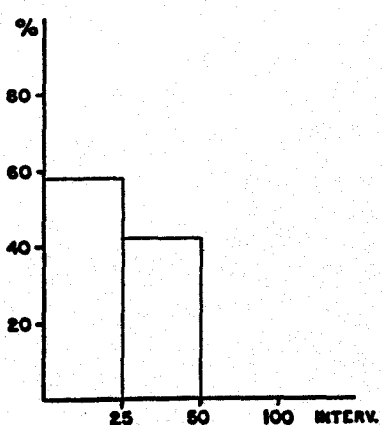
Fig. 8.- Evolución del contenido de NO₃⁻ en el Sistema Acuífero nº 62

De estos resultados se deduce que no existe una tendencia definida a lo largo de la serie. Tampoco se observa una variación regular entre las campañas 1 y 2 de cada período anual. Esta diversidad de comportamiento se manifiesta igualmente en las distribuciones porcentuales del anexo 4 y sus representaciones gráficas (fig. 9). En tales circunstancias no se puede prever con certeza el comportamiento futuro del Sistema. No obstante, lo que sí se constata a través de estos resultados es que el fondo geoquímico engloba siempre el valor límite de 50 ppm. En consecuencia, dentro del período estudiado (1980-87), la mejor de las campañas en lo que a calidad se refiere (86/1) sigue evidenciando una importante presencia de nitratos. Ello supone que, desde el punto de vista sanitario, persiste una situación desfavorable que se traduce en un fondo geoquímico elevado y por tanto, un nivel de calidad del agua subterránea deficiente.

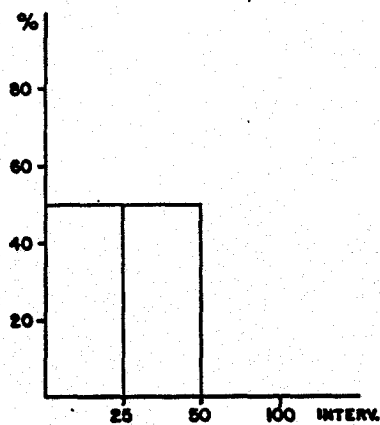
GRAFICAS DE DISTRIBUCION PORCENTUAL EN INTERVALOS DEL CONTENIDO DE NITRATOS

CUENCA: EBRO

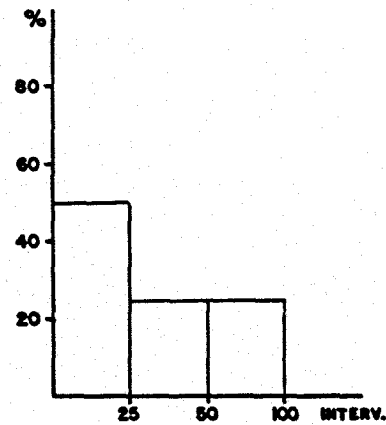
S. ACUIFERO: 62



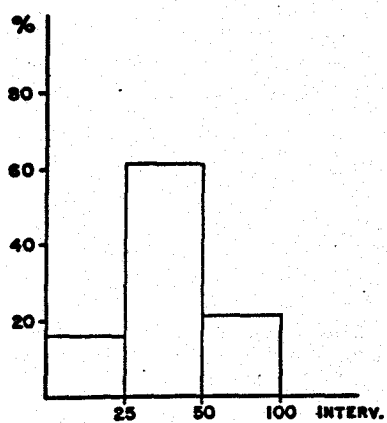
76/I



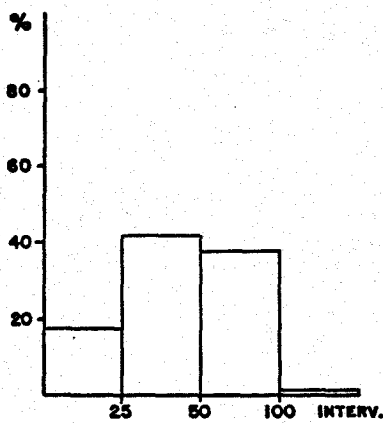
77/I



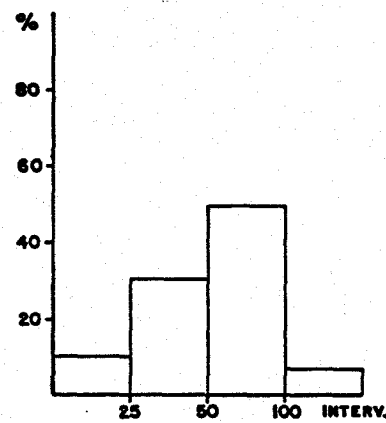
79/I



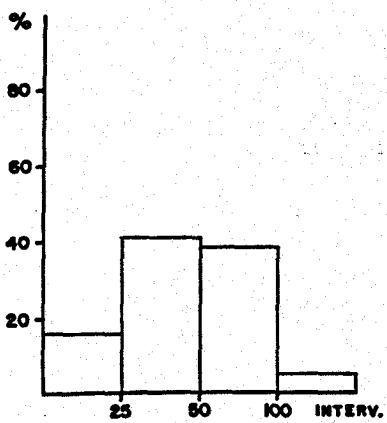
80/I



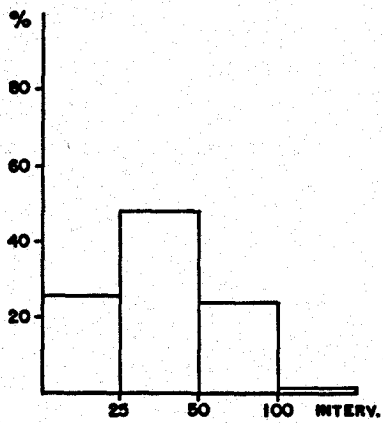
81/I



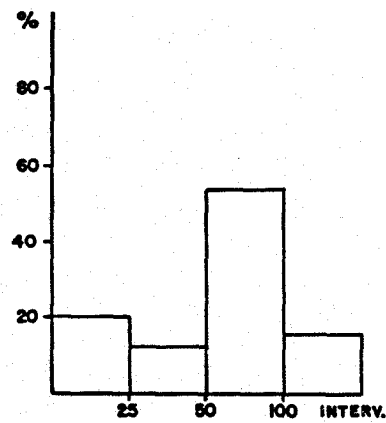
81/II



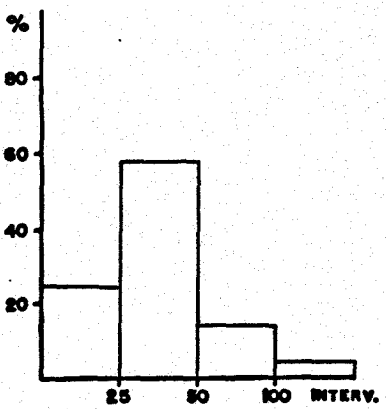
82/I



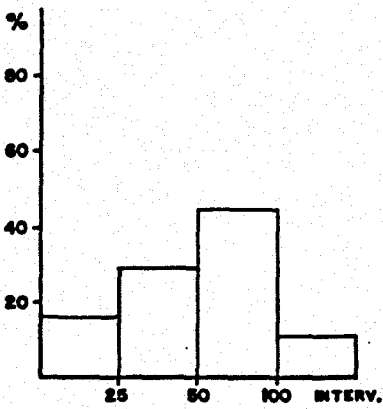
82/II



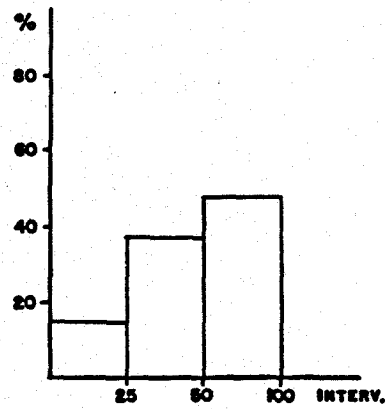
83/I



83/II



84/I

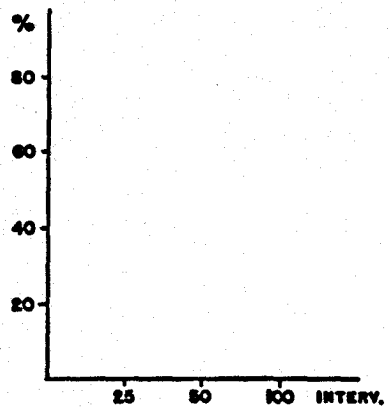
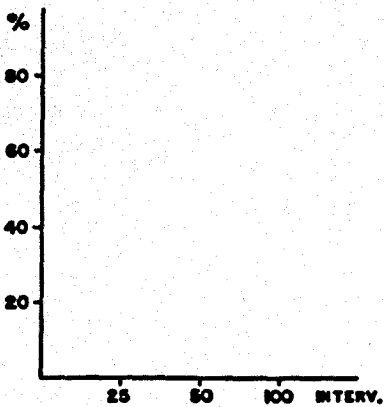
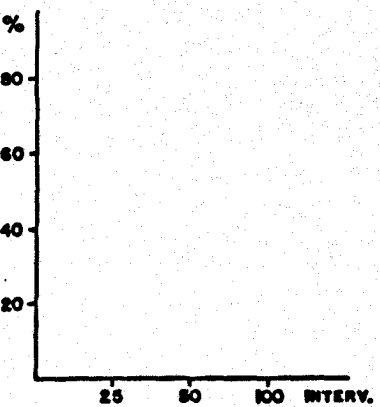
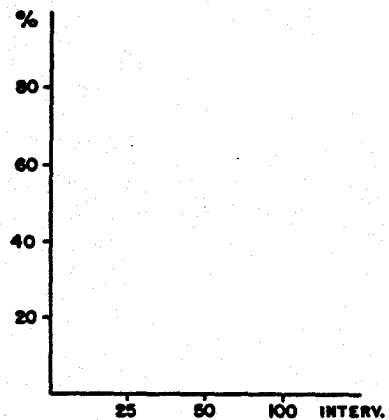
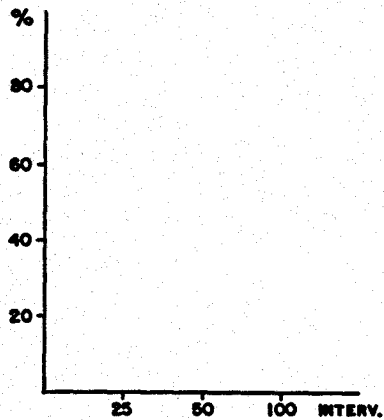
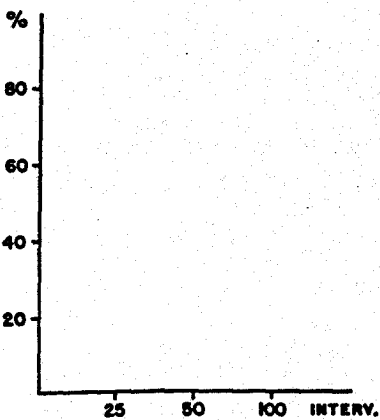
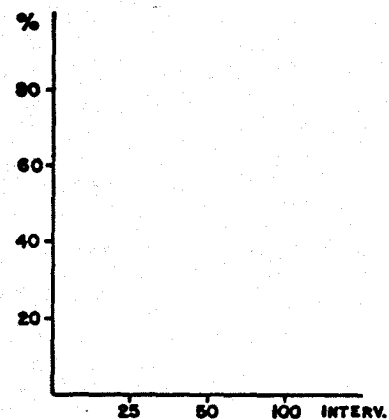
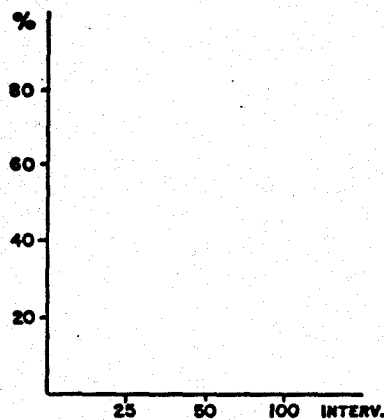
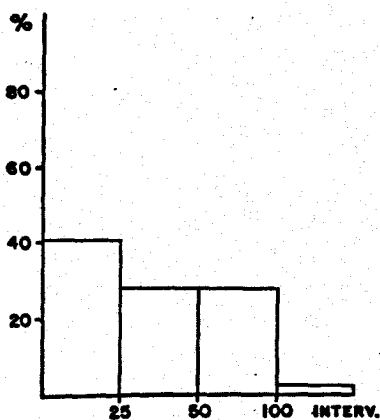
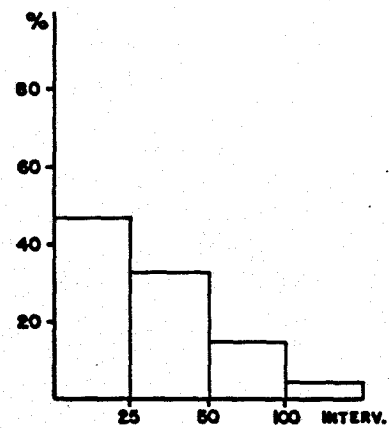
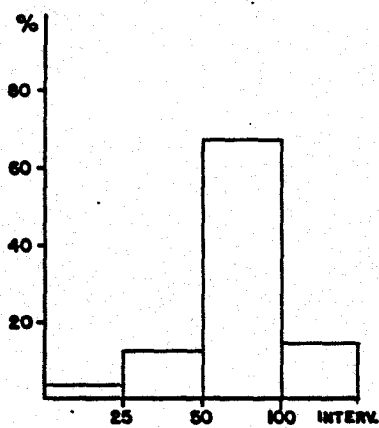
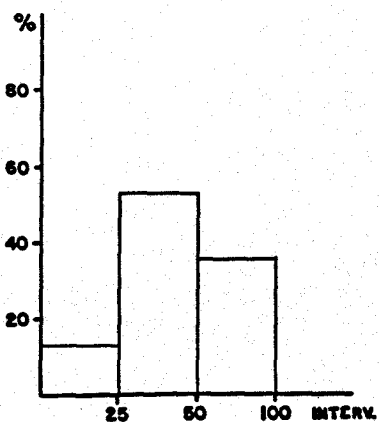


84/II

GRAFICAS DE DISTRIBUCION PORCENTUAL EN INTERVALOS DEL CONTENIDO DE NITRATOS

CUENCA: EBRO

S. ACUIFERO: 62



5.- SISTEMA ACUÍFERO Nº 55

**MESOZOICO CALIZO DEL MAESTRAZGO Y
PLIOCUATERNARIO DE VINAROZ**

DESCRIPCIÓN, SITUACIÓN ACTUAL Y EVOLUCIÓN

El Sistema 55 tiene una extensión de 10.000 Km², de los que 2.500 Km² pertenecen a la Cuenca del Ebro y el resto a la del Júcar. En todos los estudios del IGME disponibles se encuentra enmarcado en esta última. Sin embargo en la Base de Datos de Aguas se incluyen 5 puntos de la red de control de calidad de este Sistema en la Cuenca del Ebro, en concreto los siguientes:

	<u>NATURALEZA</u>	<u>USO</u>
312140018	Sondeo	Abto. no urbano
312180004	Pozo	Abto. no urbano
312180035	Pozo con gal.	Agricultura
322120024	Pozo con sondeo	Abto. no urbano
322150012	Pozo	Agricultura

Los anexos 1 y 2 recogen respectivamente los datos de inventario y las determinaciones de nitratos realizadas durante el periodo 1976-1987. Desde 1983 hasta la última campaña disponible (86/1), se analizan únicamente los puntos 312180004 y 322120024, por lo que resulta muy difícil juzgar la calidad actual del agua en este área del Sistema con tan escasa información. En estas condiciones, el análisis más exhaustivo que puede realizarse consiste en el examen de las gráficas de evolución individual de cada punto, incluidas en el anexo 5 y representadas para facilitar su consulta en la fig. 10. La falta de homogeneidad de los datos es evidente, por lo que resulta imposible definir una tendencia común.

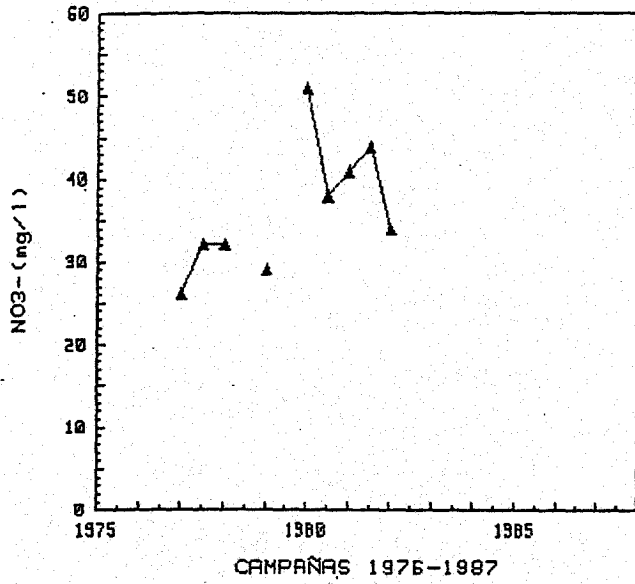
Como se observa en el anexo 4, el valor máximo de la serie analítica es de 92 mg/l NO₃⁻ (82/1). Los puntos de análisis más reciente (campaña 86/1) presentan unas concentraciones de 53 ppm (312180004) y 37 ppm

GRAFICAS DE EVOLUCION DEL CONTENIDO

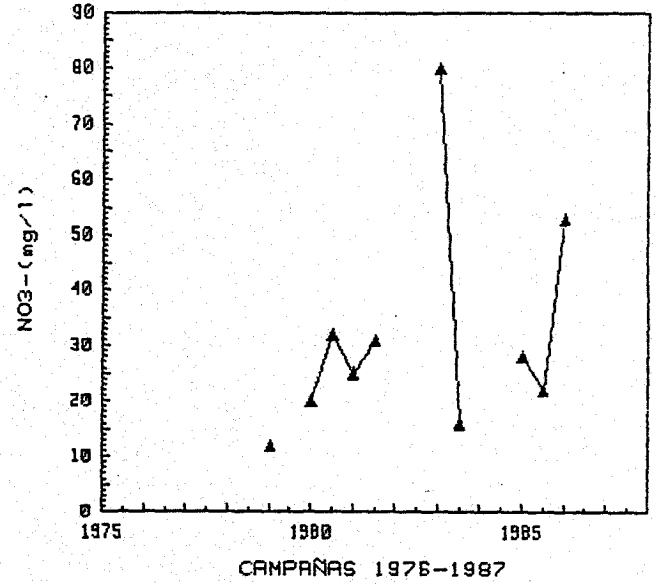
DE NO₃- (mg/l)

CUENCA : ERRO
S. ACUIFERO : 53 (MESOZ. CAL. MAESTRAZGO...)

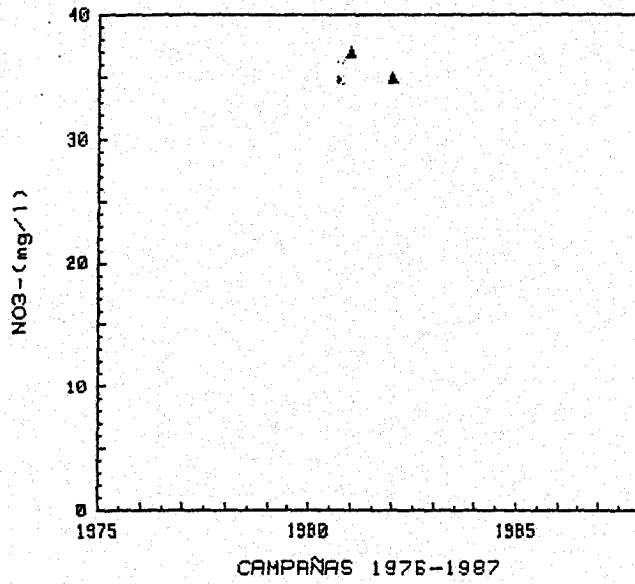
312140018



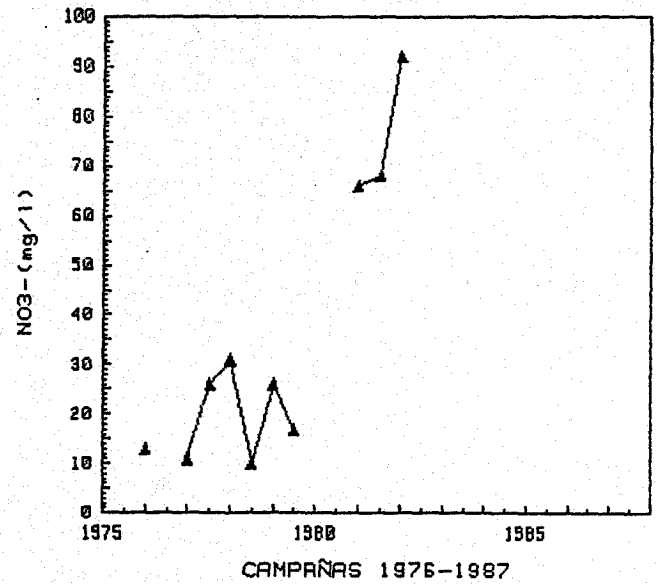
312180004



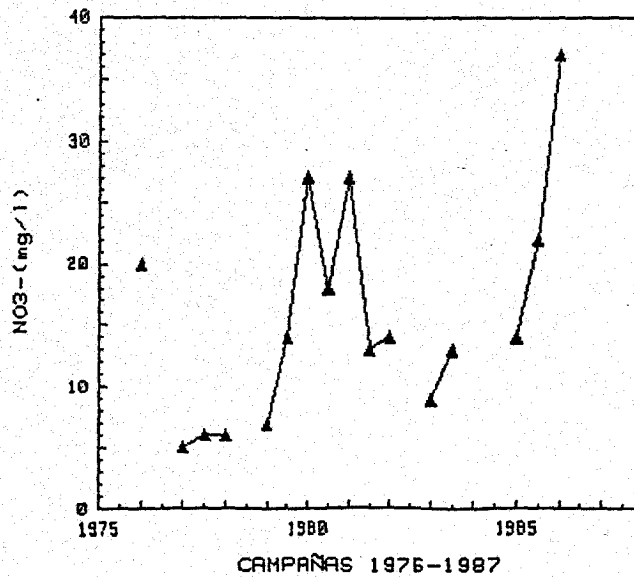
312180035



322150012



322120024



(322120024). El primero de ellos supera el límite tolerable (50 ppm), y además está clasificado como abastecimiento, por lo que requiere especial vigilancia.

6.- SISTEMA ACUÍFERO Nº 59

MESOZOICO DE LOS PUERTOS DE BECEITE

El control del Sistema 59 a través de redes de calidad se realizó únicamente durante las campañas 81/1, 81/2 y 83/1, con los resultados que se indican a continuación:

N° REGIS. SA	NATURALEZA	USO	81I	81II	83I
1 302030003	59 MANANTIAL	NO SE UTILIZA	83	69	94
2 302070001	59 MANANTIAL	ABTO. NO URBANO	0	*	2
3 311880007	59 MANANTIAL	ABTO. NO URBANO	5	*	7
4 311940003	59 MANANTIAL	ABASTECIMIENTO Y AGRIC.	1	14	3
5 311960001	59 MANANTIAL	NO SE UTILIZA	4	0	25
6 311970004	59 MANANTIAL	ABTO., AGRIC. E INDUST.	0	*	1
7 312020004	59 MANANTIAL	AGRICULTURA	0	0	1
8 312030001	59 MANANTIAL	ABTO. NO URBANO	0	*	1

Obviamente, con esta información resulta imposible evaluar tanto la situación actual como la evolución temporal del contenido de nitratos del Sistema.

Aunque se desconocen las razones que motivaron la interrupción del muestreo, existen otras que en principio sugieren una reanudación del mismo. Entre ellas cabe citar la existencia de algunas industrias (química de Flix, nuclear de Ascó, vinícolas, curtidos, etc.), así como un uso efectivo del agua subterránea que se cifra en 15,5 hm³/año, aproximadamente un 31% de la demanda total [IGME(1), 1985].

7.- SISTEMAS ACUÍFEROS N° 65 y 67

- PALEOCENO DEL CONDADO DE TREVINO-MESOZOICO DE LA SIERRA DE CANTABRIA.
- SINCLINAL DE JACA

La información disponible sobre los Sistemas 65 y 67 se limita a un único punto y su análisis en el primero (220940006, 1 mg/l en 84/1), y a los siguientes valores en el segundo:

N° REGIS. SA	NATURALEZA	USO	B2I	B4I
1 281080002 67	MANANTIAL	ABASTECIMIENTO Y AGRIC.	*	0
2 290840002 67	MANANTIAL	AGUA MIN.-MED.NO ENVAS.	*	0
3 291120005 67	MANANTIAL	DESCONOCIDO	0	*
4 291180001 67	MANANTIAL	ABTO. NO URBANO	36	*
5 291180002 67	MANANTIAL	NO SE UTILIZA	*	0
6 301120002 67	MANANTIAL	NO SE UTILIZA	0	*
7 301130007 67	SONDEO	ABTO. NO URBANO	0	*
8 301170004 67	MANANTIAL	ABTO. NO URBANO	*	10
9 301170005 67	MANANTIAL	DESCONOCIDO	0	*

Obviamente no resulta posible elaborar una interpretación coherente con un número de datos tan reducido. Cabe solamente comentar que los resultados expuestos sugieren que la presencia de nitratos en el Sistema 67 aparentemente no revestía problema alguno en el último período muestreado (1984).

8.- SISTEMA ACUÍFERO Nº 68

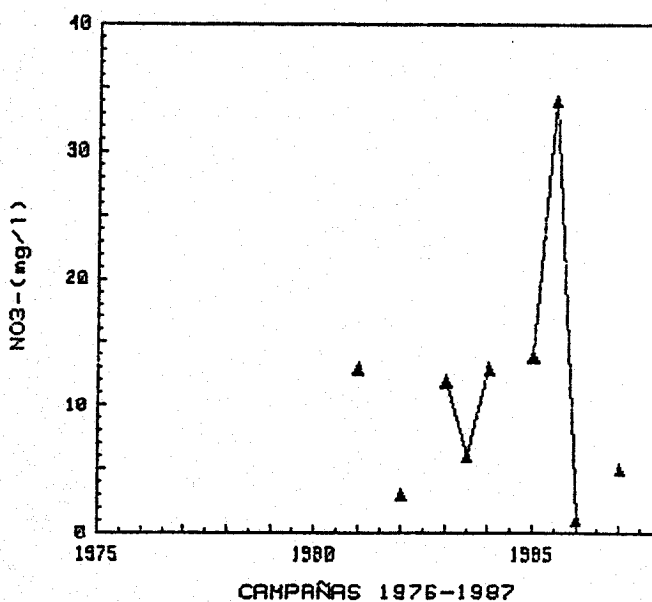
SINCLINAL DE TREMP

El Sistema 68 tiene una extensión de 5.000 Km², pertenecientes a las provincias de Huesca y Lérida.

Se trata de una acuífero carbonatado, formado por calizas y dolomías del Jurásico y Cretácico. Los recursos subterráneos estimados ascienden a 527 hm³/año [IGME(1), 1985].

Unicamente se dispone de los análisis correspondientes al punto 331350002, cuyos resultados y evolución se incluyen a continuación:

<u>Campaña</u>	<u>NO₃⁻ (mg/l)</u>
81/1	13
82/1	3
83/1	12
83/2	6
84/1	13
85/1	4
85/2	34
86/1	1
87/1	5



La muestra mantiene una buena calidad media, con la única excepción del valor correspondiente a 1985/1 (34 mg/l). Es evidente que tales características no son extrapolables a la totalidad del Sistema.

9.- SÍNTESIS GENERAL

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El balance general de la situación de la Cuenca respecto a la presencia de la especie NO_3^- en las aguas subterráneas, corresponde básicamente con la de los Sistemas 57, 58 y 62, puesto que entre ellos reúnen el 92% de los puntos de control y el 95% de las determinaciones.

La situación actual de la Cuenca, referida a los resultados de la campaña 1987/1, puede definirse mediante los siguientes parámetros característicos:

Nº total de análisis.....	179
Nº muestras de conc. inferior a 50 mg/l NO_3^- ...	147 (82% del total)
Nº muestras de conc. superior a 50 mg/l NO_3^- ...	32 (18% del total)
Nº puntos destinados a abastecimiento (incluidos abtos. no urbanos).....	90
Nº abtos. de conc. superior a 50 mg/l NO_3^-	5
Conc. máxima de la campaña.....	113 mg/l

La tabla 5 incluye una relación pormenorizada de las muestras de la campaña 87/1, distribuidas en los intervalos de referencia fijados en el Proyecto. El porcentaje de las mismas correspondiente a cada uno de ellos es el siguiente:

< 25 mg/l NO_3^-	49%	(88 muestras)
25-50 " "	33%	(59 ")
50-100 " "	17%	(30 ")
>100 " "	1%	(2 ")

TABLA 5

DISTRIBUCION EN INTERVALOS DEL CONTENIDO
DE NO₃- (mg/l)

UBICACION : EBRO
CAMPAÑA : 1987/1

[NO₃-] <= 25

N°REGISTRO	NATURALEZA	USO	N°REGISTRO	NATURALEZA	USO
1	241780002	*	2	251810001	MANANTIAL
3	251880002	SONDEO	4	261910005	SONDEO
5	261910028	MANANTIAL	6	261960019	MANANTIAL
7	261970008	MANANTIAL	8	261970009	*
9	261970012	SONDEO	10	261970016	*
11	262060003	MANANTIAL	12	262130003	SONDEO
3	262130014	SONDEO	14	262130019	SONDEO
5	262170023	SONDEO	16	262170035	SONDEO
17	262170037	SONDEO	18	262230001	POZO CON GALER. O TALAD.
19	262230008	SONDEO	20	262230017	SONDEO
21	262240035	SONDEO	22	251360001	*
23	251420001	MANANTIAL	24	251420003	*
25	251420014	*	26	251430001	*
27	251430002	MANANTIAL	28	251440003	*
29	251440010	*	30	251440011	MANANTIAL
31	251440014	*	32	251440015	*
33	251440045	*	34	251730001	*
35	251730004	*	36	251730036	*
37	251740021	*	38	261620006	SONDEO
39	261620014	MANANTIAL	40	261620021	SONDEO
41	261620025	SONDEO	42	261630031	MANANTIAL
43	261640002	SONDEO	44	261670001	SONDEO
45	261680016	*	46	261680020	SONDEO
47	261680026	SONDEO	48	261680027	SONDEO
49	261680029	SONDEO	50	261680065	*
51	261680066	*	52	261740002	SONDEO
53	261750002	*	54	261840008	*
55	271560011	*	56	271620020	*
57	271660011	*	58	271720005	*
59	281720003	*	60	281720005	*
61	281880001	MANANTIAL	62	271070002	*
63	271070003	*	64	271110001	*
45	271150006	*	66	271230002	*
67	281450041	SONDEO	68	281450060	SONDEO
69	281510077	SONDEO	70	281520006	SONDEO
71	281560013	SONDEO	72	310980002	*
73	311040010	*	74	311170001	*
75	311230001	SONDEO	76	311240006	*
77	311280006	*	78	311570005	MANANTIAL
79	311670001	POZO	80	321080001	*
81	321110004	*	82	321120001	*
83	321250007	*	84	321250008	*
85	321250009	*	86	321480002	POZO
87	321550005	MANANTIAL	88	331350002	MANANTIAL

Total de muestras 88

TABLA 5 (Cont.)

DISTRIBUCION EN INTERVALOS DEL CONTENIDO DE NO₃- (mg/l)

UBIENCA : EBRO
CAMPAÑA : 1987/1

25 < [NO₃-] <= 50

N°REGISTRO	NATURALEZA	USO	N°REGISTRO	NATURALEZA	USO
1	251820002	MANANTIAL	2	251820003	MANANTIAL
3	251830002	POZO	4	251870001	SONDEO
5	251940001	MANANTIAL	6	261910034	MANANTIAL
7	261950001	POZO	8	261960001	SONDEO
9	261960013	MANANTIAL	10	261970018	SONDEO
11	262020006	SONDEO	12	262020009	*
13	262030001	MANANTIAL	14	262030024	POZO
15	262070029	SONDEO	16	262070031	*
17	262130006	SONDEO	18	262130007	SONDEO
19	262130028	SONDEO	20	262170010	SONDEO
21	262240002	*	22	262240019	SONDEO
23	251730048	*	24	251740001	*
25	251780002	MANANTIAL	26	261620016	SONDEO
27	261630054	SONDEO	28	261640011	SONDEO
29	261670010	SONDEO	30	261680006	SONDEO
31	261680018	SONDEO	32	261680024	POZO
33	261750007	*	34	261840012	*
35	271570005	*	36	271620001	*
37	271620004	MANANTIAL	38	281620001	MANANTIAL
39	281730003	*	40	281860005	MANANTIAL
41	281860006	SONDEO	42	261170002	*
43	261440013	MANANTIAL	44	271410008	MANANTIAL
45	271410011	MANANTIAL	46	271460012	SONDEO
47	271460026	POZO	48	271470041	POZO
49	271470052	POZO	50	271480014	POZO
51	271530032	SONDEO	52	271530037	SONDEO
53	281410014	POZO	54	281450025	SONDEO
55	311450003	POZO	56	311630004	MANANTIAL
57	321210001	*	58	321440007	MANANTIAL
59	321550004	POZO			

Total de muestras 59

50 < [NO₃-] <= 100

N°REGISTRO	NATURALEZA	USO	N°REGISTRO	NATURALEZA	USO
1	261910001	SONDEO	2	261910012	POZO
3	261910016	POZO	4	261910017	MANANTIAL
5	261920001	POZO	6	262030008	POZO
7	262240008	POZO CON SONDEO	8	261630011	SONDEO
9	261630025	SONDEO	10	261680013	POZO
11	261680021	POZO	12	281710019	*
13	261240002	*	14	261320001	POZO
15	261360007	POZO	16	261370011	MANANTIAL
17	261380013	SONDEO	18	261440006	POZO CON TALADROS HORIZ.
19	271220001	*	20	271460036	POZO
21	281410001	SONDEO	22	281410019	SONDEO
23	281450012	POZO	24	281510031	SONDEO
25	281510057	*	26	281520003	MANANTIAL
27	281640003	SONDEO	28	311350003	POZO
29	311350004	MANANTIAL	30	321520001	POZO

Total de muestras 30

TABLA 5 (Cont.)

DISTRIBUCION EN INTERVALOS DEL CONTENIDO
 DE NO₃- (mg/l)

CUENCA : EBRO
 CAMPAÑA : 1987/1

[NO₃-] >100

N°REGISTRO	NATURALEZA	USO	N°REGISTRO	NATURALEZA	USO
1 261370012	POZO	INDUSTRIA	2 271210001		
Total de muestras		2			

Luego el 18% de las muestras supera, en el contexto general de la Cuenca, el máximo tolerable de 50 ppm. La contribución de cada sistema acuífero a esta cifra sería la siguiente:

	<u>% muestras ≤50 ppm</u>	<u>% muestras >50 ppm</u>	<u>nº muestras >50 ppm</u>	<u>nº muestras campaña 87/1</u>
S. A. nº 57	86	14	7	50
S. A. nº 58	93	7	5	64
S. A. nº 62	69	31	30	64

TOTAL: 32 muestras.

De acuerdo con estos resultados, el sistema más afectado sería el nº 62 (Aluvial del Ebro y afluentes).

En lo que respecta a abastecimientos, la tabla 6 refleja una relación de todos los puntos clasificados como tales en el inventario (anexos). Hay que señalar que con la calificación de "abto. urbano" figura solamente el punto 311230001 (S.A. nº 62). En los restantes, la información disponible no permite discernir cuáles de ellos tendrán como destino final el consumo humano. Una fracción importante de los mismos figura como "abto. no urbano", en cuyo caso probablemente se trate de pozos utilizados para uso individual de viviendas, en el que podría incluirse el de agua de bebida.

Solamente 5 de los 90 puntos de la relación mencionada (tabla 6) superan el máximo sanitariamente permisible de 50 ppm. Se trata de los siguientes.

	<u>S. A.</u>	<u>USO</u>	<u>NO₃⁻ (ppm)</u>
261910001	57	Abto. no urbano	56
261920001	57	Abto. no urbano	51
261380013	62	Abto. no urbano	56
281410001	62	Abto. no urbano	95
281410019	62	Abto. no urbano	63

Estas captaciones deberían ser objeto de especial vigilancia.

TABLA 6

CONTENIDO DE NO3- EN ABASTECIMIENTOS

==CUENCA DEL EBRO==

N° REGIS. SA	NATURALEZA	B7I	N° REGIS. SA	NATURALEZA	B7I
1	231810001 00 MANANTIAL	*	71	271470030 62 POZO	*
2	231810003 00 MANANTIAL	*	72	271530037 62 SONDEO	37
3	312140018 55 SONDEO	*	73	271540047 62 SONDEO	*
4	312180004 55 POZO	*	74	281410001 62 SONDEO	95
5	322120024 55 POZO CON SONDEO	*	75	281410014 62 POZO	43
6	231770001 57 MANANTIAL	*	76	281410019 62 SONDEO	63
7	231770003 57 MANANTIAL	*	77	281450013 62 POZO	*
8	231820008 57 MANANTIAL	*	78	281450025 62 SONDEO	38
9	231840003 57 MANANTIAL	*	79	281450060 62 SONDEO	0
10	241740008 57 MANANTIAL	*	80	281510021 62 SONDEO	*
11	251810001 57 MANANTIAL	17	81	281580001 62 SONDEO	*
12	251820003 57 MANANTIAL	27	82	311230001 62 SONDEO	2
13	251830002 57 POZO	43	83	311570005 62 MANANTIAL	23
14	251860002 57 MANANTIAL	*	84	321480002 62 POZO	5
15	251870001 57 SONDEO	35	85	321550005 62 MANANTIAL	23
16	251880002 57 SONDEO	9	86	281080002 67 MANANTIAL	*
17	251940001 57 MANANTIAL	28	87	290840002 67 MANANTIAL	*
18	251980004 57 POZO CON GALER. O TALAD.	*	88	291180001 67 MANANTIAL	*
19	261910001 57 SONDEO	56	89	301130007 67 SONDEO	*
20	261910028 57 MANANTIAL	24	90	301170004 67 MANANTIAL	*
21	261910034 57 MANANTIAL	27			
22	261920001 57 POZO	51			
23	261950001 57 POZO	44			
24	261960019 57 MANANTIAL	22			
25	262120001 57 MANANTIAL	*			
26	262140001 57 MANANTIAL	*			
27	262230001 57 POZO CON GALER. O TALAD.	19			
28	241580003 58 MANANTIAL	*			
29	251450001 58 MANANTIAL	*			
30	251610008 58 SONDEO	*			
31	251620003 58 MANANTIAL	*			
32	251620008 58 SONDEO	*			
33	251680002 58 SONDEO	*			
34	261410004 58 MANANTIAL	*			
35	261550001 58 MANANTIAL	*			
36	261560004 58 SONDEO	*			
37	261570010 58 SONDEO	*			
38	261570022 58 POZO CON GALER. O TALAD.	*			
39	261620024 58 SONDEO	*			
40	261640002 58 SONDEO	25			
41	261670001 58 SONDEO	12			
42	261680018 58 SONDEO	36			
43	261680020 58 SONDEO	16			
44	261710006 58 MANANTIAL	*			
45	261740002 58 SONDEO	10			
46	261760003 58 MANANTIAL	*			
47	261820002 58 POZO	*			
48	261830013 58 MANANTIAL	*			
49	271620004 58 MANANTIAL	34			
50	271740005 58 MANANTIAL	*			
51	271930001 58 MANANTIAL	*			
52	271980003 58 MANANTIAL	*			
53	272040005 58 MANANTIAL	*			
54	281620001 58 MANANTIAL	32			
55	281850004 58 SONDEO	*			
56	281860006 58 SONDEO	31			
57	291910002 58 POZO	*			
58	302070001 59 MANANTIAL	*			
59	311880007 59 MANANTIAL	*			
60	311940003 59 MANANTIAL	*			
61	311970004 59 MANANTIAL	*			
62	312030001 59 MANANTIAL	*			
63	261380013 62 SONDEO	56			
64	261440006 62 POZO CON TALADROS HORIZ.	54			
65	271420002 62 MANANTIAL	*			
66	271420006 62 PIEZOMETRO	*			
67	271460012 62 SONDEO	35			
68	271460015 62 SONDEO	*			
69	271460029 62 POZO	*			
70	271460036 62 POZO	51			

ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN TEMPORAL: PREVISIONES

La distribución porcentual y el número absoluto de muestras correspondientes a cada uno de los intervalos antes mencionados y todas las campañas, se recogen respectivamente en las tablas 7 y 8.

Como dato de referencia, considerando globalmente las 1.915 determinaciones de la serie se tendría:

<25	mg/l	NO ₃ ⁻	36%	(695	muestras)
25-50	"	"	35%	(680	")
50-100	"	"	25%	(471	")
>100	"	"	4%	(69	")

La evolución temporal experimentada puede visualizarse mediante el desdoblamiento de las tendencias individuales de cada uno de los intervalos citados, tal como se refleja en la fig. 11. En ella se incluyen solamente las campañas cuyo número de datos resulta comparable, resultando una serie que abarca los años 1981-87. Las variaciones experimentadas durante este período se caracterizan por una continua oscilación de la población de los intervalos, que en algunos casos podría asociarse al cambio estacional intercampaña. En estas condiciones parece probable que dicho comportamiento se mantenga. Los porcentajes máximo y mínimo de muestras superiores al límite tolerable (50 ppm) son respectivamente de 7% (83/2) y 57% (85/2) para el período citado. Ello indica el amplio margen de variabilidad del ión NO₃⁻ en el Sistema.

PROGRAMA DE ACTUACIONES

La variedad de situaciones que la presencia de nitratos en los acuíferos plantea a nivel de Cuenca, obliga a la adopción de medidas tanto preventivas como restrictivas y de recuperación, en función del área y la circunstancia consideradas.

Las actuaciones de naturaleza preventiva estarían dirigidas a zonas

TABLA 7

DISTRIBUCION PORCENTUAL EN INTERVALOS DEL CONTENIDO DE NITRATOS

CUENCA : EBRO

INTERVALO	76/1	76/2	77/1	77/2	78/1	78/2	79/1	79/2	80/1	80/2	81/1	81/2	82/1	82/2	83/1	83/2	84/1	84/2	85/1	85/2	86/1	86/2	87/1	87/2
<25 ppm	61	-	75	50	50	100	66	100	20	33	49	33	24	18	35	47	27	45	35	21	47	13	49	-
25-50 ppm	39	-	25	50	50	-	25	-	58	67	33	33	45	48	25	47	35	28	44	22	33	32	33	-
50-100 ppm	-	-	-	-	-	-	9	-	22	-	17	31	28	31	34	5	28	26	21	45	15	45	17	-
>100 ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	3	3	7	2	10	-	-	12	4	11	1	-
N° Muestras	28	-	8	4	4	2	44	3	45	3	224	181	152	106	153	133	150	121	102	82	72	119	179	-
Valor MAX.	35	-	31	32	32	11	99	17	71	38	124	142	141	332	159	178	255	96	96	210	113	277	113	-
Valor MIN.	1	-	5	6	4	10	1	8	4	18	0	0	0	0	0	0	0	1	0	11	1	11	0	-

Nº total de puntos.....: 347

Nº total de análisis.....: 1915

Valor máx. de la Cuenca.....: 332 ppm NO₃⁻

Valor mín. de la Cuenca.....: 0 ppm NO₃⁻

TABLA 8

DISTRIBUCION EN INTERVALOS DEL CONTENIDO DE NITRATOS (SINTESIS)

CUENCA : EBRO

INTERVALO	76/1	76/2	77/1	77/2	78/1	78/2	79/1	79/2	80/1	80/2	81/1	81/2	82/1	82/2	83/1	83/2	84/1	84/2	85/1	85/2	86/1	86/2	87/1	87/2
<25 ppm	17	-	6	2	2	2	29	3	9	1	110	59	36	19	53	62	40	55	36	17	34	15	88	-
25-50 ppm	11	-	2	2	2	-	11	-	26	2	73	60	69	51	38	62	53	34	45	18	24	38	59	-
50-100 ppm	-	-	-	-	-	-	4	-	10	-	39	57	43	33	52	7	42	32	21	37	11	53	30	-
>100 ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5	4	3	10	2	15	-	-	10	3	13	2	-
N° Muestras	28	-	8	4	4	2	44	3	45	3	224	181	152	106	153	133	150	121	102	82	72	119	179	-
Valor MAX.	35	-	31	32	32	11	99	17	71	38	124	142	141	332	159	178	255	96	96	210	113	277	113	-
Valor MIN.	1	-	5	6	4	10	1	8	4	18	0	0	0	0	0	0	0	1	0	11	1	11	0	-

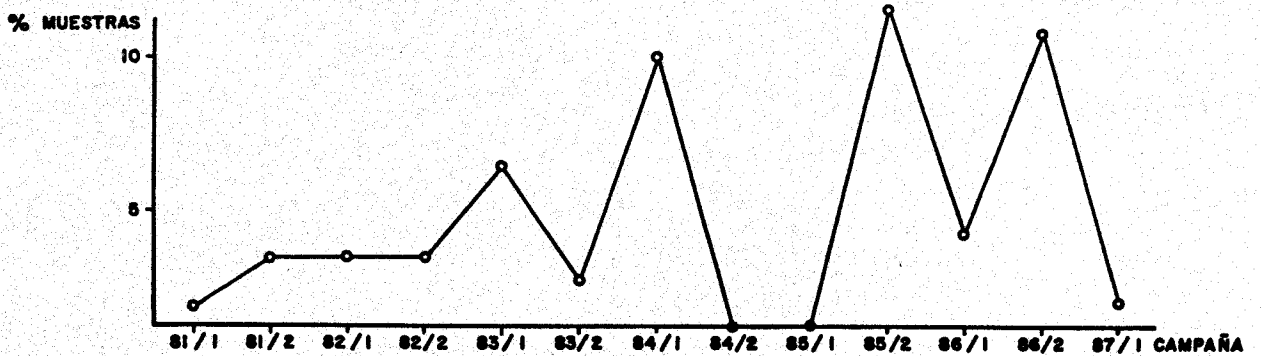
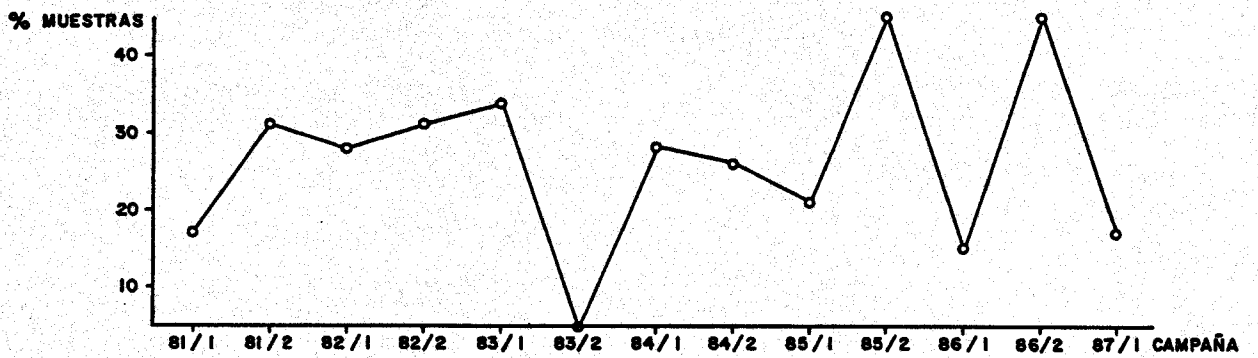
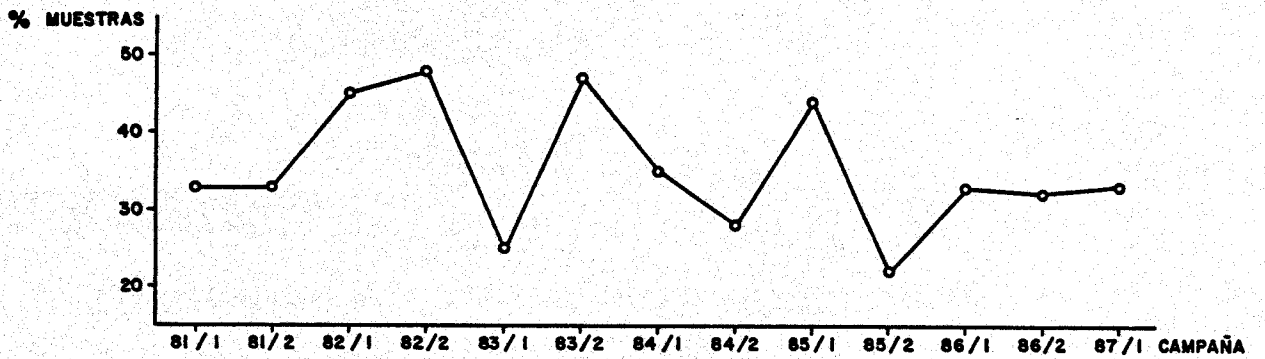
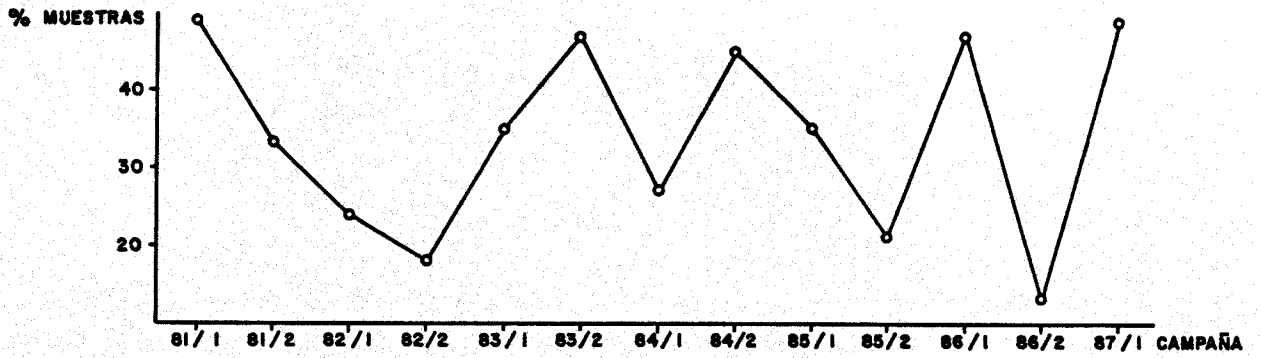


Fig. 11.- Evolución del contenido de NO_3^- en la Cuenca del Ebro

de la Cuenca sin afección aparente, e irían encaminadas a lograr un doble objetivo:

- a) *Control del sujeto pasivo de la contaminación*, es decir, del agua subterránea. Para un agente de la naturaleza del ión NO_3^- , de gran movilidad en medio acuoso e incorporado a éste generalmente a partir de fuentes dispersas, el control a través de redes de muestreo bien diseñadas, especialmente en lo que respecta a densidad de puntos y periodicidad, resulta fundamental. Ello constituye el punto de partida de cualquier actuación que se pretenda abordar, puesto que determina el tipo y alcance de las mismas e incluso sus resultados, en la medida en que el proceso de contaminación haya sido correctamente valorado.

La aplicación de estos criterios supone dotar a las redes de control de un dinamismo que permita adecuarlas en todo momento a la evolución de los conocimientos hidrogeológicos e hidroquímicos del acuífero. Ello debe entenderse preferentemente en el sentido de *completarlas incorporando nuevos puntos, evitando en lo posible transformarlas en base a sustituciones*, lo que supondría una importante pérdida de información sobre la evolución temporal de la red.

En base a estas consideraciones la necesidad de un perfeccionamiento de las redes se plantea con especial importancia en el caso del Sistema 55, en el que la irregularidad en el muestreo de los puntos de control obstaculiza notablemente la vigilancia de la calidad. En el mismo contexto, el Sistema 68 dispone exclusivamente de 1 muestra por campaña, que obviamente carece de representatividad a nivel de éste. Finalmente, los Sistemas n^{os} 59, 65 y 67 no se controlan desde 1984, lo que supone un desconocimiento de su situación actual.

- b) *Evaluación de focos de contaminación*. Es de sobra conocido el hecho de que el control de la principal fuente de aporte de nitratos al subsuelo, la aplicación de fertilizantes, constituye una tarea

ardua y difícil. En el campo concreto de la prevención, el primero de los objetivos consiste en establecer para cada unidad de estudio una serie de parámetros básicos como son:

- a). Tipo de fertilizantes.
- b). Frecuencia, forma y áreas de aplicación.
- c). Naturaleza y régimen de cultivos.
- d). Volúmenes y procedimientos de riego.

Sin embargo, es preciso hacer especial hincapié en el hecho de que tales parámetros se hallan intrínsecamente sometidos a variaciones cuanti-cualitativas, ligadas tanto a los propios ciclos de cultivo como a factores de otra índole. En consecuencia se trata de diseñar los canales de información adecuados para que esta fluya a requerimientos periódicos, al igual que sucede con los parámetros hidroquímicos y las redes de calidad. Una vez disponible, el paso siguiente consiste en someterla a un proceso de interpretación cuyo objetivo es el mantener un conocimiento siempre actualizado de la problemática del abonado en la unidad de estudio, así como elaborar una estadística de la evolución del mismo.

Una red de control de abonado así concebida constituiría un valioso complemento de la red de control de calidad de aguas subterráneas, puesto que además de disponerse de información sobre el nivel de contaminación de éstas, será posible establecer su relación con las fuentes que la generan. Ambos factores constituyen el sustrato idóneo para una eficaz actuación preventiva.

En lo que respecta a la adopción de medidas restrictivas sobre áreas contaminadas, así como a la recuperación del recurso dañado, ambas actuaciones pueden aplicarse de forma complementaria con el doble objetivo de frenar el avance de la contaminación, y reducirla a niveles tolerables.

Las acciones a emprender ante este tipo de situaciones son diversas. Entre ellas cabe destacar:

- a) Inventario exhaustivo de puntos de agua del área contaminada y su entorno próximo.
- b). Densificación de la malla de muestreo e intensificación del control y seguimiento. Análisis químico de especies nitrogenadas (NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+), D.Q.O., materia orgánica y otros parámetros que se estimen oportunos.
- c) Investigación in situ de las posibles fuentes de nitrógeno. Cálculo de cargas contaminantes. Control de vertidos.
- d) Estudio de las medidas a adoptar respecto al uso de captaciones y surgencias contaminadas.
- e) Estudio de las medidas a adoptar respecto a los focos de contaminación a los que se atribuya la responsabilidad del problema.

Los sectores de la Cuenca que en principio se estima requieren actuaciones de esta naturaleza son los siguientes:

- A. Zona Sureste de la Laguna de Gallocanta (S.A. nº 57, subsistema Piedra-Gallocanta).
- B. Area comprendida entre las localidades de la Almunia de Doña Godina y Carifena (S.A. nº 58).
- C. Tramo Cortes-Gelsa del aluvial del río Ebro (S.A. nº 62).

Esta última zona, especialmente el sector comprendido entre las poblaciones de Cortes y Pastriz, constituye según los datos disponibles el núcleo de contaminación más importante de la Cuenca.

BIBLIOGRAFIA

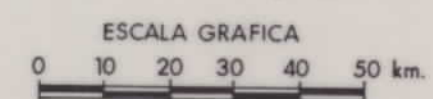
BIBLIOGRAFIA

- IGME(1) "Calidad y contaminación de las aguas subterráneas en España" (1985).
- IGME(2) "Calidad química de las aguas subterráneas de la Cuenca del Ebro" (1985).
- IGME(3) "Calidad y contaminación de las aguas subterráneas en las comunidades autónomas (reestructuración y síntesis cartográfica de datos de análisis químicos). Navarra" (1986)
- IGME(4) "Calidad y contaminación de las aguas subterráneas en las comunidades autónomas (reestructuración y síntesis cartográfica de datos de análisis químicos). La Rioja" (1986)
- IGME(5) "Calidad y contaminación de las aguas subterráneas en las comunidades autónomas (reestructuración y síntesis cartográfica de datos de análisis químicos). Cataluña" (1986)
- IGME(6) "Calidad y contaminación de las aguas subterráneas en las comunidades autónomas (reestructuración y síntesis cartográfica de datos de análisis químicos). Aragón" (1986)
- IGME(7) "Calidad y contaminación de las aguas subterráneas en las comunidades autónomas (reestructuración y síntesis cartográfica de datos de análisis químicos). Castilla-La Mancha" (1986)



LEYENDA

- Límite de cuenca hidrográfica
 - - - Límite de sistema acuifero
 - 69** N.º de sistema acuifero (S.A.)
- | | | | |
|---|---|----|-----------------------|
| 1 | 2 | 3. | Concentración máxima |
| 3 | 4 | 2. | N.º total de análisis |
| | | 4. | Periodo estudiado |
- ≤ 25 mg/l. NO₃⁻
 - 25-50 " "
 - 50-100 " "
 - > 100 " "
 - Mejora de la calidad
 - Estable
 - Deterioro de la calidad



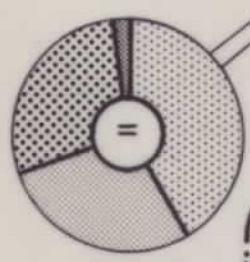
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

PROYECTO: CONTENIDO EN NITRATOS DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS EN ESPAÑA. DISTRIBUCION ESPACIAL Y EVOLUCION TEMPORAL.

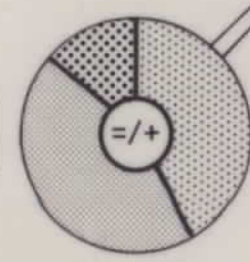
CONTENIDO EN NITRATOS EN LA CUENCA DEL EBRO

FECHA Febrero - 88
EMPRESA CONSULTORA T. R. T.
PLANO N.º

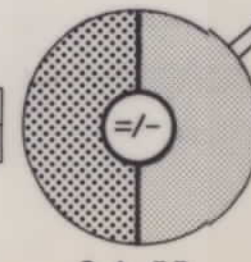
107	703
255	1976/87



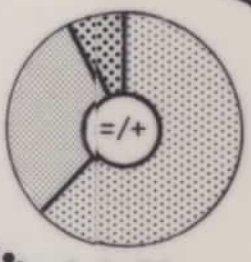
101	678
224	1977/87



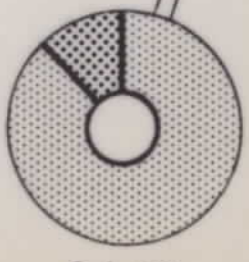
5	47
92	1976/86



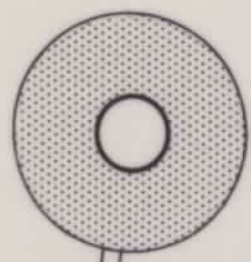
112	436
332	1980/87



8	20
94	1981/83



9	9
36	1982/84



1	9
34	1981/87

