



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

**ESTUDIOS DE CONTAMINACIÓN DE ACUÍFEROS
POR ACTIVIDADES AGROPECUARIAS. FASE I:
COMUNIDADES AUTONOMAS DE ASTURIAS Y
CANTABRIA (1989-90-91)
TOMO 2: CANTABRIA
(MEMORIA)**



MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

© 1991. Todos los derechos reservados. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad.

| | | | |
|--|--|-------------------------|------|
| SUPER PROYECTO | AGUAS SUBTERRANEAS | Nº | 9005 |
| PROYECTO AGREGADO | ESTUDIOS DE CONTAMINACION DE ACUIFEROS POR ACTIVIDADES AGRICOLAS, INDUSTRIALES Y URBANAS | Nº | 320 |
| TITULO PROYECTO ESTUDIOS DE CONTAMINACION DE ACUIFEROS POR ACTIVIDADES AGROPECUARIAS. FASE I: COMUNIDADES AUTONOMAS DE ASTURIAS Y CANTABRIA (1989-90-91) | | | |
| Nº PLANIFICACION | 64/91 | Nº DIVISION AGUAS, G.A. | 9/89 |
| FECHA EJECUCION | INICIO | FINALIZACION | |
| | 5-9-89 | 5-8-91 | |

INFORME (Titulo): ESTUDIOS DE CONTAMINACION DE ACUIFEROS POR ACTIVIDADES AGROPECUARIAS. FASE I: COMUNIDADES AUTONOMAS DE ASTURIAS Y CANTABRIA (1989-90-91). TOMO 2: CANTABRIA (MEMORIA)

| | |
|---------------------------|----------------------|
| CUENCA(S) HIDROGRAFICA(S) | NORTE Y EBRO |
| COMUNIDAD(S) AUTONOMAS | ASTURIAS Y CANTABRIA |
| PROVINCIAS | ASTURIAS Y SANTANDER |

Este estudio ha sido realizado entre 1989 a 1991, por el siguiente equipo de trabajo:

- INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA

D. Agustín Navarro Alvargonzález
Director de Aguas Subterráneas y Geotecnia

Dña. Paloma Navarrete Martínez
Directora del Proyecto

- EMPRESA CONSULTORA: EMPRESA NACIONAL ADARO

D. Gabriel Martín Zúñiga
Jefe del Proyecto

Dña. M^a Ascensión Molina Pérez
Licenciada en C. Químicas. Doctora en C. Geológicas

D. Miguel Arenas Cuevas
Ingeniero Agrónomo

D. Narciso Lagartos González
Ingeniero Técnico de Minas

D. Miguel Angel Guerrero Martínez
Ayudante de Campo

I N D I C E

| | <u>Págs.</u> |
|--|--------------|
| 1.- <u>INTRODUCCIÓN</u> | 1 |
| 1.1.- PRESENTACIÓN | 2 |
| 1.2.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO | 2 |
| 1.3.- METODOLOGÍA DE LOS TRABAJOS | 3 |
| 1.3.1.- <u>Recopilación de la información existente</u> | 3 |
| 1.3.2.- <u>Inventario de puntos acuíferos</u> | 5 |
| 1.3.3.- <u>Inventario de focos potenciales de contaminación</u> | 6 |
| 1.3.4.- <u>Sistema de muestreo y análisis de aguas</u> | 6 |
| 1.3.5.- <u>Tratamiento de datos. Redacción de la memoria final</u> | 9 |
| 2.- <u>RASGOS GENERALES DE CANTABRIA</u> | 10 |
| 2.1.- MARCO GEOGRÁFICO | 11 |
| 2.2.- CLIMATOLOGÍA | 15 |
| 2.3.- HIDROLOGÍA | 18 |
| 2.4.- RASGOS SOCIOECONÓMICOS | 20 |
| 2.4.1.- <u>Población</u> | 20 |
| 2.4.2.- <u>Actividades económicas</u> | 21 |
| 2.4.2.1.- Agricultura y pesca | 21 |

| | <u>Págs.</u> |
|--|--------------|
| 2.4.2.2.- Industria y construcción . | 23 |
| 2.4.2.3.- Servicios | 23 |
| 2.5.- USOS DEL AGUA | 24 |
| | |
| 3.- <u>CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LA REGIÓN</u> | 26 |
| | |
| 3.1.- FORMACIONES HIDROGEOLOGICAS | 27 |
| 3.2.- SISTEMAS ACUÍFEROS | 30 |
| 3.2.1.- <u>Sistema Acuífero nº 3: Caliza de</u> <u>Montaña Cántabro-Astur</u> | 32 |
| 3.2.2.- <u>Sistema Acuífero nº 4: Sinclinal de</u> <u>Santander-Santillana y zona de San</u> <u>Vicente de la Barquera</u> | 34 |
| 3.2.3.- <u>Sistema Acuífero nº 5: Unidad Jurá-</u> <u>sica al Sur del Anticlinal de las</u> <u>Caldas de Besaya</u> | 38 |
| 3.2.4.- <u>Sistema Acuífero nº 6: Complejo cal-</u> <u>cáreo Urgo-Aptiense de la zona orien-</u> <u>tal de Cantabria</u> | 41 |
| 3.2.5.- <u>Sistema acuífero nº 64: Cretácico de</u> <u>La Lora y Sinclinal de Villarcayo</u> .. | 42 |
| 3.3.- HIDROQUÍMICA | 44 |
| | |
| 4.- <u>INVENTARIO DE FOCOS CONTAMINANTES</u> | 46 |
| | |
| 4.1.- FOCOS PUNTUALES | 48 |
| 4.1.1.- <u>Vertidos de residuos sólidos urbanos</u> | 48 |
| 4.1.2.- <u>Vertidos de efluentes urbanos</u> | 49 |
| 4.1.3.- <u>Explotaciones ganaderas intensivas</u> . | 54 |
| 4.1.4.- <u>Industrias</u> | 60 |
| 4.2.- CONTAMINACIÓN DIFUSA | 61 |
| 4.2.1.- <u>Agrícola</u> | 61 |

| | <u>Págs.</u> |
|--|--------------|
| 4.2.2.- <u>Ganadera</u> | 64 |
| 4.3.- APORTES NITROGENADOS TOTALES | 67 |
| | |
| 5.- <u>CALIDAD DEL AGUA EN RELACIÓN CON LOS CONTENIDOS EN ESPECIES NITROGENADAS</u> | 78 |
| | |
| 5.1.- INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA PARA ABASTECIMIENTO | 79 |
| 5.2.- MUESTREO REGIONAL Y ANALÍTICA DE LAS AGUAS . | 86 |
| 5.2.1.- <u>Puntos de muestreo</u> | 86 |
| 5.2.2.- <u>Resultados de la analítica e interpretación</u> | 87 |
| 5.3.- REDES DE CONTROL Y CAMPAÑAS DE MUESTREO ... | 93 |
| 5.3.1.- <u>Selección de la red de control</u> | 93 |
| 5.3.2.- <u>Campañas realizadas</u> | 93 |
| 5.3.3.- <u>Régimen pluviométrico durante las campañas de medida</u> | 95 |
| 5.3.4.- <u>Resultados obtenidos</u> | 95 |
| 5.4.- CALIDAD DEL AGUA PARA ABASTECIMIENTO URBANO. | 121 |
| | |
| 6.- <u>RELACIÓN ENTRE LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y LOS FOCOS CONTAMINANTES</u> | 124 |
| | |
| 7.- <u>RESUMEN Y CONCLUSIONES. RECOMENDACIONES</u> | 129 |
| | |
| 7.1.- RESUMEN Y CONCLUSIONES | 130 |
| 7.2.- RECOMENDACIONES | 140 |
| | |
| 8.- <u>BIBLIOGRAFÍA</u> | 142 |

CUADROS

- C-1 Distribución de la superficie comarcal por cotas.
- C-2 Carga contaminante en nitrógeno debido a la población.
- C-3 Relación de focos potencialmente contaminantes por actividades ganaderas.
- C-4 Producción de estiércol por especies ganaderas y concentración de nitrógeno que supone.
- C-5 Distribución de la superficie agrícola en Cantabria, por Comarcas Agrarias.
- C-6 Cabezas de ganado (Censo del MAPA, 1986).
- C-7 Carga contaminante en nitrógeno debido a la Agricultura, Ganadería y Población (Datos según encuestas).
- C-8 Contaminación por nitrógeno, en función de la lluvia útil.
- C-9 Resumen Inventario Puntos de Agua.
- C-10 Resultados de la estadística monovariante para las dos campañas de muestreo.
- C-11 Matriz de correlación de los parámetros físico-químicos determinados en la 1ª campaña.
- C-12 Matriz de correlación de los parámetros físico-químicos determinados en la 2ª campaña.
- C-13 Características de los puntos de agua que forman la red de control.
- C-14 Resumen de los coeficientes de correlación ente el contenido en nitratos y las variables más significativas, para los puntos de la red de control.

GRÁFICOS

- GR-1 Precipitaciones en estaciones meteorológicas de Cantabria.
- GR-2 Evolución del valor medio de los parámetros físico-químicos en la red de control.
- GR-3 a GR-3.21 Evolución de los parámetros físico-químicos para cada punto de la red de control en todas las campañas realizadas.

FIGURAS

- F-1 Mapa de Situación.
- F-2 Comarcas Agrarias y Términos Municipales
- F-3 Mapa de Pluviometría Media y Lluvia Útil (Periodo 1970/71-1980/81).
- F-4 Mapa de Síntesis de Acuíferos.
- F-5 Carga contaminante en nitrógeno debida a la agricultura, ganadería y población (Según datos de encuestas).
- F-6 Dosis medias de nitrógeno aportado por la ganadería y la agricultura, en función de la lluvia útil.

PLANOS

- PL-1 Focos de Contaminación.
- PL-2 Nitratos 1ª Campaña (marzo-abril 1990)
- PL-3 Amoniaco 1ª Campaña (marzo-abril 1990)
- PL-4 Nitratos 2ª Campaña (septiembre-octubre 1990)
- PL-5 Amoniaco 2ª Campaña (septiembre-octubre 1990)
- PL-6 Riesgos de Contaminación de Acuíferos

ANEXOS

A-1 DATOS SOBRE LA CONTAMINACIÓN AGRÍCOLA

A-1.1 CENSO AGRÍCOLA MUNICIPAL

A-1.2 CARGA CONTAMINANTE EN NITRÓGENO DEBIDA AL EMPLEO DE FERTILIZANTES (Según datos estadísticos del MAPA 1988)

A-1.3 CARGA CONTAMINANTE EN NITRÓGENO DEBIDA AL EMPLEO DE FERTILIZANTES QUÍMICOS EN AGRICULTURA (Datos según encuestas en las Agencias Agrarias, año 1990)

A-2 CONTAMINACIÓN GANADERA

A-2.1 CENSO GANADERO MUNICIPAL (MAPA 1986)

A-2.2 NITRÓGENO APORTADO POR LA GANADERÍA SEGÚN DIFERENTES TIPOS DE ESPECIES

A-2.3 CARGA CONTAMINANTE DE NITRÓGENO DEBIDA A LA GANADERÍA (Según datos estadísticos del MAPA, 1986)

A-2.4 CARGA CONTAMINANTE EN NITRÓGENO DEBIDO A LA GANADERÍA (Datos según encuestas en las Agencias Agrarias, año 1990)

A-3 ENCUESTAS SOBRE EL USO DE FERTILIZACIÓN EN CANTABRIA

A-4 CALIDAD DEL AGUA EN LOS PUNTOS MUESTREADOS

A-4.1 ANÁLISIS REALIZADOS EN LA 1ª CAMPAÑA (Febrero-Marzo 1990)

A-4.2 ANÁLISIS REALIZADOS EN LA 2ª CAMPAÑA (Octubre-Noviembre 1990)

A-4.3 ANÁLISIS REALIZADOS EN CAMPAÑAS REDUCIDAS: Marzo, Abril, Mayo y Junio 1991

A-4.4 CARACTERÍSTICAS Y RESULTADOS ANALÍTICOS DE LOS PUNTOS MUESTREADOS EN TODAS LAS CAMPAÑAS DE LOS AÑOS 1990 Y 1991

A-5 PRECIPITACIONES DIARIAS EN LAS ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS
DE CANTABRIA, CORRESPONDIENTES A LOS MESES DE FEBRERO,
MARZO, ABRIL, MAYO Y JUNIO DE 1991

A-6 FICHAS DEL INVENTARIO DE VERTIDOS. HOJAS TOPOGRÁFICAS
1/50.000 DE CANTABRIA CON SITUACIÓN DE PUNTOS

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- PRESENTACIÓN

El creciente desarrollo de las prácticas agrícolas y ganaderas está provocando una degradación de las aguas subterráneas, que se traduce principalmente en un continuo incremento del contenido en compuestos de nitrógeno en los acuíferos. Este proceso afecta ya a amplias zonas del territorio nacional y, en ocasiones, a los recursos utilizados para el abastecimiento a la población, con el riesgo sanitario que ello implica.

Consciente de este problema, el Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE) encomendó a la Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, S.A. (ENADIMSA), la realización del presente estudio. Para la elaboración de los trabajos correspondientes a Asturias se contó con la colaboración de Investigación y Gestión de Recursos Naturales, S.A. (IGR).

1.2.- OBJETIVO DEL ESTUDIO

Los objetivos de este estudio se pueden resumir en:

- Conocer la situación y fuentes de las prácticas agropecuarias generadoras de compuestos de nitrógeno, que sean susceptibles de contaminar las aguas subterráneas.
- Determinar, a nivel regional, la situación actual de la

calidad de las aguas subterráneas, en cuanto a su contenido en especies nitrogenadas, con especial atención a las empleadas para abastecimiento urbano.

- Disponer de una cartografía de nivel de riesgo de los sistemas acuíferos que, apoyada en la existente a nivel provincial, y considerando los focos contaminantes existentes, la calidad de las aguas, etc, refleje el estado actual de las aguas subterráneas y el peligro de degradación en un futuro, y sirva para elaborar los planes de protección necesarios y concordes con las tendencias de las normativas comunitarias.
- Plantear redes de control periódico de las aguas subterráneas y/o modificar las ya existentes en función de las observaciones y necesidades planteadas.

1.3.- METODOLOGÍA DE LOS TRABAJOS

En este apartado se describe la metodología general utilizada en las distintas fases del trabajo, mientras que los resultados obtenidos se incluirán en sus apartados correspondientes.

1.3.1.- Recopilación de la información existente

Numerosos organismos han colaborado facilitando una información valiosa, sin la cual hubiera sido muy difícil obtener los resultados finales del estudio.

Del ITGE se obtuvo toda la información hidrogeológica, incluyendo la geología de los acuíferos, inventario de puntos de agua, análisis químicos previos pertenecientes a su red de control periódico de la calidad, e inventario de los puntos utilizados para abastecimiento a núcleos urbanos.

La Confederación Hidrográfica del Norte de España facilitó los datos de su censo de vertidos líquidos industriales y urbanos a cauces superficiales, entre los que se incluyen datos sobre las explotaciones industriales ganaderas. Asimismo proporcionó el inventario y listado de los abastecimientos urbanos que se realizan con aguas superficiales y algunos con manantiales.

El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación ha facilitado los datos referentes al censo de cultivos (año 1988) y del ganadero (año 1988), en el que se incluyen las superficies abonadas, las dosis de abono utilizadas y el número y especies de animales que se contabilizan en cada término municipal.

Las Agencias Comarcales del Servicio de Extensión y Formación Agraria de la Consejería de Agricultura de la Comunidad Autónoma de Cantabria han suministrado encuestas sobre las hectáreas de cultivo que se abonan, el tipo de cultivo y las dosis de fertilizantes empleadas.

La Consejería de Sanidad y Bienestar Social facilitó datos históricos de análisis de compuestos de nitrógeno en abastecimientos urbanos.

Del Centro Meteorológico Zonal de Santander se han obtenido datos sobre la precipitación diaria registrada en las estaciones pluviométricas de Cantabria, en el periodo comprendido entre febrero y junio de 1991, fechas en las que se realizaron campañas mensuales de muestreo y análisis.

1.3.2.- Inventario de puntos acuíferos

Del inventario de puntos de agua disponible en el ITGE se han seleccionado y situado en hojas topográficas, a escala 1/50.000, los puntos que se utilizan para abastecimiento urbano.

Estos puntos han sido la base de la selección que se ha realizado para inventariar, revisar y muestrear posteriormente en el campo.

En principio se ha pretendido conocer la situación de la calidad del agua, en cuanto a compuestos nitrogenados se refiere, en el punto de agua más importante y con mayor suministro dentro de cada término municipal (T.M.). Dado que los T.M. de Cantabria ascienden a 102, y que algunos de ellos se abastecen del mismo punto de agua, el número de puntos visitados y muestreados en la primera campaña ascendió a 98. En una segunda campaña de medida y muestreo se repitieron 80 puntos de los anteriores, y se visitaron otros 20 nuevos.

Se ha rellenado una ficha de inventario para cada uno de los puntos acuíferos visitados, conforme al modelo del ITGE, que incluye los datos físicos, de situación e hidrogeológicos. En aquellos puntos que ya estaban inventariados anteriormente por otros proyectos del ITGE, se revisaron los datos existentes, comprobando si ha habido alguna variación en los mismos, y modificándolos si era preciso. En todos los casos se recogieron los nuevos datos de piezometría, hidrometría y caudales de explotación. El total de nuevos puntos inventariados, que no estaban en la relación anterior del ITGE, ha ascendido a 80.

1.3.3.- Inventario de focos potenciales de contaminación

Del listado y fichas de vertidos líquidos industriales y urbanos, proporcionado por la Confederación Hidrográfica del Norte, se han seleccionado y situado en hojas topográficas, a escala 1/50.000, todos los puntos referentes a vertidos de aguas residuales urbanas y a las concentraciones y granjas ganaderas con más de 50 cabezas de ganado, diferenciando el tipo (bovino, ovino, porcino y aves). Se han seleccionado 99 granjas (65 de vacas, 14 de cerdos, 25 de aves y 2 de ovejas) y 120 puntos de vertidos de aguas residuales urbanas.

Con los datos disponibles en el citado inventario se han rellenado, para cada término municipal, las fichas de "focos de contaminación" del ITGE (102 fichas), teniendo en cuenta los focos puntuales de vertidos líquidos urbanos, las granjas ganaderas y los datos globales del censo ganadero existente en el término municipal.

Posteriormente, en campo, se han visitado las 99 granjas, comprobando los datos apuntados en el inventario anterior, haciendo las modificaciones oportunas, y estudiando el emplazamiento, tanto desde el punto de vista geográfico, como geomorfológico, hidrológico (proximidad a cauces) e hidrogeológico (materiales sobre los que se sitúa).

1.3.4.- Sistema de muestreo y análisis de aguas

De acuerdo con la selección de puntos de inventario, indicada anteriormente, se muestrearon en campo los principales abastecimientos urbanos con aguas subterráneas, considerando uno por término municipal.

En todos los casos la muestra se tomó lo más cerca posible del punto de surgencia, para evitar el contacto con el aire. En los manantiales se tomó a la salida de éstos y en los pozos y sondeos a la salida de la tubería de impulsión. El 95% de los puntos muestreados han sido manantiales.

Se realizaron dos campañas de muestreo regional, con una malla más o menos densa en función de la densidad de focos potencialmente contaminantes. Estas campañas se llevaron a cabo en dos épocas del año diferentes: la primera en Enero-Febrero-Marzo de 1990, y la segunda en Septiembre-Octubre de 1990. Se muestrearon, al menos un punto por cada término municipal, procurando que fuese el de mayor caudal y con mayor cobertura de abastecimiento. El número de puntos muestreados ha sido: 98 en la primera campaña y 100 en la segunda.

Tras estas dos campañas se definió una red de control más reducida (22 puntos) en la que se han llevado a cabo cuatro campañas mensuales: de Marzo a Junio de 1991. Los puntos de esta red se escogieron entre los de las dos campañas regionales, con los siguientes criterios:

- Criterio geográfico: cubriendo una superficie lo más extensa posible.
- Criterio químico: muestreando las zonas con riesgo de contaminación, y con mayor densidad aquéllas en las que el riesgo es máximo. Se escogieron los puntos en los que en las primeras campañas se habían detectado mayores concentraciones de NO_3^- y NH_4^+ .
- Criterio hidrogeológico: muestreando puntos de gran caudal,

puesto que de este modo son representativos de una mayor superficie.

Se analizaron "in situ" aquellos parámetros físico-químicos que pueden variar en poco tiempo, una vez alteradas las condiciones que reinan en el acuífero, como son:

- La temperatura, conductividad, pH y Eh, que se midieron con equipos portátiles digitales, calibrándolos previamente con los medios habituales para ello.
- El oxígeno disuelto, que se midió con un oxímetro digital portátil, calibrado diariamente en función de la temperatura y la presión atmosférica.
- La concentración del ión nitrito que se midió con electrodo selectivo y, en alguna campaña, con un Kit de campo con resolución de hasta 0,025 mg/l de NO_2^- .

Las muestras de agua se recogieron en botellas de polietileno nuevas, lavadas previamente al muestreo con agua de la propia muestra. Las botellas se llenaron a tope, para evitar la presencia de aire, y se mantuvieron refrigeradas hasta el análisis de Nitrato y Amonio, que fue realizado al final de cada jornada de trabajo. De este modo el tiempo máximo transcurrido entre el muestreo y el análisis raramente superó las doce horas.

Las determinaciones de Nitrato y Amonio se realizaron con electrodos selectivos, previa adición de un medio acondicionador del pH y fuerza iónica de las muestras. Los electrodos fueron calibrados diariamente con muestras patrón de concentración conocida y similar a la de las muestras de agua.

1.3.5.- Tratamiento de datos. Redacción de la memoria final

Todos los datos tomados y analizados han quedado reflejados en fichas, cuadros y planos (de nitratos, amoníaco, focos puntuales y difusos de contaminación y de riesgos de los acuíferos frente a la contaminación), incluidos en los Anexos e intercalados en la Memoria, que se ha redactado con los resultados y conclusiones del estudio realizado.

2.- RASGOS GENERALES DE CANTABRIA

2.1.- MARCO GEOGRÁFICO

Cantabria, situada al Norte de la Península Ibérica, en el centro de la Cornisa Cantábrica, tiene una extensión de 5.288,56 km², lo que representa el 1,05% de la superficie peninsular (Figura F-1).

La región cántabra posee un relieve muy accidentado, que sólomente en la banda costera se suaviza.

La Cordillera Cantábrica atraviesa toda la región por su parte Sur, paralelamente a la costa, de donde se desprenden normalmente las estribaciones que separan las cuencas de los ríos que desaguan, de Sur a Norte, en el mar Cantábrico. Llega a superar los 2.500 m en los Picos de Europa y va disminuyendo de altitud hacia el Este, donde no sobrepasa los 800 m.

Topográficamente el 33,6 por ciento de la superficie provincial se encuentra a cotas inferiores a los 300 m, el 22,5 por ciento entre 300 y 700 m y el 41,8 por ciento a cotas superiores a los 700 m.

Por sus semejanzas topográficas y climatológicas, la región se ha dividido en seis "comarcas agrarias" (que a su vez comprenden varias subcomarcas) denominadas respectivamente: Costera, Liébana, Tudanca-Cabuérniga, Pas-Inguña, Asón y Reinosa, siendo el número y extensión de los municipios que

MAPA DE SITUACION

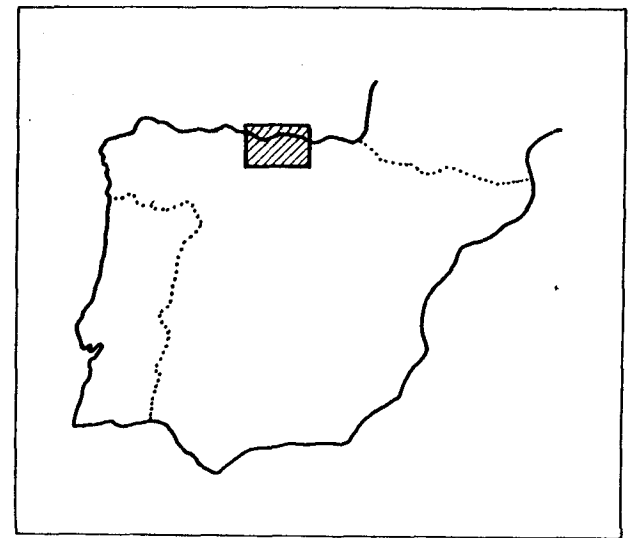
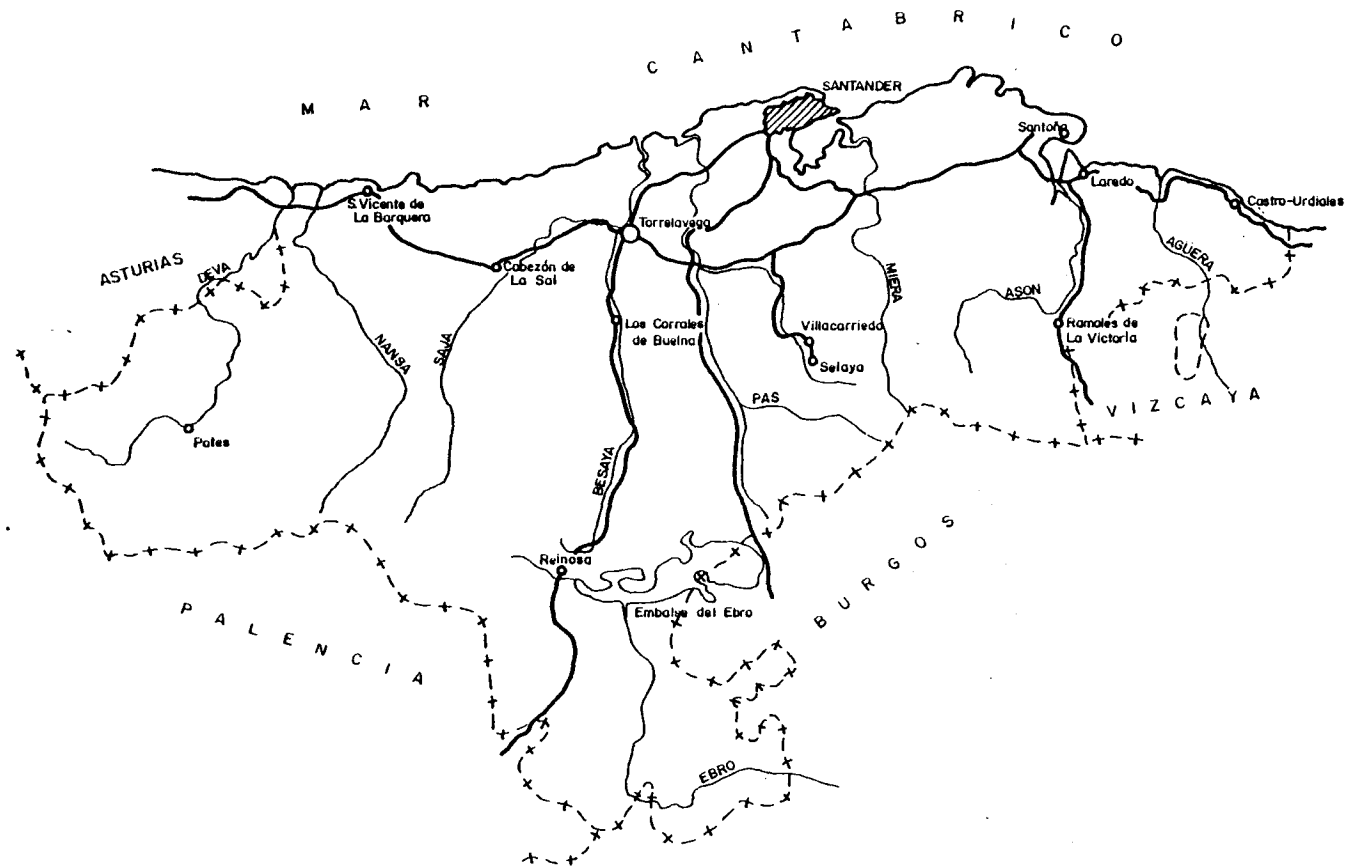
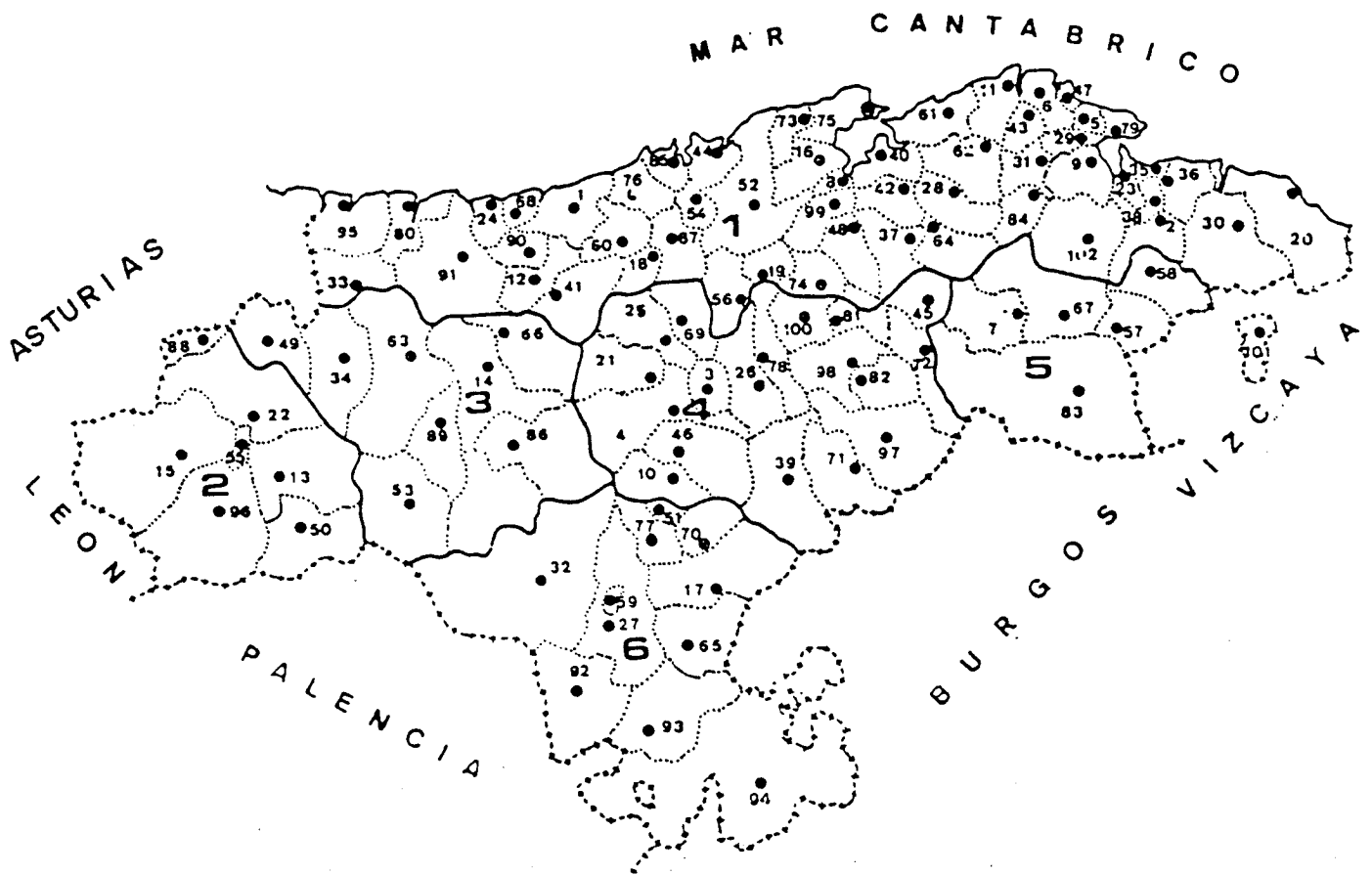


Figura F-1



COMARCA 1 - COSTERA

Subcomarca A - Costera Occidental

- 12 Cabezón de la Sal
- 24 Comillas
- 33 Rerrerías
- 41 Muzcuerras
- 68 Ruiloba
- 80 San Vicente de la Barquera
- 90 Udias
- 91 Valdésliga
- 95 Val de San Vicente

Subcomarca B - Costera Central

- 1 Alfox de Lloredo
- 5 Argoños
- 6 Arnuevo
- 8 Astillero (El)
- 9 Bárcena de Cicero
- 11 Bareyo
- 16 Camargo
- 18 Cartes
- 19 Castañeda
- 28 Entambasaguas
- 29 Escalante
- 31 Hazas de Cesto
- 37 Liérganes
- 40 Marina de Cudeyo
- 42 Medio Cudeyo
- 43 Muzuelo
- 44 Miengo
- 47 Hoja
- 48 Penaques
- 52 Piélagos
- 54 Polanco
- 56 Puente-Viesgo
- 60 Reocín
- 61 Ribamontán al Mar
- 62 Ribamontán al Monte
- 64 Riotuerto
- 73 Sta. Cruz de Bezana
- 74 Sta. María de Cayón
- 75 Santander
- 76 Santillana del Mar
- 79 Santoña
- 84 Solórzano
- 85 Suances
- 87 Torrelavega
- 99 Villaseca

Subcomarca C - Costera oriental

- 2 Ampuero
- 20 Castro Urdiales
- 23 Colindres
- 30 Guriesto
- 35 Laredo
- 36 Liendo
- 38 Limpias
- 102 Voto

COMARCA 2 - LIEBANA

- 13 Cabezón de Liébana
- 15 Camaleño
- 22 Cillorigo-Castro
- 50 Pesaguero
- 55 Potes
- 88 Tresviso
- 96 Vega de Liébana

COMARCA 3 - TUDANCA CABUERNIGA

Subcomarca D - Hanaa

- 34 Lamasón
- 49 Peñarrubia
- 53 Polaciones
- 63 Rionansa
- 89 Tudanca

Subcomarca E - Saja

- 14 Cabuérniga (Valle de)
- 66 Ruente
- 86 Tojos (Los)

COMARCA 4 - PAS-IGUÑA

Subcomarca F - Besaya

- 3 Anievas
- 4 Arenas de Iguña
- 10 Bárcenas de Pié de Concha
- 21 Cieza
- 26 Corrales de Buelna (Los)
- 46 Mollado
- 69 San Felices de Buelna

Subcomarca G - Carriedo

- 25 Corvera de Toranzo
- 78 Santurde de Toranzo
- 81 Saro
- 82 Selaya
- 98 Villacarriedo
- 100 Villafufre

Subcomarca H - Pasiega

- 39 Luena
- 45 Miera
- 71 San Pedro del Romeral
- 72 San Roque de Riomiera
- 97 Vega de Pas

COMARCA 5 - ASOM

- 7 Arredondo
- 57 Ramales de la Victoria
- 58 Rasines
- 67 Ruesga
- 83 Soba
- 101 Villaverde de Trucios

COMARCA 6 - REINOSA

Subcomarca I - Campó

- 17 Campó de Yuso
- 27 Enmedio
- 32 Hdad. de Campó de Suso
- 51 Pesquera
- 59 Reinosa
- 65 Rozas de Valdearroyo (Las)
- 70 San Miguel de Aguayo
- 77 Santurde de Reinosa

Subcomarca J - Los Valles

- 92 Valdeolea
- 93 Valdeprado del Río
- 94 Valderredible

Figura F-2.- COMARCAS AGRARIAS Y TERMINOS MUNICIPALES

CUADRO C-1.- DISTRIBUCION DE LA SUPERFICIE COMARCAL POR COTAS

| | 0 a 300 m | | 300 a 700 m | | > 700 m | | TOTAL ha. |
|-------------------------------|-----------|----|-------------|----|---------|----|--------------|
| | ha. | % | ha. | % | ha. | % | |
| Comarca 1: Costera | 144.368 | 85 | 24.240 | 14 | 1.125 | 1 | 169.733 |
| Comarca 2: Liébana | 884 | 2 | 11.681 | 20 | 44.858 | 78 | 57.423 |
| Comarca 3: Tudanca-Cabuérniga | 5.630 | 8 | 25.487 | 37 | 38.706 | 55 | 69.823 |
| Comarca 4: Pas-Iguña | 16.675 | 19 | 46.932 | 54 | 23.046 | 27 | 86.653 |
| Comarca 5: Asón | 10.234 | 23 | 19.691 | 44 | 14.781 | 33 | 44.706 |
| Comarca 6: Reinosa | - | | 1.594 | 2 | 98.924 | 98 | 100.518 |
| TOTAL REGION | 177.791 | | 129.625 | | 221.440 | | 528.856 |

Fuente: Informe sobre el Campo Montañés. Colegio Oficial de I.T.Agrícolas de Santander.
Caja de Ahorros de Santander y Cantabria.

forman cada una de las zonas citadas, muy variable. Para un mejor conocimiento de esta comarcalización se incluye el mapa de la figura F-2, en el que aparece delimitada la división territorial con los diversos términos municipales.

En el cuadro C-1 se incluye la distribución de las superficies comarcales según cotas, en hectáreas y porcentajes.

2.2.- CLIMATOLOGÍA

El clima de la región cántabra está determinado por su latitud, proximidad al mar y las características y orientación de las cadenas montañosas.

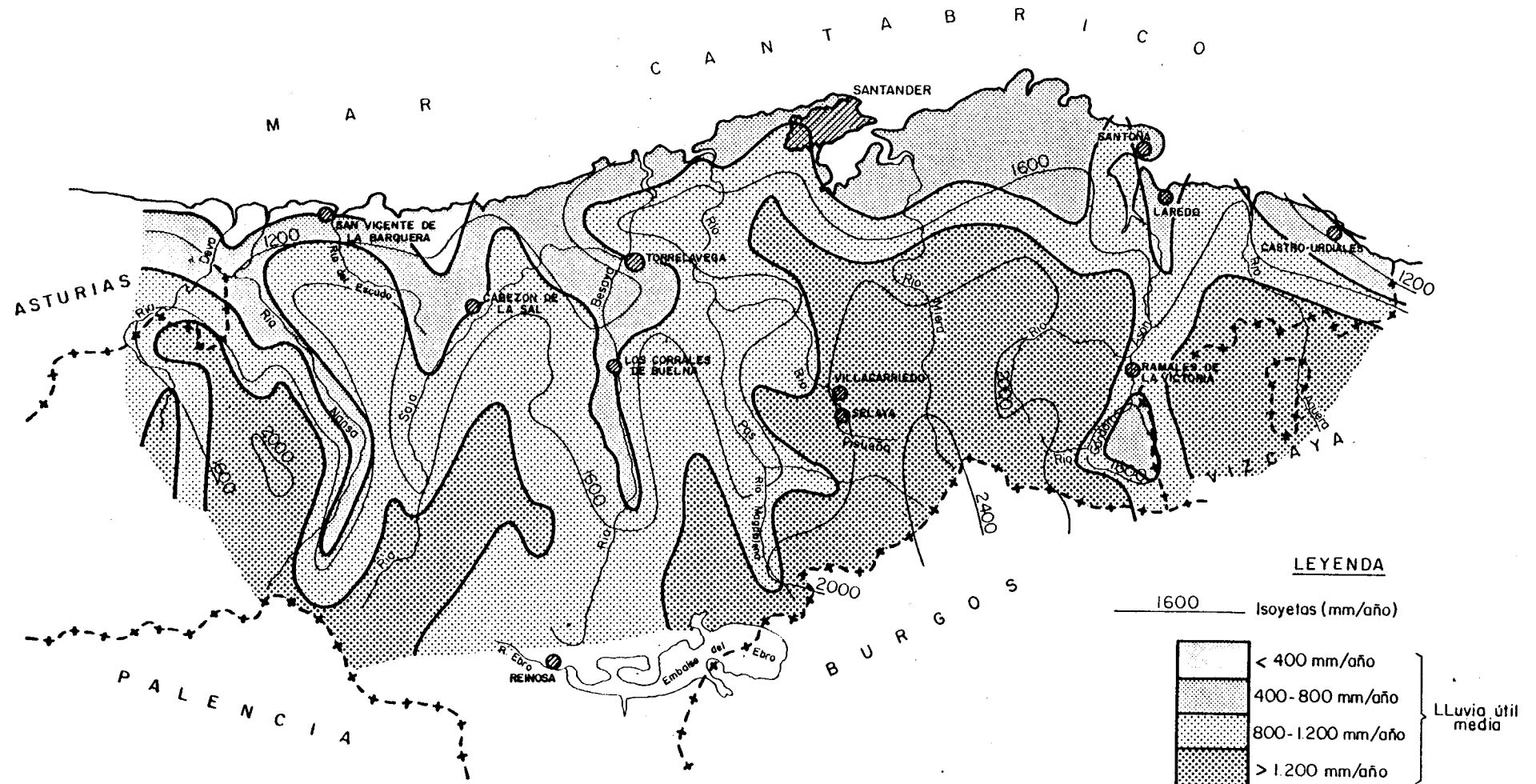
Las precipitaciones medias oscilan entre 900-1.000 mm/año en la zona de Castro Urdiales a más de 2.000 mm/año en las cumbres de las montañas. Las lluvias son abundantes todo el año, incluso en verano, excepto en las zonas de Liébana, Campóo y algunos valles interiores. Las precipitaciones máximas tienen lugar en otoño e invierno, con un máximo secundario en primavera (meses de abril y mayo). El mes de mínima precipitación es julio en la vertiente Norte y agosto en la Sur. En la figura nº 3 se representan las isoyetas medias del periodo 1970/71 a 1980/81.

Las temperaturas medias anuales varían entre los 13-14°C de la costa y los 4°C de las montañas.

La evapotranspiración real oscila entre los 425 y 695 mm/año, y la lluvia útil entre los 400 mm/año, en algunas zonas costeras, y más de 1.400 mm/año en las zonas montañosas. En la figura F-3 se observa la distribución zonal de la lluvia útil media, para el periodo considerado.

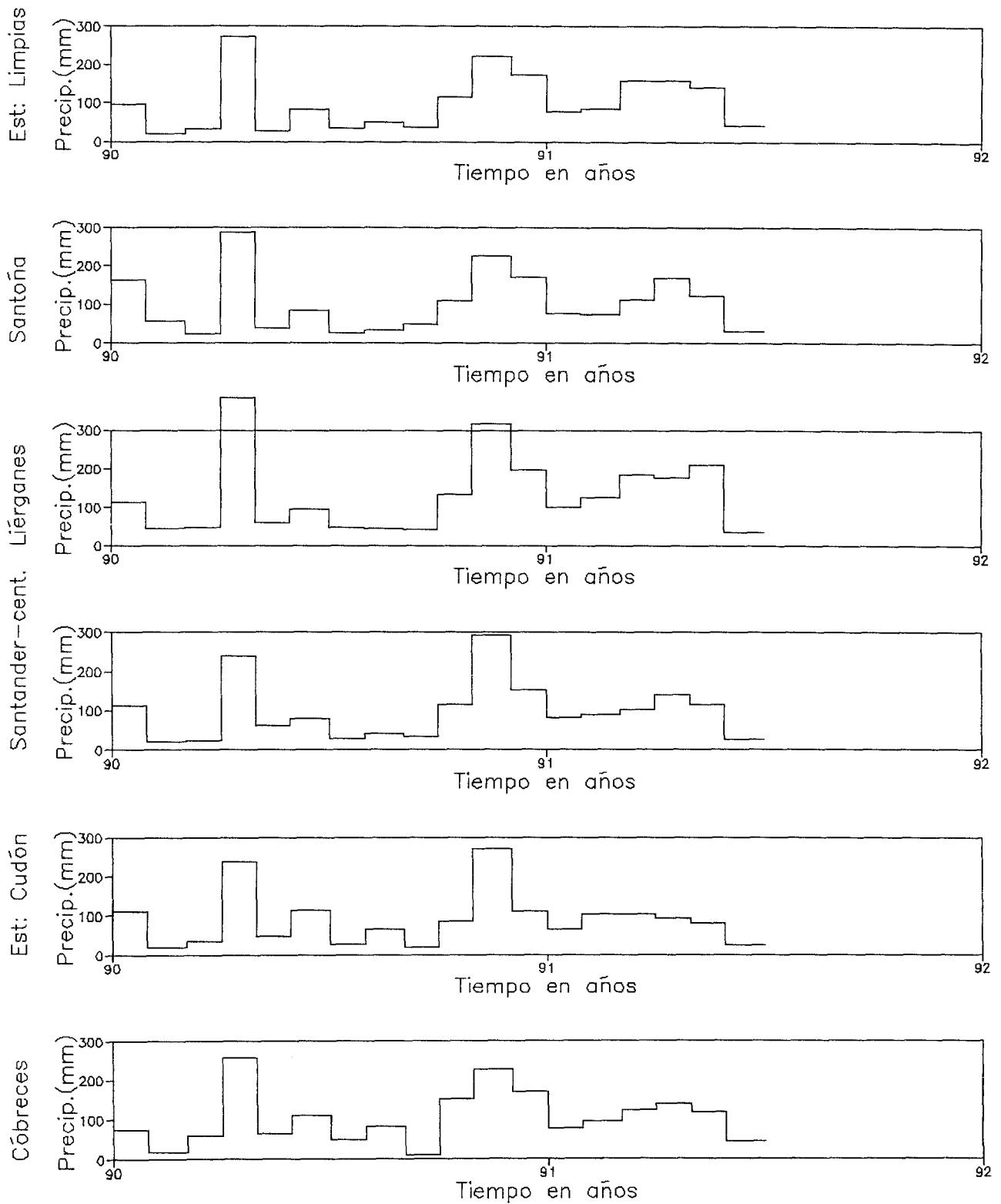
MAPA DE PLUVIOMETRIA MEDIA

(Período 1970/71 -1980/81)



Fuente: Los Sistemas Hidrológicos de Cantabria (ITGE, 1984)

Figura F-3



GR-1 PRECIPITACIONES EN ESTACIONES METEOROLOGICAS DE CANTABRIA

Teniendo en cuenta los valores medios de precipitación y temperatura se puede decir que la región cántabra tiene un clima templado y húmedo. Hay que tener en cuenta que, debido a la existencia de valles profundos, en los macizos montañosos hay gran variedad de áreas microclimáticas con características propias.

La realización de este estudio coincidió en el tiempo con un periodo de acentuada sequía, según queda reflejado en los gráficos mensuales adjuntos (GR-1), en el que se representan las precipitaciones desde Enero de 1991 hasta Junio 1992, en las estaciones meteorológicas más próximas a los manantiales que forman la red que se estableció en este proyecto para el control periódico de caudal y de la calidad del agua.

2.3.- HIDROLOGÍA

La superficie de Cantabria se distribuye entre las cuencas hidrográficas del Norte, mayoritariamente, y la del Ebro, que ocupa sólo 602 km² (el 11,4% del total de la provincia), entre la población de Reinosa y el límite con la provincia de Palencia.

Los ríos montañoses, incluidos en la Cuenca Norte, por su corta distancia al mar y la accidentada orografía por donde discurren, tienen carácter torrencial. Desembocan todos en el mar Cantábrico, y los principales son: **Deva** (con 1.184 km² de cuenca en una longitud de 60,8 km); **Nansa** (418 km² de cuenca en 43 km), **Saja** con su afluente el **Besaya** (955 km² de cuenca total y con 58 y 46,5 km de longitud, respectivamente); **Pas** (620 km² y 62,5 km de longitud), **Miera** (591 km² y 39 km), **Asón** (512 km² de superficie en 46 km de recorrido) y **Agüera** (146 km² y 15,1 km de longitud).

La aportación media anual de estos ríos, sólo se ha podido registrar en aquéllos en los que el MOPUT tiene situadas estaciones de aforo:

| <u>Estación</u> | <u>Río</u> | <u>Periodo observación</u> | <u>Aportación media anual (hm³)</u> | <u>Superficie cuenca controlada (km²)</u> |
|-----------------|------------|----------------------------|--|--|
| 207 | Miera | 1969/70 a 81/82 | 197 | 166 |
| 215 | Pas | 1969/70 a 81/82 | 326 | 357 |
| 237 | Besaya | 1970/71 a 81/82 | 506 | 436 |
| 266 | Urdón | 1946/47 a 81/82 | 51,7 | 30 |
| 268 | Deva | 1970/71 a 81/82 | 587 | 644 |

Las obras de regulación más importantes son:

- El embalse del Ebro, situado en la cuenca alta del río, con una capacidad teórica de 540 hm³.
- El embalse de Alsa, en la cabecera del río Tourina, afluente del Besaya, con capacidad teórica de 13 hm³.
- El embalse de La Cholla en el río Nansa, con capacidad de 12 hm³.
- Y el embalse del río Urdón, afluente del Deva, para aprovechamiento hidroeléctrico.

Es importante destacar los sistemas hidrológicos de las marismas, que ocupan una extensión de 4.000 ha, siendo los principales, de Este a Oeste: Pontarrón, Colindres, Santoña, Cabo Ajo, Santander, Suances, Oyambre, San Vicente, Tina Menor y Tina Mayor.

2.4.- RASGOS SOCIOECONÓMICOS

2.4.1.- Población

La población total de la región de Cantabria, en 1986, era de 524.670 habitantes (de hecho), lo que supone una densidad de 99 hab/km², cifra superior a la media nacional. Se distribuye entre 102 municipios de los que sólo 6 sobrepasan los 10.000 habitantes y 2 tienen una población superior a los 50.000 habitantes, (Torrelavega con 58.198 y Santander, la capital de la provincia, con 188.539). En el cuadro (C- 2), que se incluye en el capítulo 4, puede verse la distribución de la población por municipios.

La población está diseminada en numerosos núcleos en general menores de 500 habitantes.

Los condicionantes naturales han sido determinantes en la distribución provincial de la población, aunque ha sido influenciada también por las concentraciones industriales que se han desarrollado en la región, como es el caso del crecimiento rápido de las ciudades de Torrelavega y Santander.

La población se encuentra concentrada en la franja costera y dentro de ésta en su tramo central. En efecto, el conjunto de la población en los municipios costeros de Cantabria supone el 74 por ciento de la población total de la región, en tanto que la superficie ocupada no llega al 22 por ciento del total. Además 6 municipios de la zona central, con una superficie menor del 13,5 por ciento de la total de los municipios costeros, tiene más del 75 por ciento de la población de los mismos.

El turismo tiene gran influencia en la zona costera, siendo la población flotante en los meses de julio y agosto entre un 50 a un 70% de la población estable.

2.4.2.- Actividades económicas

La economía de Cantabria se caracteriza por un claro predominio del sector servicios, sobre el resto (industria y agricultura).

Se observa una concentración territorial de la industria y los servicios en la zona central y costera (área de Santander-Torrelavega), siendo el resto de la región predominantemente agrícola.

2.4.2.1.- Agricultura y pesca

El peso relativo del sector agrario ha ido decayendo progresivamente en la economía montañesa, mientras otros sectores productivos aumentaban su participación en la misma.

La disminución del peso del sector en la economía provincial, que se debió en un principio al desarrollo industrial experimentado en el presente siglo, parece obedecer en la actualidad a causas internas del agro (parcelas pequeñas que dificultan un aprovechamiento racional, bajo nivel de cooperativismo, etc.).

Dentro del sector predomina ampliamente la ganadería sobre los cultivos agrícolas y forestales.

Dentro del subsector agrícola es de notar la escasa importancia de las explotaciones exclusivamente agrícolas, que representan sólo el 6,7% de la producción agraria. Las

tierras cultivadas suponen solamente el 4,5% de la superficie regional (prácticamente en su totalidad en régimen de secano), mientras que las praderas representan el 27,8%, y la superficie forestal el 54,8%.

La agricultura cántabra es, salvo en algunas comarcas (valle de Liébana), una actividad complementaria de la ganadería. Se aprecia claramente la disminución de la superficie y producción de cultivos no forrajeros, mientras se mantiene o aumenta para los productos destinados a la alimentación ganadera.

El **subsector ganadero** representa el 86% de la producción agraria, con un predominio absoluto del ganado bovino sobre los demás. La cabaña de ganado vacuno ocupa el cuarto lugar entre las provincias españolas. Este ganado tiene gran importancia económica por su producción en leche y carne. En segundo lugar por su número de cabezas está el ganado ovino. El resto de la ganadería tiene menor importancia.

El **subsector forestal** representa el 5,1% de la producción agraria, mientras que ocupa el 54,8% de la superficie provincial.

La importancia del **sector pesquero** en el conjunto de la producción cántabra es más bien pequeña, ya que supone el 1% de la producción neta de la región. La tendencia a la pérdida de importancia se acentúa en los últimos años.

El conjunto del sector se caracteriza por la primacía de un tipo de industria artesanal donde predominan las embarcaciones de bajo tonelaje, mientras la parte más industrializada del mismo conoce un estancamiento y se encuentra en situación de descapitalización.

2.4.2.2.- Industria y construcción

La producción industrial, concentrada en el eje Santander-Meseta, ha sido a lo largo del presente siglo el capítulo más importante de la producción regional, siendo sobrepasado en los últimos años por el Sector Servicios.

La producción industrial ha sufrido un fuerte descenso en los últimos años debido al tipo de empresas existentes; hay un número importante de grandes empresas, mientras no existe una proporción equilibrada de medianas empresas. A ello hay que añadir la baja productividad de algunas grandes empresas, que necesitan una reestructuración y renovación técnica.

Destacan por su importancia los transformados metálicos, las industrias químicas, la construcción, las industrias metálicas básicas y las de alimentación, que representan más del 75% del valor añadido bruto industrial de la región.

Entre las industrias transformadoras de productos agrícolas destacan por su importancia la elaboración de productos lácteos, a los que siguen las industrias cárnicas, enológicas, de piensos compuestos y serrerías.

2.4.2.3.- Servicios

El sector servicios se ha convertido en el principal pilar de la economía provincial. El ritmo de crecimiento del sector en los últimos años es elevado y muy superior al del resto de los sectores productivos regionales.

La productividad del sector pone de relieve un cierto desarrollo del mismo y dentro de él de algunos subsectores

(comercio, servicios diversos) que arrojan cifras muy superiores a la media nacional.

El subsector de comercio es el que aporta una mayor parte del valor añadido bruto al sector, al que siguen los subsectores de transportes y comunicaciones, y el de enseñanza y sanidad.

Finalmente hay que señalar que, si grande es la concentración territorial en la industria cántabra, en el sector servicios ocurre otro tanto, lo que provoca un subequipamiento de algunos servicios en amplias zonas de la región.

2.5.- USOS DEL AGUA

El consumo de agua estimado en la región es del orden de los 83 hm³/año, de los que 30 hm³/año (36%) corresponden a aguas subterráneas.

El mayor consumo de agua corresponde a los abastecimientos de núcleos urbanos (53 hm³/año), en los que el agua subterránea supone una tercera parte de la total utilizada.

Le sigue en importancia el consumo industrial, estimado en unos 23 hm³/año, de los que 9 hm³/año son de agua subterránea.

Apenas se utiliza agua para regadíos, siendo el mayor consumo, dentro del sector, el destinado a la ganadería, con unos 6 hm³/año, de los que 4 hm³ proceden de aguas subterráneas.

El mayor consumo de agua para abastecimiento lo requiere Santander, con unos 28,4 hm³/año (900 l/s de manera

más o menos permanente a lo largo del año). Este agua proviene de la toma superficial existente en el río Pas y de las aguas subterráneas del manantial y sondeos situados en La Molina (al sur de Puente Viesgo). La explotación de alguno de los sondeos perforados sólo se produce hacia el final del estiaje, y en los años secos, cuando se agotan los manantiales.

3.- CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA REGIÓN

3.1.- FORMACIONES HIDROGEOLÓGICAS

Entre los materiales geológicos que afloran en la región de Cantabria pueden distinguirse como formaciones hidrogeológicas más o menos permeables, capaces de constituir acuíferos, once. De ellas, sólo seis presentan buena permeabilidad, y cinco son formaciones poco permeables en su conjunto, que sólo contienen acuíferos aislados de poco interés y mínima explotación.

Estas formaciones hidrogeológicas más o menos permeables, comenzando por la más antigua, serían:

- Calizas, lutitas y margas del Devónico-Carbonífero inferior, que constituyen afloramientos de poca extensión en la base de las lutitas y areniscas del Carbonífero. Dado el grado de metamorfismo y compactibilidad que presentan las calizas y las intercalaciones de lutitas, la permeabilidad de esta formación es baja, y sólo contienen pequeños acuíferos aislados de poco interés. No se han cartografiado en el mapa de acuíferos que se incluye en el plano PL-6.
- Calizas de Montaña. Potente formación compuesta por calizas masivas, de color oscuro hacia la base y blancas bioclásticas en los paquetes superiores. Tanto por la extensión de los afloramientos, como por su potencia, constituyen una formación acuífera importante en Cantabria. En el mapa hidrogeológico (PL-6) se han cartografiado los dos afloramientos más importantes (nº 1 de la leyenda): Los

Picos de Europa y en el sector de Puente Viesgo-Caldas de Besaya.

- Conglomerados, areniscas, lutitas y calizas del Bundsantein (Permo-Trias) que, aunque su potencia es considerable (1.000 m), dado que predomina la fracción arcillosa impermeable, sólo se encuentran pequeños y aislados niveles acuíferos de muy poca importancia. No se ha cartografiado en el mapa hidrogeológico. Existen algunos pequeños manantiales asociados a reducidos niveles acuíferos.
- Dolomías, calizas y carniolas del Lias, muy permeables por fracturación y karstificación. La potencia de esta formación alcanza un máximo, en los afloramientos existentes, de unos 400 metros, por lo que en muchos sectores constituye un acuífero muy bueno. En el mapa hidrogeológico se han cartografiado con el nº 2, observándose una mayor potencia y frecuencia de afloramientos por la mitad sur-occidental de la región cántabra.
- Calizas, margo-calizas y margas del Dogger. Formación concordante con la anterior, encontrándose sus principales afloramientos en los intervalos que quedan en blanco, en el mapa hidrogeológico, entre la formación anterior y la que se describe a continuación. Sólo en su tramo superior predominan los niveles de calizas y margo-calizas, en los que se encuentran acuíferos de baja permeabilidad y poco interés.
- Formación de areniscas, lutitas, conglomerados y calizas arenosas, del Cretácico inferior (Facies Weald) que, con un espesor máximo de 2.500 m, se extiende predominantemente a lo largo de la Unidad de Cabuérniga-Puerto del Escudo, en una gran estructura sinclinal de dirección Oeste-Este, in-

terrumpida en su sector central por unos afloramientos, transversales, del Jurásico-Triásico. Es la formación más extensamente cartografiada en el mapa hidrogeológico (ver plano PL-6), con el nº 3, y, aunque la permeabilidad del conjunto no es alta, dada la potencia y extensión de los afloramientos, es frecuente encontrarse tramos acuíferos de mayor permeabilidad, frecuentemente drenados por manantiales de no muy elevado caudal. Es un acuífero, en su conjunto, de tipo detrítico.

- Calizas, dolomías calizas arenosas y areniscas del Aptiense-Albiense (Cretácico inferior). En conjunto esta formación esta compuesta por la alternancia de paquetes de calizas y dolomías, permeables, con otros de margas, areniscas y lutitas de baja permeabilidad. Los afloramientos se han cartografiado en el mapa hidrogeológico con el nº 4, y se encuentran en el sector norte y nororiental de la provincia, constituyendo buenos acuíferos con permeabilidad por fisuración y karstificación.
- Conjunto de areniscas, calizas y margas de edad Albiense-Aptiense, que es un paquete en el que predomina la fracción margosa-arenosa, por lo que la permeabilidad de la formación es baja. Al no constituir buenos acuíferos, no se ha cartografiado en el mapa hidrogeológico, siendo frecuente encontrarla en el sector de la Unidad de Alisa-Ramales, según la alineación Norte-Sur, entre los afloramientos de calizas del anterior conjunto descrito.
- Paquete de calizas y calcarenitas del Cretácico superior, que afloran en el extremo Sur de la provincia, en la Cuenca del Ebro. Están cartografiados en el plano hidrogeológico junto con el nº 4 y constituyen el Subsistema Sedano-La Lora.

- Formación de calcarenitas arenosas, calizas, dolomías y arenas conglomeráticas del Terciario. Es un conjunto permeable de más de 400 m de potencia, que aflora en dos sectores del borde costero de la provincia (al Norte de la ciudad de Santander y en el pasillo Roiz-Estrada-Unquera), tal y como puede verse en el mapa hidrogeológico (indicado con el nº 5).
- Aluviales de los ríos, constituídos por arenas, gravas y limos de edad reciente. Aunque su potencia y extensión es reducida, se han cartografiado (nº 6 del plano), por ser acuíferos muy permeables y con un alto riesgo de contaminación.

3.2.- SISTEMAS ACUÍFEROS

Dentro de la región de Cantabria se pueden distinguir cinco Sistemas Acuíferos bien diferenciados entre sí.

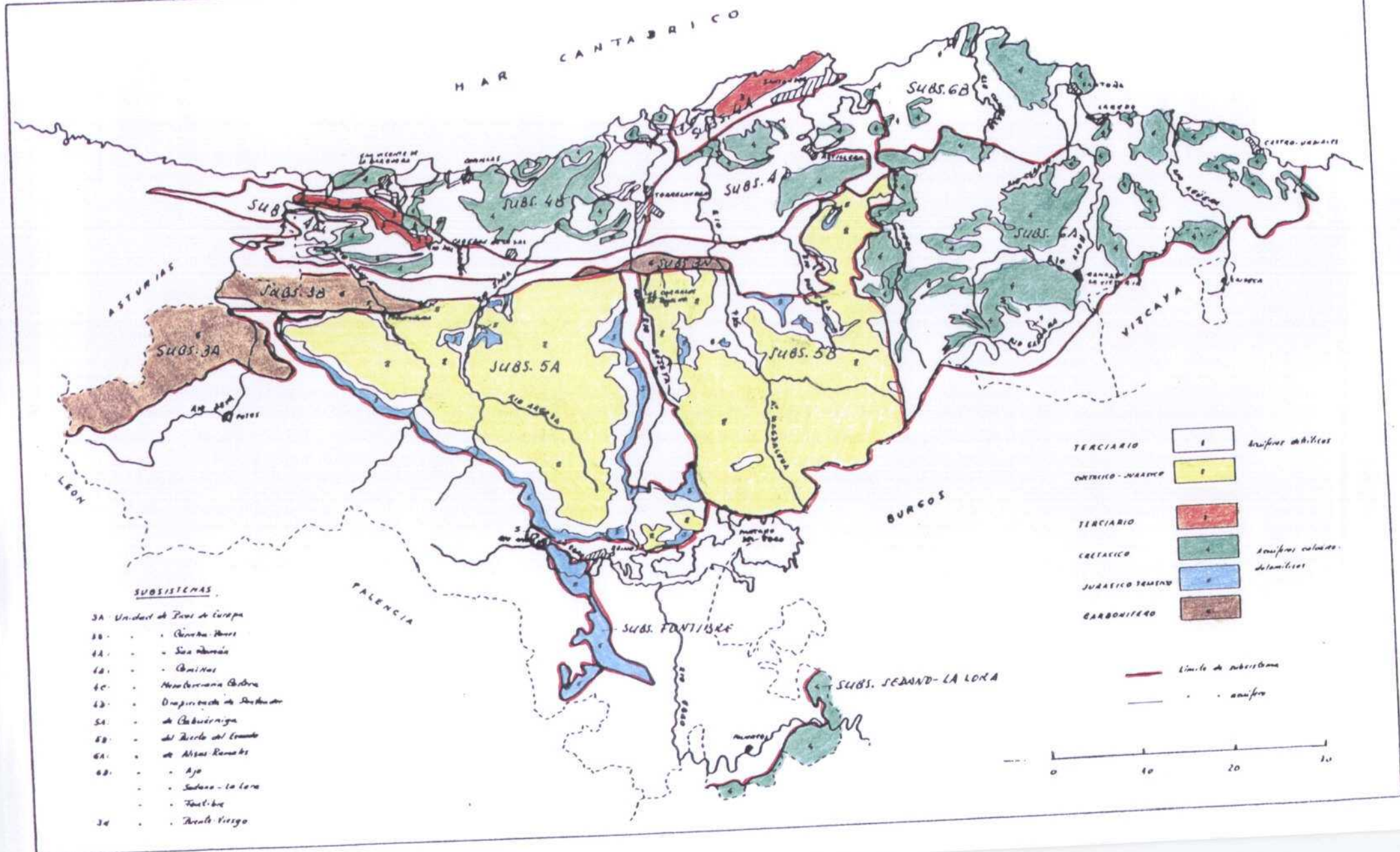
Cuatro de estos Sistemas (nºs 3, 4, 5 y 6) pertenecen a la Cuenca Norte y el otro Sistema (nº 64) a la Cuenca del Ebro, según la nomenclatura del Mapa de Síntesis de Sistemas Acuíferos de España:

- Sistema nº 3: Calizas de Montaña Cántabro-Astur.
- Sistema nº 4: Sinclinal de Santander-Santillana y zona de San Vicente de La Barquera.
- Sistema nº 5: Unidad Jurásica al Sur del Anticlinal de Caldas de Besaya.
- Sistema nº 6: Complejo Urgo-Aptiense de la zona Oriental de Cantabria.

MAPA DE SINTESIS DE ACUIFEROS

Fuente: Mapa Hidrogeológico de la Comunidad de Cantabria (ITGE, 1990)

Figura F-4



- Sistema nº 64: Cretácico de La Lora y del Sinclinal de Villarcayo.

Dentro de Cantabria sólo se encuentra una pequeña parte de los Sistemas nºs 3 y 64.

Estos sistemas hidrogeológicos se corresponden, en general, con unidades geológicas de características estratigráficas y estructurales distintas. Hay que tener en cuenta que los límites entre unidades geológicas no siempre coinciden con límites hidrogeológicos, ya que a veces pueden existir conexiones entre dos sistemas.

En el Esquema de Situación de los Sistemas Acuíferos, que se adjunta (Figura F-4), puede verse su distribución geográfica.

La mayor parte de los acuíferos de la región esta constituidos por materiales carbonatados de diferentes edades.

3.2.1.- Sistema Acuífero nº 3: Caliza de Montaña Cántabro-Astur

El acuífero está constituido por calizas, parcialmente dolomitizadas, correspondientes a las formaciones de Barcaliente, Valdeteja, Picos de Europa y Puenteles (Namuriense-Westfaliense), con una transmisividad y coeficiente de almacenamiento muy variables, en función de la fracturación y karstificación del mismo, en general medio-altos.

En el occidente de la región se encuentra parcialmente representado por los Subsistemas 3A y 3B (Unidad de Picos de Europa y Unidad de Carreña-Panes). Existen además otros pe-

queños afloramientos calcáreos situados entre Los Corrales de Buelna y Puente Viesgo (Subsistema 3N).

Los recursos anuales estimados para cada una de las Unidades, y las reservas valoradas hasta una profundidad de 100 m por debajo del nivel piezométrico, considerando una porosidad eficaz de 1%, serían:

| UNIDAD (Subsistema nº) | RECURSOS (hm ³ /año) | RESERVAS (hm ³) |
|---------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Picos de Europa (3A) | 370 a 520 | 400 |
| Carreña-Panes (3B) | 200 | 200 |
| Puente Viesgo (3N) | 8 a 12 | 20 |
| TOTAL | 578 A 732 | 620 |

La alimentación de las Calizas de Montaña se realiza fundamentalmente por infiltración del agua de lluvia a través de los afloramientos calcáreos, muy karstificados en superficie.

El drenaje de la Unidad de los Picos de Europa se produce por un número reducido de grandes manantiales (seis), cuyos caudales medios oscilan entre 0,5 y 3 m³/s.

La Unidad de Carreña-Panes se drena principalmente por los ríos Cares y Deva, así como por una serie de manantiales de menor importancia.

3.2.2.- Sistema Acuífero nº 4: Sinclinal de Santander- Santillana y Zona de San Vicente de La Barquera

Está situado en la zona septentrional de la región, formando una franja costera estrecha y alargada que va desde Asturias hasta la ciudad de Santander, con una superficie de 866 km².

Está limitado al Norte por el Mar Cantábrico; al Sur por la unidad estructural denominada "Fanja cabalgante del Escudo de Cabuérniga", impermeable; al Este por los materiales impermeables del Trías, y al Oeste por los materiales impermeables del Trías y Paleozoico.

En este sistema se pueden distinguir cuatro subsistemas.

- Subsistema 4A: Unidad de San Román

Estructuralmente se trata de un amplio sinclinorio formado con materiales cretácicos y terciarios, cuyo eje se encuentra inclinado en dirección a la costa.

En esta unidad sólo hay un acuífero importante, Acuífero Cretácico terminal-Terciario, constituido por calizas arenosas y dolomías de edad Maestrichtiense-Luteciense, cuya potencia oscila entre los 400 y 500 m, en una superficie de afloramiento de 23 km².

Se trata de una serie fundamentalmente calcáreo-dolomítica, con transmisividad y coeficiente de almacenamiento muy variables, en función de la fracturación y karstificación de los diferentes tramos de la serie, pero en general medio-altos.

Constituye un manto acuífero libre, con una alimentación, exclusivamente, a partir de la infiltración del agua de lluvia. Su descarga se lleva a cabo, principalmente, a través de una serie de manantiales, entre los que destacan Fuente Soto y Yatas, y, en menor cuantía, directamente al mar por algunos arroyos de escasa importancia; el volumen de las salidas se evalúa en unos 4 hm³/año.

Los recursos subterráneos se han evaluado entre 5 y 10 hm³/año, y las reservas en 23 hm³.

- Subsistema 4B: Unidad de Comillas

En este subsistema sólo tiene interés el acuífero calcáreo de edad Aptiense-Albiense-Cenomaniense. Se trata en realidad de cuatro niveles acuíferos, constituídos por calizas y calcarenitas localmente dolomitizadas, separados entre sí por materiales impermeables. En conjunto la serie tiene una potencia de 1.000 a 1.250 m, siendo la de los niveles permeables de 600-650 m.

Se trata de una serie calcárea y dolomítica, con transmisividad y coeficiente de almacenamiento muy variables, en función de la importancia de la fracturación y karstificación, pero en general medio-altos.

Los materiales calcáreo-dolomíticos cretácicos constituyen unos acuíferos, en gran parte confinados, con una alimentación, fundamentalmente, a partir de la infiltración del agua de lluvia. La descarga se produce por numerosos manantiales, algunos de cierta importancia, así como por los numerosos ríos y arroyos que atraviesan los afloramientos carbonatados.

Los recursos subterráneos se estiman en 32-48 hm³/año y las reservas en 202 hm³.

Además del conjunto calcáreo del Cretácico, hacia el Sur de la Unidad se encuentran materiales detríticos (areniscas, conglomerados y lutitas), tipo Facies Weald del Cretácico inferior, que también originan acuíferos aislados de menor importancia.

En el límite Sur de la Unidad se encuentra un afloramiento anticlinal de calizas y dolomías del Jurásico, muy permeables.

- Subsistema 4C: Unidad Mesoterciaria Costera

Principalmente, se pueden diferenciar dos acuíferos, separados entre sí por un conjunto margoso, impermeable, de unos 400 m de potencia:

- a) Acuífero Cretácico terminal-Terciario, constituido por una serie de calizas, calcarenitas, calizas arenosas y dolomías, de edad Maestrichiense-Luteciense, con una intercalación de 25 m de arenas en su parte inferior. Su potencia oscila alrededor de los 400 m.
- b) Acuíferos calcáreos cretácicos (Aptiense-Cenomaniense), que están formados por una serie de tramos calizos separados entre sí por tramos más o menos impermeables de areniscas, limos, arcillas y margas, que los independizan entre sí. La potencia total de la serie es de 700-950 m.

Se trata de unas series esencialmente calcáreas y dolomíticas, con transmisividad y coeficiente de almacenamiento

muy variables, en función de su fracturación y karstificación, pero en general medio-altos.

Son acuíferos, en gran parte, confinados, con una alimentación, fundamentalmente, a partir de la infiltración del agua de lluvia. La descarga se produce a través de numerosos manantiales puntuales, y por el drenaje difuso que se origina hacia los ríos y arroyos que atraviesan los afloramientos carbonatados; el volumen global de éstas se evalúa en unos 19 hm³/año (2 por manantiales y 17 hacia los ríos Escudo, Deva, Nansa, etc.).

Los recursos subterráneos se han evaluado en unos 19-25 hm³/año, y las reservas en 43 hm³.

- Subsistema 4D: Unidad Diapirizada de Santander

En esta Unidad se encuentran dos acuíferos calcáreos cretácicos, independientes entre sí:

- a) Acuífero calcáreo Aptiense-Albiense Inferior-Medio, constituido por calizas y calcarenitas dolomitizadas, su potencia es de 650 m.
- b) Acuífero calcáreo Aptiense, similar al definido en el Subsistema 4B, pero de menor potencia (250 m), constituido por calcarenitas masivas.

La base, menos permeable, de estos acuíferos son los materiales del Wealdense (areniscas, conglomerados y arcillas). Esta formación proporciona acuíferos aislados y reducidos de poco interés.

Estos materiales calcáreos y dolomíticos tienen transmisividad y coeficiente de almacenamiento muy variables, en función de la importancia de la fracturación y karstificación, pero en general medio-altos.

Constituyen un manto acuífero libre, con una alimentación, exclusivamente, a partir de la infiltración del agua de lluvia.

La descarga se realiza a través de manantiales, destacando los de Medio Cudeyo y Fuente El Collado, así como por los ríos Pas, Miera y Cubón.

Sus recursos se han estimado 35-52 hm³/año, y sus reservas en 132 hm³.

Además de estos acuíferos carbonatados cretácicos, existen unos reducidos afloramientos de calizas jurásicas, que también constituyen un buen acuífero.

3.2.3.- Sistema Acuífero nº 5: Unidad Jurásica al Sur del Anticlinal de las Caldas de Besaya

Está situado en la zona suroccidental de la región, ocupando una superficie de 1.343 km².

El Sistema está limitado al Norte, por la unidad estructural impermeable denominada "Franja Cabalgante del Escudo de Cabuérniga", y al Sur y al Oeste, por los materiales impermeables del Triásico. El límite Este no está bien definido por estar recubierto de materiales cretácicos.

Se diferencian dos niveles acuíferos:

a) Acuífero detrítico Weald-Purberck. Está compuesto por un potente paquete de areniscas, arenas y arcillas intercaladas, junto con algunos niveles margosos y calizos, lo que da lugar a que en realidad existan gran cantidad de pequeños acuíferos, independientes entre sí, en la mayoría de los casos de poco espesor y continuidad lateral limitada, estando flanqueados a techo y muro por niveles impermeables o poco permeables.

Las características petrofísicas de estos sedimentos son muy variables, tanto horizontal como verticalmente, lo que da lugar a que los valores de transmisividad y coeficiente de almacenamiento sean también muy variables, pero en general bajos.

b) Acuífero calcáreo jurásico. Está constituido por calizas del Lías y Dogger, que se encuentran formando el basamento del sinclinal y afloran en superficie casi exclusivamente en los bordes de éste.

Los valores de transmisividad y coeficiente de almacenamiento son muy variables, dependiendo de su fracturación y karstificación, pero en general son medio-altos.

La alimentación de los acuíferos se realiza fundamentalmente a partir de la infiltración directa del agua de lluvia y en menor cuantía de la infiltración a través de los materiales detríticos suprayacentes.

En el Sistema se diferencian dos subsistemas o unidades hidrogeológicas, independizadas entre si por materiales impermeables triásicos.

- Subsistema 5A: Unidad de Cabuérniga

Estructuralmente es una cubeta sinclinal, que está limitada al Norte por la Franja Cabalgante del Escudo de Cabuérniga, y al Sur, Este y Oeste por materiales impermeables triásicos, fundamentalmente.

Los recursos subterráneos estimados a partir de las salidas, son de 81 hm³/año, de los que 40 hm³/año corresponden al acuífero Weald-Purbeck y 41 hm³/año al acuífero calcáreo-jurásico.

Las reservas del acuífero calcáreo jurásico se han estimado en 144 hm³.

- Subsistema 5B: Unidad del Puerto del Escudo

Está limitado al Norte por la Franja Cabalgante del Escudo de Cabuérniga, al Oeste por materiales impermeables fundamentalmente triásicos de la Unidad de Besaya, y al Sur y Este desaparece bajo los materiales calcáreos del Aptien-se-Albiense del Sistema Acuífero nº 6.

Los recursos subterráneos, estimados a partir de las salidas, son de 67-71 hm³/año, de los que 28-32 hm³/año corresponden al acuífero detrítico Weald-Purbeck y 39 hm³/año al acuífero calcáreo jurásico.

Las reservas del acuífero jurásico se han estimado en 46 hm³.

3.2.4.- Sistema Acuífero nº 6: Complejo calcáreo Urgo- Aptiense de la zona oriental de Cantabria

Está situado en la zona oriental de Cantabria y ocupa una superficie de 1.138 km².

El Sistema está limitado al Norte, por el mar Cantábrico, al Sur y Este por los materiales impermeables del Cenomaniense-Albiense y al Oeste, por los materiales impermeables de la "Unidad Diapirizada de Santander" y por la formación potente de Weald-Purbeck.

El acuífero está constituido por una serie de masas calcáreas (calizas arrecifales, calizas microcristalinas y calcarenitas, de edad Aptiense-Albiense, y también pueden incluirse las calizas y calcarenitas del Cenomaniense Medio), de dimensiones variables, aisladas e independientes, en general, unas de otras desde el punto de vista hidráulico.

Los valores de transmisividad y coeficiente de almacenamiento en este tipo de rocas son muy variables, en función de la fracturación y karstificación de los diferentes tramos de la serie, pero en general medio-altos.

Se trata de mantos acuíferos libres con una alimentación, fundamentalmente, por infiltración directa del agua de lluvia.

Se han diferenciado dos subsistemas:

- Subsistema 6A: Unidad de Alisas-Ramales

El acuífero principal lo constituye la extensa super-

ficie aflorante (319 km²) de calizas arrecifales del Aptiense-Albiense.

Además existe un estrecho afloramiento de calizas jurásicas que, también, constituyen un acuífero, en este caso muy compartimentado por fallas.

Los recursos subterráneos del subsistema se han estimado, en función de las salidas aforadas, en unos 193 hm³/año. Las reservas almacenadas, se estiman en 638 hm³.

- Subsistema 6B: Unidad de Ajo

Es una unidad muy tectonizada, con una superficie de 268 km², en la que afloran el mismo tipo de materiales que en la unidad anterior.

Las formaciones más interesantes desde el punto de vista hidrogeológico son, como en el anterior subsistema, las calizas del Aptiense-Albiense, que afloran en una superficie de unos 52 km².

Los recursos evaluados a partir de la lluvia útil, para un coeficiente de infiltración del 50%, son de 17 hm³/año, y sus reservas se han estimado en 104 hm³.

3.2.5.- Sistema Acuífero nº 64: Cretácico de La Lora y Sinclinal de Villarcayo

Se extiende a lo largo de 5.480 km², que coinciden con la cuenca de cabecera del río Ebro hasta Miranda. Comprende una pequeña parte del sur de la provincia de Cantabria, el tercio norte de la provincia de Burgos y el sector occidental de la de Alava.

Los materiales acuíferos cubren alrededor de los 3.000 km² y corresponden fundamentalmente a las calizas dolomíticas y calcarenitas del Cretácico Superior. En la Unidad de Fontibre el acuífero corresponde al Lías Inferior dolomítico.

Dentro de la región cántabra se han diferenciado dos subsistemas: Unidad de Fontibre y Subsistema de Sinclinal de Sedano-La Lora.

- Unidad de Fontibre

El acuífero está constituido por las calizas y dolomías del Rethiense-Lías Inferior. Dentro de la misma se incluyen unos pequeños afloramientos (3 km²), de calizas y dolomías triásicas, independientes de las anteriores.

Su extensión es reducida (60 km²), por lo que su interés viene únicamente de que en ella está el manantial de Fontibre, nacimiento del río Ebro.

Sus recursos se estiman en 23 hm³/año, de los cuales 1 hm³/año se drena a la Cuenca Norte y 22 hm³/año a la Cuenca del Ebro.

- Subsistema del Sinclinal de Sedano-La Lora

Tiene una superficie aflorante permeable de unos 950 km².

Se pueden diferenciar dos zonas: la mitad sur corresponde a un sinclinal con buzamientos muy suaves (Sedano-La Lora), mientras que hacia el Norte se encuentra una zona muy tectonizada. En ambos casos, el nivel acuífero principal está

constituído por calizas, calcarenitas y dolomías del Cretácico-Superior.

Existen otros acuíferos de menor entidad, como: algunas barras calcáreas del Cenomaniense, las arenas de facies Utrillas en el Campaniense, y los niveles basales del Paleoceno marino.

El drenaje de esta unidad se realiza principalmente por los ríos Ebro, Rudrón y Hominio.

Los recursos subterráneos medios son del orden de los 140 hm³/año.

3.3.- HIDROQUÍMICA

La facies predominante en las aguas subterráneas de los sistemas hidrogeológicos existentes en Cantabria es bicarbonatada cálcica, en ocasiones puede ser bicarbonatada cálcico-magnésica, ligada a zonas dolomitizadas.

El residuo seco es bajo, generalmente inferior a 500 mg/l.

Los cloruros son casi siempre inferiores a 50 mg/l; sólo puntualmente se sobrepasan estos valores.

Los sulfatos raramente superan los 100 mg/l.

En general, no se han detectado concentraciones de nitratos, nitritos y amoníaco superiores a las admitidas para consumo humano (50, 0,1 y 0,5 mg/l, respectivamente). Estacionalmente se han encontrado concentraciones de amoníaco por encima del máximo admitido en la zona costera (Sistemas Acuí-

feros n^os 4 y 6), lo cual puede ser explicado por el abonado de los prados y huertas, así como por los lixiviados de las explotaciones ganaderas. En algunos puntos aislados se han detectado contenidos de NO₃⁻ ligeramente superiores a 50 mg/l, en la época de mayor estiaje.

Los vertidos urbanos e industriales no afectan por lo general a la calidad de las aguas subterráneas, a pesar de que apenas existen depuradoras, ya que en su mayor parte van directamente a los ríos en zonas en las que éstos drenan a los acuíferos. No obstante constituyen un foco potencial de contaminación, pues en el caso de que se invirtiera el sentido del flujo, debido a una mayor explotación de los acuíferos, podría haber una recarga de los acuíferos a partir del agua contaminada de estos ríos.

4.- INVENTARIO DE FOCOS CONTAMINANTES

Se ha realizado el inventario de aquellas actividades humanas que, de un modo directo o indirecto, pueden contaminar las aguas subterráneas. Se han clasificado en dos grupos: focos puntuales y de contaminación difusa, entendiéndose por tal, aquella contaminación que proviene de un buen número de focos dispersos de pequeña entidad, como pueden ser las prácticas agrícolas y la ganadería que se encuentra dispersa, en régimen de pastoreo.

En el caso de la agricultura, es evidente que la necesidad de abonar las tierras de cultivo con abonos orgánicos y con fertilizantes químicos inorgánicos produce un efecto contaminante de tipo disperso y extensivo.

Por el contrario, la ganadería, aunque esté estabulada, puede ser causa de contaminación difusa, si la ganadería está suelta en prados y pastizales del entorno al establo, y también si los purines y el estiercol se utilizan como abono orgánico esparciéndolo por las tierras cultivadas y los prados naturales; o puede tratarse, además, de un foco puntual, si los purines se vierten a cauces superficiales, o a una fosa séptica, o incluso a una dolina directamente.

Las aguas residuales de población, vertidas a los cauces o inyectadas en pozos negros o similares, son un foco puntual de contaminación nitrogenada, cuyo volumen está en razón directa a la población.

El objetivo principalmente de este proyecto ha sido el conocer el tipo y grado de contaminación producida por los compuestos nitrogenados generados a consecuencia de las prácticas agro-ganaderas.

El inventario de focos se ha planteado a nivel de término municipal, para lo cual se ha abierto una ficha de "inventario de vertidos" por municipio (Anexo A-6), para su inclusión en la base de vertidos del ITGE.

En el interior de cada ficha se incluyen datos parciales sobre las características de los distintos puntos de "vertidos de residuos líquidos urbanos", de los focos puntuales sobre la "actividad ganadera", y de la actividad ganadera global del término municipal. En cada caso se anotan datos sobre los volúmenes del vertido, la carga contaminante producida y las características hidrogeológicas y climáticas del emplazamiento del foco.

La situación geográfica de todos los puntos se ha realizado, por municipios, sobre hojas topográficas a escala 1/50.000; originales que han sido entregados al ITGE.

4.1.- FOCOS PUNTUALES

4.1.1.- Vertidos de residuos sólidos urbanos

La Agencia del Medio Ambiente de Cantabria tiene realizado un catálogo de vertederos clandestinos a nivel provincial, y por zonas, muchos de los cuales se encuentran en la actualidad clausurados.

Aunque su situación geográfica aproximada, a escala 1/200.000, ha sido proporcionada por el AMA, dado que estos focos de contaminación no eran objeto de análisis dentro de este proyecto, no se han incluido en los planos generados en el presente estudio. A modo orientativo y de cuantificación, se indica que el número de vertederos existentes son más de 360, con la siguiente distribución por comarcas:

- Zona de Liébana = 44
- Zona de Campoo = 58
- Zona de los Valles de Nansa y Saja y Franja Costera Occidental = 103
- Zona de los Valles del Pas y Besaya = 47
- Zona Central y Valle del Miera = 109
- Zona Oriental (no se dispone de datos)

4.1.2.- Vertidos de efluentes urbanos

El inventario de puntos donde se vierten los efluentes de aguas residuales de las diferentes poblaciones ha sido proporcionado por la Confederación Hidrográfica del Norte, de los datos que existían disponibles en dicho organismo. No se tienen referencias de todos los municipios y, sin embargo, se observan términos municipales en los que hay inventariados más de un efluente.

La situación de los puntos se ha efectuado en las hojas topográficas 1/50.000, y las características de cada punto (volumen de efluente, punto de vertido, tipo de depuración, etc.) se han reflejado en las fichas del Inventario de Vertidos.

Los vertidos de efluentes a los cauces de los ríos si pueden producir contaminación en las aguas superficiales cir-

culantes, pero, dado que la mayoría de los ríos son receptores del agua que proviene de los acuíferos, de momento, mientras no se inviertan los flujos, es difícil que de la contaminación de las aguas superficiales pase a las aguas subterráneas.

Al margen de este inventario de focos puntuales, se ha evaluado la carga contaminante que pueden generar los vertidos líquidos urbanos a nivel de término municipal, en base a la población existente en la totalidad del municipio.

Teniendo en cuenta el censo de habitantes de la provincia de Cantabria del año 1986, y la dosis de producción anual de nitrógeno por habitante, de 5,1 kg N/año, se han obtenido las cifras de carga contaminante de nitrógeno, por municipio, que se reflejan en el cuadro adjunto (C-2).

A efectos de cuantificar, y comparar datos entre los distintos municipios, sobre las dosis medias de nitrógeno aportado por los residuos líquidos urbanos, se ha calculado la densidad (kgN/ha y año), que resulta al dividir la carga de nitrógeno producida entre la superficie total del término municipal. Los valores resultantes se anotan en el cuadro C-2 y, en base a ellos, se ha dibujado el plano de "dosis medias de nitrógeno aportado por la población" que se incluye en el plano PL-1 de Focos de Contaminación.

De acuerdo con las cifras obtenidas, se observa que los términos municipales con mayor dosis de nitrógeno por hectárea se localizan en el sector norte y central de la provincia: Santander, Torrelavega, El Astillero, Santoña, Camargo, Colindres y Laredo, como más de 25 kg N/año por ha. del término municipal. En la zona sur destaca Reinosa, con 162 kg N/ha/año, debido a que es un municipio muy pequeño en exten-

04 Cuadro C-2 CARGA CONTAMINANTE EN NITROGENO DEBIDO A LA POBLACION

| Codigo | Termino Municipal | Poblacion hab.(*) | Superficie Ha. | Carga en N Tm./año | Densidad en N kg/año-Ha. |
|--------|---------------------------|-------------------|----------------|--------------------|--------------------------|
| 001 | ALFOZ DE LLOREDO | 2,899 | 4,608 | 14.78 | 3.21 |
| 002 | AMPUERO | 3,323 | 3,235 | 16.95 | 5.24 |
| 003 | ANTEVAS | 489 | 2,115 | 2.49 | 1.18 |
| 004 | ARENAS DE IGÜÑA | 2,479 | 8,717 | 12.64 | 1.45 |
| 005 | ARSOÑOS | 636 | 494 | 3.24 | 6.57 |
| 006 | ARNUERO | 1,856 | 2,431 | 9.47 | 3.89 |
| 007 | ARREDONDO | 807 | 4,706 | 4.12 | 0.87 |
| 008 | ASTILLERO, EL | 12,256 | 651 | 62.51 | 96.01 |
| 009 | BARCENA DE CICERO | 2,243 | 3,215 | 11.95 | 3.72 |
| 010 | BARCENA PIE DE CONCHA | 960 | 3,126 | 4.90 | 1.57 |
| 011 | BARREYO | 1,627 | 3,173 | 8.30 | 2.62 |
| 012 | CABEZON DE LA SAL | 6,429 | 3,385 | 32.79 | 9.69 |
| 013 | CABEZON DE LIEBANA | 917 | 8,133 | 4.68 | 0.58 |
| 014 | CABUERNIGA (VALLE DE) | 1,199 | 15,522 | 6.11 | 0.39 |
| 015 | CAMALEÓN | 1,345 | 16,109 | 6.86 | 0.43 |
| 016 | CAMARGO | 19,144 | 3,577 | 97.63 | 27.30 |
| 017 | CAMPOO DE YUSO | 884 | 8,982 | 4.51 | 0.50 |
| 018 | CARTES | 2,174 | 1,883 | 11.09 | 5.89 |
| 019 | CASTAÑEDA | 1,630 | 1,951 | 8.31 | 4.26 |
| 020 | CASTRO-URDIALES | 12,912 | 9,507 | 65.85 | 6.93 |
| 021 | CIEZA | 828 | 4,464 | 4.22 | 0.95 |
| 022 | CILLORIGO-CASTRO | 1,296 | 10,442 | 6.61 | 0.63 |
| 023 | COLINDRES | 5,348 | 661 | 27.27 | 41.26 |
| 024 | COMILLAS | 2,465 | 1,852 | 12.57 | 6.79 |
| 025 | CORRALES DE BUELNA, LOS | 9,649 | 4,631 | 49.21 | 10.63 |
| 026 | CORVERA DE TORANZO | 2,379 | 4,996 | 12.13 | 2.43 |
| 027 | ENMEDIO | 4,272 | 9,198 | 21.79 | 2.37 |
| 028 | ENTRAMBASAGUAS | 2,632 | 4,231 | 13.42 | 3.17 |
| 029 | ESCALANTE | 761 | 1,464 | 3.88 | 2.65 |
| 030 | GURTEZO | 1,879 | 8,040 | 9.58 | 1.19 |
| 031 | HAZAS DE CESTO | 1,382 | 2,185 | 7.05 | 3.23 |
| 032 | HERMAN. DE CAMPOO DE SUSO | 1,971 | 22,363 | 10.05 | 0.45 |
| 033 | HERRERÍAS | 885 | 4,026 | 4.51 | 1.12 |
| 034 | LAMASÓN | 511 | 7,118 | 2.61 | 0.37 |
| 035 | LÁREDO | 12,963 | 1,353 | 66.11 | 48.86 |
| 036 | LIENDO | 786 | 2,589 | 4.01 | 1.55 |
| 037 | LIERGANES | 2,395 | 3,671 | 12.21 | 3.33 |
| 038 | LIMPIAS | 1,193 | 1,006 | 6.08 | 6.05 |
| 039 | LUENA | 1,275 | 9,084 | 6.50 | 0.72 |
| 040 | MARINA DE CUDEYO | 4,667 | 2,709 | 23.80 | 8.79 |
| 041 | MAZCUERRAS | 1,829 | 5,520 | 9.33 | 1.69 |

(*) Censo del año 1986

Cuadro C-2 CARGA CONTAMINANTE EN NITROGENO DEBIDO A LA POBLACION (Continuación)

| Código | Término Municipal | Población hab. (*) | Superficie Ha. | Carga en N Tm./año | Densidad en N kg/año-Ha. |
|--------|-------------------------|--------------------|----------------|--------------------|--------------------------|
| 042 | MEDIO CUDEYO | 5,857 | 2,722 | 29.87 | 10.97 |
| 043 | MICRUELO | 848 | 1,628 | 4.32 | 2.66 |
| 044 | MIENGO | 3,059 | 2,399 | 15.60 | 6.50 |
| 045 | MIERA | 786 | 3,382 | 4.01 | 1.19 |
| 046 | MOLLEDO DE FORTOLIN | 2,292 | 7,092 | 11.69 | 1.65 |
| 047 | MOJA | 1,485 | 798 | 7.57 | 9.49 |
| 048 | PENAGOS | 1,847 | 3,150 | 9.42 | 2.99 |
| 049 | PENARRUBIA | 373 | 5,407 | 1.90 | 0.35 |
| 050 | PESAGUERO | 488 | 6,995 | 2.49 | 0.36 |
| 051 | PESQUERA | 119 | 892 | 0.61 | 0.68 |
| 052 | PIELAGOS | 9,068 | 8,326 | 46.25 | 5.55 |
| 053 | POLACIONES | 402 | 9,002 | 2.05 | 0.23 |
| 054 | POLANCO | 3,734 | 1,744 | 19.04 | 10.92 |
| 055 | POTES | 1,483 | 764 | 7.56 | 9.90 |
| 056 | PUENTE-VIESGO | 2,493 | 3,534 | 12.71 | 3.60 |
| 057 | RAMALES DE LA VICTORIA | 2,506 | 3,440 | 12.78 | 3.72 |
| 058 | RASINES | 1,105 | 4,285 | 5.64 | 1.32 |
| 059 | REINOSA | 13,151 | 412 | 67.07 | 162.79 |
| 060 | REOCIN | 6,368 | 3,176 | 32.48 | 10.23 |
| 061 | RIBAMONTAN AL MAR | 2,700 | 3,720 | 13.77 | 3.70 |
| 062 | RIBAMONTAN AL MONTE | 2,203 | 4,238 | 11.24 | 2.65 |
| 063 | RIONANSA | 1,757 | 11,870 | 8.96 | 0.75 |
| 064 | RIOTUERTO | 1,658 | 2,420 | 8.46 | 3.49 |
| 065 | ROZAS (LAS) | 278 | 5,228 | 1.42 | 0.27 |
| 066 | RUENTE | 1,017 | 6,617 | 5.19 | 0.78 |
| 067 | RUESGA | 1,470 | 8,803 | 7.50 | 0.85 |
| 068 | RUILOBA | 766 | 1,465 | 3.91 | 2.67 |
| 069 | SAN FELICES DE BUELNA | 2,431 | 3,489 | 12.40 | 3.55 |
| 070 | SAN MIGUEL DE AGUAYO | 191 | 3,605 | 0.97 | 0.27 |
| 071 | SAN PEDRO DEL ROMERAL | 1,009 | 5,732 | 5.15 | 0.90 |
| 072 | SAN ROQUE DE RIOMIERA | 639 | 3,601 | 3.26 | 0.90 |
| 073 | SANTA CRUZ DE BEZANA | 3,992 | 1,718 | 20.36 | 11.85 |
| 074 | SANTA MARIA DE CAYÓN | 5,896 | 3,936 | 30.07 | 7.64 |
| 075 | SANTANDER | 188,539 | 3,392 | 961.55 | 283.48 |
| 076 | SANTILLANA DEL MAR | 3,840 | 2,821 | 19.58 | 6.94 |
| 077 | SANTIURDE DE REINOSA | 474 | 3,119 | 2.42 | 0.78 |
| 078 | SANTIURDE DE TORANZO | 1,839 | 3,656 | 9.38 | 2.57 |
| 079 | SANTORA | 11,642 | 1,126 | 59.37 | 52.73 |
| 080 | SAN VIC. DE LA BARQUERA | 4,386 | 4,148 | 22.37 | 5.39 |
| 081 | SARO | 611 | 1,777 | 3.12 | 1.75 |
| 082 | SELAYA | 2,018 | 3,941 | 10.29 | 2.61 |

(*) Censo del año 1986

Cuadro C-2 CARGA CONTAMINANTE EN NITROGENO DEBIDO A LA POBLACION (Continuación)

| Código | Término Municipal | Poblacion hab. (*) | Superficie Ha. | Carga en N Tm./año | Densidad en N kg/año-Ha. |
|--------------|-----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------------|
| 083 | SOBA | 2,014 | 21,472 | 10.27 | 0.48 |
| 084 | SOLORZANO | 1,097 | 2,530 | 5.59 | 2.21 |
| 085 | SUANCES | 5,718 | 2,425 | 29.16 | 12.03 |
| 086 | TOJOS, LOS | 442 | 9,000 | 2.25 | 0.25 |
| 087 | TORRELAVEGA | 58,198 | 3,558 | 296.81 | 83.42 |
| 088 | TRESVISU | 92 | 1,623 | 0.47 | 0.29 |
| 089 | TUDANCA | 326 | 5,287 | 1.66 | 0.31 |
| 090 | UDIAS | 862 | 1,945 | 4.40 | 2.26 |
| 091 | VALDALIGA | 2,775 | 9,764 | 14.15 | 1.45 |
| 092 | VALDEOLEA | 2,146 | 8,346 | 10.94 | 1.31 |
| 093 | VALDEPRADO DEL RIO | 420 | 8,975 | 2.14 | 0.24 |
| 094 | VALDERREDIBLE | 1,581 | 29,398 | 8.06 | 0.27 |
| 095 | VAL DE SAN VICENTE | 2,560 | 5,114 | 13.06 | 2.55 |
| 096 | VEGA DE LIEBANA | 1,188 | 13,357 | 6.06 | 0.45 |
| 097 | VEGA DE PAS | 1,254 | 8,759 | 6.40 | 0.73 |
| 098 | VILLACARRIEDO | 2,159 | 5,076 | 11.01 | 2.17 |
| 099 | VILLAESCUSA | 2,965 | 2,736 | 15.12 | 5.53 |
| 100 | VILLAFUFRE | 1,209 | 3,015 | 6.17 | 2.05 |
| 101 | VILLAVERDE DE TRUCIOS | 464 | 2,000 | 2.37 | 1.18 |
| 102 | VOTO | 2,705 | 7,783 | 13.80 | 1.77 |
| TOTALES..... | | 524,670 | 528,856 | 2,675.82 | |
| | | | DENSIDAD MEDIA..... | | 5.06 |

NOTA.- Carga contaminante de Nitrogeno al año por habitante = 5.1 Kgrs.

(*) Censo del año 1986

sión y con 13.151 habitantes, pero que, lógicamente, esta concentración en la carga de nitrógeno producida se debe diluir y extender hacia el término municipal circundante, Enmedio.

4.1.3.- Explotaciones ganaderas intensivas

El campo cántabro es eminentemente ganadero, especializado principalmente en el ganado bovino. La mayoría de las explotaciones de bovino están muy dispersas, pero existen algunas concentraciones en granjas, de tamaño más o menos variable, que pueden considerarse como posibles focos puntuales de contaminación.

Las explotaciones de aves también tienen relativa importancia, y suelen encontrarse algunas de ellas de tamaño considerable (hasta 32.000 aves).

Le sigue en importancia el ganado ovino (ovejas y cabras), y a continuación el equino y porcino.

Aunque la mayor parte del ganado se mueve por la región en régimen de pastoreo y con una relativa concentración por cercados y establos, existen también algunas concentraciones más numerosas e importantes en granjas e industrias ganaderas.

Tomando como base la documentación suministrada por la Confederación Hidrográfica del Norte, sobre las explotaciones industriales ganaderas que tiene censadas, se han seleccionado aquellas que tienen más de 50 cabezas de ganado como focos puntuales de potencial contaminación.

RELACION DE FOCOS POTENCIALMENTE CONTAMINANTES POR ACTIVIDADES GANADERAS (Cantabria)

| ORDEN | Hoja I.T.G.E. | COD. | TERMINO MUNICIPAL Denominación | Num. CABEZAS | | | | TOTAL |
|-------|---------------|----------|-----------------------------------|--------------|---|------|-------|------------------------|
| | | | | B | O | P | A | NITROGENO Kgrs./año |
| 1 | 1605 | 39022001 | 22 CILLORIGO-CASTRO | 200 | | | | 11899 |
| 2 | 1605 | 39022003 | 22 CILLORIGO-CASTRO | 25 | | 100 | | 2947 |
| 3 | 1606 | 39015004 | 15 CAMALEÑO | 400 | | | | 23798 |
| 4 | 1606 | 39096001 | 96 VEGA DE LIEBANA | | | 200 | | 2920 |
| 5 | 1704 | 39001003 | 1 ALFOZ DE LLOREDO | 500 | | | | 29748 |
| 6 | 1705 | 39012004 | 12 CABEZON DE LA SAL | 400 | | | | 23798 |
| 7 | 1705 | 39066002 | 66 RUENTE | | | 1000 | | 14600 |
| 8 | 1804 | 39016002 | 16 CAMARGO | | | 178 | | 2599 |
| 9 | 1904 | 39016005 | 16 CAMARGO | 60 | | | | 3570 |
| 10 | 1805 | 39018001 | 18 CARTES | | | | 32000 | 25696 |
| 11 | 1805 | 39018002 | 18 CARTES | 525 | | 1500 | | 53135 |
| 12 | 1805 | 39019002 | 19 CASTAÑEDA | 80 | | | | 4760 |
| 13 | 1804 | 39048001 | 48 PENAGOS | 85 | | | | 5057 |
| 14 | 1804 | 39048002 | 48 PENAGOS | 72 | | | | 4284 |
| 15 | 1804 | 39048003 | 48 PENAGOS | 120 | | | | 7139 |
| 16 | 1804 | 39052001 | 52 PIELAGOS | 100 | | | | 5950 |
| 17 | 1804 | 39052002 | 52 PIELAGOS | 300 | | | | 17849 |
| 18 | 1804 | 39052006 | 52 PIELAGOS | | | 5000 | | 73000 |
| 19 | 1804 | 39052007 | 52 PIELAGOS | 500 | | | | 29748 |
| 20 | 1804 | 39056004 | 56 PUENTE-VIESGO | 150 | | | | 8924 |
| 21 | 1804 | 39060001 | 60 REOCIN | 51 | | | | 3034 |
| 22 | 1804 | 39060002 | 60 REOCIN | | | | 30000 | 24090 |
| 23 | 1804 | 39060003 | 60 REOCIN | 120 | | | | 7139 |
| 24 | 1804 | 39060004 | 60 REOCIN | 120 | | | | 7139 |
| 25 | 1804 | 39073004 | 73 SANTA CRUZ DE BEZANA | 580 | | | | 34507 |
| 26 | 1804 | 39073005 | 73 SANTA CRUZ DE BEZANA | 79 | | | | 4700 |
| 27 | 1805 | 39074001 | 74 SANTA MARIA DE CAYON | 100 | | | | 5950 |
| 28 | 1805 | 39074002 | 74 SANTA MARIA DE CAYON | 100 | | | | 5950 |
| 29 | 1804 | 39076001 | 76 SANTILLANA DEL MAR | 380 | | | | 22608 |
| 30 | 1804 | 39076002 | 76 SANTILLANA DEL MAR | | | | 10000 | 8030 |
| 31 | 1804 | 39076003 | 76 SANTILLANA DEL MAR | 300 | | | | 17849 |
| 32 | 1804 | 39076004 | 76 SANTILLANA DEL MAR | 90 | | | | 5355 |
| 33 | 1804 | 39076005 | 76 SANTILLANA DEL MAR | 100 | | | | 5950 |
| 34 | 1804 | 39076006 | 76 SANTILLANA DEL MAR | 230 | | | | 13684 |
| 35 | 1804 | 39085001 | 85 SUANCES | 84 | | | | 4998 |
| 36 | 1804 | 39085002 | 85 SUANCES | 90 | | | | 5355 |
| 37 | 1805 | 39087003 | 87 TORRELAVEGA | 100 | | | | 5950 |

RELACION DE FOCOS POTENCIALMENTE CONTAMINANTES POR ACTIVIDADES GANADERAS (Cantabria)

| ORD. | Hoja | I.T.G.E. | COD. | TERMINO MUNICIPAL Denominación | Num. CABEZAS | | | | TOTAL |
|------|------|----------|------|-----------------------------------|--------------|-----|-----|-------|------------------------|
| | | | | | B | O | P | A | NITROGENO Kgrs./año |
| 38 | 1805 | 39087004 | 87 | TORRELAVEGA | 70 | | | 8000 | 10589 |
| 39 | 1805 | 39087005 | 87 | TORRELAVEGA | 200 | | | | 11899 |
| 40 | 1805 | 39087012 | 87 | TORRELAVEGA | | | | 7000 | 5621 |
| 41 | 1804 | 39087013 | 87 | TORRELAVEGA | 300 | | | | 17849 |
| 42 | 1804 | 39087016 | 87 | TORRELAVEGA | | | | 4000 | 3212 |
| 43 | 1804 | 39087017 | 87 | TORRELAVEGA | | | | 3000 | 2409 |
| 44 | 1805 | 39004001 | 4 | ARENAS DE IGUÑA | | | 300 | | 4380 |
| 45 | 1805 | 39025001 | 25 | CORRALES DE BUELNA, LOS | | | | 5000 | 4015 |
| 46 | 1805 | 39025002 | 25 | CORRALES DE BUELNA, LOS | 300 | | | | 17849 |
| 47 | 1805 | 39025004 | 25 | CORRALES DE BUELNA, LOS | 150 | | | | 8924 |
| 48 | 1805 | 39025005 | 25 | CORRALES DE BUELNA, LOS | | | | 7000 | 5621 |
| 49 | 1805 | 39025006 | 25 | CORRALES DE BUELNA, LOS | 100 | | | | 5950 |
| 50 | 1805 | 39069002 | 69 | SAN FELICES DE BUELNA | 200 | | | | 11899 |
| 51 | 1805 | 39069003 | 69 | SAN FELICES DE BUELNA | 200 | | | 20 | 11915 |
| 52 | 1805 | 39069004 | 69 | SAN FELICES DE BUELNA | | | | 3500 | 2811 |
| 53 | 1805 | 39069005 | 69 | SAN FELICES DE BUELNA | | | | 6500 | 5220 |
| 54 | 1805 | 39078002 | 78 | SANTIURDE DE TORANZO | | | 230 | | 3358 |
| 55 | 1805 | 39078003 | 78 | SANTIURDE DE TORANZO | 80 | | | | 4760 |
| 56 | 1805 | 39078004 | 78 | SANTIURDE DE TORANZO | 160 | | | | 9519 |
| 57 | 1805 | 39098001 | 98 | VILLACARRIEDO | | | | 5000 | 4015 |
| 58 | 1805 | 39100001 | 100 | VILLAFUFRE | 80 | | | | 4760 |
| 59 | 1806 | 39010002 | 10 | BARCENA PIE DE CONCHA | 300 | | | | 17849 |
| 60 | 1806 | 39010003 | 10 | BARCENA PIE DE CONCHA | | | | 22000 | 17666 |
| 61 | 1904 | 39009001 | 9 | BARCENA DE CICERO | 90 | | | | 5355 |
| 62 | 1904 | 39028001 | 28 | ENTRAMBASAGUAS | | | 500 | | 7300 |
| 63 | 1904 | 39029001 | 29 | ESCALANTE | 100 | | | | 5950 |
| 64 | 1904 | 39029002 | 29 | ESCALANTE | 70 | | | | 4165 |
| 65 | 1904 | 39031003 | 31 | HAZAS DE CESTO | 110 | | | | 6544 |
| 66 | 1904 | 39031004 | 31 | HAZAS DE CESTO | | | 300 | | 4380 |
| 67 | 1904 | 39031005 | 31 | HAZAS DE CESTO | 80 | 50 | 40 | | 5745 |
| 68 | 1904 | 39040001 | 40 | MARINA DE CUDEYO | 90 | | | | 5355 |
| 69 | 1904 | 39040002 | 40 | MARINA DE CUDEYO | 90 | | | | 5355 |
| 70 | 1904 | 39042001 | 42 | MEDIO CUDEYO | 210 | 130 | | | 13538 |
| 71 | 1904 | 39042002 | 42 | MEDIO CUDEYO | | | | 5000 | 4015 |
| 72 | 1904 | 39042005 | 42 | MEDIO CUDEYO | | | | 9000 | 7227 |
| 73 | 1904 | 39042006 | 42 | MEDIO CUDEYO | 30 | | | | 1785 |
| 74 | 1904 | 39061001 | 61 | RIBAMONTAN AL MAR | 110 | | | | 6544 |
| 75 | 1904 | 39061002 | 61 | RIBAMONTAN AL MAR | | | | 9000 | 7227 |
| 76 | 1904 | 39061003 | 61 | RIBAMONTAN AL MAR | 300 | | | | 17849 |
| 77 | 1904 | 39062001 | 62 | RIBAMONTAN AL MONTE | 150 | | | | 8924 |
| 78 | 1904 | 39062002 | 62 | RIBAMONTAN AL MONTE | 85 | | | | 5057 |
| 79 | 1904 | 39062003 | 62 | RIBAMONTAN AL MONTE | 64 | | | | 3808 |
| 80 | 1904 | 39062004 | 62 | RIBAMONTAN AL MONTE | 70 | | | | 4165 |
| 81 | 1904 | 39062005 | 62 | RIBAMONTAN AL MONTE | 70 | | | | 4165 |
| 82 | 1904 | 39062007 | 62 | RIBAMONTAN AL MONTE | | | 600 | | 8760 |

Cuadro C-3 (continuación)

RELACION DE FOCOS POTENCIALMENTE CONTAMINANTES POR ACTIVIDADES GANADERAS (Cantabria)

| ORDEN | Hoja I.T.G.E. COD. | TERMINO MUNICIPAL Denominación | Num. CABEZAS | | | | TOTAL |
|-------|--------------------|-----------------------------------|--------------|-----|-------|--------|------------------------|
| | | | B | O | P | A | NITROGENO Kgrs./año |
| 83 | 1904 39062008 | 62 RIBAMONTAN AL MONTE | 85 | | | | 5057 |
| 84 | 1904 39064002 | 64 RIOTUERTO | 400 | | | | 23798 |
| 85 | 1904 39064003 | 64 RIOTUERTO | | | | 12000 | 9636 |
| 86 | 1905 39067002 | 67 RUESGA | | | | 630 | 506 |
| 87 | 1905 39067003 | 67 RUESGA | | | | 50 | 40 |
| 88 | 1904 39102002 | 102 VOTO | | | | 4500 | 3614 |
| 89 | 1905 39082002 | 82 SELAYA | | | | 3300 | 2650 |
| 90 | 1905 39082003 | 82 SELAYA | 80 | | | | 4760 |
| 91 | 2005 39083001 | 83 SOBA | 184 | | | | 10947 |
| 92 | 2004 39002001 | 2 AMPUERO | | | | 6000 | 4818 |
| 93 | 2004 39002003 | 2 AMPUERO | | | | 8000 | 6424 |
| 94 | 2005 39002004 | 2 AMPUERO | 55 | | | | 3272 |
| 95 | 2004 39020004 | 20 CASTRO-URDIALES | | | | 10000 | 8030 |
| 96 | 2004 39030002 | 30 GURIEZO | 50 | | | | 2975 |
| 97 | 2005 39057003 | 57 RAMALES DE LA VICTORIA | | | 2250 | | 32850 |
| 98 | 2005 39057004 | 57 RAMALES DE LA VICTORIA | | | 240 | | 3504 |
| 99 | 2005 39058002 | 58 RASINES | 50 | | | | 2975 |
| | | | 10804 | 180 | 12438 | 210500 | 994856 |

CARGA MEDIA DIARIA DE NITROGENO POR CABEZA

| | |
|---------------|--------------|
| B.- Bovino... | 163 grs./dia |
| O.- Ovino.... | 22 grs./dia |
| P.- Porcino.. | 40 grs./dia |
| A.- Aves..... | 2.2 grs./dia |

En total se han diferenciado 99 granjas, con distintos tipos de ganado, y cuya relación se adjunta en el cuadro C-3. La situación de estos puntos se ha realizado, al objeto de archivo, en las hojas topográficas 1/50.000 (B = Bovino, P = Porcino, A = Aves , O = Ovino); y, en el presente informe, en el plano 1/200.000 (PL-1) de Focos de Contaminación.

Posteriormente, en el campo, se han visitado cada uno de estos puntos, a efectos de: comprobar su situación geográfica, ver el estado actual de la granja en cuanto al número de cabezas y al tratamiento que se le da a la materia orgánica producida (purines y estiércol), y a poder observar y estudiar el enclave geomorfológico e hidrogeológico donde se sitúan.

Los datos tomados se incluyen en las fichas del Inventario de Vertidos del Anexo A-6. La numeración del punto en estas fichas se ha hecho en base al: número de la provincia (39), número del municipio (001 al 101) y número de orden del foco puntual contaminante que se localiza en dicho término municipal. En el plano PL-1 se han numerado según el orden correlativo, a nivel provincial, que figura en el cuadro C-3.

En resumen, el número de cabezas de ganado que se encuentran concentrados en las 99 granjas de mayor tamaño inventariadas en la provincia de Cantabria, es de:

| | | |
|-----------------|---------|---------|
| . Bovino | 10.804 | cabezas |
| . Aves | 210.500 | " |
| . Porcino | 12.438 | " |
| . Ovino | 180 | " |

La carga contaminante originada, en relación con la cantidad de nitrógeno contenido, se ha calculado en función de la producción de residuos sólidos y líquidos que generan las distintas especies ganaderas, de acuerdo con los datos reflejados en el cuadro C-4.

CUADRO C-4

PRODUCCION DE ESTIERCOL POR ESPECIES Y LA CONCENTRACION DE NITROGENO QUE SUPONE

| ESPECIE DE GANADO | DEYEC. DIARIAS (kg/día.cabeza) | | CONCENTRACION DE NITROGENO (%) | | PRODUCCION DE NITROGENO POR CABEZA (gramos/día) |
|-------------------|--------------------------------|---------|--------------------------------|---------|---|
| | SOLIDO | LIQUIDO | SOLIDO | LIQUIDO | |
| BOVINO | | | | | |
| Terberos | 16,0 | 10,0 | 0,35 | 0,7 | 126 |
| Resto | 22,0 | 12,0 | 0,35 | 0,7 | 163 |
| OVINO | | | | | |
| Corderos | 0,6 | 1,2 | 0,30 | 0,30 | 5 |
| Resto | 2,5 | 5,0 | 0,30 | 0,30 | 22 |
| CAPRINO | | | | | |
| Cabritos | 0,6 | 1,2 | 0,30 | 0,30 | 5 |
| Resto | 2,5 | 5,0 | 0,30 | 0,30 | 22 |
| EQUINO | | | | | |
| Crías | 4,0 | 1,0 | 0,5 | 1,2 | 32 |
| Resto | 20,0 | 5,0 | 0,5 | 1,2 | 160 |
| PORCINO | | | | | |
| Lechones | 1,2 | 1,8 | 0,5 | 0,4 | 13 |
| Resto | 3,6 | 5,5 | 0,5 | 0,4 | 40 |
| AVIAR | 0,16 | | 1,40 | | 2,2 |
| CUNIL | 0,23 | | 1,0 | | 2,3 |

La carga de nitrógeno evaluada para cada uno de los focos puntuales se anota en el cuadro C-3. Estos valores no se han tenido en cuenta de manera individualizada a la hora de hacer los planos de densidad de carga contaminante debida a la ganadería, ya que se consideran incluidos en el total evaluado para el conjunto de la ganadería censada en cada término municipal.

La mayoría de las granjas de tamaño grande poseen una fosa séptica donde se almacenan los purines antes de ser utilizados como abono, esparciéndolos por el campo. En las más pequeñas, el estiércol se suele amontonar y, aunque a veces se protege con plásticos de la lluvia, es frecuente que se produzcan lixiviados que acaban por infiltrarse directamente en los acuíferos.

4.1.4.- Industrias

La principal actividad industrial de Cantabria se concentra en las áreas de Torrelavega-Santander y Reinoso. Varias de estas industrias fabrican productos fertilizantes y químicos, por lo que pueden ser focos potenciales de contaminación nitrogenada.

Entre las industrias alimentarias destacan los mataderos, fábricas de embutidos, de alimentos en conserva y productos lácteos. La distribución de estas industrias por el ámbito provincial es bastante dispersa encontrándose, al menos, un matadero por cada núcleo de población importante, aunque la tendencia en los últimos años ha sido a la concentración en pocas y mejor dotadas instalaciones.

Estas industrias alimentarias producen porcentajes diferentes en el contenido medio de nitrato, que oscilan entre los 40 y 100 mg de NO_3^- por litro de efluente.

La mayor parte de los efluentes van a la red de saneamiento municipal, aunque los hay, también, que vierten sus aguas directamente a los ríos, y algunos a pozos negros y fosas sépticas, donde acaban infiltrándose.

4.2.- CONTAMINACION DIFUSA

4.2.1.- Agrícola

La agricultura en Cantabria está muy poco desarrollada y prueba de ello es que, de las 528.856 ha de la superficie provincial, sólo 18.955 se consideran tierras de labor (el 3% del total). Casi la tercera parte de la región se dedica al cultivo de prados naturales y pastizales (148.025 ha), quedando el resto como superficie no agrícola.

En el cuadro C-5, se anota la distribución de la superficie agrícola en Cantabria por Comarcas Agrarias, según el censo del MAPA de 1988 (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). En el Anexo A-1.1 se incluye el Censo Agrícola por Municipios, según la misma fuente de datos.

Teniendo en cuenta el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de la Provincia de Cantabria, a escala 1/200.000, se ha realizado una cartografía de cultivos, distribuidos en cuatro tipos (huertas, labor intensiva, prados naturales y pastizales), que se incluye en el plano PL-1 de Focos de Contaminación.

CUADRO C-5

DISTRIBUCION DE SUPERFICIES AGRICOLAS EN CANTABRIA
(MAPA, 1988)

| COMARCAS AGRARIAS | Regadío Cultivos | Regadío Prados | Tierras de labor | Barbecho | Prados | Pastizales | Superficie no Agrícola | Total Superficie Geográfica |
|-----------------------|---------------------|-------------------|---------------------|------------|----------------|---------------|---------------------------|-----------------------------------|
| 1. Costera | 101 | 357 | 12.190 | 14 | 69.496 | 182 | 87.393 | 169.733 |
| 2. Liébana | 128 | 146 | 473 | 0 | 7.262 | 4.998 | 44.416 | 57.423 |
| 3. Tudanca-Cabuérniga | 0 | 0 | 261 | 0 | 7.179 | 1.565 | 60.818 | 69.823 |
| 4. Pas-Iguña | 9 | 100 | 1.444 | 0 | 25.817 | 1.249 | 58.034 | 86.653 |
| 5. Asón | 0 | 0 | 643 | 0 | 10.421 | 346 | 33.296 | 44.706 |
| 6. Reinosa | 529 | 8 | 2.566 | 239 | 15.640 | 3.870 | 77.666 | 100.518 |
| TOTAL | 767 | 611 | 17.577 | 253 | 135.815 | 12.210 | 361.623 | 528.856 |

Se observa que la mayor concentración de cultivos se produce por la mitad oriental de la provincia de Cantabria, comarcas agrícolas de: Costera Central y Oriental, Pas-Iguña y Asón.

De los tres caminos por los que la actividad agrícola puede aportar compuestos de nitrógeno al agua (por el abonado con productos nitrogenados, por el abonado con estiércol y por la actividad de bacterias asimiladoras de nitrógeno atmosférico), en este apartado de contaminación difusa debida a la agricultura, sólo se va a hacer referencia al efecto contaminante que puede producir el uso de fertilizantes, ya que la contaminación por el empleo de abonos orgánicos se contemplará en el siguiente epígrafe, dedicado a la ganadería.

Teniendo en cuenta los datos de estadística sobre la superficie abonada en cada término municipal (que sería la suma de las hectáreas de cultivo reflejados en el cuadro del anexo A-1.1), y multiplicándolas por las dotaciones medias de fertilizantes que, por comarcas, se evaluaron en otros trabajos (*), se obtienen las toneladas de nitrógeno que se producen al año, por términos municipales, como consecuencia del uso de fertilizantes, (ver Anexo A-1.2). En los mismos cuadros se calculan las densidades que resultan al dividir estas cantidades entre la superficie abonada, y entre el total de la superficie municipal.

Además de los datos del MAPA, con objeto de disponer de valores más recientes sobre el uso de fertilizantes químicos y orgánicos, de la superficie abonada y del tipo de cultivos que actualmente se efectúan en la región de Cantabria, se

(*) Agrotest,

han realizado una serie de encuestas en las diferentes Agencias Comarcales del Servicio de Extensión y Formación Agraria. El resultado de estas encuestas se incluye en el Anexo A-3.

En este caso, la cantidad de nitrógeno calculada por el uso de fertilizantes, ha sido el resultado de multiplicar las hectáreas de cultivo abonado que indican las encuestas, por las dosis del tipo de fertilizantes que dicen utilizar. De este modo se han obtenido los valores reflejados en el cuadro del Anexo A-1.3 sobre las Tm de N/año.

Comparando los valores totales calculados según las "encuestas" (1.777 Tm N/año) con los evaluados por los datos "estadísticos" (2.632 Tm N/año), se aprecia una considerable reducción en el primer caso, que es el que parece más ajustado a la realidad.

Se han calculado las densidades medias de nitrógeno (en kg/ha/año), que resultan de dividir la carga total, determinada con las encuestas, por la superficie del término municipal. Con estos valores se ha hecho el plano de "fertilizantes químicos" incluido en el plano PL-1 de Focos de Contaminación.

A la vista de este plano se observa que la mayor concentración de nitrógeno por el uso de fertilizantes (entre 25 y 50 kgN/ha-año) se produce en los términos municipales de Santillana del Mar y Torrelavega.

4.2.2.- Ganadera

Dentro de Cantabria la mayor concentración ganadera se encuentra en las zonas más llanas y costeras, tal y como ver-

se en el cuadro C-6, en el que se anotan el número de cabezas de ganado contabilizadas por Comarcas Agrarias.

El censo pormenorizado por municipios y especies ganaderas se incluye en el Anexo A-2.1.

La producción de residuos de la cabaña ganadera (estiercol y purines) se ha calculado multiplicando el número de animales de cada especie por la producción de "deyecciones diarias" del cuadro C-4. Con los porcentajes de la concentración de nitrógeno en las deyecciones se ha calculado la carga contaminante que aporta el estiércol, y que se refleja en el cuadro del Anexo A-2.2: "Tm de N/año producido".

De este nitrógeno producido, de acuerdo con los datos recogidos en las encuestas de las Agencias Agrarias sólo se utiliza un porcentaje, que es el indicado en la columna de "Tm N/año utilizado" que se incluye en el cuadro del Anexo A-2.3.

Además de estos cálculos, que han utilizado el censo ganadero de "estadística" (M.A.P.A. 1986) y los porcentajes de utilización que indican las "encuestas", se han efectuado otras valoraciones sobre la carga de nitrógeno producida por la ganadería, y la utilizada, tomando en consideración sólo los datos aportados por las encuestas (Ver Anexo A-2.4). El nitrógeno utilizado" se ha calculado multiplicando las hectáreas de cultivo que se abonan, por las dosis de estiércol utilizadas por hectárea, y por las concentraciones medias de nitrógeno en el estiércol del cuadro C-4. En este caso el "nitrógeno producido" se ha calculado posteriormente, teniendo en cuenta, a la inversa, el porcentaje del utilizado.

Cuadro C-6.- CABEZAS DE GANADO (Censo del M.A.P.A. 1986)

| <u>COMARCAS</u> | <u>BOVINO</u> | <u>OVINO</u> | <u>CAPRINO</u> | <u>PORCINO</u> | <u>EQUINO</u> | <u>AVIAR</u> | <u>CUNIL</u> |
|------------------------|----------------|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| 1.- Costera | 209.232 | 11.229 | 5.879 | 13.564 | 14.695 | 315.259 | 30.730 |
| 2.- Liébana | 11.993 | 17.949 | 9.174 | 1.385 | 806 | 9.375 | 985 |
| 3.- Tudanca-Cabuérniga | 16.555 | 8.631 | 2.210 | 249 | 2.656 | 8.316 | 371 |
| 4.- Pas-Iguña | 60.950 | 6.294 | 2.557 | 5.643 | 5.320 | 248.361 | 6.145 |
| 5.- Ason | 23.977 | 4.720 | 2.579 | 3.223 | 2.050 | 16.213 | 1.116 |
| 6.- Reinosa | 23.256 | 10.966 | 2.307 | 1.008 | 2.164 | 21.174 | 726 |
| TOTAL CANTABRIA | 345.963 | 59.789 | 24.706 | 25.072 | 27.691 | 618.698 | 40.073 |

Comparando los datos finales de los cuadros de los anexos A-2.3 y A-2.4, se aprecia que las cifras de nitrógeno utilizado en el caso de las "encuestas" (13.805 Tm/año) es sensiblemente menor que el determinado para la "estadística" del censo ganadero (20.834 Tm/año).

Para realizar el plano de densidades medias por término municipal, del nitrógeno aportado por la ganadería, que se incluye en el plano PL-1, se han utilizado los datos de las encuestas (A-2.4).

La mayor carga contaminante (>100 kg N/ha/año) se encuentra en los términos municipales de Bareyo, Miengo, Santa María de Cayon, Santillana del Mar y Santiurde de Toranzo. En general, las zonas más contaminadas son las comarcas de Pas-Iguña y la Costera. Estas zonas, lógicamente, coinciden con las que, en el plano de cultivos, aparecen con mayor porcentaje de superficie cultivable.

4.3.- APORTES NITROGENADOS TOTALES

Resumiendo los cálculos y determinaciones efectuadas en los epígrafes precedentes se ha realizado el cuadro C-7, en el que se anotan, para cada término municipal, la carga contaminante total del nitrógeno producido por la actividad agrícola, ganadera y la debida a los residuos líquidos de la población.

En la figura F-5 se representan las diferentes concentraciones municipales, según las dosis totales de nitrógeno aportado.

A la vista del plano, se observa que la mayor concentración de nitrógeno se localiza en el sector costero y cen-

Cuadro C-7

CARGA CONTAMINANTE EN NITROGENO DEBIDO A LA AGRICULTURA, GANADERIA Y A LA POBLACION
 Datos segun encuestas

| Codigo | Termino Municipal | Superficie T. M. ha | NITROGENO | | | NITROGENO TOTAL Tm./año | DENSIDAD Kgs/ha-año |
|--------|--------------------------|---------------------------|-----------|--------|---------|-------------------------------|------------------------|
| | | | agricul. | ganad. | poblac. | | |
| 001 | ALFOZ DE LLOREDO | 4,608 | 34.30 | 279.70 | 14.78 | 328.78 | 71.35 |
| 002 | AMPUERO | 3,235 | 20.40 | 144.33 | 16.95 | 181.68 | 56.16 |
| 003 | ANIEVAS | 2,115 | 0.60 | 85.33 | 2.49 | 88.43 | 41.81 |
| 004 | ARENAS DE IGUSA | 8,717 | 0.20 | 154.67 | 12.64 | 167.51 | 19.22 |
| 005 | ARGONDOS | 494 | 3.20 | 48.70 | 3.24 | 55.14 | 111.63 |
| 006 | ARNUERO | 2,431 | 17.30 | 201.60 | 9.47 | 228.37 | 93.94 |
| 007 | ARREDONDO | 4,706 | 6.20 | 88.57 | 4.12 | 98.89 | 21.01 |
| 008 | ASTILLERO, EL | 651 | 2.10 | 17.80 | 62.51 | 82.41 | 126.58 |
| 009 | BARCENA DE CICERO | 3,215 | 22.80 | 116.67 | 11.95 | 151.42 | 47.10 |
| 010 | BARCENA PIE DE CONCHA | 3,126 | 1.50 | 113.17 | 4.90 | 119.56 | 38.25 |
| 011 | BAREYO | 3,173 | 21.70 | 321.30 | 8.30 | 351.30 | 110.71 |
| 012 | CABEZON DE LA SAL | 3,385 | 0.00 | 102.00 | 32.79 | 134.79 | 39.82 |
| 013 | CABEZON DE LIEBANA | 8,133 | 0.10 | 105.00 | 4.68 | 109.78 | 13.50 |
| 014 | CASUERNIGA (VALLE DE) | 15,522 | | 75.00 | 6.11 | 81.11 | 5.23 |
| 015 | CAMALENO | 16,109 | 1.30 | 227.50 | 6.86 | 235.66 | 14.63 |
| 016 | CAMARGO | 3,577 | 13.90 | 118.20 | 97.63 | 229.73 | 64.23 |
| 017 | CAMPO DE YUSO | 8,982 | 25.20 | 82.50 | 4.51 | 112.21 | 12.49 |
| 018 | CARTES | 1,883 | 15.40 | 115.90 | 11.09 | 142.39 | 75.62 |
| 019 | CASTAÑEDA | 1,951 | 16.00 | 102.90 | 8.31 | 127.21 | 65.20 |
| 020 | CASTRO-URDIALES | 9,507 | 18.40 | 58.40 | 65.85 | 142.65 | 15.00 |
| 021 | CIEZA | 4,464 | 10.40 | 87.50 | 4.22 | 102.12 | 22.88 |
| 022 | CILLORIGO-CASTRO | 10,442 | 1.20 | 175.00 | 6.61 | 182.81 | 17.51 |
| 023 | COLINDRES | 661 | 3.10 | 8.00 | 27.27 | 38.37 | 58.06 |
| 024 | COMILLAS | 1,852 | 1.40 | 67.00 | 12.57 | 80.97 | 43.72 |
| 025 | CORRALES DE BUELNA, LOS | 4,631 | 28.30 | 226.33 | 49.21 | 303.84 | 65.61 |
| 026 | CORVERA DE TORANZO | 4,996 | 8.50 | 421.00 | 12.13 | 441.63 | 88.40 |
| 027 | ENMEDIO | 9,198 | 24.80 | 75.00 | 21.79 | 121.59 | 13.22 |
| 028 | ENTRAMBASAGUAS | 4,231 | | 84.00 | 13.42 | 97.42 | 23.03 |
| 029 | ESCALANTE | 1,464 | 9.20 | 21.00 | 3.88 | 34.08 | 23.28 |
| 030 | GURIEZO | 8,040 | 6.80 | 20.80 | 9.58 | 37.18 | 4.62 |
| 031 | HAZAS DE CESTO | 2,185 | 18.90 | 117.00 | 7.05 | 142.95 | 65.42 |
| 032 | HERMAN. DE CAMPO DE SUSO | 22,363 | 89.60 | 225.00 | 10.05 | 324.65 | 14.52 |
| 033 | HERRERIAS | 4,026 | | 183.75 | 4.51 | 188.26 | 46.76 |
| 034 | LAMASON | 7,118 | | 70.00 | 2.61 | 72.61 | 10.20 |
| 035 | LAREDO | 1,353 | 9.80 | 20.80 | 66.11 | 96.71 | 71.48 |
| 036 | LIENDO | 2,589 | 10.80 | 24.00 | 4.01 | 38.81 | 14.99 |
| 037 | LIERGANES | 3,671 | | 52.50 | 12.21 | 64.71 | 17.63 |
| 038 | LIMPIAS | 1,006 | 5.40 | 45.00 | 6.08 | 56.48 | 56.15 |
| 039 | LUENA | 9,084 | 1.40 | 354.10 | 6.50 | 362.00 | 39.85 |
| 040 | MARINA DE CUDEYO | 2,709 | 22.40 | 147.00 | 23.80 | 193.20 | 71.32 |

Cuadro C-7 (Continuación)

CARGA CONTAMINANTE EN NITROGENO DEBIDO A LA AGRICULTURA, GANADERIA Y A LA POBLACION
Datos segun encuestas

| Codigo | Termino Municipal | Superficie | | NITROGENO | | NITROGENO | DENSIDAD |
|--------|-------------------------|-------------|----------|-------------------|---------|------------------|------------|
| | | T. M. ha | agricul. | Tm./año ganad. | poblac. | TOTAL Tm./año | Kgs/ha-año |
| 041 | MAZCUERRAS | 5,520 | 12.80 | 74.60 | 9.33 | 96.73 | 17.52 |
| 042 | MEDIO CUDEYO | 2,722 | | 73.50 | 29.87 | 103.37 | 37.98 |
| 043 | MERUELO | 1,628 | 17.10 | 74.40 | 4.32 | 95.82 | 58.86 |
| 044 | MIENCO | 2,399 | 29.80 | 253.20 | 15.60 | 298.60 | 124.47 |
| 045 | NIERA | 3,382 | | 10.50 | 4.01 | 14.51 | 4.29 |
| 046 | MOLLEDO DE PORTOLIN | 7,092 | 28.80 | 271.50 | 11.69 | 311.99 | 43.99 |
| 047 | NOJA | 798 | 6.50 | 22.60 | 7.57 | 36.67 | 45.96 |
| 048 | PENAGOS | 3,150 | 13.60 | 105.00 | 9.42 | 128.02 | 40.64 |
| 049 | PEÑARRUBIA | 5,407 | 0.10 | 52.50 | 1.90 | 54.50 | 10.08 |
| 050 | PESAGUERO | 6,995 | 0.40 | 87.50 | 2.49 | 90.39 | 12.92 |
| 051 | PESQUERA | 892 | 0.70 | 9.75 | 0.61 | 11.06 | 12.40 |
| 052 | PIELAGOS | 8,326 | 105.80 | 455.50 | 46.25 | 607.55 | 72.97 |
| 053 | POLACIONES | 9,002 | | 42.00 | 2.05 | 44.05 | 4.89 |
| 054 | POLANCO | 1,744 | 23.50 | 145.50 | 19.04 | 188.04 | 107.82 |
| 055 | POTES | 764 | 0.10 | 8.75 | 7.56 | 16.41 | 21.48 |
| 056 | PUENTE-VIESGO | 3,534 | 17.10 | 126.60 | 12.71 | 156.41 | 44.26 |
| 057 | RAMALES DE LA VICTORIA | 3,440 | 13.30 | 117.39 | 12.78 | 143.47 | 41.71 |
| 058 | RASINES | 4,285 | 26.80 | 177.68 | 5.64 | 210.12 | 49.04 |
| 059 | REINOSA | 412 | 0.40 | 3.63 | 67.07 | 71.10 | 172.56 |
| 060 | REDCIN | 3,176 | 29.30 | 248.30 | 32.48 | 310.08 | 97.63 |
| 061 | RIBAMONTAN AL MAR | 3,720 | 26.00 | 136.50 | 13.77 | 176.27 | 47.38 |
| 062 | RIBAMONTAN AL MONTE | 4,238 | 20.10 | 132.30 | 11.24 | 163.64 | 38.61 |
| 063 | RIONANSA | 11,870 | | 186.67 | 8.96 | 195.63 | 16.48 |
| 064 | RIOUERTO | 2,420 | | 31.50 | 8.46 | 39.96 | 16.51 |
| 065 | ROZAS (LAS) | 5,228 | 8.60 | 100.67 | 1.42 | 110.68 | 21.17 |
| 066 | RUENTE | 6,617 | | 48.40 | 5.19 | 53.59 | 8.10 |
| 067 | RUESGA | 8,803 | 12.00 | 164.06 | 7.50 | 183.56 | 20.95 |
| 068 | RUILOBA | 1,465 | 2.10 | 47.40 | 3.91 | 53.41 | 36.46 |
| 069 | SAN FELICES DE BUELNA | 3,489 | 15.50 | 123.33 | 12.40 | 151.23 | 43.35 |
| 070 | SAN MIGUEL DE AGUAYO | 3,605 | 5.80 | 67.78 | 0.97 | 74.55 | 20.68 |
| 071 | SAN PEDRO DEL ROMERAL | 5,732 | | 305.80 | 5.15 | 310.95 | 54.25 |
| 072 | SAN ROQUE DE RIOMIERA | 3,601 | | 12.60 | 3.26 | 15.86 | 4.40 |
| 073 | SANTA CRUZ DE BEZANA | 1,718 | 10.60 | 88.80 | 20.36 | 119.76 | 69.71 |
| 074 | SANTA MARIA DE CAYON | 3,936 | 5.10 | 517.40 | 30.07 | 552.57 | 140.39 |
| 075 | SANTANDER | 3,392 | 9.40 | 78.80 | 961.55 | 1,049.75 | 309.48 |
| 076 | SANTILLANA DEL MAR | 2,821 | 123.40 | 289.80 | 19.58 | 432.78 | 153.42 |
| 077 | SANTIURDE DE REINOSA | 3,119 | 3.30 | 40.33 | 2.42 | 46.05 | 14.76 |
| 078 | SANTIURDE DE TORANZO | 3,656 | | 385.10 | 9.38 | 394.48 | 107.90 |
| 079 | SANTORA | 1,126 | 3.60 | 25.10 | 59.37 | 88.07 | 78.22 |
| 080 | SAN VIC. DE LA BARQUERA | 4,148 | 38.40 | 210.00 | 22.37 | 270.77 | 65.28 |

Cuadro C-7 (Continuación)

CARGA CONTAMINANTE EN NITROGENO DEBIDO A LA AGRICULTURA, GANADERIA Y A LA POBLACION
Datos segun encuestas

| Codigo | Termino Municipal | Superficie | | NITROGENO | | NITROGENO | DENSIDAD |
|---------------------|-----------------------|-------------|----------|-------------------|----------|------------------|------------|
| | | T. M. ha | agricul. | Tm./año ganad. | poblac. | TOTAL Tm./año | Kgs/ha-año |
| 081 | SARO | 1,777 | | 128.60 | 3.12 | 131.72 | 74.12 |
| 082 | SELAYA | 3,941 | | 275.60 | 10.29 | 285.89 | 72.54 |
| 083 | SOBA | 21,472 | 22.50 | 284.54 | 10.27 | 317.31 | 14.78 |
| 084 | SOLORZANO | 2,530 | 13.50 | 100.80 | 5.59 | 119.89 | 47.39 |
| 085 | SUANCES | 2,425 | 32.30 | 238.50 | 29.16 | 299.96 | 123.70 |
| 086 | TOJOS, LOS | 9,000 | | 34.00 | 2.25 | 36.25 | 4.03 |
| 087 | TORRELAVEGA | 3,558 | 128.70 | 281.40 | 296.81 | 706.91 | 198.68 |
| 088 | TRESVISO | 1,623 | 0.10 | 17.50 | 0.47 | 18.07 | 11.13 |
| 089 | TUDANCA | 5,287 | | 10.50 | 1.66 | 12.16 | 2.30 |
| 090 | UDIAS | 1,945 | 7.80 | 36.30 | 4.40 | 48.50 | 24.93 |
| 091 | VALDALIGA | 9,764 | 30.90 | 228.00 | 14.15 | 273.05 | 27.97 |
| 092 | VALDEOLEA | 8,346 | 87.80 | 70.00 | 10.94 | 168.74 | 20.22 |
| 093 | VALDEPRADO DEL RIO | 8,975 | 32.10 | 123.67 | 2.14 | 157.91 | 17.59 |
| 094 | VALDERREDIBLE | 29,398 | 236.00 | 816.67 | 8.06 | 1,060.73 | 36.08 |
| 095 | VAL DE SAN VICENTE | 5,114 | 48.00 | 315.00 | 13.06 | 376.06 | 73.53 |
| 096 | VEGA DE LIEBANA | 13,357 | | 227.50 | 6.06 | 233.56 | 17.49 |
| 097 | VEGA DE PAS | 8,759 | | 385.10 | 6.40 | 391.50 | 44.70 |
| 098 | VILLACARRIEDO | 5,076 | | 392.00 | 11.01 | 403.01 | 79.40 |
| 099 | VILLAESCUSA | 2,736 | 10.10 | 85.10 | 15.12 | 110.32 | 40.32 |
| 100 | VILLAFUFRE | 3,015 | | 226.60 | 6.17 | 232.77 | 77.20 |
| 101 | VILLAVERDE DE TRUCIOS | 2,000 | 11.80 | 66.32 | 2.37 | 80.48 | 40.24 |
| 102 | VOTO | 7,783 | 33.60 | 348.96 | 13.80 | 396.35 | 50.93 |
| TOTALES..... | | 528,856 | 1,777.80 | 15,029.40 | 2,675.82 | 19,483.02 | |
| DENSIDAD MEDIA..... | | | | | | | 36.84 |

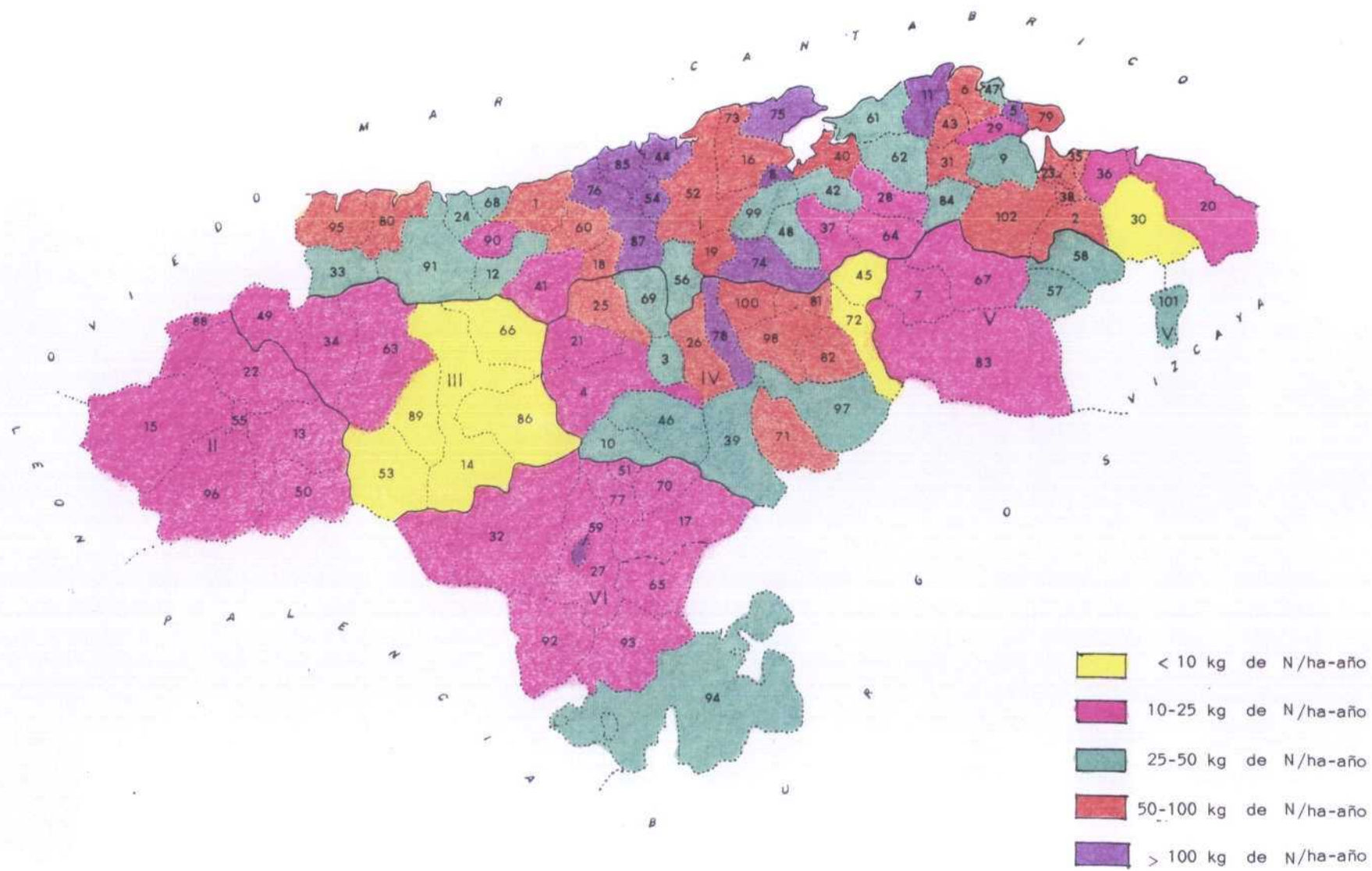


FIGURA F-5 CARGA CONTAMINANTE TOTAL DE NITROGENO ORIGINADA POR GANADERIA, AGRICULTURA Y POBLACION (Según datos de encuestas)

tral de la provincia (Comarcas Agrarias Costera y Pas-Iguña), encontrándose un cierto paralelismo entre este plano y el realizado sólo para la concentración ganadera (ver plano PL-1), lo que se interpreta como que la ganadería es el principal foco de aportes nitrogenados al subsuelo y acuíferos de la región de Cantabria.

No obstante, hay que resaltar que la concentración final de los compuestos nitrogenados en el agua es función, además de los propios aportes de nitrógeno, de la cantidad de lluvia que queda en el terreno (lluvia útil = precipitación - evapotranspiración real), que es la que controla la dilución.

Se define un "coeficiente de concentración potencial de nitrógeno" (CCPN), como el cociente entre el aporte anual de nitrógeno de un término municipal y la lluvia útil en el mismo:

$$\text{CCPN (mg/l)} = \frac{\text{aportes de N (kg/año)}}{\text{lluvia útil(mm) x superficie del T.M. (ha.)}} \times 100$$

Como la mayor parte de los vertidos de aguas residuales urbanas se realiza a los cauces superficiales, o directamente al mar a través de emisarios submarinos, es difícil que se produzca la contaminación de acuíferos por esta causa, por lo que en el cálculo del CCPN, que se incluye en el cuadro C-8, sólo se han tenido en cuenta los aportes debidos a la agricultura y ganadería.

Los coeficientes de concentración CCPN, expresados en mg/l de N, pueden transformarse en términos de nitrato (mg/lNO_3^-), que es una especie más orientativa de la contaminación por especies nitrogenadas, multiplicándolas por el

factor de conversión 4,428. ($\text{PmNO}_3/\text{PaN} = 60/14$). Los resultados obtenidos se incluyen en el cuadro C-8.

Los coeficientes calculados se han representado en la figura F-6. Estos coeficientes serían la máxima concentración de nitratos que puede ser alcanzada en el agua de infiltración a los acuíferos. Los cálculos se han hecho sobre la base del abono producido por la ganadería y de los fertilizantes empleados en la agricultura, de acuerdo con los valores registrados en la estadística del M.A.P.A.

Tal y como se aprecia en la figura, los mayores coeficientes de concentración se encuentran en los términos municipales del sector norte y costero de la provincia, que coinciden con aquéllos en los que la lluvia útil es menor (ver figura F-3) y la carga de nitrógeno es mayor.

Cuadro C-8

- CONTAMINACION POR NITROGENO -

| MUNICIPIO | TONELADAS/ AÑO DE N GANADERIA | TONELADAS/ AÑO DE N AGRICULTURA | LLUVIA UTIL (mm/año) | SUPERFICIE (ha) | COEFICIENTE CONCENTRACION GANADERO(mg/1) | COEFICIENTE CONCENTRACION AGRICOLA(mg/1) | --SUMA DE LOS-- --COEFICIENTES-- mg/1 N mg/1 NO3 | |
|----------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|--------------------|--|--|--|-------|
| ALFOZ DE LLOREDO | 292.4 | 86.2 | 800 | 4608 | 7.93 | 2.34 | 10.27 | 45.48 |
| AMPUERO | 264.6 | 19.9 | 1000 | 3235 | 8.18 | 0.62 | 8.80 | 38.95 |
| ANIEVAS | 73.0 | 5.3 | 900 | 2115 | 3.84 | 0.28 | 4.11 | 18.22 |
| ARENAS DE IGÜÑA | 242.0 | 35.9 | 800 | 8717 | 3.47 | 0.51 | 3.98 | 17.64 |
| ARGONOS | 47.2 | 6.0 | 600 | 494 | 15.92 | 2.03 | 17.96 | 79.52 |
| ARNUERO | 199.4 | 33.0 | 600 | 2431 | 13.67 | 2.26 | 15.93 | 70.55 |
| ARREDONDO | 192.9 | 1.9 | 1300 | 4706 | 3.15 | 0.03 | 3.18 | 14.10 |
| ASTILLERO, EL | 52.6 | 10.2 | 800 | 651 | 10.10 | 1.96 | 12.06 | 53.39 |
| BARCENA DE CICERO | 303.0 | 43.0 | 700 | 3215 | 13.46 | 1.91 | 15.38 | 68.09 |
| BARCENA PIE CONCHA | 180.7 | 6.7 | 900 | 3126 | 6.42 | 0.24 | 6.66 | 29.50 |
| BAREYO | 335.5 | 41.0 | 600 | 3173 | 17.62 | 2.16 | 19.78 | 87.58 |
| CABEZON DE LA SAL | 260.7 | 38.5 | 700 | 3385 | 11.00 | 1.62 | 12.63 | 55.91 |
| CABEZON DE LIEBANA | 123.9 | 7.0 | 800 | 8133 | 1.90 | 0.11 | 2.01 | 8.91 |
| CABUERNIGA (VALLE DE | 199.9 | 16.5 | 800 | 15522 | 1.61 | 0.13 | 1.74 | 7.72 |
| CAMALENO | 224.3 | 1.3 | 600 | 16109 | 2.32 | 0.01 | 2.33 | 10.33 |
| CAMARGO | 370.4 | 52.0 | 800 | 3577 | 12.94 | 1.82 | 14.76 | 65.35 |
| CAMPOO DE YUSO | 265.1 | 10.0 | 700 | 8982 | 4.22 | 0.16 | 4.38 | 19.38 |
| CARTES | 126.4 | 9.8 | 700 | 1883 | 9.59 | 0.74 | 10.33 | 45.74 |
| CASTAÑEDA | 126.5 | 34.3 | 800 | 1951 | 8.10 | 2.20 | 10.30 | 45.62 |
| CASTRO-URDIALES | 289.0 | 27.7 | 800 | 9507 | 3.80 | 0.36 | 4.16 | 18.44 |
| CIEZA | 147.7 | 7.6 | 800 | 4464 | 4.14 | 0.21 | 4.35 | 19.26 |
| CILLORIGO-CASTRO | 189.2 | 38.6 | 600 | 10442 | 3.02 | 0.62 | 3.64 | 16.10 |
| COLINDRES | 46.3 | 3.3 | 800 | 661 | 8.76 | 0.62 | 9.38 | 41.53 |
| COMILLAS | 107.6 | 7.6 | 700 | 1852 | 8.30 | 0.59 | 8.89 | 39.35 |
| CORRALES DE BUELNA | 249.2 | 17.1 | 800 | 4631 | 6.73 | 0.46 | 7.19 | 31.83 |
| CORVERA DE TORANZO | 265.1 | 17.9 | 900 | 4996 | 5.90 | 0.40 | 6.29 | 27.87 |
| ENMEDIO | 249.6 | 36.2 | 600 | 9198 | 4.52 | 0.66 | 5.18 | 22.93 |
| ENTRAMBASAGUAS | 406.3 | 40.8 | 1000 | 4231 | 9.60 | 0.96 | 10.57 | 46.79 |
| ESCALANTE | 116.4 | 19.4 | 600 | 1464 | 13.25 | 2.21 | 15.46 | 68.44 |
| GURIEZO | 237.2 | 14.3 | 1000 | 8040 | 2.95 | 0.18 | 3.13 | 13.85 |
| HAZAS DE CESTO | 236.3 | 32.6 | 800 | 2185 | 13.52 | 1.86 | 15.38 | 68.11 |
| HERMAN. CAMPOO SUSO | 416.5 | 65.6 | 800 | 22363 | 2.33 | 0.37 | 2.69 | 11.93 |
| HERRERIAS | 139.0 | 14.1 | 700 | 4026 | 4.93 | 0.50 | 5.43 | 24.05 |
| LAMASON | 196.4 | 1.4 | 800 | 7118 | 3.45 | 0.03 | 3.47 | 15.38 |
| LAREDO | 94.2 | 17.9 | 800 | 1353 | 8.70 | 1.66 | 10.36 | 45.88 |
| LIENDO | 96.8 | 14.3 | 1000 | 2589 | 3.74 | 0.55 | 4.29 | 19.01 |
| LIERGANES | 275.2 | 19.8 | 1000 | 3671 | 7.50 | 0.54 | 8.04 | 35.58 |
| LIMPIAS | 74.1 | 8.5 | 800 | 1006 | 9.21 | 1.05 | 10.26 | 45.43 |
| LUENA | 240.3 | 11.5 | 1000 | 9084 | 2.65 | 0.13 | 2.77 | 12.27 |
| MARINA DE CUDEYO | 391.8 | 70.2 | 800 | 2709 | 18.08 | 3.24 | 21.32 | 94.39 |
| MAZCUERRAS | 257.6 | 17.5 | 800 | 5520 | 5.83 | 0.40 | 6.23 | 27.59 |
| MEDIO CUDEYO | 270.4 | 30.9 | 800 | 2722 | 12.42 | 1.42 | 13.83 | 61.26 |
| MERUELO | 155.8 | 27.8 | 600 | 1628 | 15.95 | 2.85 | 18.80 | 83.25 |
| MIENGO | 268.8 | 75.5 | 800 | 2399 | 14.01 | 3.93 | 17.94 | 79.43 |
| MIERA | 176.5 | 2.6 | 1300 | 3382 | 4.01 | 0.06 | 4.07 | 18.04 |
| MOLLEDO DE PORTOLIN | 184.2 | 24.4 | 900 | 7092 | 2.89 | 0.38 | 3.27 | 14.47 |
| NOJA | 42.5 | 4.5 | 600 | 798 | 8.88 | 0.93 | 9.81 | 43.42 |
| PENAGOS | 277.4 | 13.6 | 1000 | 3150 | 8.81 | 0.43 | 9.24 | 40.91 |

Cuadro C-8 (Continuación)

- CONTAMINACION POR NITROGENO -

| MUNICIPIO | TONELADAS/ AÑO DE N GANADERIA | TONELADAS/ AÑO DE N AGRICULTURA | LLUVIA UTIL SUPERFICIE (mm/año) | CONCENTRACION (ha) | COEFICIENTE GANADERO(mg/1) | COEFICIENTE AGRICOLA(mg/1) | --SUMA DE LOS-- --COEFICIENTES-- mg/1 N mg/1 NO3 | |
|----------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|--------|
| PEÑARRUBIA | 78.7 | 1.6 | 800 | 5407 | 1.82 | 0.04 | 1.86 | 8.22 |
| PESAGUERO | 85.4 | 12.6 | 600 | 6995 | 2.03 | 0.30 | 2.34 | 10.34 |
| PESQUERA | 26.9 | 1.6 | 900 | 892 | 3.35 | 0.20 | 3.55 | 15.71 |
| PIELAGOS | 826.5 | 127.4 | 800 | 8326 | 12.41 | 1.91 | 14.32 | 63.42 |
| POLACIONES | 122.6 | 1.1 | 800 | 9002 | 1.70 | 0.02 | 1.72 | 7.61 |
| POLANCO | 149.4 | 27.8 | 800 | 1744 | 10.71 | 2.00 | 12.70 | 56.25 |
| POTES | 11.1 | 5.7 | 400 | 764 | 3.63 | 1.88 | 5.51 | 24.40 |
| PUENTE-VIESGO | 240.2 | 17.9 | 800 | 3534 | 8.50 | 0.63 | 9.13 | 40.43 |
| RAMALES VICTORIA | 171.4 | 19.1 | 1200 | 3440 | 4.15 | 0.46 | 4.61 | 20.43 |
| RASINES | 198.6 | 7.8 | 1200 | 4285 | 3.86 | 0.15 | 4.01 | 17.77 |
| REINOSA | 13.1 | 0.0 | 600 | 412 | 5.30 | 0.00 | 5.30 | 23.47 |
| REOCIN | 334.4 | 65.6 | 800 | 3176 | 13.16 | 2.58 | 15.74 | 69.71 |
| RIBAMONTAN AL MAR | 470.5 | 76.5 | 600 | 3720 | 21.08 | 3.43 | 24.51 | 108.52 |
| RIBAMONTAN AL MONTE | 397.2 | 49.1 | 800 | 4238 | 11.72 | 1.45 | 13.16 | 58.29 |
| RIONANSA | 186.0 | 1.6 | 800 | 11870 | 1.96 | 0.02 | 1.98 | 8.75 |
| RIOTUERTO | 256.8 | 14.9 | 1000 | 2420 | 10.61 | 0.62 | 11.23 | 49.72 |
| ROZAS DE VALDEARROYO | 41.5 | 6.2 | 400 | 5228 | 1.98 | 0.30 | 2.28 | 10.09 |
| RUENTE | 138.2 | 6.3 | 800 | 6617 | 2.61 | 0.12 | 2.73 | 12.09 |
| RUESGA | 348.4 | 28.7 | 1300 | 8803 | 3.04 | 0.25 | 3.30 | 14.59 |
| RUILOBA | 74.9 | 11.9 | 700 | 1465 | 7.30 | 1.16 | 8.47 | 37.48 |
| S. FELICES DE BUELNA | 178.4 | 14.8 | 900 | 3489 | 5.68 | 0.47 | 6.15 | 27.24 |
| SAN MIGUEL DE AGUAYO | 78.3 | 1.1 | 900 | 3605 | 2.41 | 0.04 | 2.45 | 10.84 |
| S. PEDRO DEL ROMERAL | 270.6 | 1.6 | 1200 | 5732 | 3.93 | 0.02 | 3.96 | 17.52 |
| S. ROQUE DE RIOMIERA | 188.7 | 0.4 | 1300 | 3601 | 4.03 | 0.01 | 4.04 | 17.89 |
| SANTA CRUZ DE BEZANA | 206.3 | 48.8 | 800 | 1718 | 15.01 | 3.55 | 18.56 | 82.18 |
| SANTA MARIA DE CAYON | 475.1 | 45.8 | 1000 | 3936 | 12.07 | 1.16 | 13.23 | 58.60 |
| SANTANDER | 265.1 | 52.4 | 800 | 3392 | 9.77 | 1.93 | 11.70 | 51.81 |
| SANTILLANA DEL MAR | 353.1 | 63.7 | 800 | 2821 | 15.65 | 2.82 | 18.47 | 81.78 |
| SANTIURDE DE REINOSA | 117.5 | 2.0 | 900 | 3119 | 4.19 | 0.07 | 4.26 | 18.85 |
| SANTIURDE DE TORANZO | 242.6 | 29.9 | 1000 | 3656 | 6.64 | 0.82 | 7.45 | 33.00 |
| SANTOÑA | 26.9 | 1.4 | 600 | 1126 | 3.98 | 0.21 | 4.19 | 18.57 |
| S. VICENTE BARQUERA | 259.0 | 27.3 | 600 | 4148 | 10.41 | 1.10 | 11.50 | 50.93 |
| SARO | 186.8 | 6.9 | 1200 | 1777 | 8.76 | 0.32 | 9.08 | 40.22 |
| SELAYA | 312.6 | 2.9 | 1300 | 3941 | 6.10 | 0.06 | 6.16 | 27.27 |
| SOBA | 585.6 | 27.3 | 1300 | 21472 | 2.10 | 0.10 | 2.20 | 9.72 |
| SOLORZANO | 261.7 | 34.3 | 1000 | 2530 | 10.34 | 1.36 | 11.70 | 51.81 |
| SUANCES | 272.7 | 73.2 | 800 | 2425 | 14.06 | 3.77 | 17.83 | 78.95 |
| TOJOS, LOS | 135.1 | 7.2 | 800 | 9000 | 1.88 | 0.10 | 1.98 | 8.75 |
| TORRELAVEGA | 388.5 | 42.9 | 800 | 3558 | 13.65 | 1.51 | 15.16 | 67.11 |
| TRESVISO | 33.4 | 0.6 | 800 | 1623 | 2.57 | 0.04 | 2.62 | 11.58 |
| TUDANCA | 115.2 | 1.7 | 700 | 5287 | 3.11 | 0.05 | 3.16 | 13.99 |
| UDIAS | 104.1 | 10.8 | 700 | 1945 | 7.65 | 0.79 | 8.44 | 37.36 |
| VALDALIGA | 412.1 | 42.2 | 800 | 9764 | 5.28 | 0.54 | 5.82 | 25.75 |
| VALDEOLEA | 125.4 | 57.0 | 400 | 8346 | 3.76 | 1.71 | 5.46 | 24.19 |
| VALDEPRADO DEL RIO | 65.6 | 20.7 | 300 | 8975 | 2.44 | 0.77 | 3.20 | 14.19 |
| VALDERREDIBLE | 151.4 | 243.8 | 300 | 29398 | 1.72 | 2.76 | 4.48 | 19.84 |
| VAL DE SAN VICENTE | 309.2 | 35.0 | 600 | 5114 | 10.08 | 1.14 | 11.22 | 49.67 |
| VEGA DE LIEBANA | 257.6 | 20.4 | 600 | 13357 | 3.21 | 0.25 | 3.47 | 15.36 |

Cuadro C-8 (Continuación)

- CONTAMINACION POR NITROGENO -

| MUNICIPIO | TONELADAS/ AÑO DE N GANADERIA | TONELADAS/ AÑO DE N AGRICULTURA | LLUVIA UTIL (mm/año) | SUPERFICIE (ha) | COEFICIENTE CONCENTRACION GANADERO(mg/l) | COEFICIENTE CONCENTRACION AGRICOLA(mg/l) | --SUMA DE LOS-- --COEFICIENTES-- mg/l N mg/l NO3 | | |
|--------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|--------------------|--|--|--|-------|--|
| VEGA DE PAS | 246.9 | 0.6 | 1200 | 8759 | 2.35 | 0.01 | 2.35 | 10.43 | |
| VILLACARRIEDO | 423.9 | 9.3 | 1200 | 5076 | 6.96 | 0.15 | 7.11 | 31.49 | |
| VILLAESCUSA | 221.5 | 13.1 | 800 | 2736 | 10.12 | 0.60 | 10.72 | 47.45 | |
| VILLAFUFRE | 212.2 | 13.2 | 1000 | 3015 | 7.04 | 0.44 | 7.48 | 33.10 | |
| VILLAVERDE TRUCIOS | 57.3 | 7.6 | 1200 | 2000 | 2.39 | 0.32 | 2.70 | 11.98 | |
| VOTO | 585.2 | 47.6 | 1000 | 7783 | 7.52 | 0.61 | 8.13 | 36.00 | |
| *** Total *** | 22275.3 | 2632.4 | | 528856 | | | | | |

5.- CALIDAD DEL AGUA EN RELACIÓN CON LOS CONTENIDOS EN
ESPECIES NITROGENADAS

5.1.- INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA PARA ABASTECIMIENTO

Los puntos de agua inventariados han sido aquéllos que se han utilizado para muestrear y analizar los componentes nitrogenados del agua.

Inicialmente se planteó muestrear un sólo punto por municipio, procurando escoger aquél que tuviese mayor uso en el abastecimiento de agua a la población.

Con estos criterios se llegaron a inventariar durante la primera campaña de campo y muestreo, realizada entre los meses de febrero y marzo de 1990, un total de 98 puntos. De los cuales, 32 eran puntos ya inventariados por el ITGE en proyectos anteriores, y 66 han sido puntos nuevos, que se han incorporado a la base de datos del ITGE.

En los puntos ya inventariados se han actualizado los cambios ocurridos (reformas en la construcción, cambio en el uso y régimen de explotación, situación de niveles y caudales, etc.), y en los nuevos se ha cumplimentado la correspondiente ficha de inventario, procurando anotar en ella el mayor número de datos observables y medidos.

La relación de puntos inventariados (nº 1 al 98), así como los datos más significativos tomados, se incluyen en el cuadro adjunto (C-5). En los planos de calidad (PL-2 a PL-5)

puede verse la situación geográfica de los mismos, a escala 1/200.000.

A modo de resumen se indica que:

- El 93% de los puntos inventariados y muestreados han sido manantiales, que en su mayoría explotan acuíferos carbonatados jurásicos y cretácicos y, los menos, areniscas cretácicas; algunos están drenando las calizas de Montaña (n^os orden 1, 2, 3, 12), y otros niveles de cuarcitas paleozoicas. Sólo se ha inventariado un pozo y 6 sondeos, que perforan las calizas jurásicas (n^os. 37, 38, 54, 62) y cretácicas (n^os. 30, 34).
- El 28% de los manantiales tienen caudales, en el momento del inventario (febrero-marzo de 1990), inferiores a 1 l/s; el 39% presentan caudales entre 1 a 5 l/s; el 17% con caudales de 20 a 30 l/s; el 7% con caudales del orden de 50 l/s; y sólo un punto tiene caudales superiores a 100 (250 l/s). Los sondeos tienen caudales entre 20 y 50 l/s. Los mayores caudales suelen darse en las calizas jurásicas.
- El caudal de los manantiales más voluminosos suele fluctuar considerablemente de unas épocas a otras, debido al régimen kárstico de la mayoría de ellos, lo que les hace tener una estrecha relación con los periodos y días de lluvia. Es sensiblemente mayor en los días inmediatos a las lluvias producidas, disminuyendo rápidamente, y llegando incluso a secarse o quedar muy reducido, en los periodos de sequía prolongada.

Esta característica obliga a realizar periódicas campañas de medida y control de la calidad, si se pretende conocer con la mayor aproximación el régimen de drenaje y la cali-

Cuadro C-9 (Continuación)

Fecha: Febrero-Marzo 90

| NUMERO | | COORDENADAS U. T. M. | | | TOPONIMIA | LITOLOGIA NAT. | CAUDAL ACUIFERO (l/s) |
|--------|----------|----------------------|-----------|----------|--------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Orden | I.T.G.E. | X | Y | Z | | | |
| | | | | M.S.N.M. | | | |
| * 36 | 18052008 | 414,100 | 4,795,850 | 160 | Fuente La Hoz | M areniscas | 2.00 |
| * 37 | 18052014 | 412,975 | 4,793,300 | 78 | Nuevo Poligono Industrial | S calizas | 50.00 |
| * 38 | 18052015 | 412,975 | 4,793,300 | 78 | Nuevo Poligono Industrial | S calizas | 50.00 |
| 39 | 18053010 | 421,150 | 4,795,350 | 180 | Manantial Cagigaluco | M areniscas | 1.00 |
| 40 | 18053011 | 424,000 | 4,794,800 | 130 | Manantial Montecico | M areniscas | 0.30 |
| 41 | 18054007 | 428,425 | 4,791,175 | 370 | Manantial El Vivero | M cali./cuarc./arenas | 1.00 |
| * 42 | 18056002 | 412,000 | 4,786,625 | 180 | Fuente La Peña | M areniscas calcáreas | 0.30 |
| 43 | 18056011 | 411,150 | 4,782,450 | 210 | Manantial de Penías | M calizas | 50.00 |
| 44 | 18057017 | 417,800 | 4,783,000 | 260 | Manantial Juan Mayor | M calizas | 10.00 |
| 45 | 18057018 | 422,500 | 4,781,600 | 520 | Manantial Cascabil | M cuarcitas/areniscas | 1.50 |
| 46 | 18057019 | 417,400 | 4,789,375 | 250 | Manantial El Fontañon | M calizas | 25.00 |
| * 47 | 18058010 | 425,425 | 4,785,975 | 240 | Mtial. El Prao Rosa-Castrejón | M calizas | 10.00 |
| * 48 | 18058014 | 424,250 | 4,786,200 | 135 | Mtial. La Quintanilla-S. Tor. | M calizas | 30.00 |
| 49 | 18058022 | 429,875 | 4,785,300 | 330 | Manantial Garzon | M caliza | 2.00 |
| 50 | 18062001 | 411,500 | 4,775,775 | 420 | Fuente Verenal | M calizas | 50.00 |
| 51 | 18062002 | 412,300 | 4,771,900 | 720 | Fuente El Vino | M areniscas | 0.50 |
| 52 | 18063003 | 417,250 | 4,778,100 | 240 | Fuente Concejo | M areniscas | 0.10 |
| 53 | 18064001 | 423,925 | 4,777,575 | 720 | Manantial La Cerrá | M cuarc./arenis./cal. | 1.50 |
| 54 | 18065010 | 406,450 | 4,765,300 | 1,080 | Sondeo Fontecha-El Acebo | S calizas | |
| 55 | 18065011 | 407,400 | 4,762,000 | 840 | Fuente Los Caños-Pl. Los Caños | M calizas | 5.00 |
| * 56 | 18066002 | 416,350 | 4,767,100 | 860 | Manantial La Famosa | M calizas | 5.00 |
| * 57 | 18066005 | 411,700 | 4,767,150 | 790 | Fuente La Cueva | M calizas | 2.00 |
| 58 | 18066006 | 415,600 | 4,763,225 | 885 | Fuente Elvira | M arenas | 0.40 |
| 59 | 18072004 | 413,650 | 4,757,950 | 850 | Fuente Los Dujos | M areniscas | 0.10 |
| 60 | 18075007 | 405,850 | 4,750,125 | 1,035 | Manantial de Rebolledo | M areniscas | 0.50 |
| 61 | 18077001 | 417,000 | 4,750,500 | 910 | Manantial La Barguilla | M areniscas | 0.50 |
| 62 | 18083001 | 422,900 | 4,738,775 | 720 | Sondeo La Lamilla | S arenas/calizas | |
| * 63 | 19043005 | 446,050 | 4,813,625 | 10 | Fuente Canedo | M areniscas | 1.00 |
| 64 | 19043008 | 450,575 | 4,814,100 | 42 | Mtial. La Cueva-Ajo: Cobillas | M calizas | 0.50 |
| * 65 | 19044009 | 455,300 | 4,814,825 | 18 | Manantial La Esprilla | M calizas | 5.00 |
| 66 | 19044016 | 451,700 | 4,809,140 | 140 | Mtial. abastecimiento a Vierna | M arenas/areniscas | 0.01 |
| 67 | 19044017 | 456,450 | 4,810,975 | 170 | Manantial Monteoscuro | M areniscas | 7.50 |
| 68 | 19044018 | 457,850 | 4,812,925 | 9 | Manantial San Andrés | M arenas | 0.50 |
| * 69 | 19045002 | 430,900 | 4,802,875 | 40 | Manantial Fuentevia | M calizas | 15.00 |
| 69 | 19045002 | 430,900 | 4,802,875 | 40 | Manantial Fuentevia | M calizas | 15.00 |

* Puntos antiguos inventario ITGE

dad del agua. Las concentraciones de los compuestos contaminantes variarán en función del volumen de agua donde se diluyen.

- El agua de todos los puntos inventariados se utiliza para el abastecimiento público de los núcleos urbanos principales de cada municipio y/o de las pedanías más importantes. En algún caso, de un mismo punto se abastecen dos municipios distintos.

Después de realizar una selección de los puntos inventariados en la 1ª campaña, con objeto de realizar una 2ª campaña, en otra época distinta del año (octubre-noviembre 1990), se escogieron los puntos que habían dado mayor concentración de nitratos y/o de amoníaco, y que cubriesen, además una amplia superficie, seleccionándose 80 puntos. Estos puntos, junto con otros 20 nuevos inventariados, sumaron los 100 puntos de muestreo de la 2ª campaña.

En el cuadro C-5 se incluyen los datos resumidos de estos nuevos 20 puntos (nº 99 al 118). Están, también, situados en los planos de calidad.

En los cuadros resumen de la calidad del agua de los puntos muestreados en la 2ª campaña, que se incluyen en el Anexo A-4, están anotados los caudales de drenaje observados en el momento del muestreo y los resultados de los análisis "in situ". Comparando las cifras de caudales de la 1ª y 2ª campaña se observa que: en el 65% de los casos los caudales bajaron en la 2ª campaña, en un 15% permanecieron iguales, mientras que en un 14% subieron.

La interpretación de esto es que:

- La 2ª campaña fue realizada en un periodo más seco (final del verano) y con un mayor agotamiento de los acuíferos.

- Las subidas de caudal observadas en 11 puntos son, en general, muy pronunciadas, lo que parece indicar que debieron producirse lluvias abundantes y localizadas en los días precedentes al muestreo, que aportaron inmediatamente altos caudales a los manantiales, a través de conductos karstificados.

5.2.- MUESTREO REGIONAL Y ANALÍTICA DE LAS AGUAS

5.2.1.- Puntos de muestreo

Como se ha indicado en el epígrafe anterior, los puntos muestreados en Cantabria durante la 1ª fase de los trabajos de este proyecto fueron 98 y 100 puntos, en dos campañas sucesivas de medidas. En la segunda campaña se repitieron 80 de los puntos analizados en la primera (lo que supone el 80% de las primeras muestras), completándose con otros 20 nuevos puntos.

Se buscó una buena distribución espacial por toda la provincia, procurando escoger dentro cada municipio el punto de agua a partir del que se abastece el mayor número de población.

Los puntos elegidos fueron muestreados y se realizaron "in situ", las siguientes determinaciones: temperatura, pH, Eh, conductividad, oxígeno disuelto, amoniacaco, nitrito y nitrato.

5.2.2.- Resultados de la analítica e interpretación

En los cuadros que se incluyen en el Anexo A-4.1 y A-4.2 se encuentran anotados los resultados de la analítica realizada en las 1ª y 2ª campañas de muestreo.

Asimismo, en el cuadro C-10 se resumen los valores de los parámetros estadísticos monovariantes más significativos de las variables físico-químicas que se han determinado.

A la vista de todos estos resultados, puede decirse que en la mayor parte de los puntos muestreados el agua tiene una salinidad media a baja, con una conductividad eléctrica que en el 77% de los casos no supera los 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, como es normal en aguas subterráneas que atraviesan materiales carbonatados caracterizadas por una circulación relativamente rápida.

No se observan diferencias significativas entre la 1ª y 2ª campaña de muestreo; de hecho los valores medios para la conductividad son de 346 y 393 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente, según se expone en el cuadro C-10.

En algunos puntos el agua tiene mayor salinidad, con una conductividad de unos 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (en el 3 y 6% de las muestras de la 1ª y 2ª campañas, respectivamente); estas medidas corresponden a sondeos muestreados, en concreto a los que abastecen al polígono industrial de los corrales de Buelna (nº de orden 37 y 38 del inventario), y el valor más alto es de un manantial (nº 65), actualmente abandonado cerca de la costa, con probable influencia del mar.

Los valores medios de pH de estas aguas se sitúan alrededor de 7,2 (para el 76% de los casos el pH está entre 6,5

Cuadro C-10 RESULTADOS DE LA ESTADÍSTICA MONOVARIANTE PARA LAS DOS CAMPAÑAS DE MUESTREO

| VARIABLE | M I N I M O | | M A X I M O | | M E D I A | | DESVIACION TIPICA | |
|-------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|---------------|
| | 1ª Campaña | 2ª Campaña | 1ª Campaña | 2ª Campaña | 1ª Campaña | 2ª Campaña | 1ª Campaña | 2ª Campaña |
| Caudal (l/s) | 0,01 | 0,01 | 250 | 150 | 11,4 | 8,9 | 27 | 20,9 |
| pH | 4 | 4,69 | 8,4 | 8,15 | 7,23 | 7,24 | 0,9 | 0,76 |
| Tª | 5 | 7 | 29,3 | 22 | 10,8 | 13,8 | 2,3 | 2,3 |
| Conductv.(µS/cm) | 32 | 34 | 1900 | 1537 | 346 | 393 | 281 | 279 |
| O ₂ disuelto(mg/l) | 0,7 | 2,5 | 16,8 | 12 | 6,3 | 6,8 | 2,71 | 2,09 |
| NH ₄ ⁺ (mg/l) | 0,05 | 0,07 | 20 | 5 | 1,5 | 0,27 | 3,24 | 0,51 |
| NO ₂ ⁻ (mg/l) | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,5 | 0,025 | 0,029 | - | 0,047 |
| NO ₃ ⁻ (mg/l) | 0,7 | 0,8 | 45 | 60 | 8,7 | 12 | 9,3 | 13,7 |

y 8), aunque puntualmente existen aguas más ácidas (pH entre 4 y 5).

La temperatura media del agua en las dos épocas de muestreo no difiere mucho (10.8 y 13.8°C), siendo algo más elevada en la segunda campaña (octubre-noviembre), en la que todavía se aprecia cierta influencia de la temperatura atmosférica estival.

Las condiciones oxidantes del agua vienen reflejadas por el contenido de oxígeno disuelto, que en el valor medio de los análisis realizados supera el 60% de saturación (cuadro C-10). En casos aislados en los que sólo se ha medido alrededor de 1 mg/l, puede que existan sustancias reductoras, como el ion amonio y la materia orgánica.

En cuanto a las especies nitrogenadas se refiere, al contenido medio en ion amonio del agua subterránea en la 1ª campaña es 1,5 mg/l, superando en el 47% de los casos los 0,5 mg/l, que es el valor máximo admisible según la Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de la calidad de las aguas potables de consumo público (14-9-90); mientras que en el segundo muestreo el contenido medio descendió a 0,27 mg/l, de modo que sólo en el 6% de los casos se superó el máximo permitido por la legislación.

El primer muestreo se realizó en dos meses secos precedidos de un mes más lluvioso (Enero), en el que las precipitaciones pudieron arrastrar al ion amonio más rápidamente hacia los acuíferos, detectándose los contenidos más elevados a principios del mes de Febrero. El segundo muestreo, sin embargo, se llevó a cabo después de tres o cuatro meses secos, durante los cuales el ion amonio pudo ser oxidado, y no aparecer en el agua subterránea en Octubre.

En los planos PL-3 y PL-5 se ha representado la distribución espacial del contenido en amonio por medio de líneas de isocontenido, en ambas campañas respectivamente.

En la 1ª, los mayores contenidos se han medido en la mitad oriental de la provincia, donde estos valores coinciden en algunos puntos con zonas de menor carga total de nitrógeno aportada por la ganadería, la agricultura y la población, lo que apoya la hipótesis del carácter puntual tanto en el espacio como en el tiempo de estos contenidos. También se alcanzan valores altos en zonas más pobladas como Torrelavega, y puntualmente en el resto de la provincia consecuencia también de la influencia muy local de la ganadería y/o de las aguas residuales urbanas.

En la 2ª campaña de muestreo la distribución espacial de los contenidos en amonio es similar a la anterior pero con concentraciones muy inferiores.

El contenido en nitritos del agua subterránea es muy bajo, en todos los casos es inferior al máximo permitido por la Reglamentación Técnico-Sanitaria.

Por lo que respecta al ion nitrato, medido en la primera campaña, en el 93% de los puntos el contenido en el agua es inferior a 25 mg/l, que es el valor dado como nivel guía por la Reglamentación; en el 7% los contenidos están comprendidos entre 25 y 50 mg/l y en ningún caso se supera el límite máximo de 50 mg/l permitido en aguas potables.

En el segundo muestreo se advierte un ligero aumento de la concentración de nitratos en el agua, de manera que en el 3% de los puntos muestreados esta concentración es superior a 50 mg/l (aunque el valor máximo es 60 mg/l), el 15%

tienen entre 25 y 50 mg/l, y en el 82% este contenido es inferior a 25 mg/l.

Este aumento puede deberse a que las muestras se tomaran tras un periodo de escasez de lluvias en el que se produce menor dilución del agua que llega al acuífero y por tanto una mayor concentración en ion nitrato.

En los planos PL-2 y PL-4 se han representado las líneas de isocontenido en nitratos en las 2 campañas respectivamente. En el primero, se observa que las zonas con valores más elevados se localizan en el Norte de la provincia donde la concentración de ganadería es mayor, coincidiendo con que la población también es mayor en estas áreas (Torrelavega-Santander, Bahía de Santoña).

En el periodo octubre-noviembre aparecen, además, otras zonas con altos contenidos en nitratos, como San Vicente de la Barquera-Comillas, Los Corrales de Buelna y puntos dispersos en el Oeste y Sur provincial, donde la actividad agrícola y ganadera tiene carácter más puntual.

En los cuadros C-11 y C-12 se han recogido los coeficientes de correlación entre los parámetros físico-químicos considerados, calculados a partir del logaritmo decimal de los valores de cada uno de ellos, y en las dos campañas.

En general, las correlaciones son bajas, aunque se ha encontrado una correlación algo más significativa que en el resto, entre el contenido en nitrato y la conductividad de las aguas, así como con su temperatura; sin embargo, la correlación de estos parámetros con el oxígeno disuelto es negativa.

| | CAUDAL | pH | Temperatura | Conductividad | O ₂ disuelto | NH ₄ ⁺ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ |
|------------------------------|--------|------|-------------|---------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Caudal | 1 | 0,45 | 0,06 | 0,27 | -0,01 | 0,08 | - | -0,02 |
| pH | | 1 | -0,05 | 0,59 | 0,20 | 0,03 | - | 0,03 |
| T ^a | | | 1 | 0,35 | -0,29 | 0,38 | - | 0,59 |
| Conductividad | | | | 1 | -0,17 | 0,07 | - | 0,54 |
| O ₂ disuelto | | | | | 1 | -0,21 | - | 0,21 |
| NH ₄ ⁺ | | | | | | 1 | - | 0,16 |
| NO ₂ ⁻ | | | | | | | 1 | - |
| NO ₃ ⁻ | | | | | | | | 1 |

Cuadro C-11 MATRIZ DE CORRELACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DETERMINADOS EN LA PRIMERA CAMPAÑA

| | CAUDAL | pH | Temperatura | Conductividad | O ₂ disuelto | NH ₄ ⁺ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ |
|------------------------------|--------|------|-------------|---------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Caudal | 1 | 0,47 | -0,10 | 0,12 | 0,16 | 0,12 | -0,08 | -0,08 |
| pH | | 1 | -0,15 | 0,45 | 0,11 | 0,17 | 0,04 | -0,05 |
| T ^a | | | 1 | 0,30 | -0,32 | 0,27 | 0,03 | 0,57 |
| Conductividad | | | | 1 | -0,23 | 0,18 | 0,09 | 0,62 |
| O ₂ disuelto | | | | | 1 | -0,16 | -0,14 | -0,16 |
| NH ₄ ⁺ | | | | | | 1 | 0,49 | 0,16 |
| NO ₂ ⁻ | | | | | | | 1 | 0,13 |
| NO ₃ ⁻ | | | | | | | | 1 |

Cuadro C-12 MATRIZ DE CORRELACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DETERMINADOS EN LA SEGUNDA CAMPAÑA

Esto se relaciona con el hecho de que la temperatura es más baja en zonas de mayor altitud, donde las aguas están también menos mineralizadas y menos contaminadas, mientras que la solubilidad del oxígeno es mayor a temperaturas más bajas.

En la segunda campaña, el coeficiente de correlación entre el nitrito y el amonio es más importante, lo que significa que ambas especies son aportadas a partir de un mismo foco de contaminación.

5.3.- REDES DE CONTROL Y CAMPAÑAS DE MUESTREO

5.3.1.- Selección de la red de control

La rápida respuesta del régimen de drenaje de los acuíferos carbonatados de Cantabria a las fluctuaciones de las precipitaciones condiciona una variabilidad temporal grande en la calidad del agua, por lo que se ha realizado un control periódico de la misma.

Los puntos de muestreo de la red de control se seleccionaron a partir de los resultados obtenidos en las dos campañas regionales. Así, la red está formada por 21 puntos, todos ellos manantiales de los inventariados en dichas campañas, cuyas características principales aparecen en el cuadro C-13, la mayoría localizados en las zonas de mayor riesgo de contaminación, aunque también se han incluido otros en zonas de riesgo bajo como referencia.

5.3.2.- Campañas realizadas

Durante los meses de Marzo, Abril, Mayo y Junio de 1991 se realizó un control de calidad y caudal de los puntos

| N U M E R O | | C O O R D E N A D A S U . T . M . | | | T O P O N I M I A | N A T U R A L E Z A | L I T O L O G I A A C U I F E R O |
|-------------|----------|-----------------------------------|-----------|----------|---------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| Orden | I.T.G.E. | X | Y | Z | | | |
| | | | | M.S.N.M. | | | |
| 11 | 17048012 | 397,550 | 4,804,275 | 60 | Manantial L Cueva de Concha | M | Calizas |
| 14 | 17052012 | 385,025 | 4,798,650 | 205 | Manantial de Garandillas | M | Calizas |
| 19 | 17054015 | 403,450 | 4,797,350 | 100 | Fte. El Lavadero-V. de la Peña | M | Calizas |
| 28 | 18044011 | 427,400 | 4,812,725 | 20 | Fuente Los Cuetos | M | Calizas |
| 29 | 18045008 | 408,800 | 4,905,100 | 80 | Manantial Rogeria | M | Calizas |
| 35 | 18051011 | 408,600 | 4,795,100 | 370 | Manantial San Cipriano | M | Calizas |
| 46 | 18057019 | 417,400 | 4,789,375 | 250 | Manantial El Fontañon | M | Calizas |
| 69 | 19045002 | 430,900 | 4,802,875 | 40 | Manantial Fuentevia | M | Calizas |
| 70 | 19046007 | 443,000 | 4,798,800 | 100 | Manantial Somafuentes | M | Calizas |
| 73 | 19046019 | 439,925 | 4,799,400 | 95 | Manantial El Batán | M | Calizas |
| 74 | 19047005 | 446,640 | 4,801,950 | 60 | Nacimiento Río Aguanaz | M | Calizas |
| 75 | 19047016 | 449,100 | 4,806,000 | 100 | Manantial Aguanaz | M | Calizas |
| 76 | 19048004 | 452,275 | 4,802,100 | 125 | Fte. Guareña (Guarime) | M | Calizas |
| 78 | 19048019 | 452,750 | 4,805,225 | 65 | Manantial Las Torcas-Bo. El Rao | M | Calizas |
| 80 | 19051006 | 435,725 | 4,793,375 | 275 | Manantial San Jacinto | M | Calizas |
| 82 | 19052004 | 443,100 | 4,794,050 | 280 | Manantial la Fuente Fría | M | Calizas |
| 88 | 19062001 | 438,600 | 4,779,550 | 395 | Manantial Candanías | M | Calizas |
| 90 | 20046007 | 467,850 | 4,799,200 | 120 | Ftes. Las Toberas-La Fuente | M | Calizas/areniscas |
| 92 | 20047005 | 472,225 | 4,800,600 | 85 | Manantial La Aceña | M | Calizas/areniscas |
| 93 | 20048004 | 482,300 | 4,799,550 | 50 | Manantial La Suma | M | Calizas |
| 95 | 20051012 | 458,700 | 4,797,075 | 60 | Manantial Los Tojos-San Miguel | M | Calizas |

CUADRO C-13.- CARACTERISTICAS DE LOS PUNTOS DE AGUA QUE FORMAN LA RED DE CONTROL

seleccionados. Así pues, se llevaron a cabo cuatro campañas en las que se tomó muestra de agua y se determinaron "in situ" los mismos parámetros físico-químicos que en las campañas regionales.

5.3.3.- Régimen pluviométrico durante las campañas de medida

Según los datos de precipitación de las estaciones pluviométricas cántabras proporcionados por el Centro Meteorológico Zonal de Santander (Anexo A-5), durante los meses de Marzo, Abril y Mayo las lluvias fueron 2 ó 3 veces superiores a la media anual, mientras que en Febrero las precipitaciones oscilaron alrededor de la media y en Junio fueron más escasas (entre 2 y 10 veces inferiores a la media).

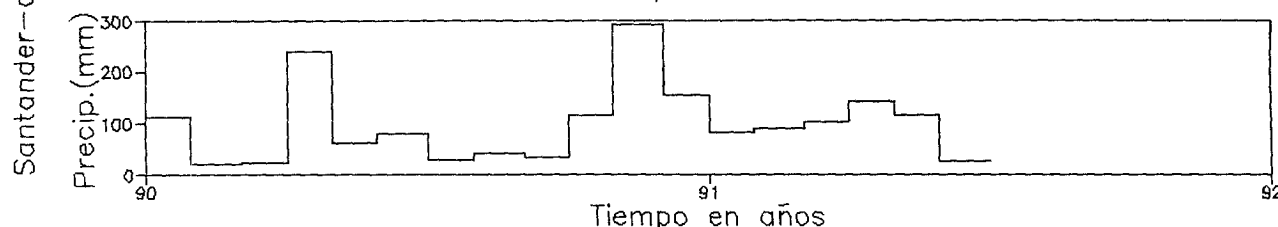
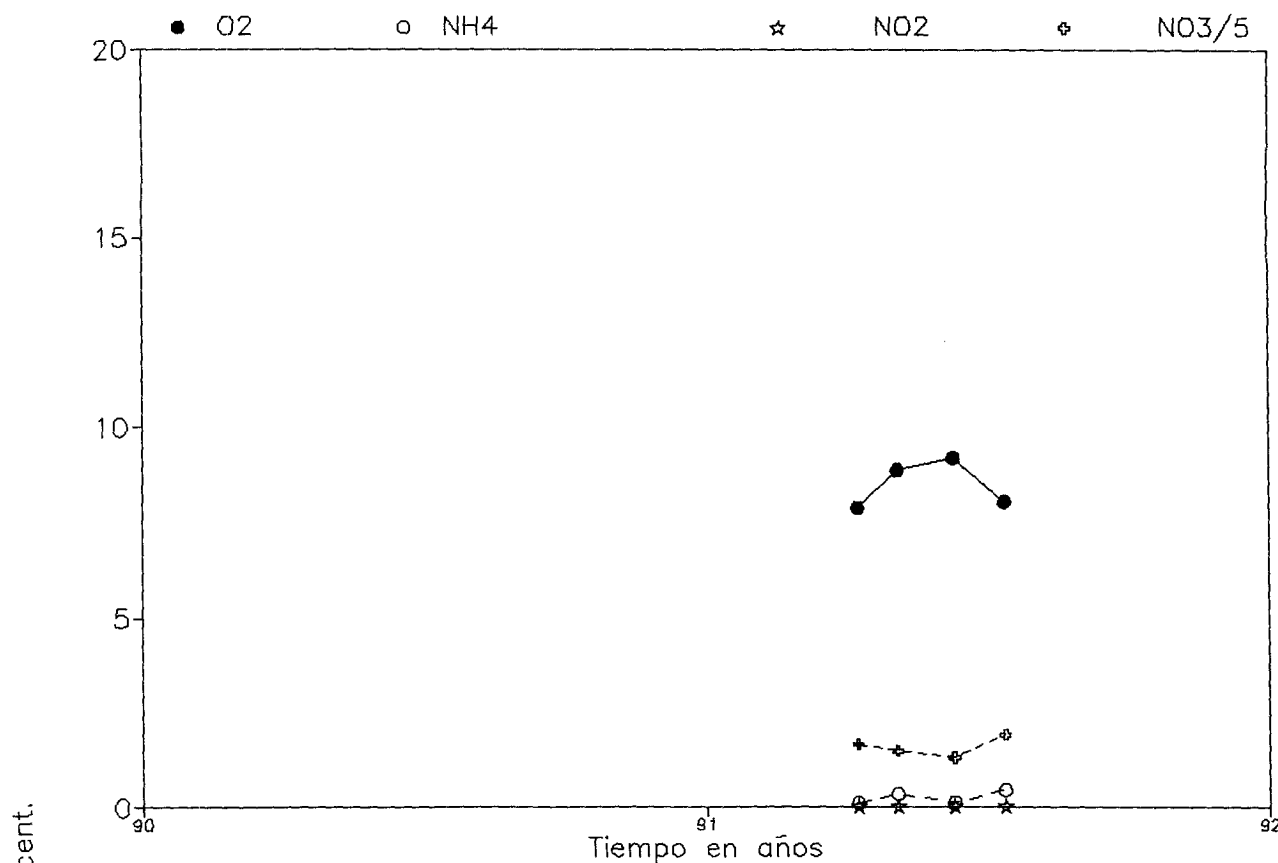
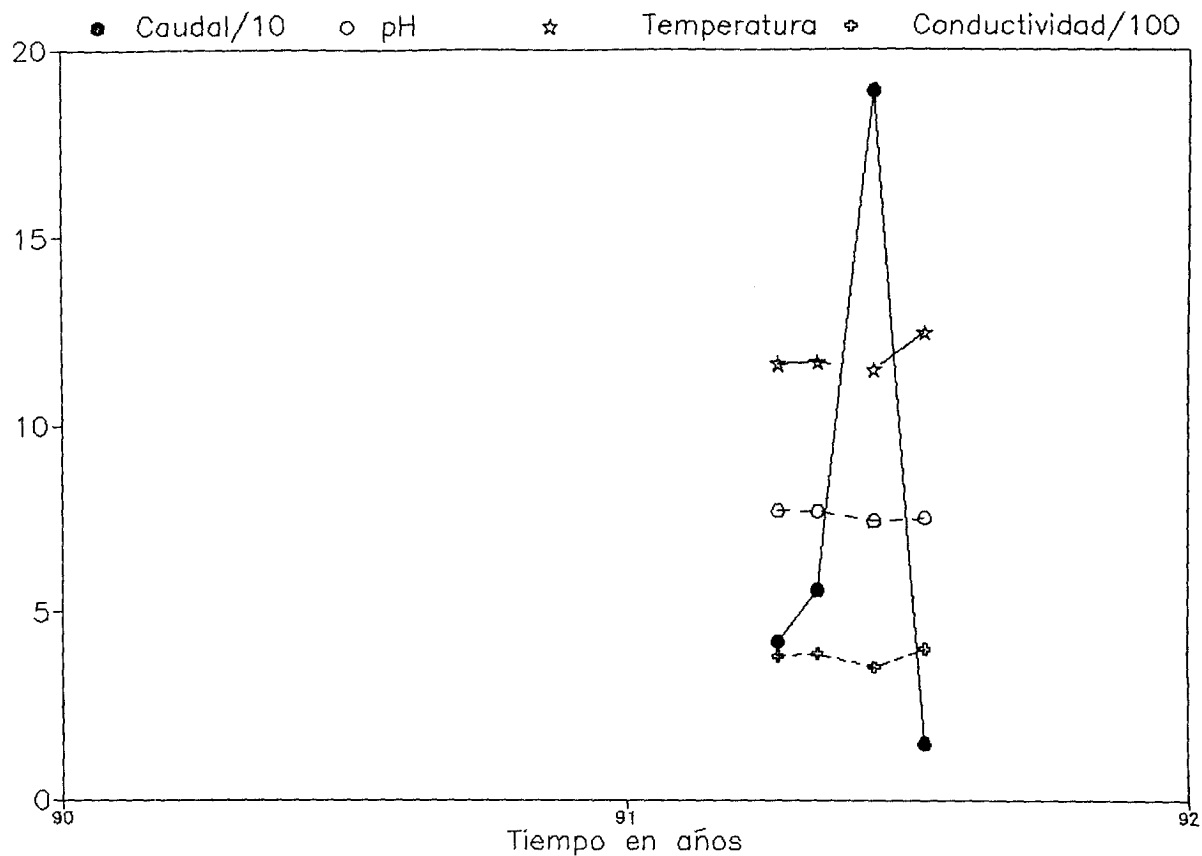
Por tanto, las 3 primeras campañas se realizaron bajo un régimen pluviométrico medio-alto, y la última coincidió con un periodo más seco.

En el capítulo 2 (Apartado 2.2 y gráfico nº 1) están incluidos los datos de las precipitaciones mensuales de este periodo correspondientes a algunas de las estaciones meteorológicas de Cantabria, aquellas más próximas a los manantiales que forman la red de control.

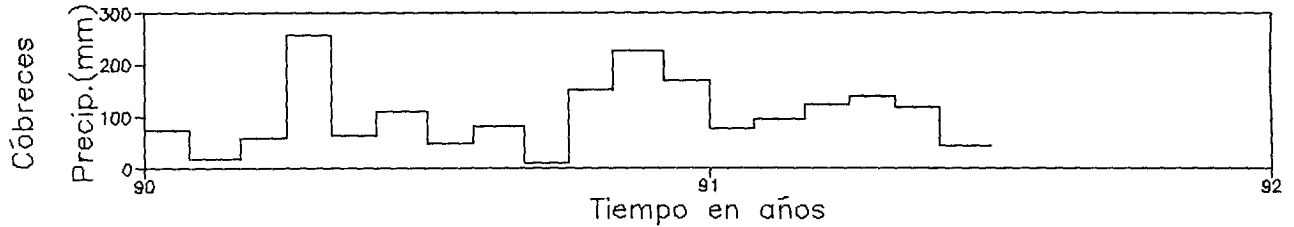
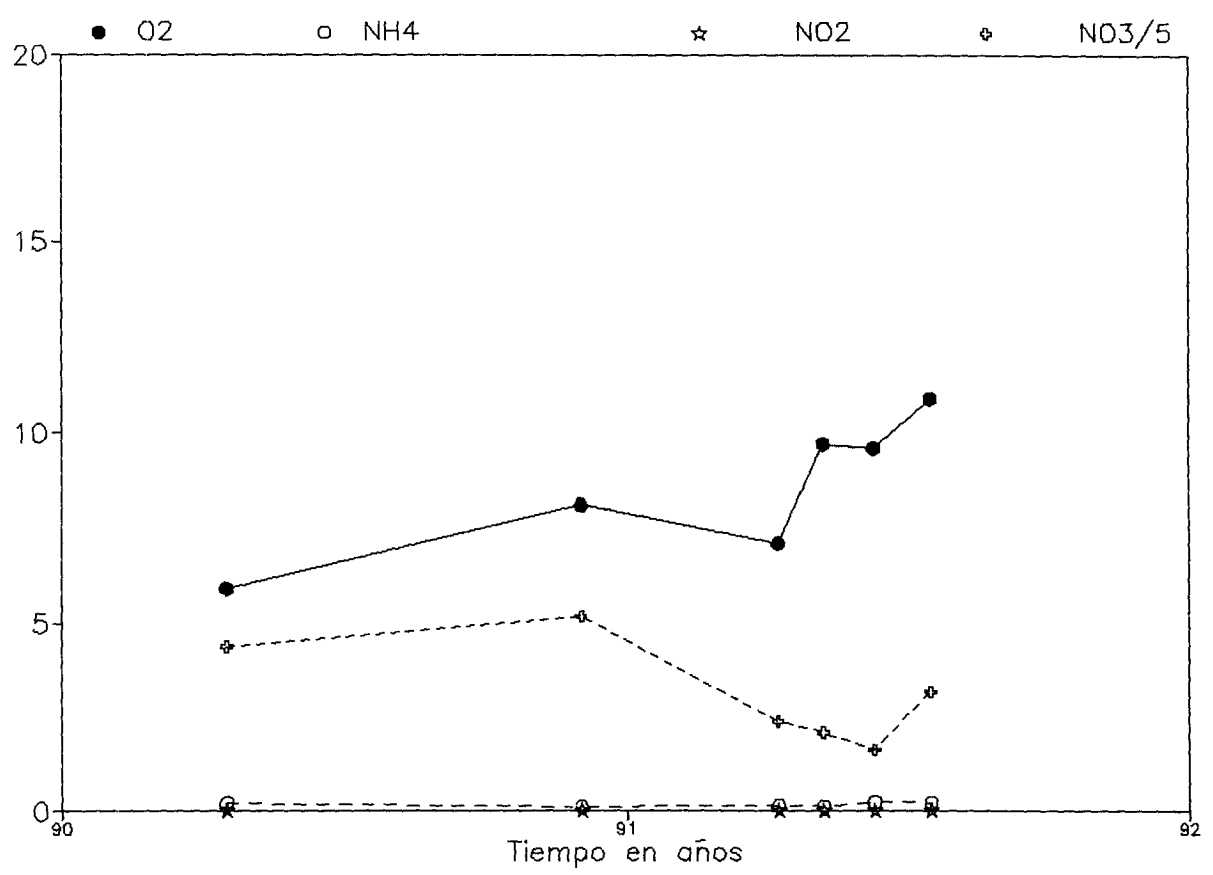
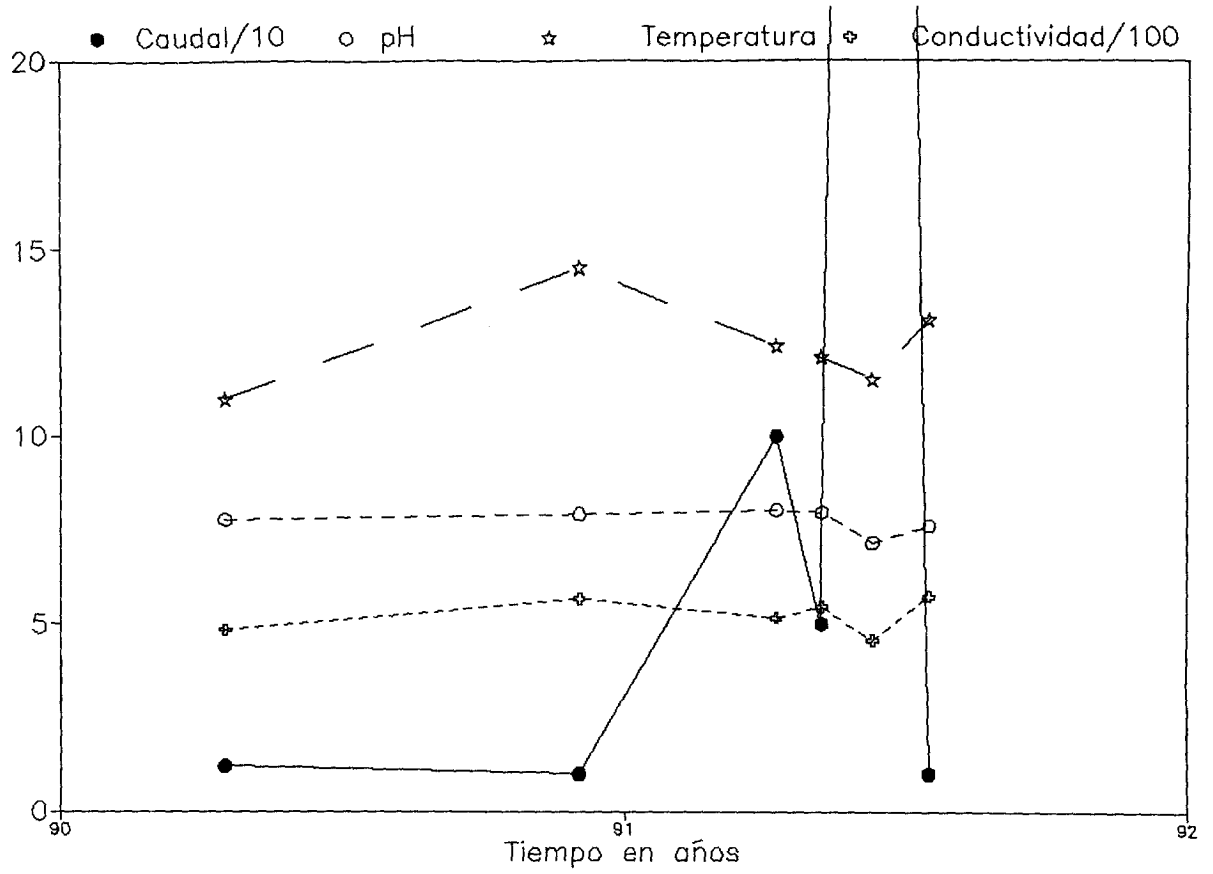
5.3.4.- Resultados obtenidos

En el Anexo A-4.3 se han recogido los resultados de las determinaciones analíticas realizadas durante las cuatro campañas en los 21 manantiales de la red de control.

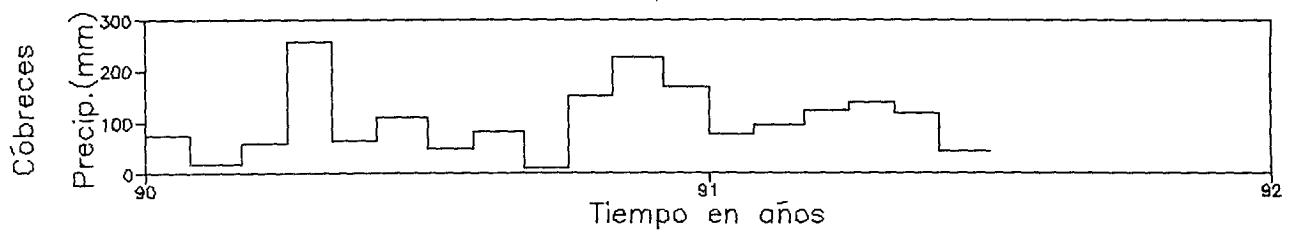
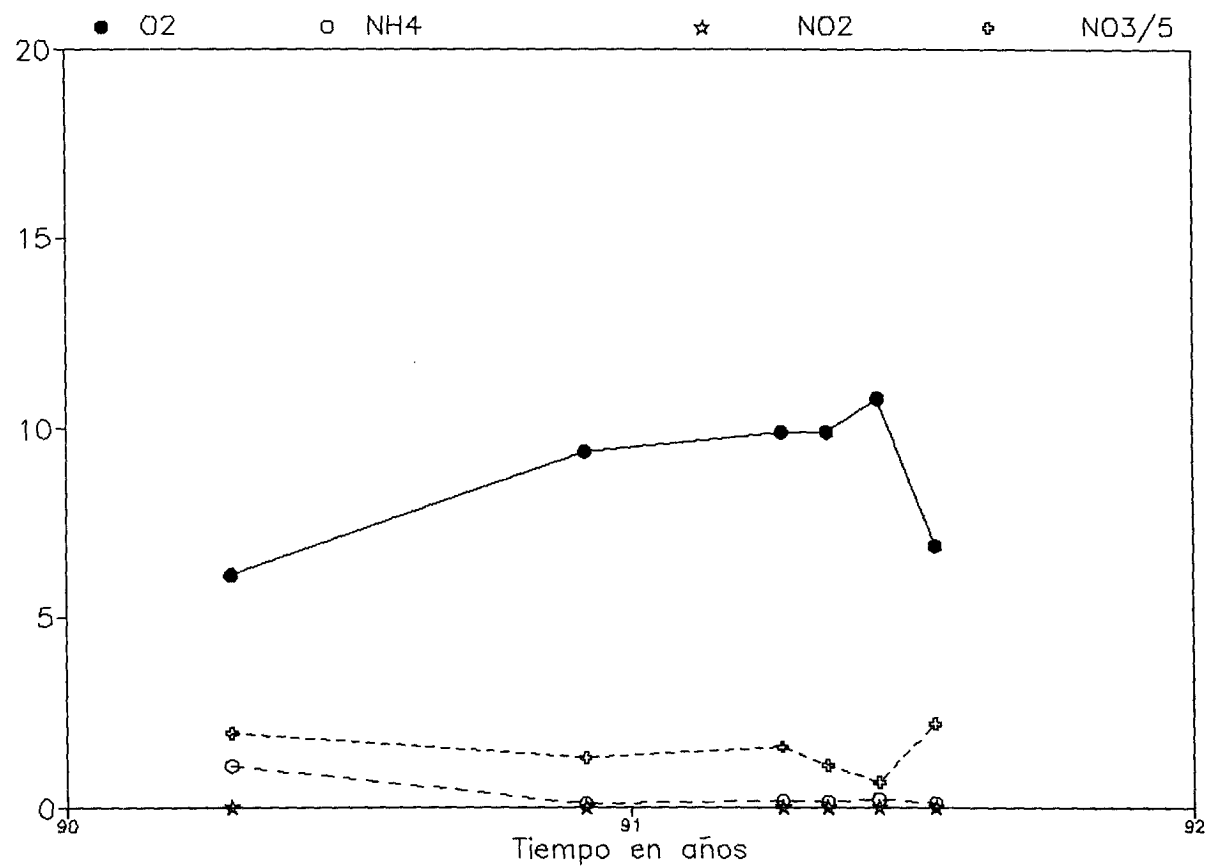
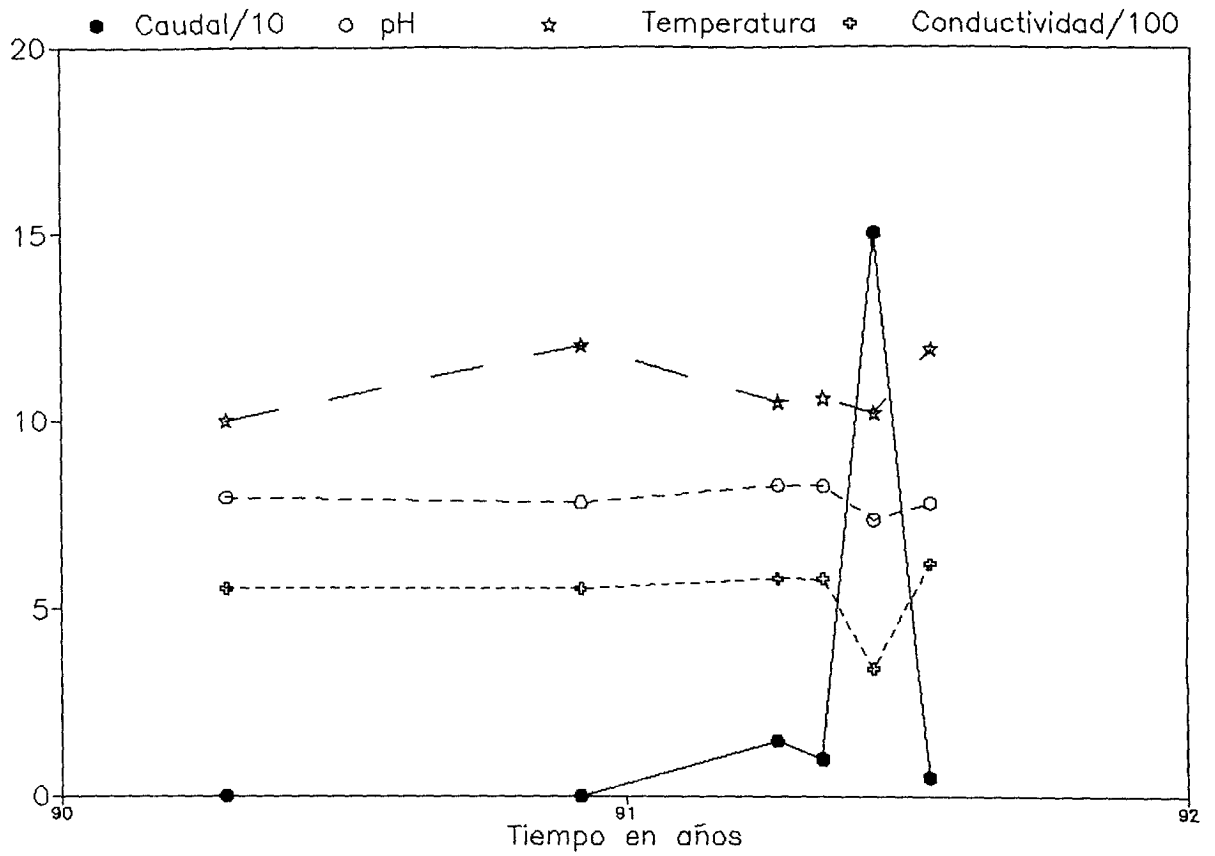
Estos resultados también se han representado gráficamente en los gráficos GR-2 y GR-3.1 a GR-3.21; en el primero se observa la evolución del valor medio de los parámetros



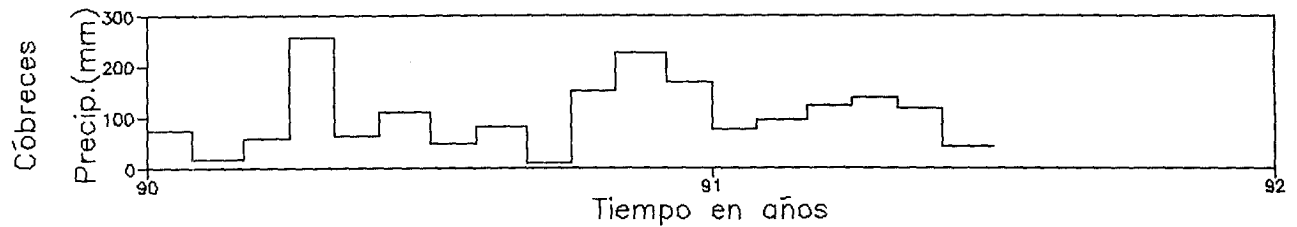
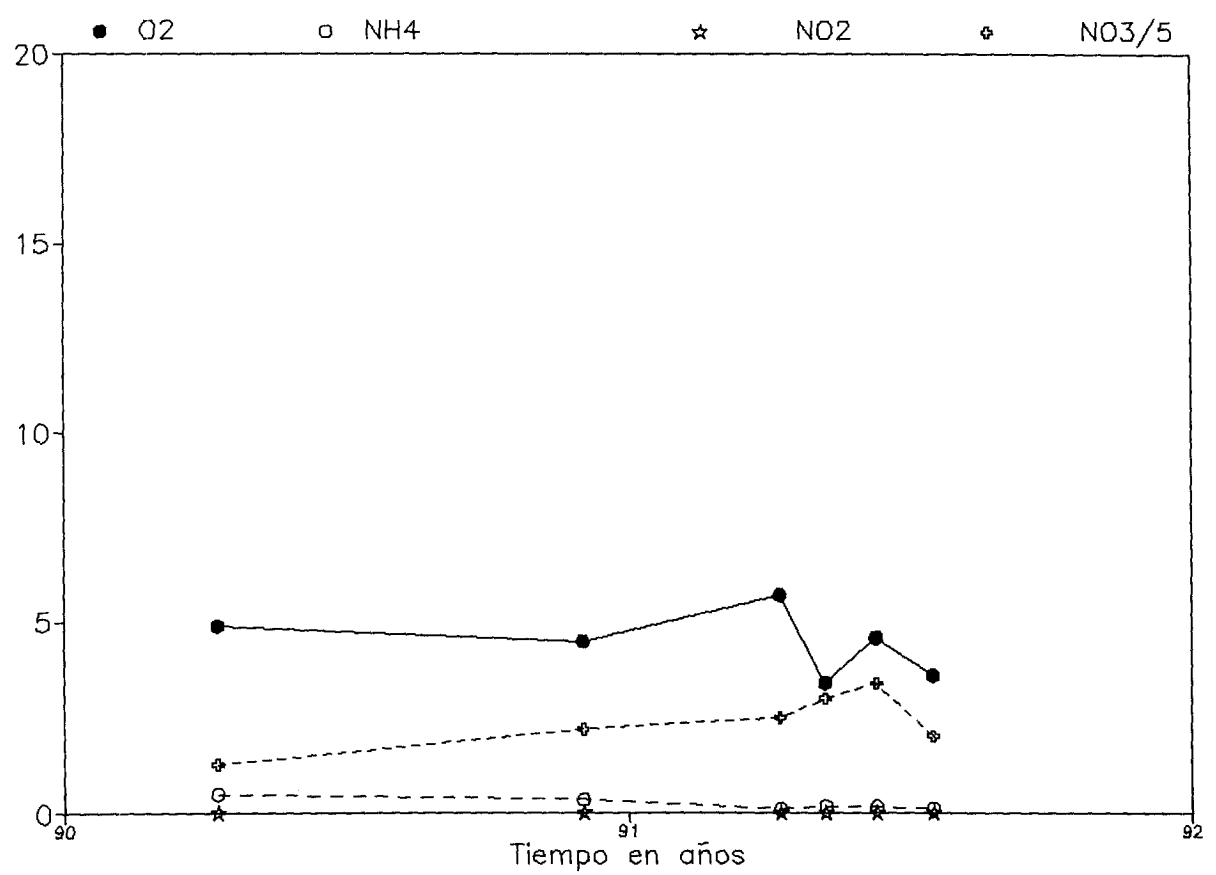
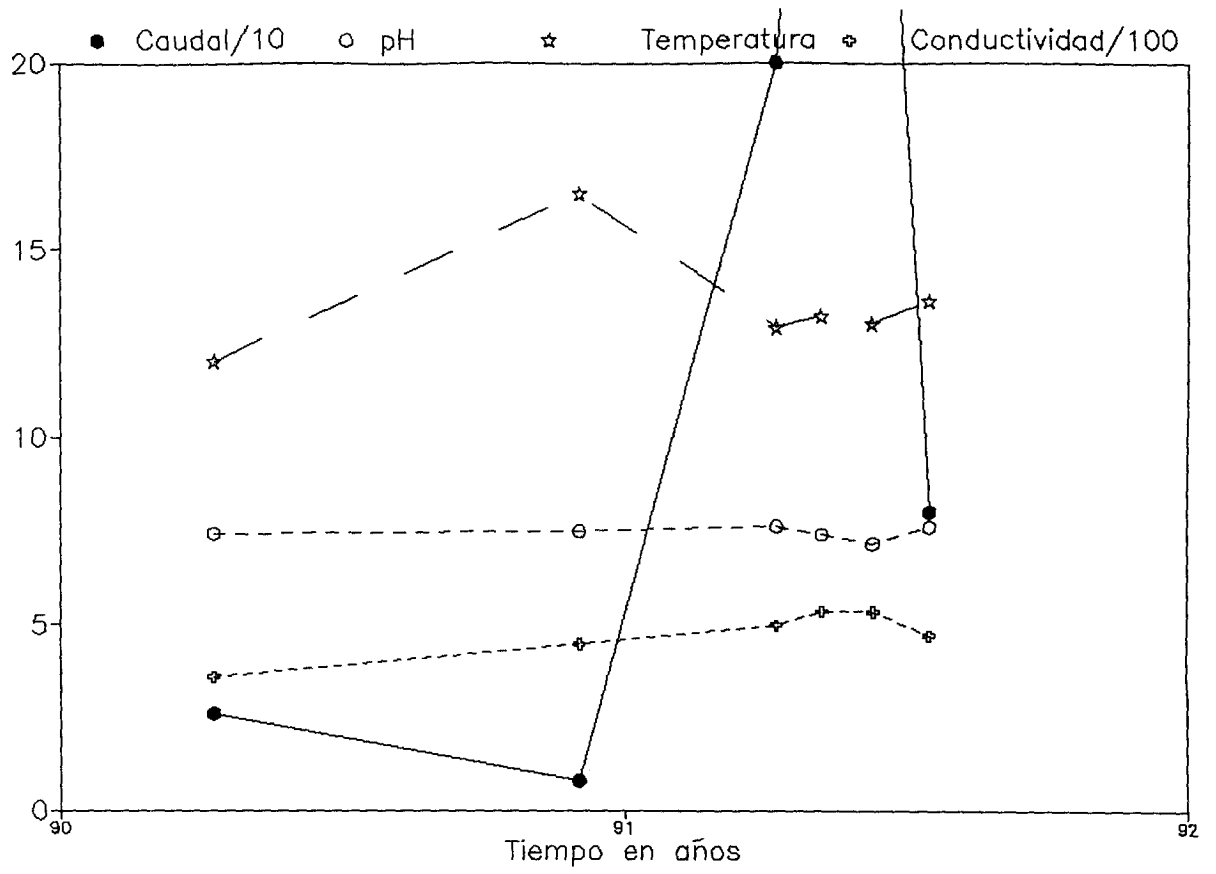
GR-2 Media de la red de control de Cantabria

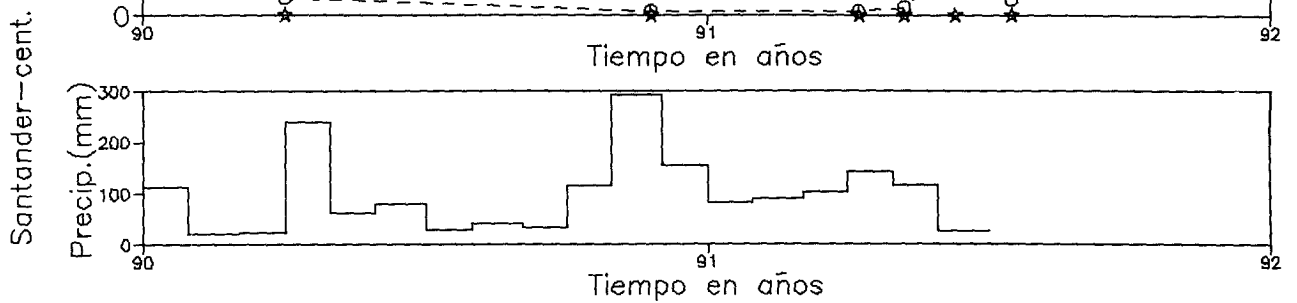
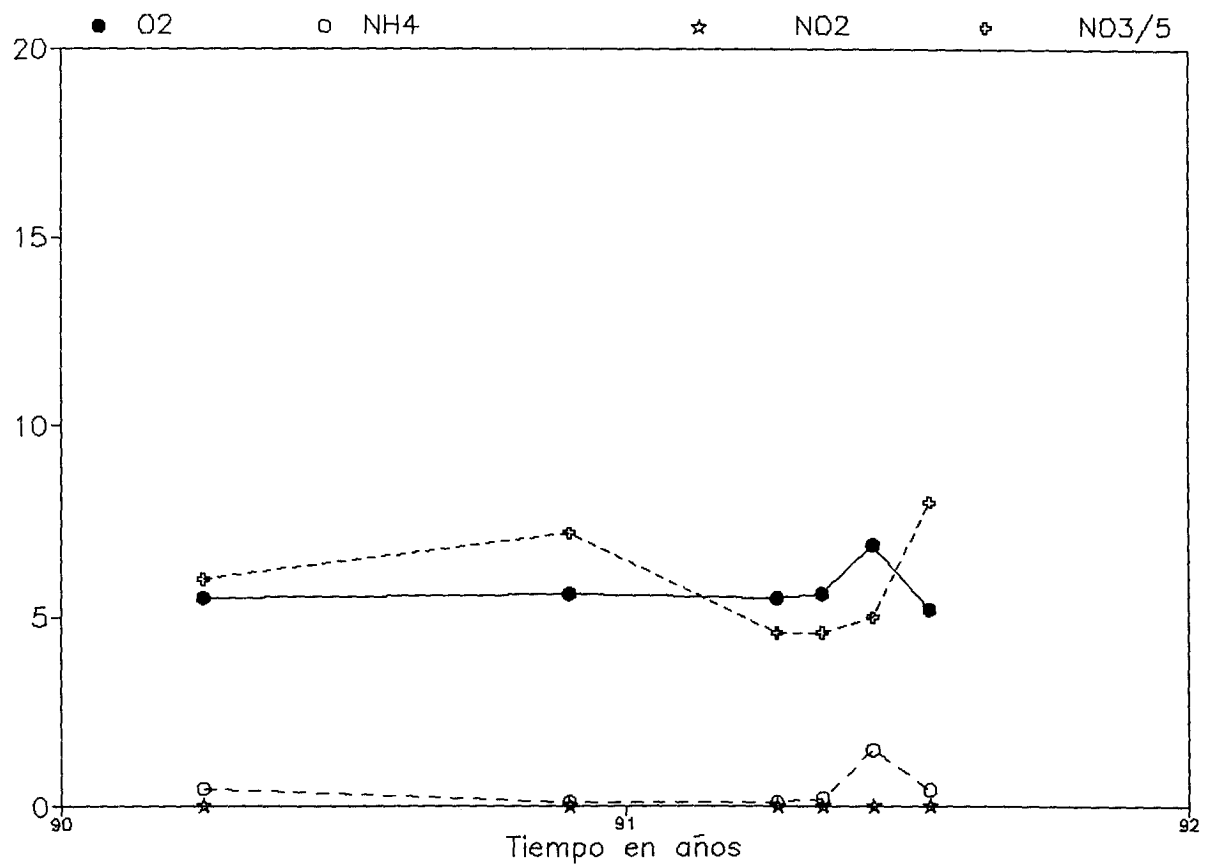
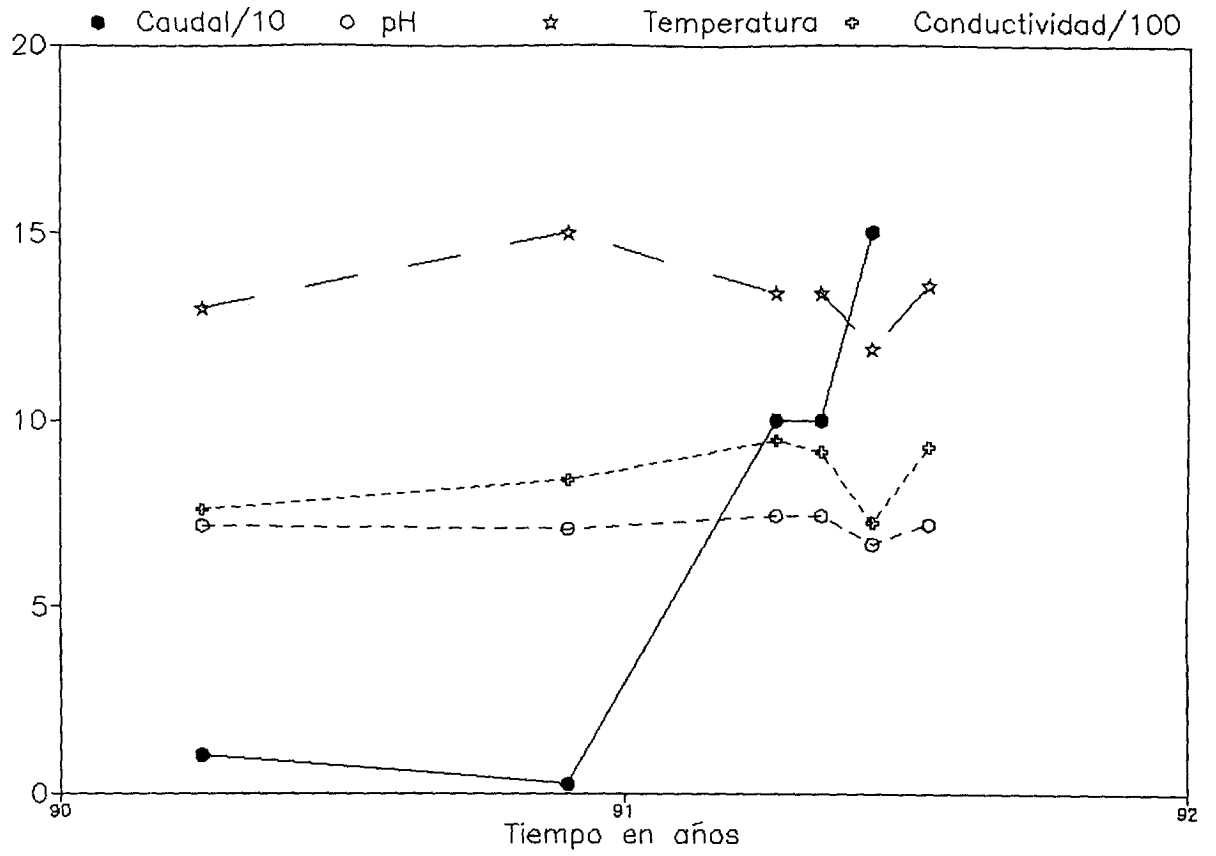


GR-3.1 M. La cueva de Concha - 1704-8-012

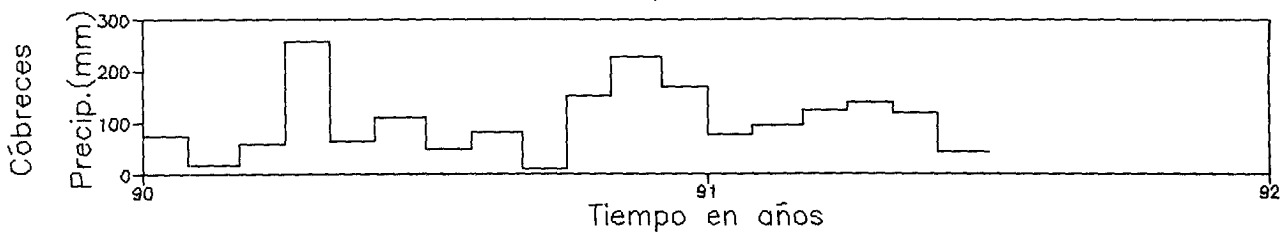
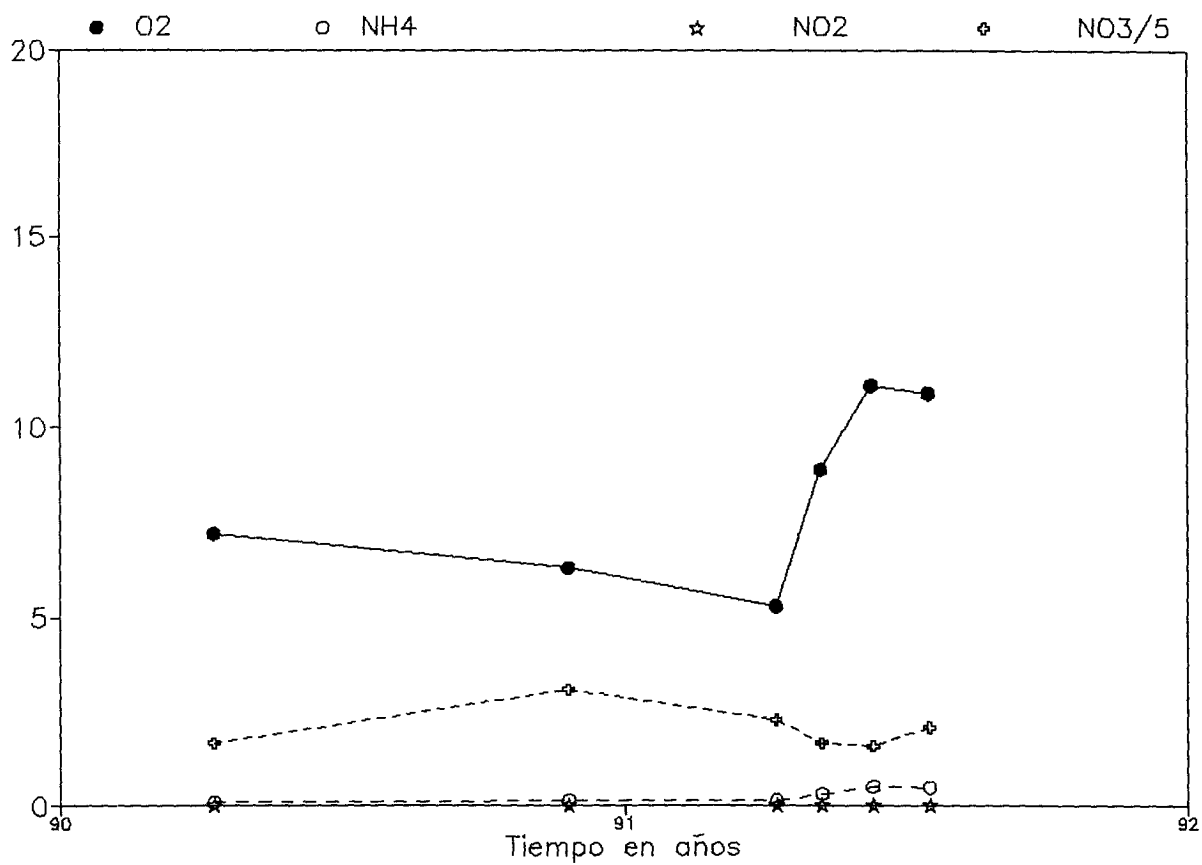
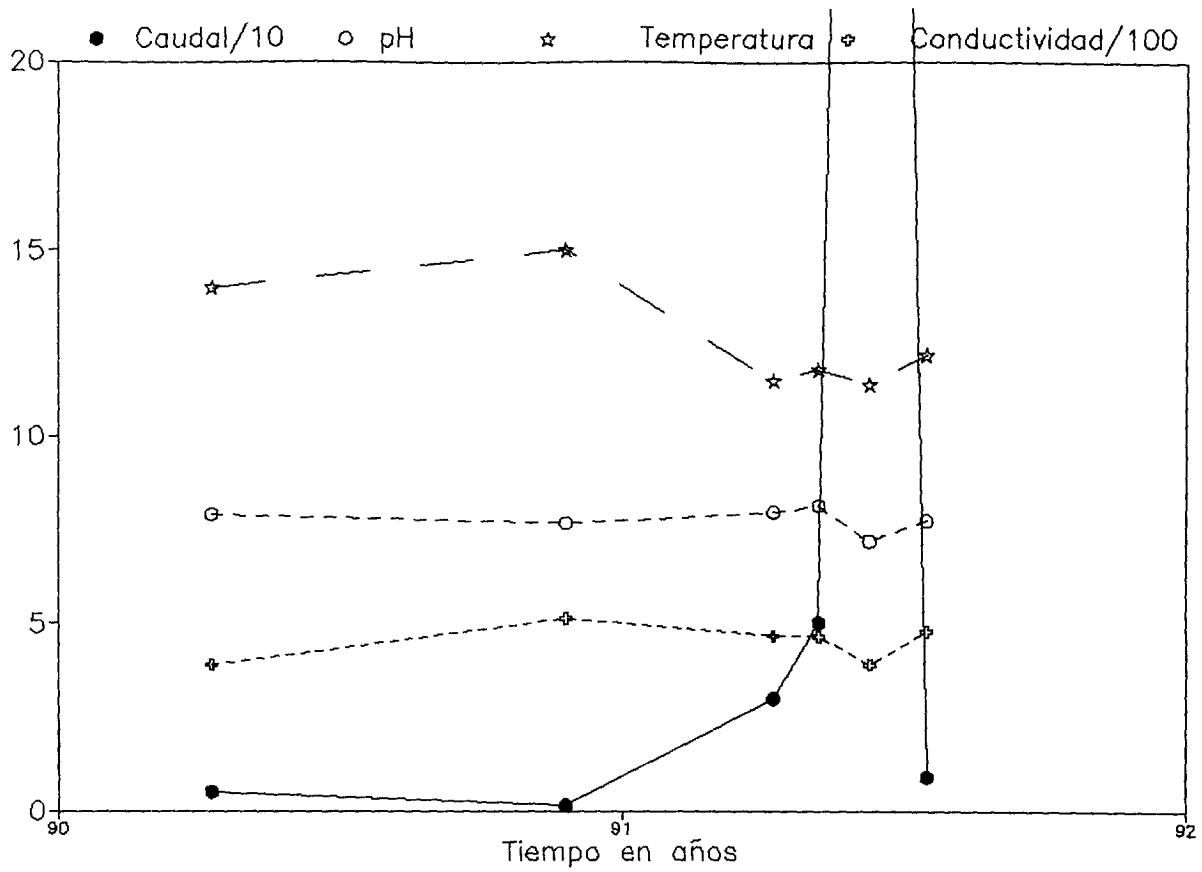


GR-3.2 M. de Gandarillas - 1705-2-012

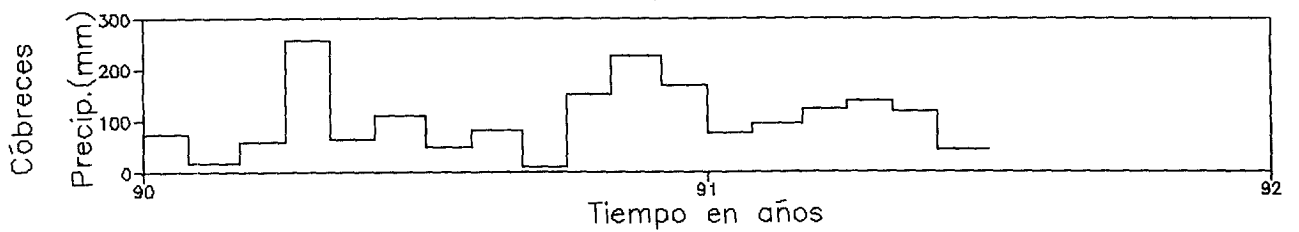
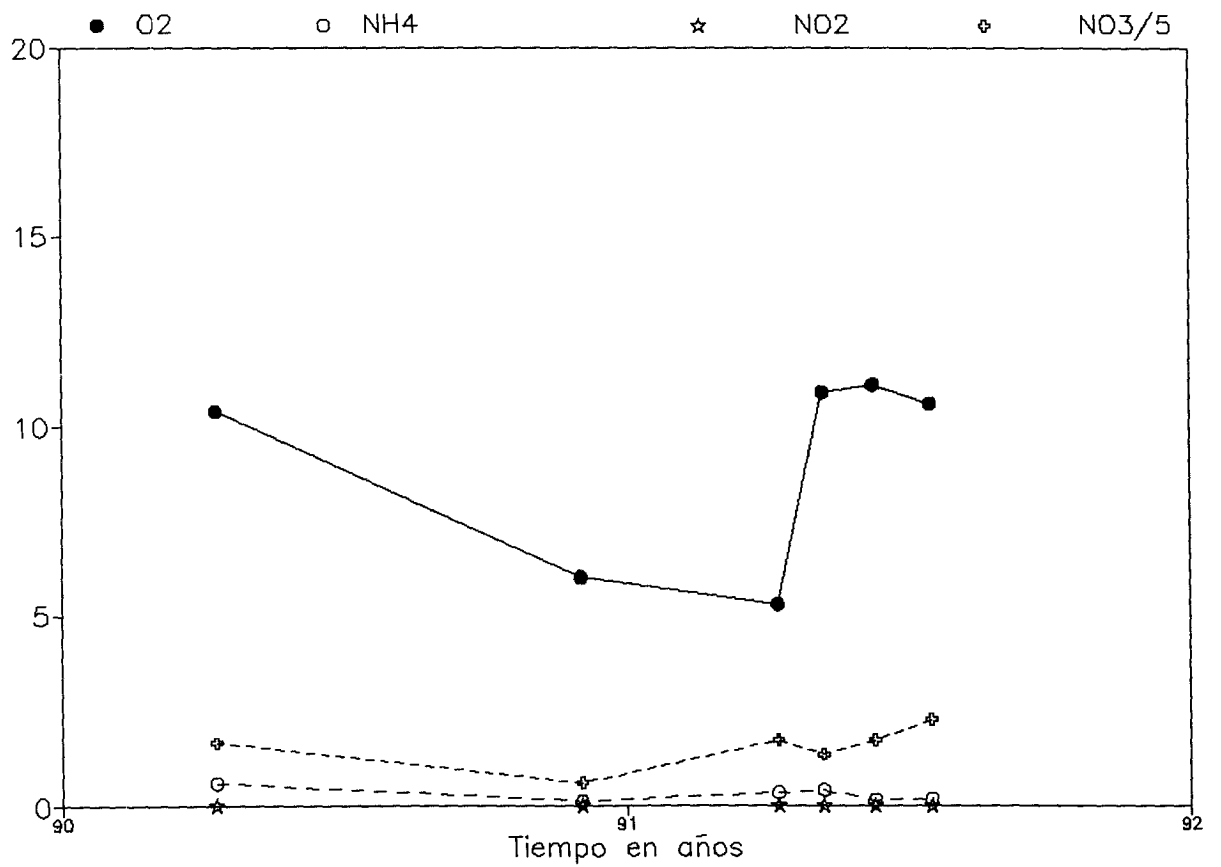
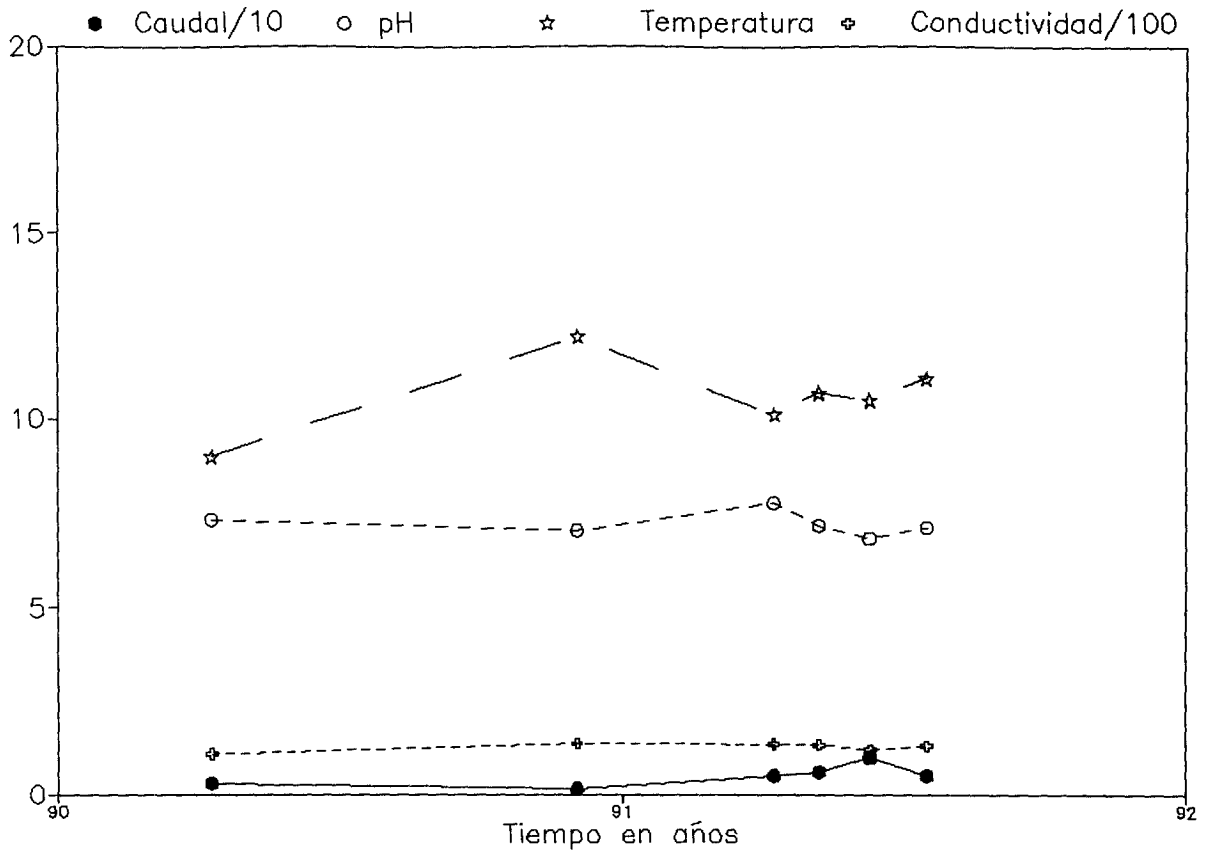




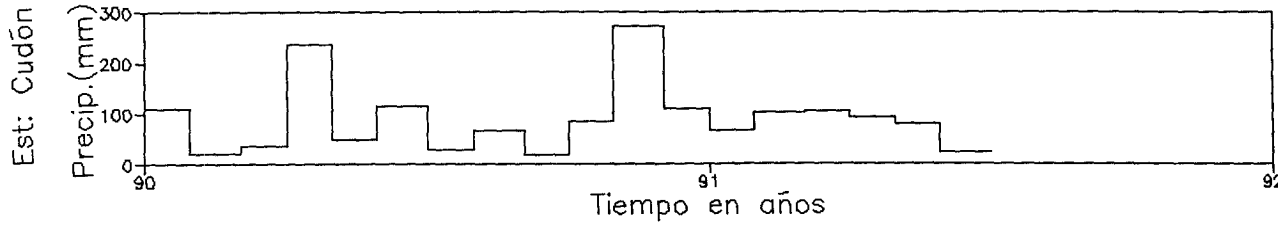
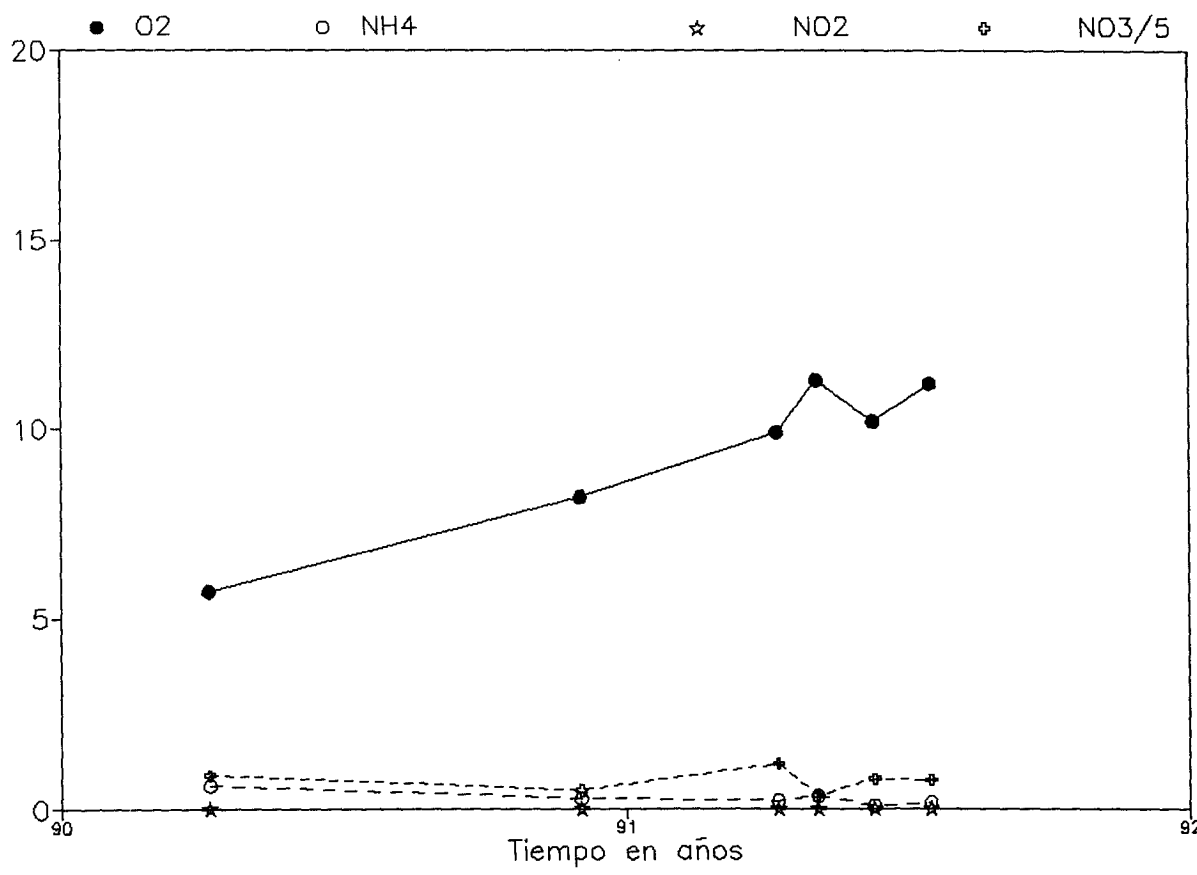
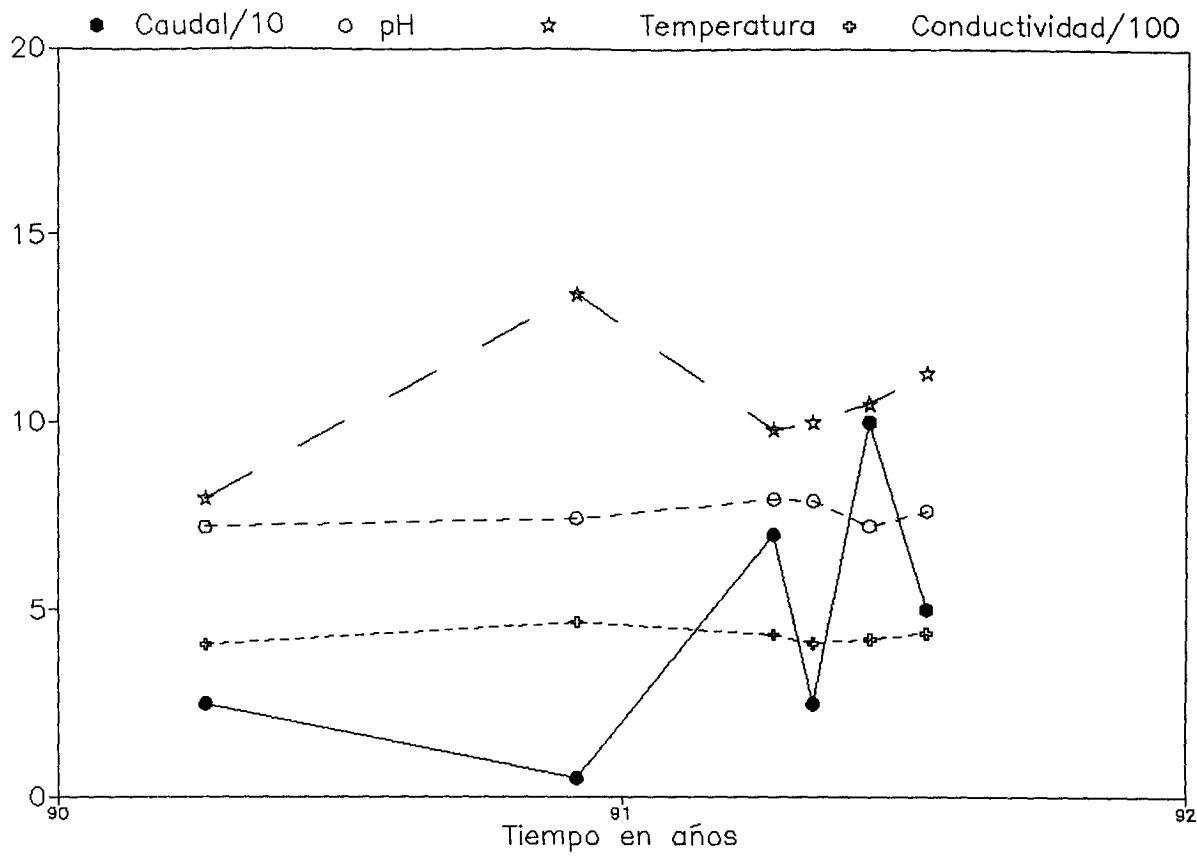
GR-3.4 F. los Cuetos - 1804-4-011



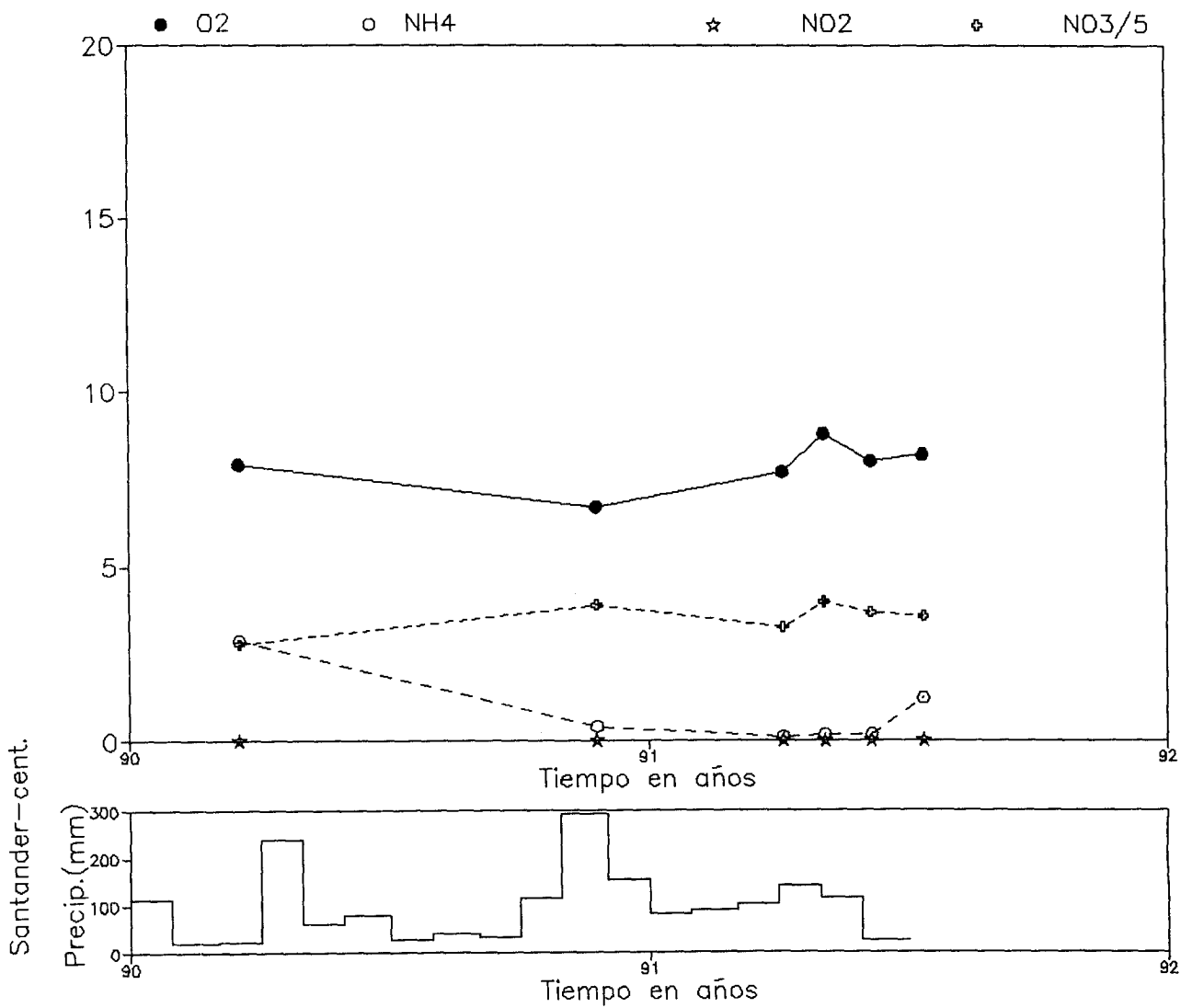
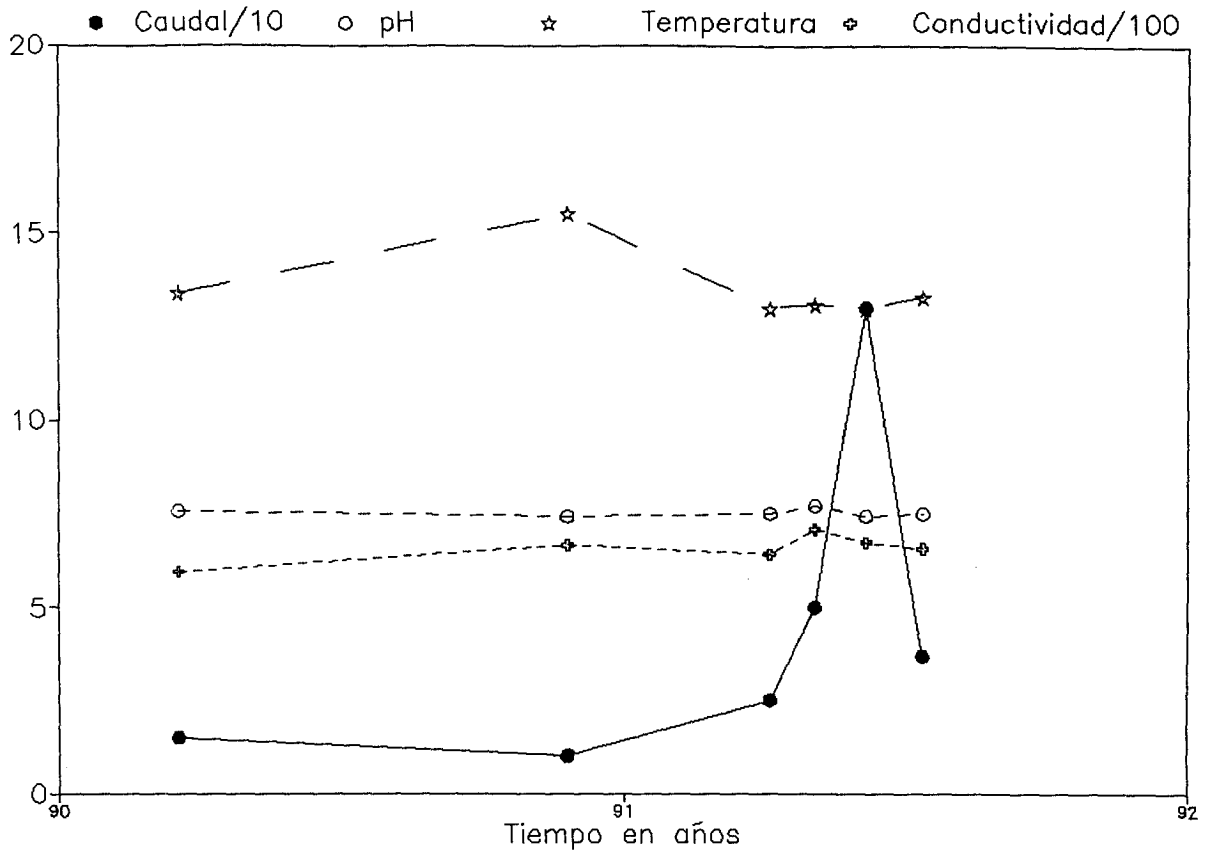
GR-3.5 M. Rogeria - 1804-5-008



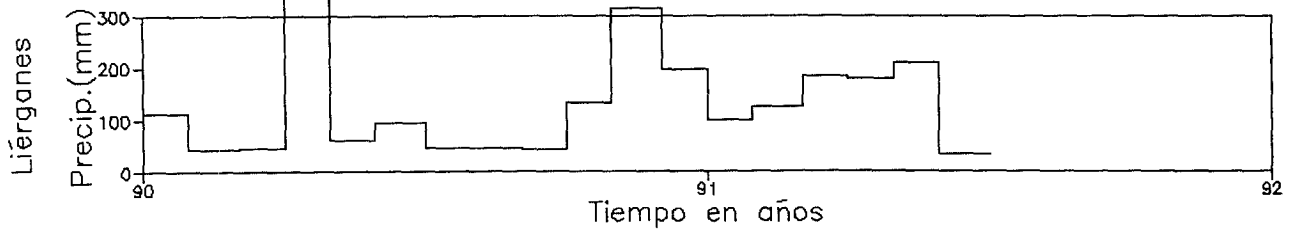
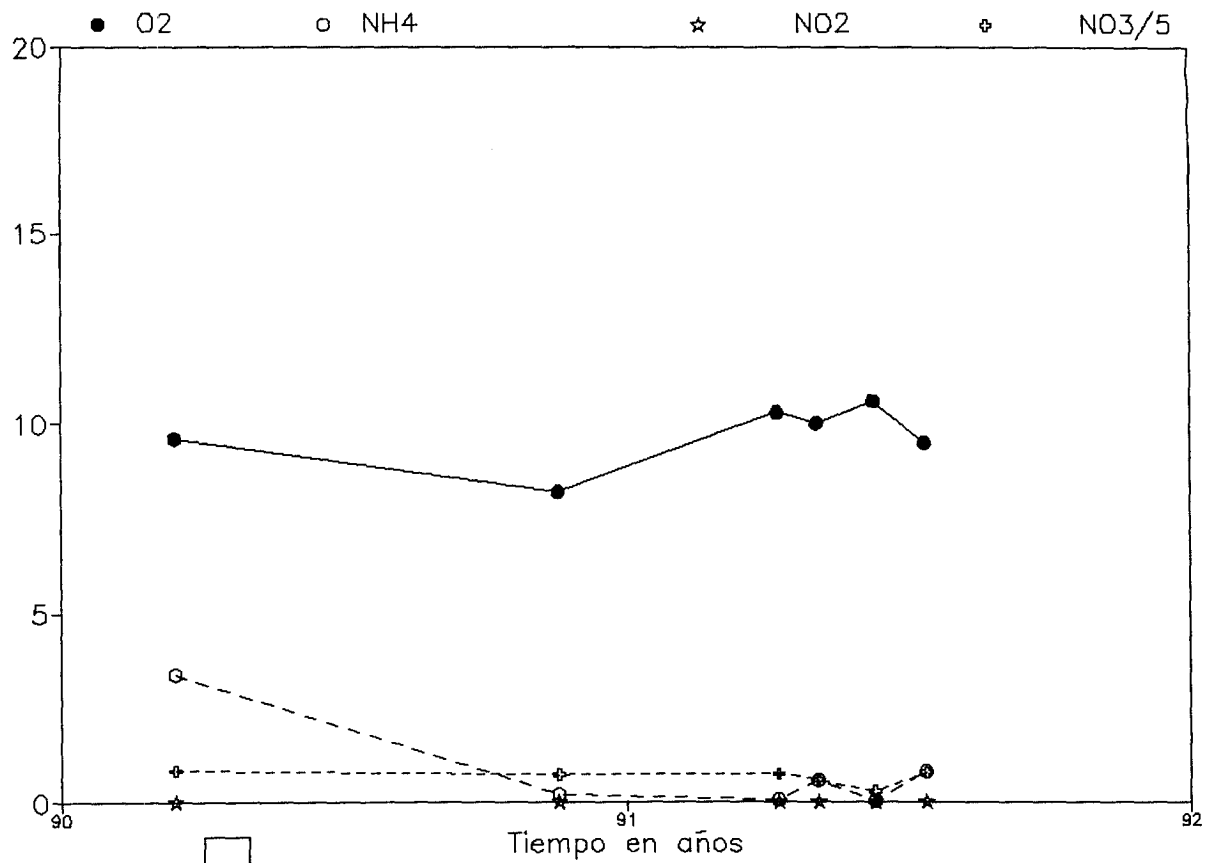
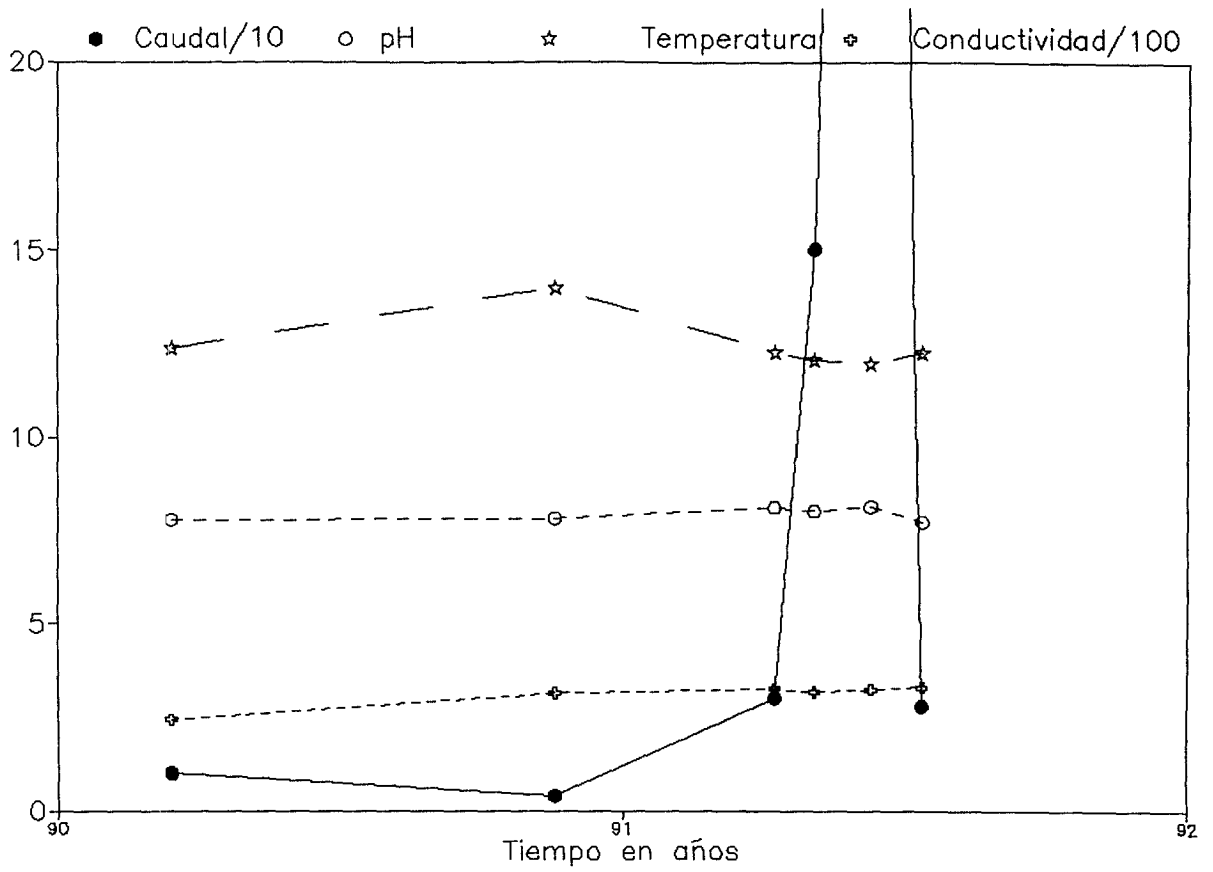
GR-3.6 M. San Cipriano - 1805-1-011

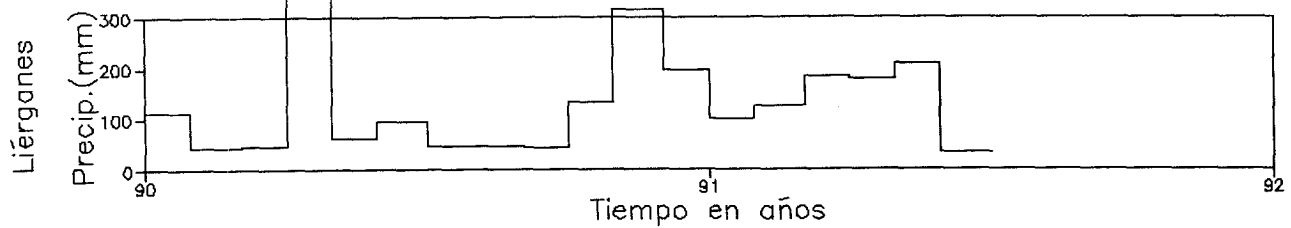
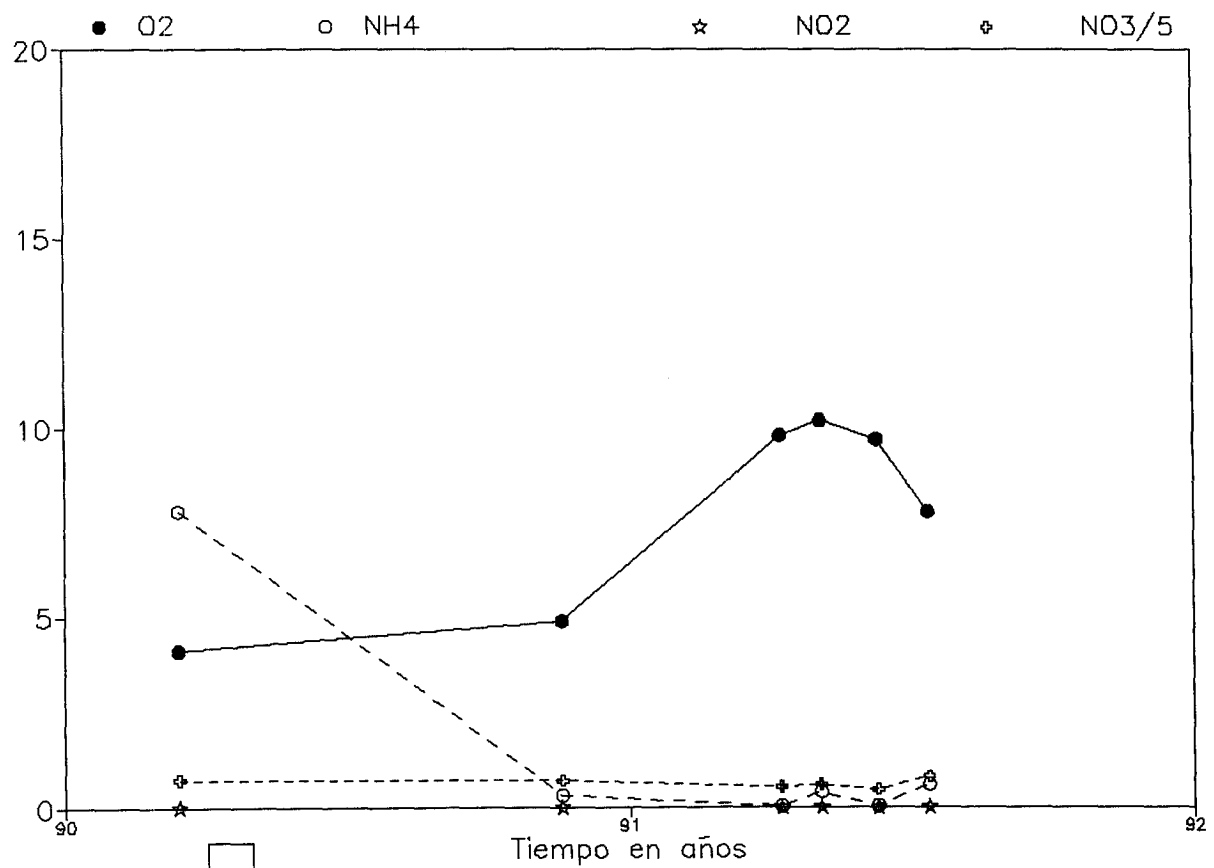
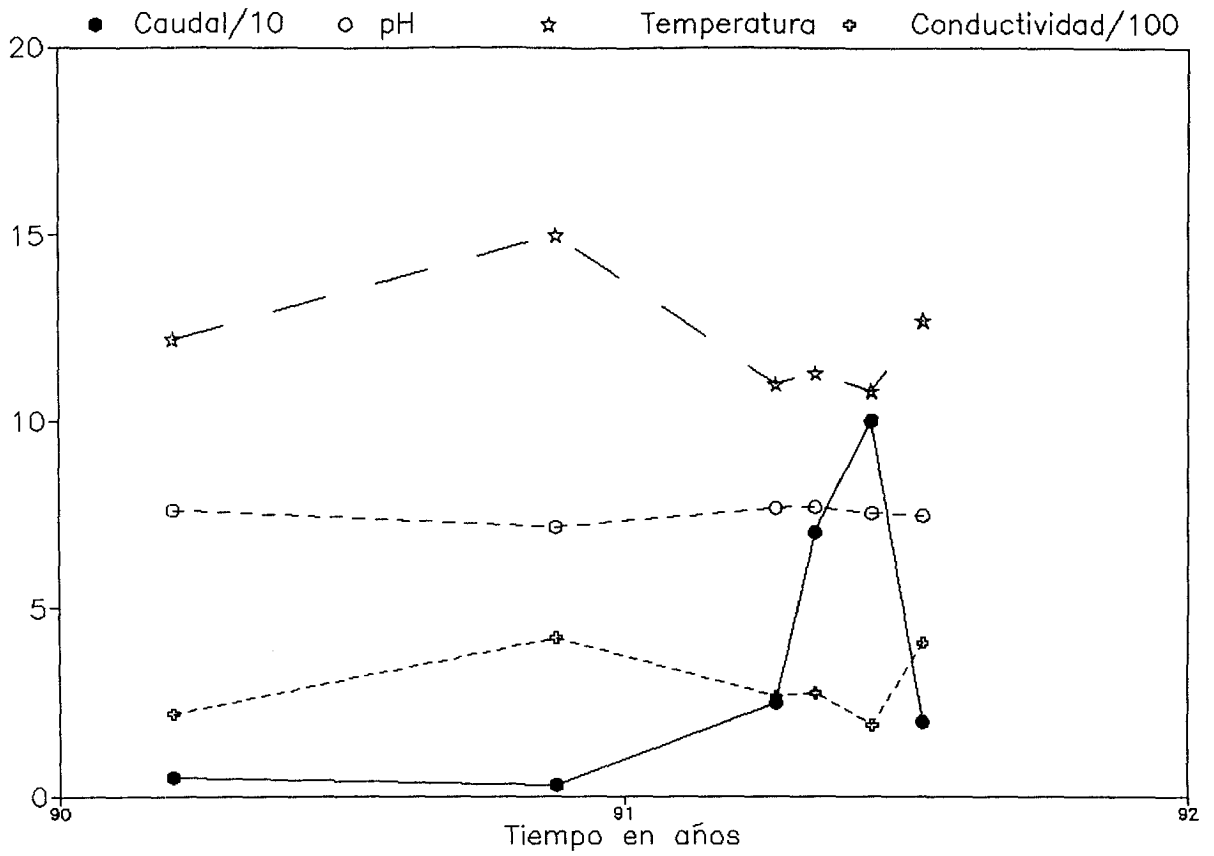


GR-3.7 M. el Fontañ - 1805-7-019

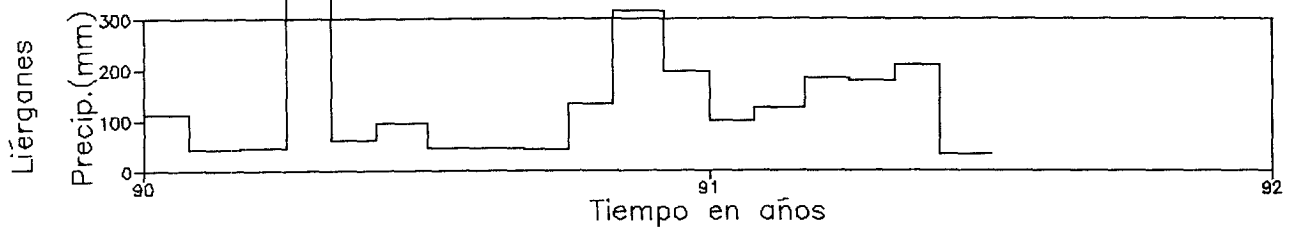
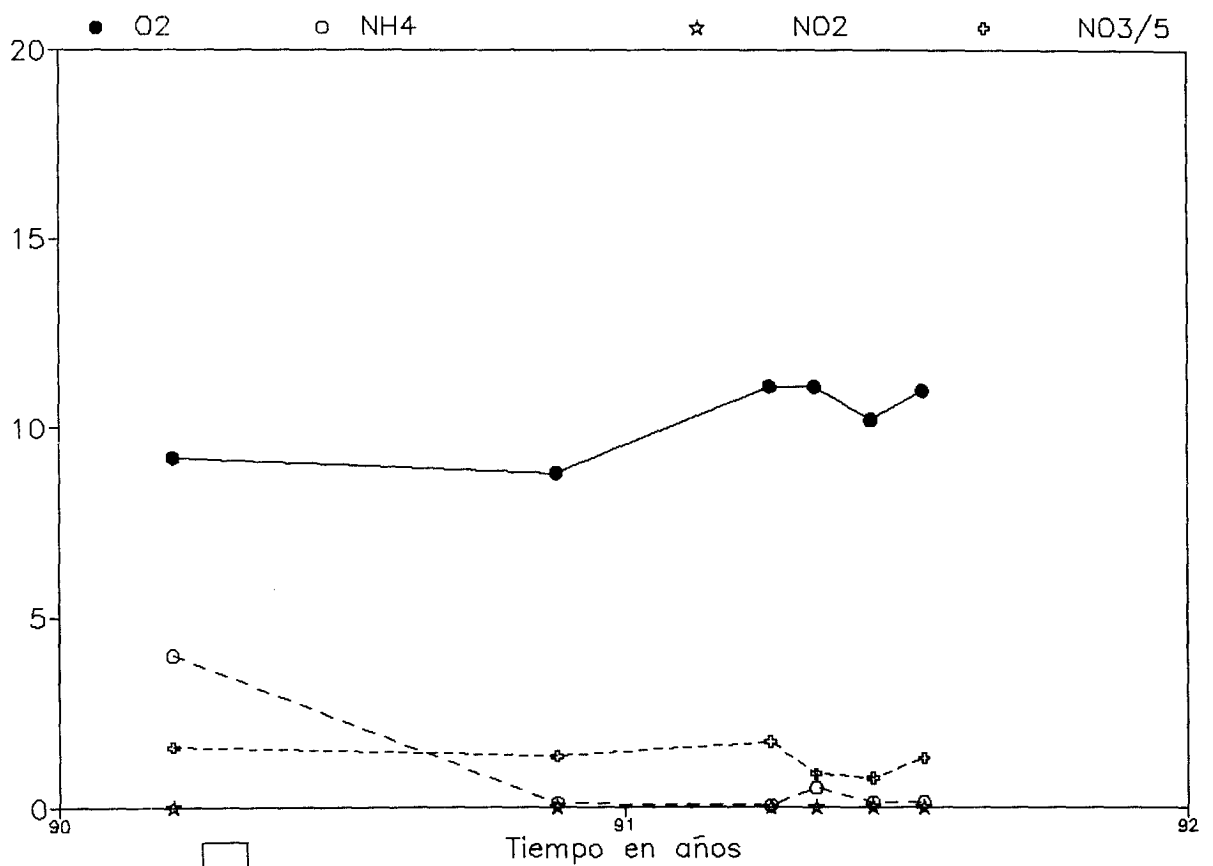
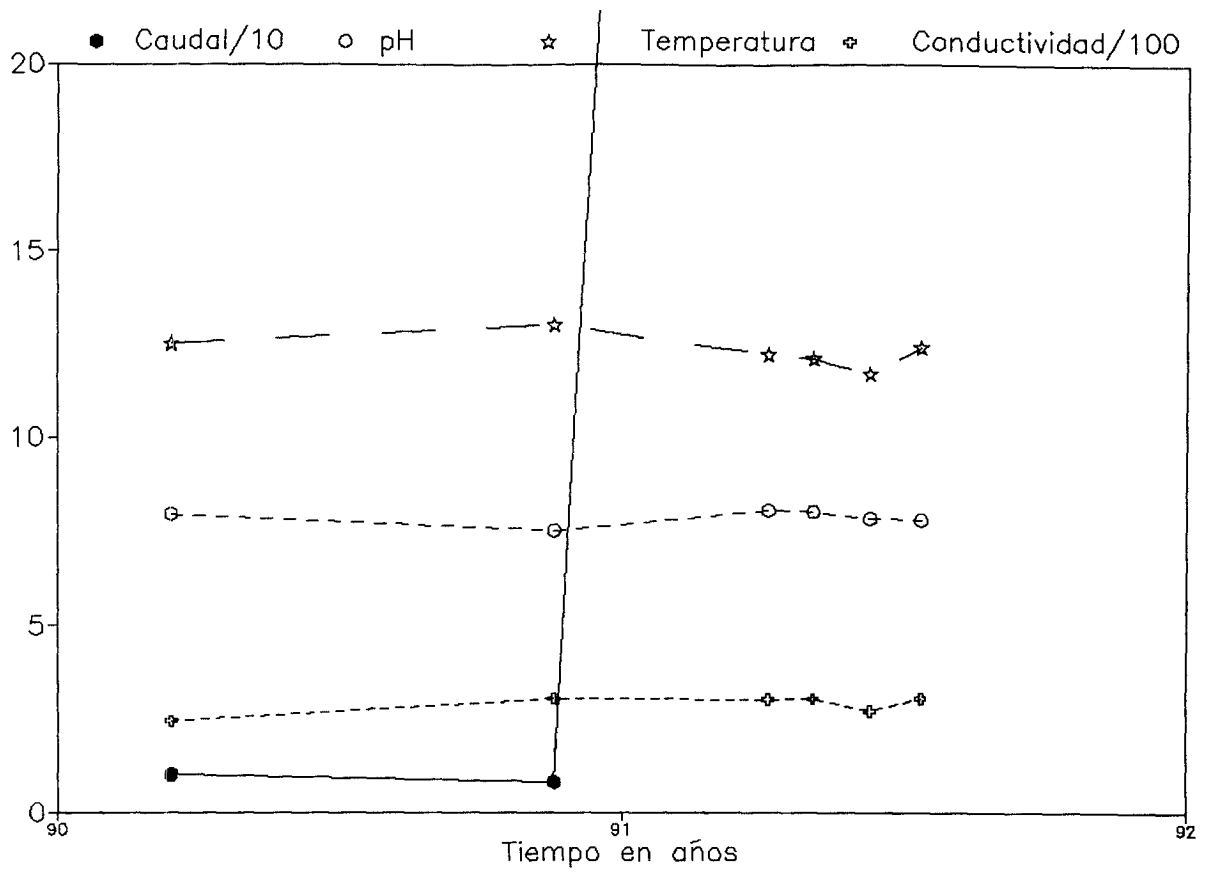


GR-3.8 M. Fuenteví - 1904-5-002

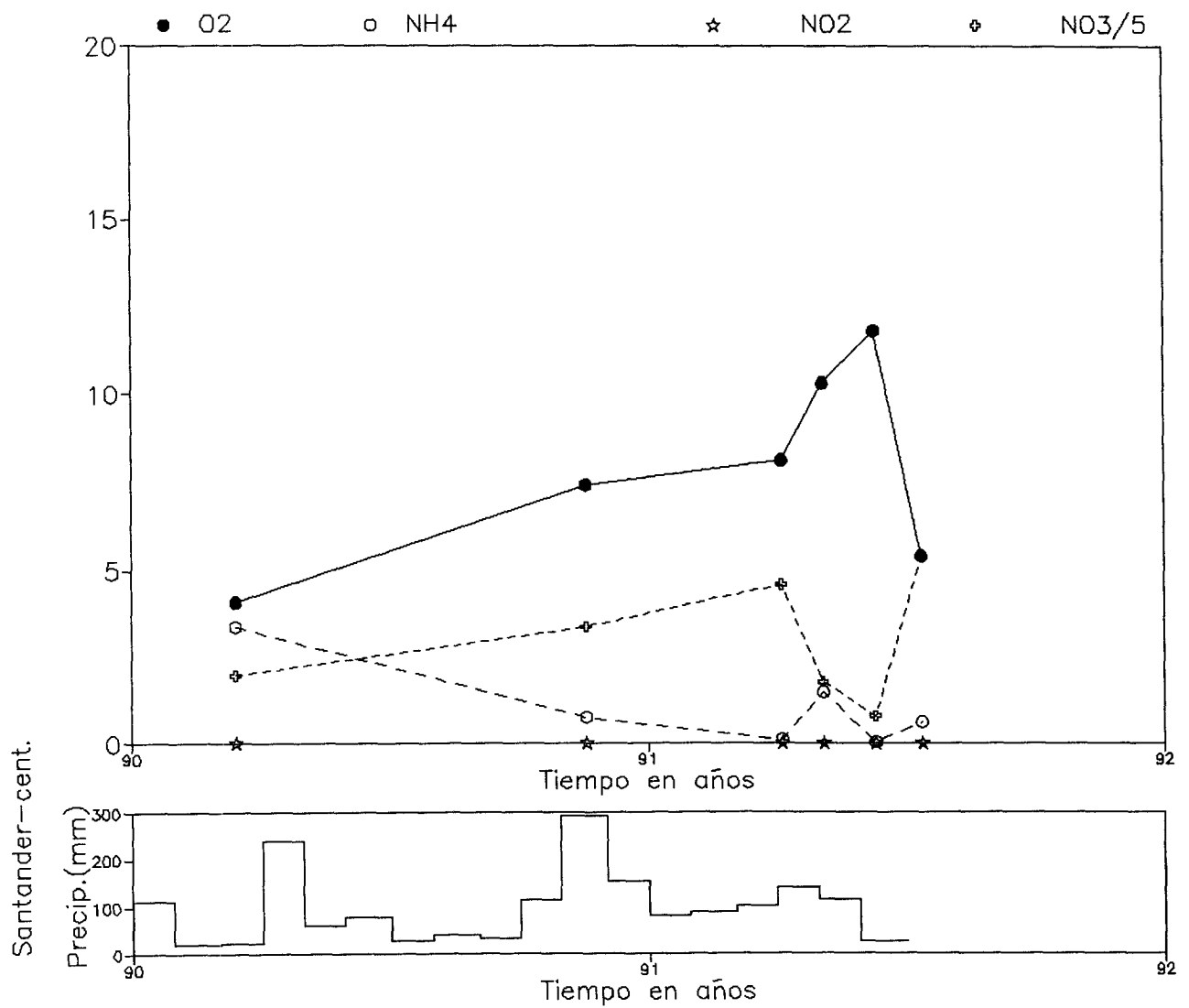
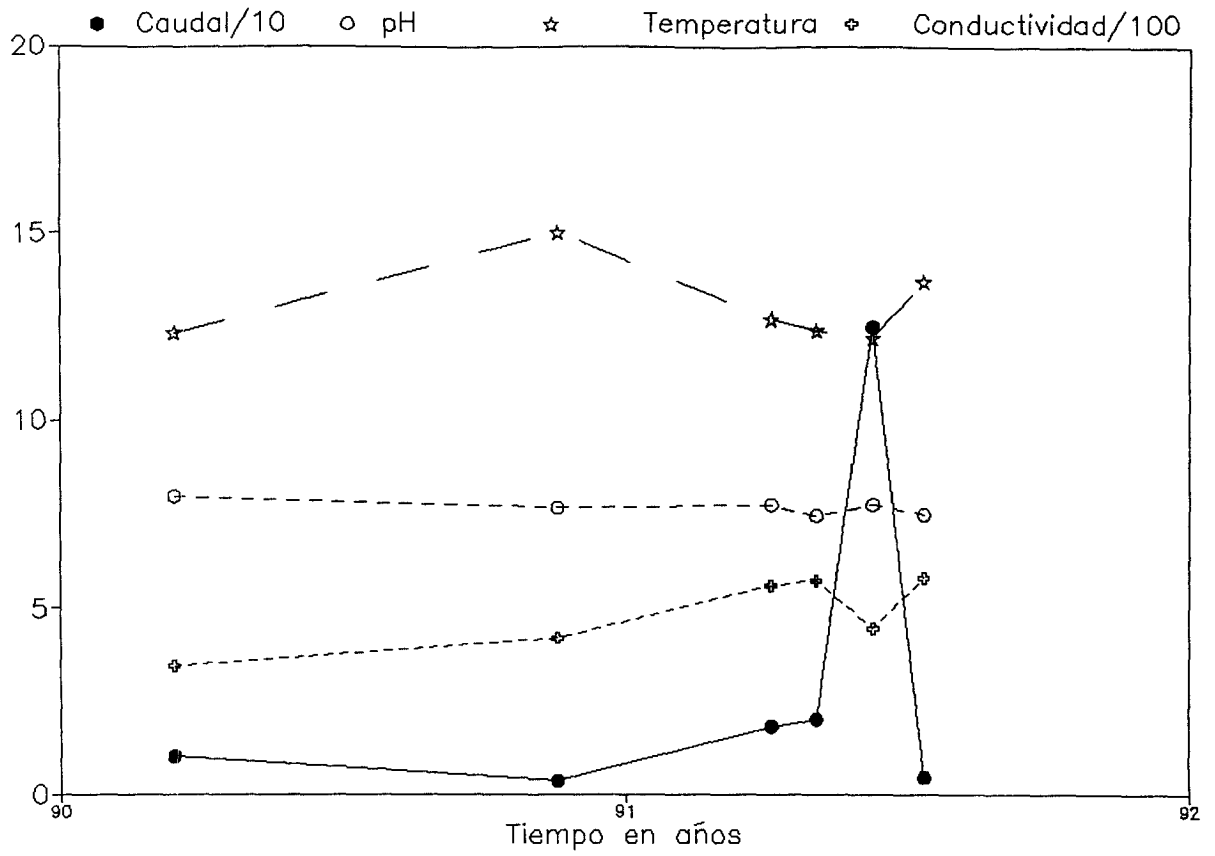




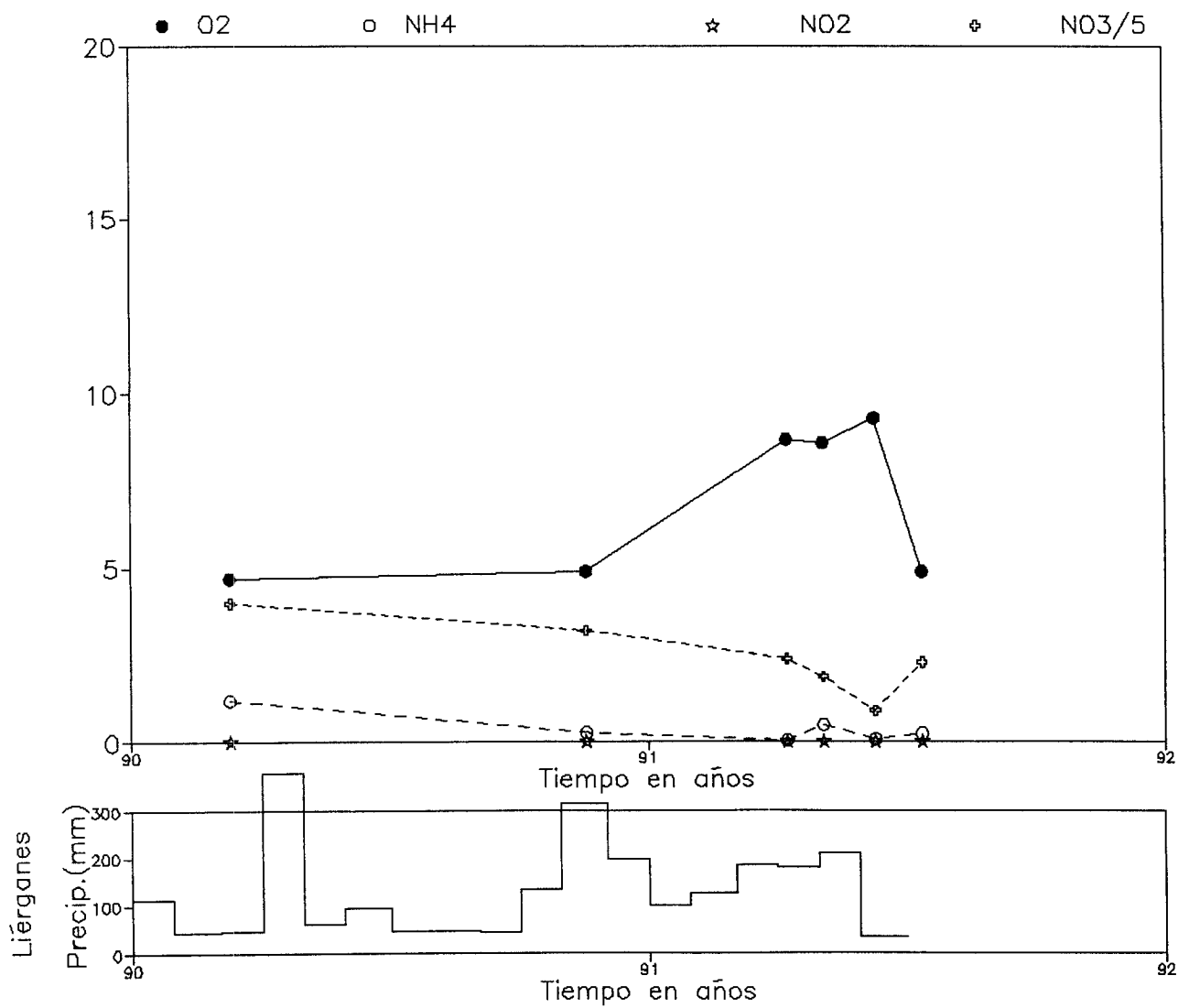
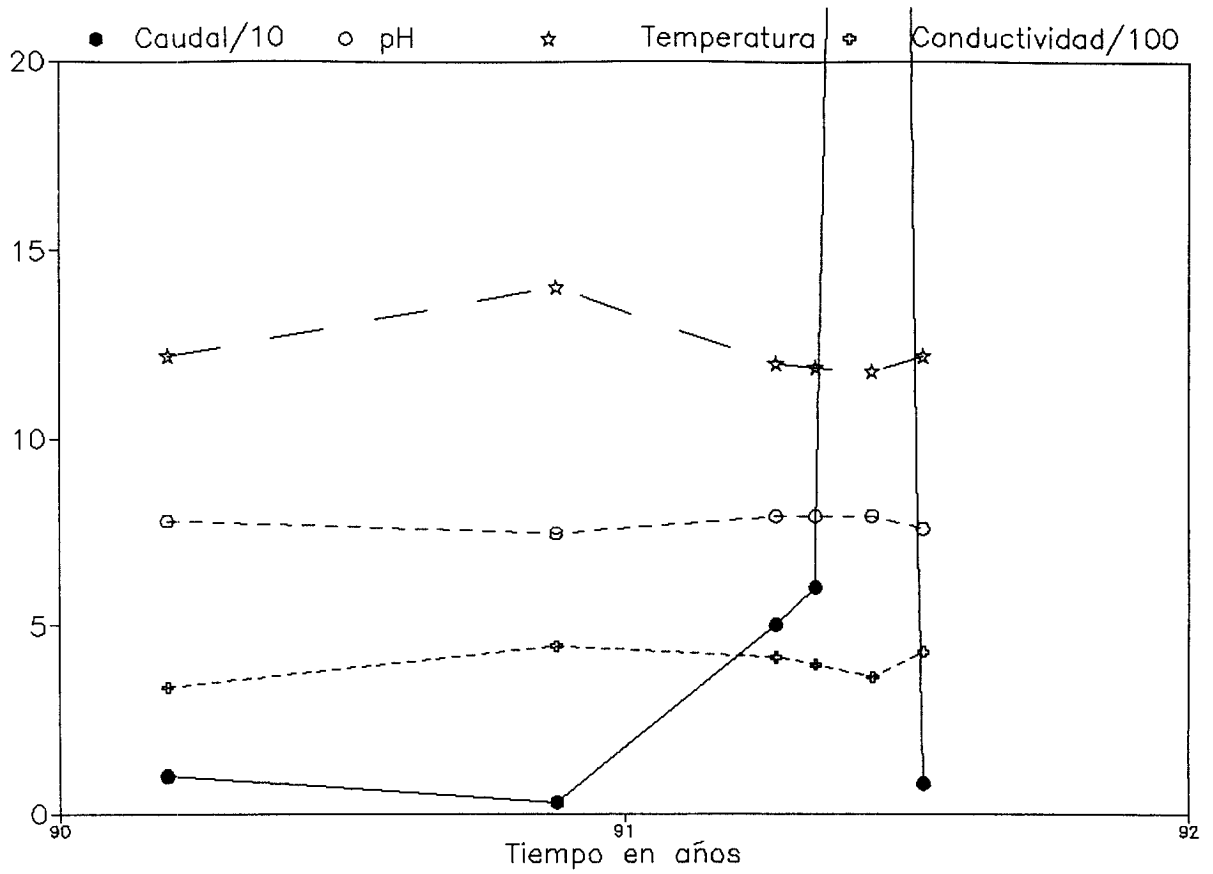
GR-3.10 M. el Batán - 1904-6-019



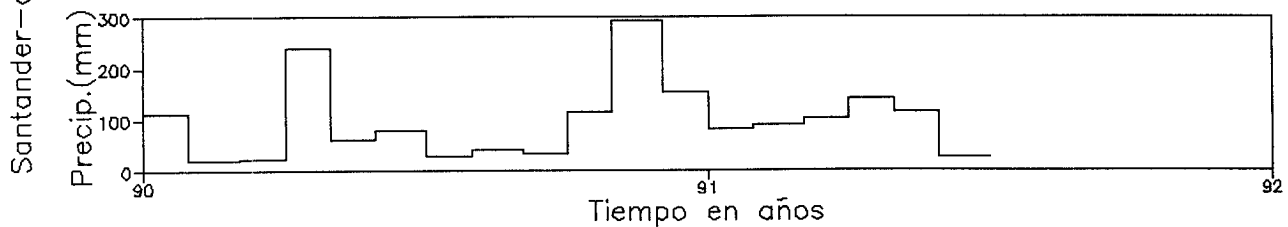
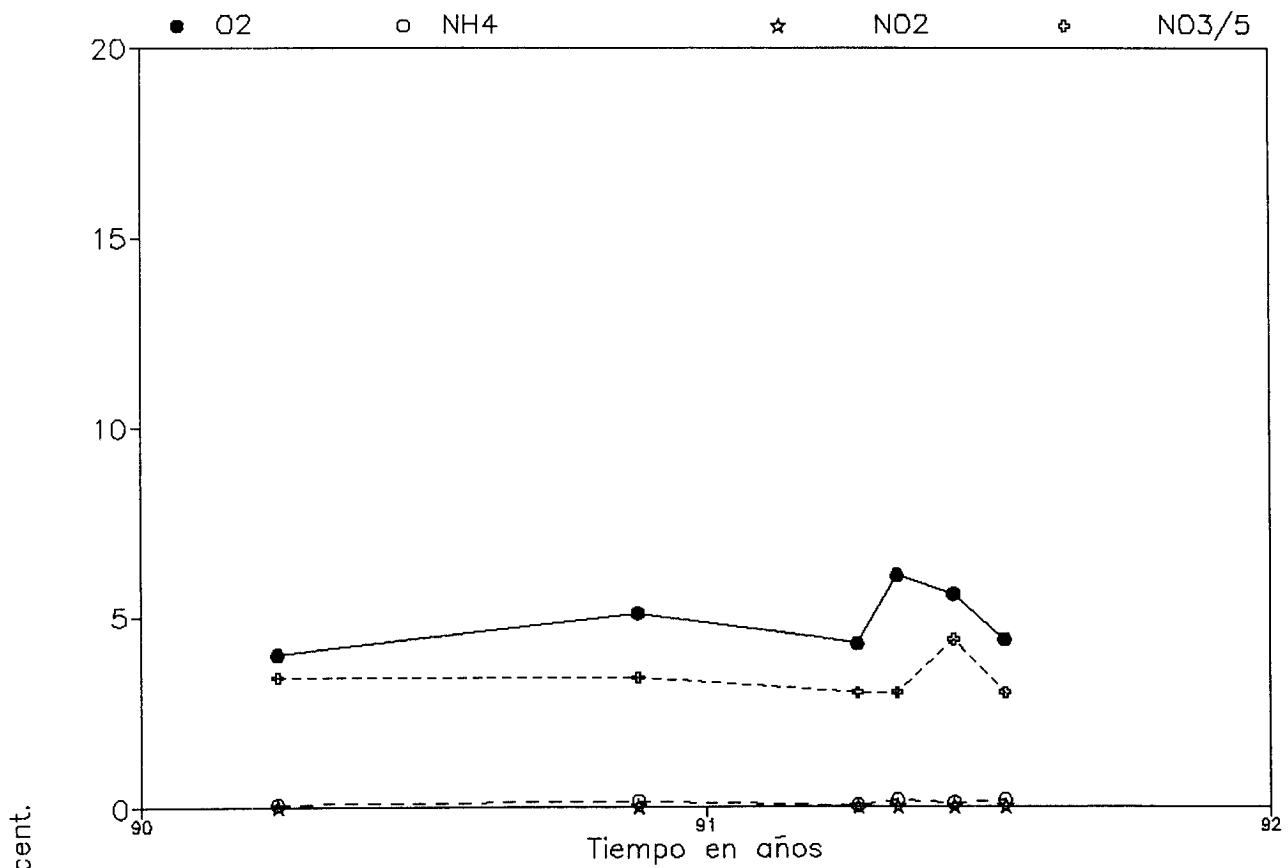
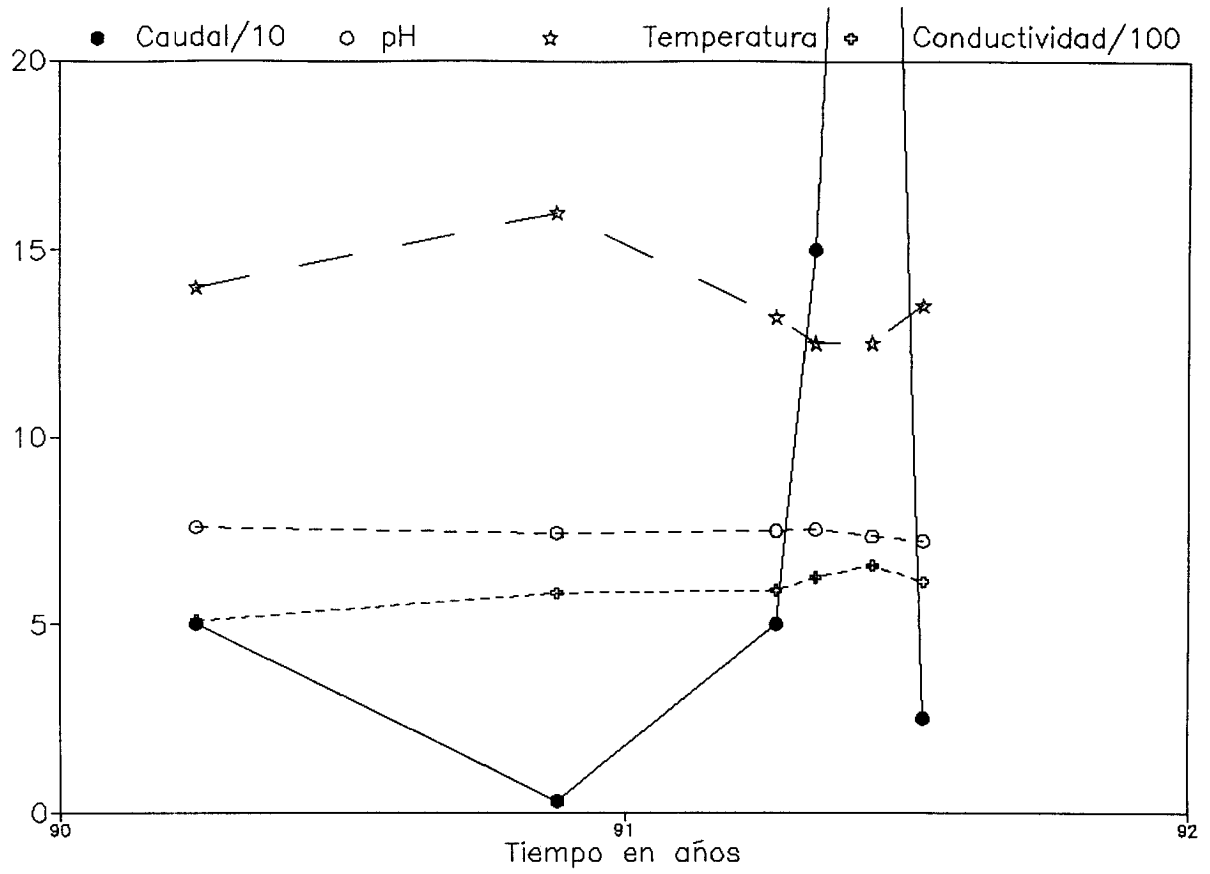
GR-3.11 Nacimiento rio Aguanaz - 1904-7-005



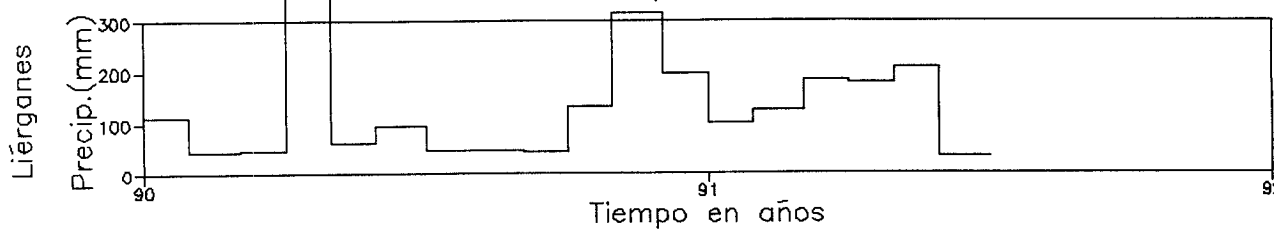
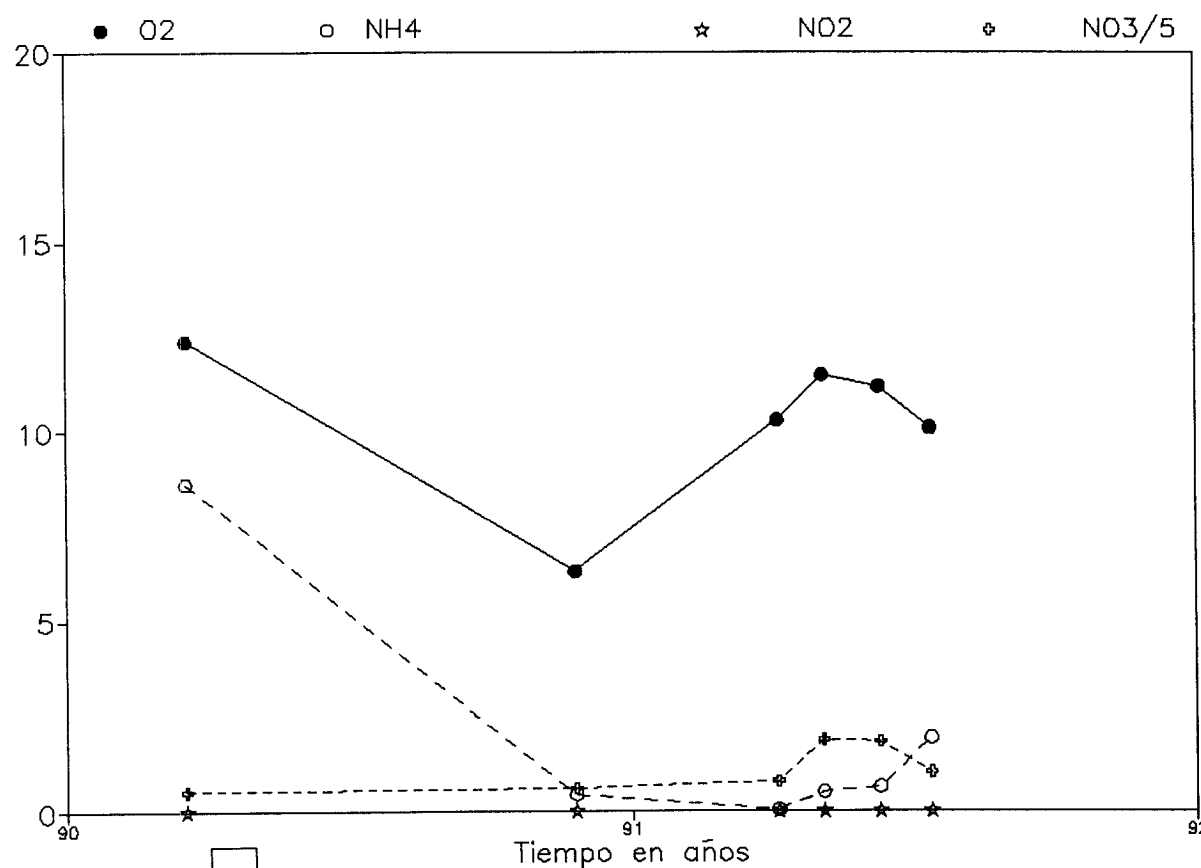
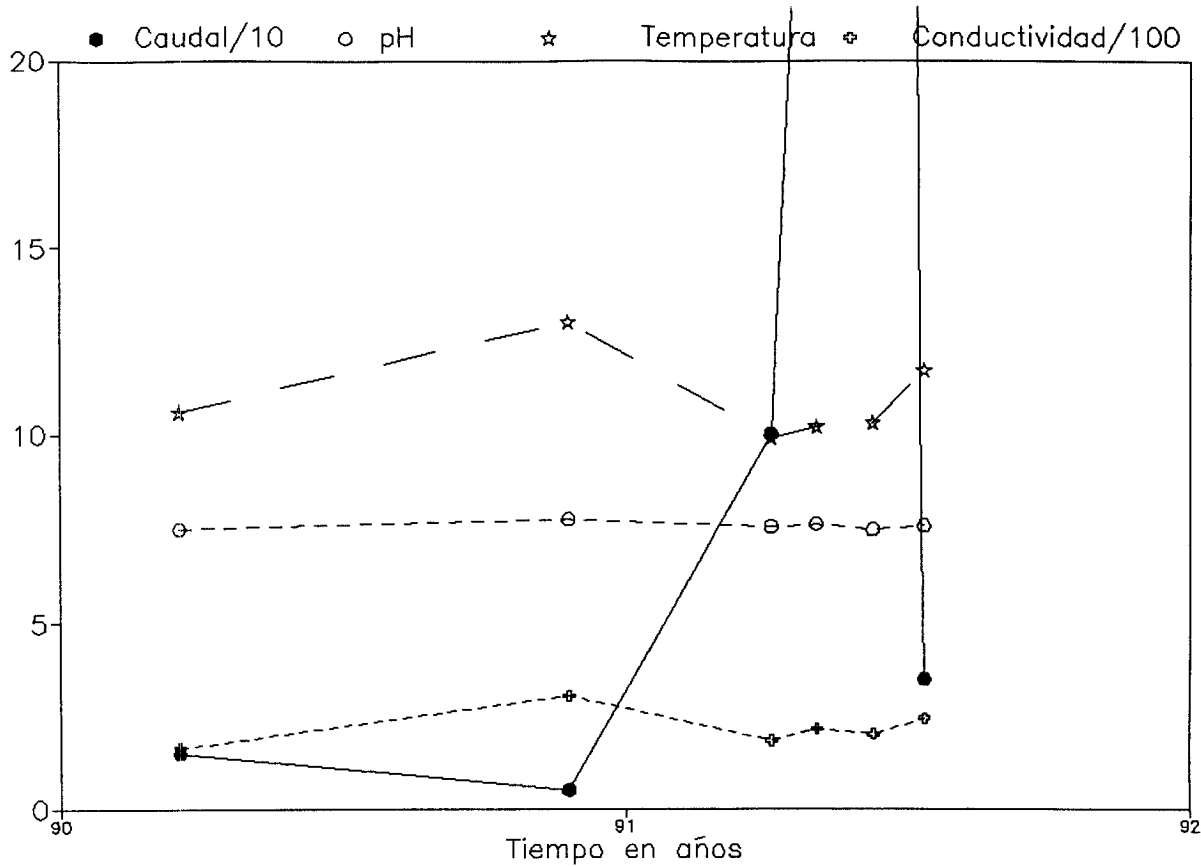
GR-3.12 M. Aguanaz - 1904-7-016



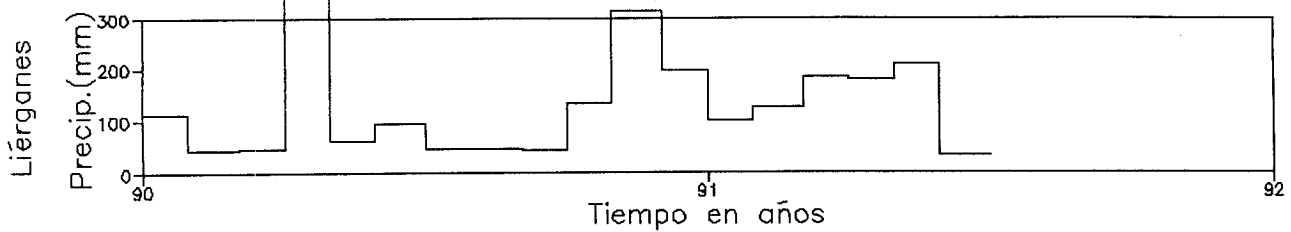
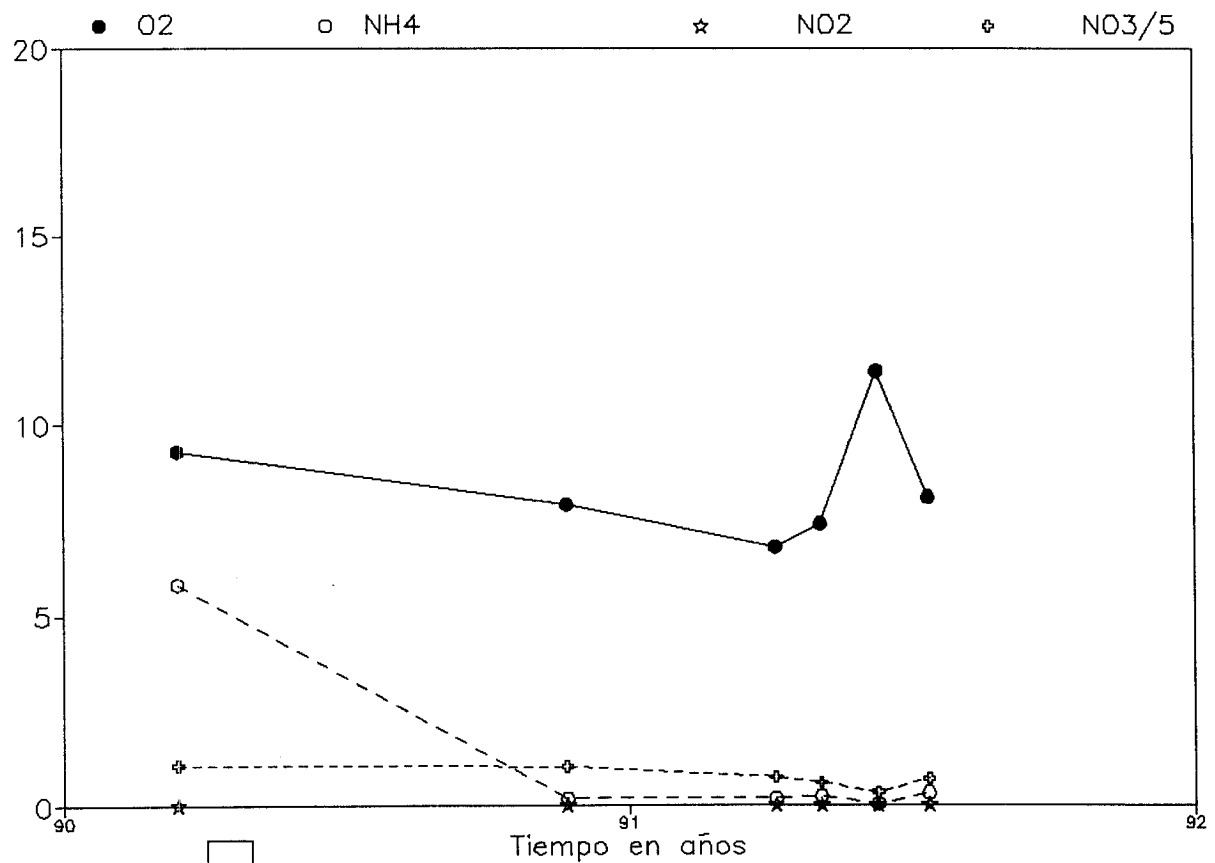
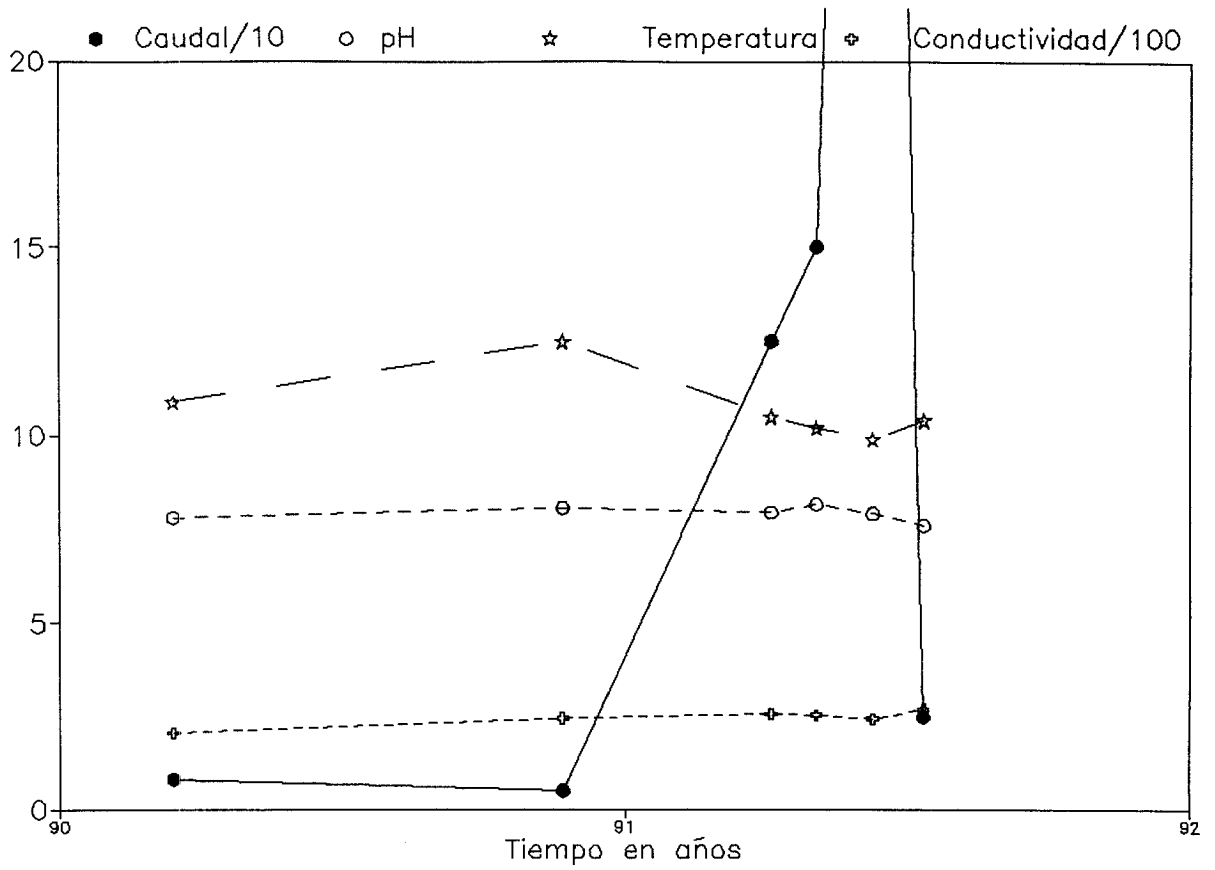
GR-3.13 F. Guareña (Guarime) - 1904-8-004



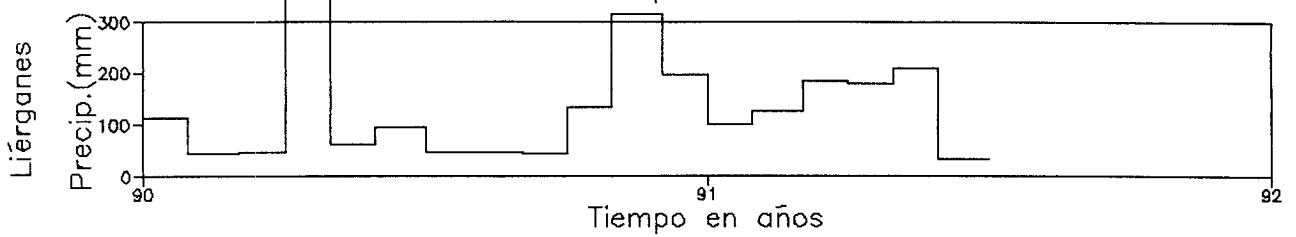
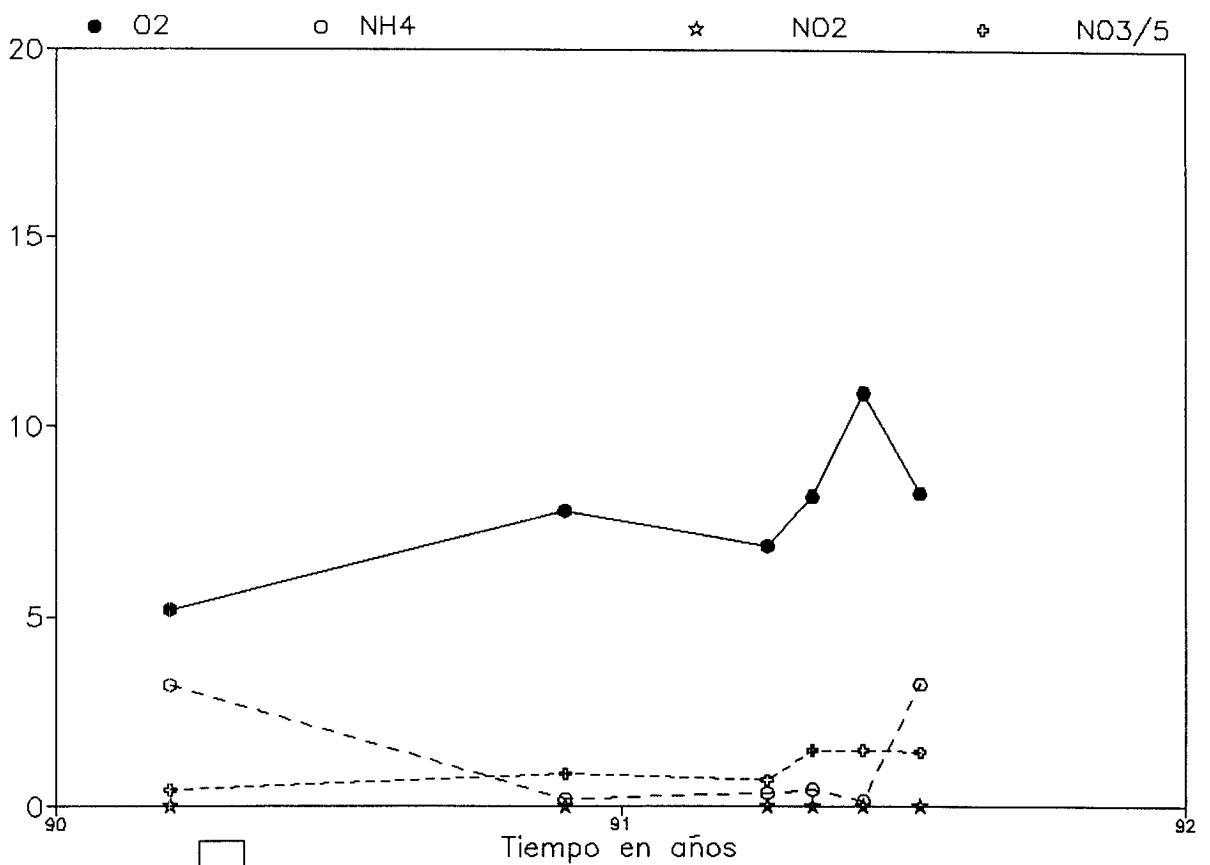
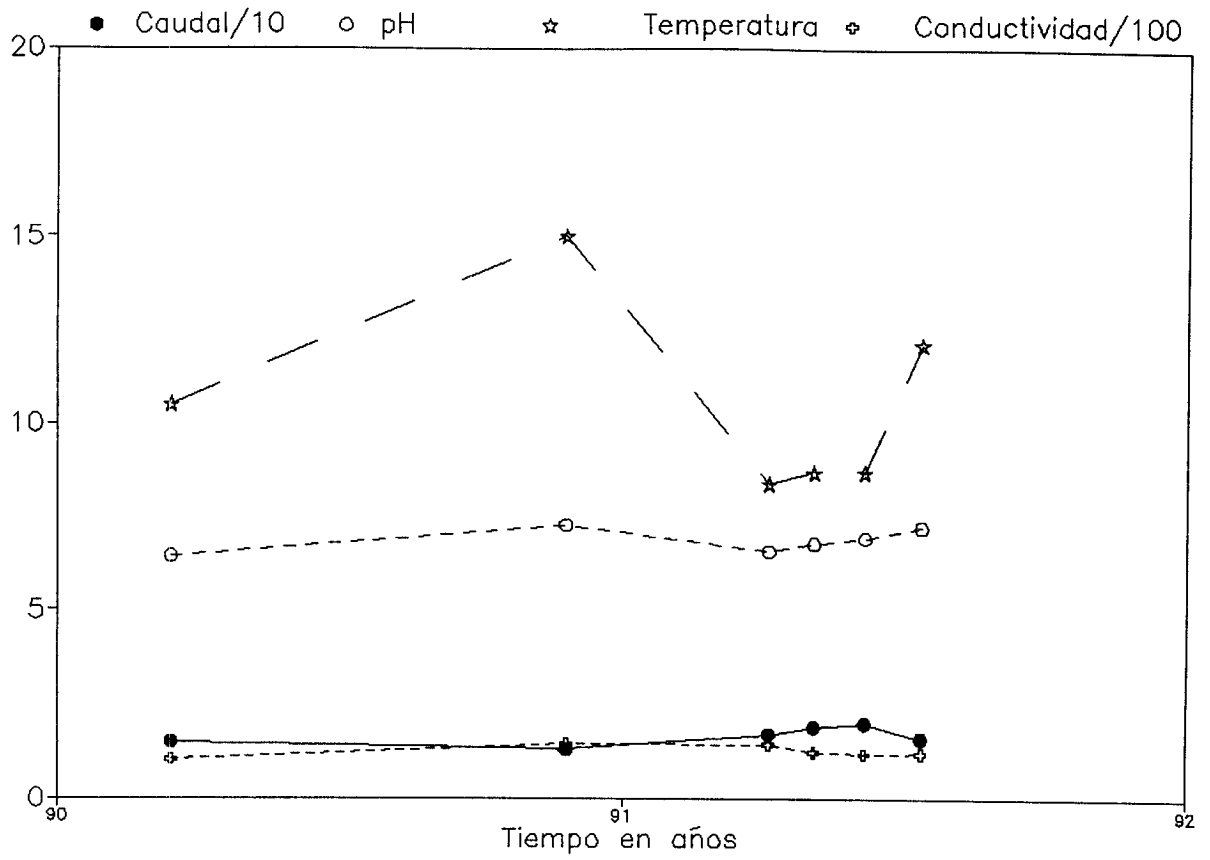
GR-3.14 M. las Torcas- Bo. el Rao - 1904-8-019



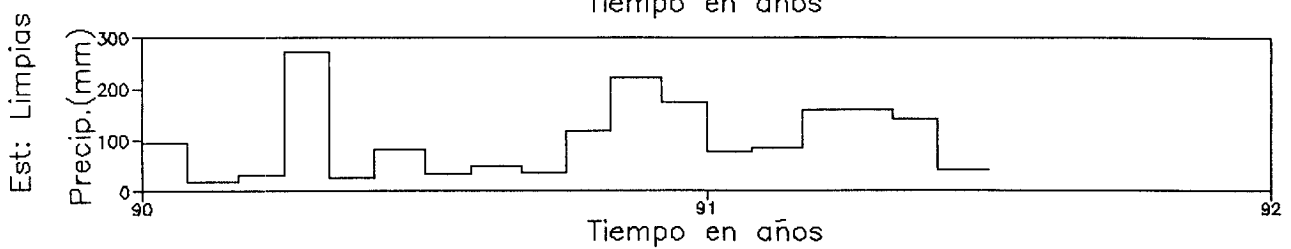
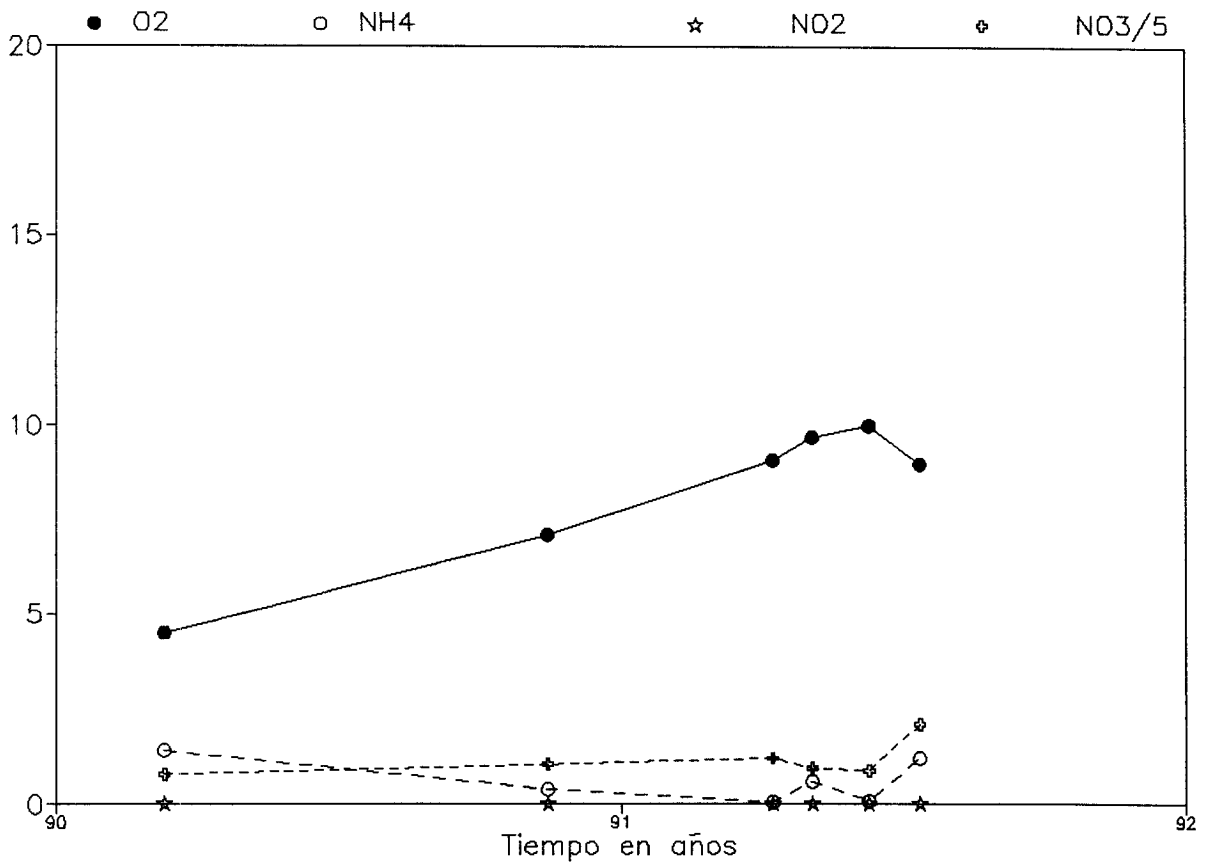
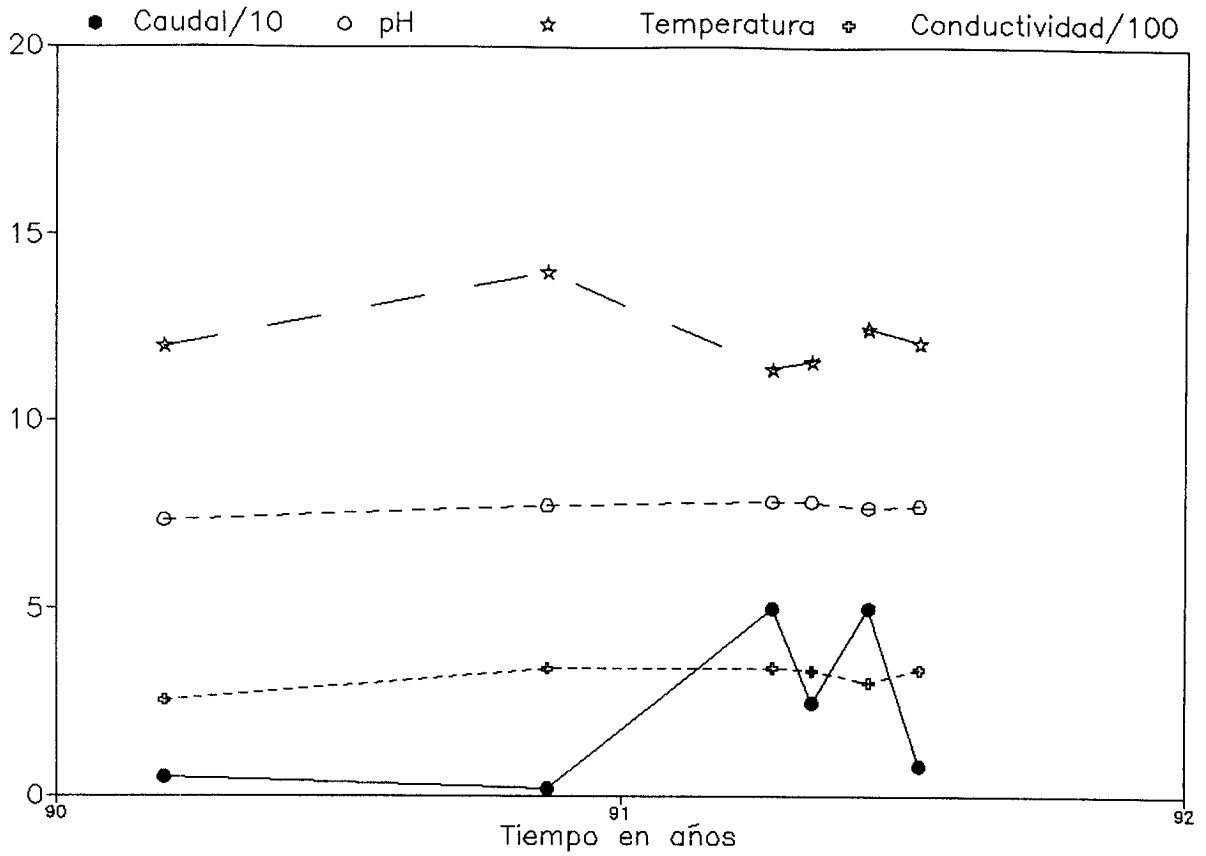
GR-3.15 M. San Jacinto - 1905-1-006

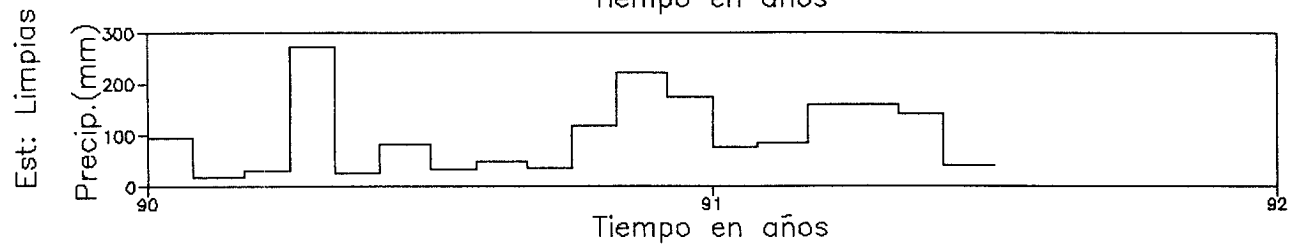
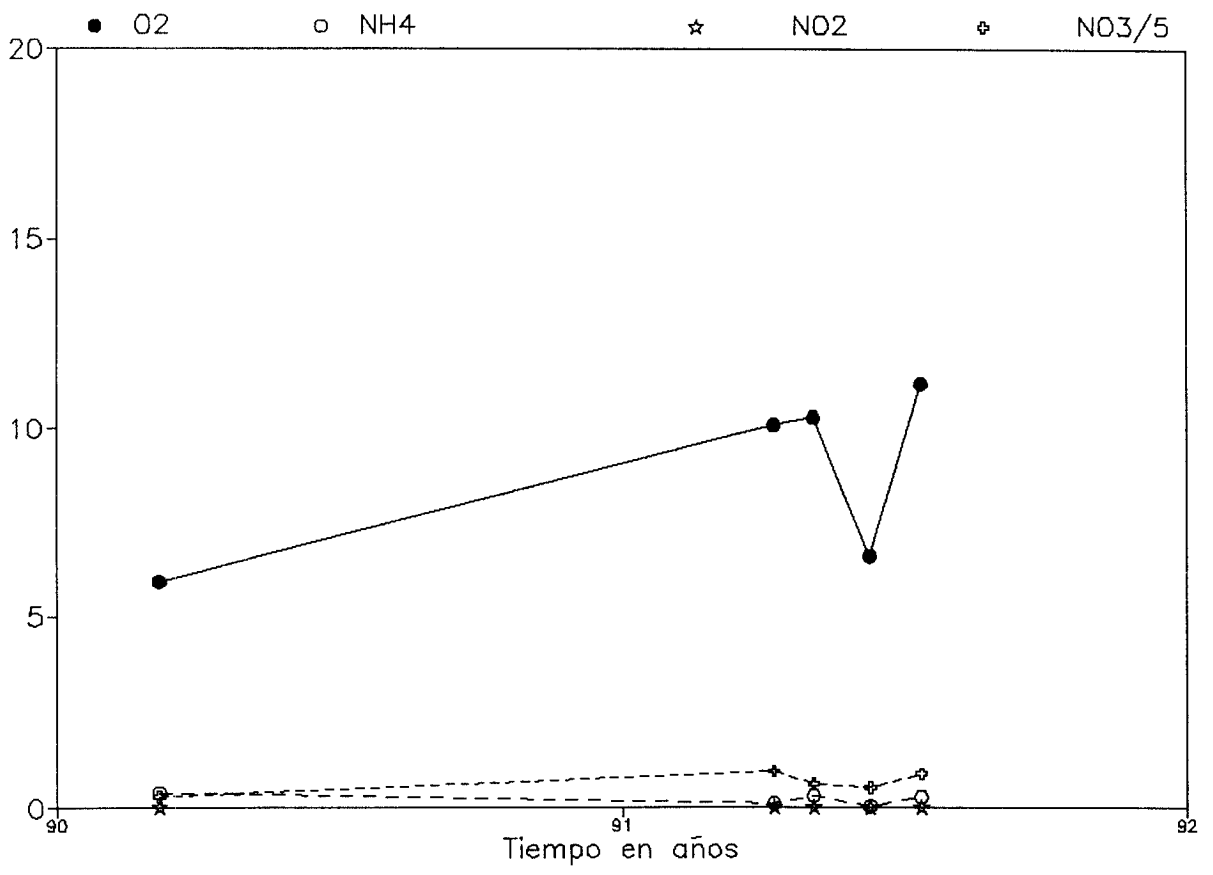
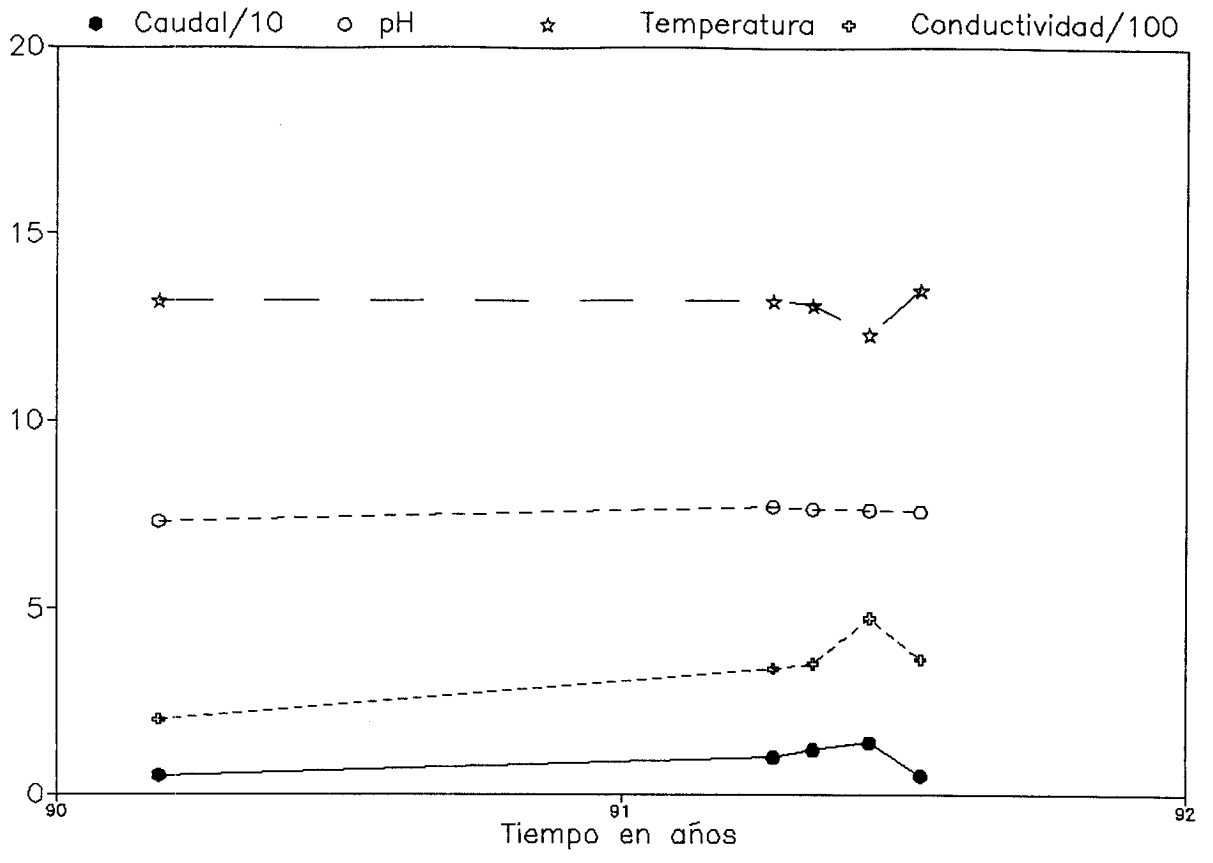


GR-3.16 M. la Fuente fría - 1905-2-004

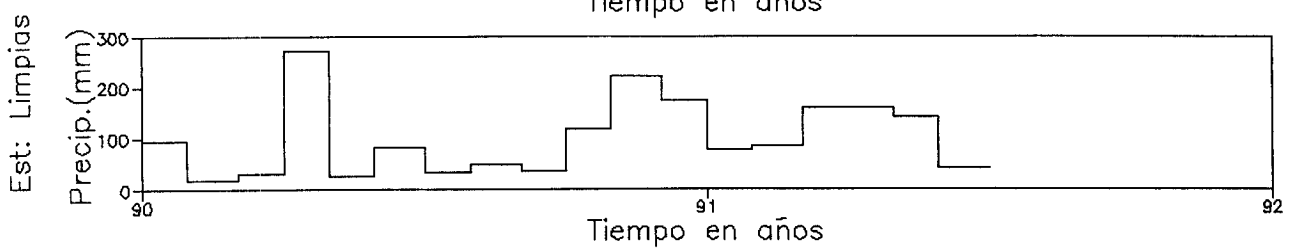
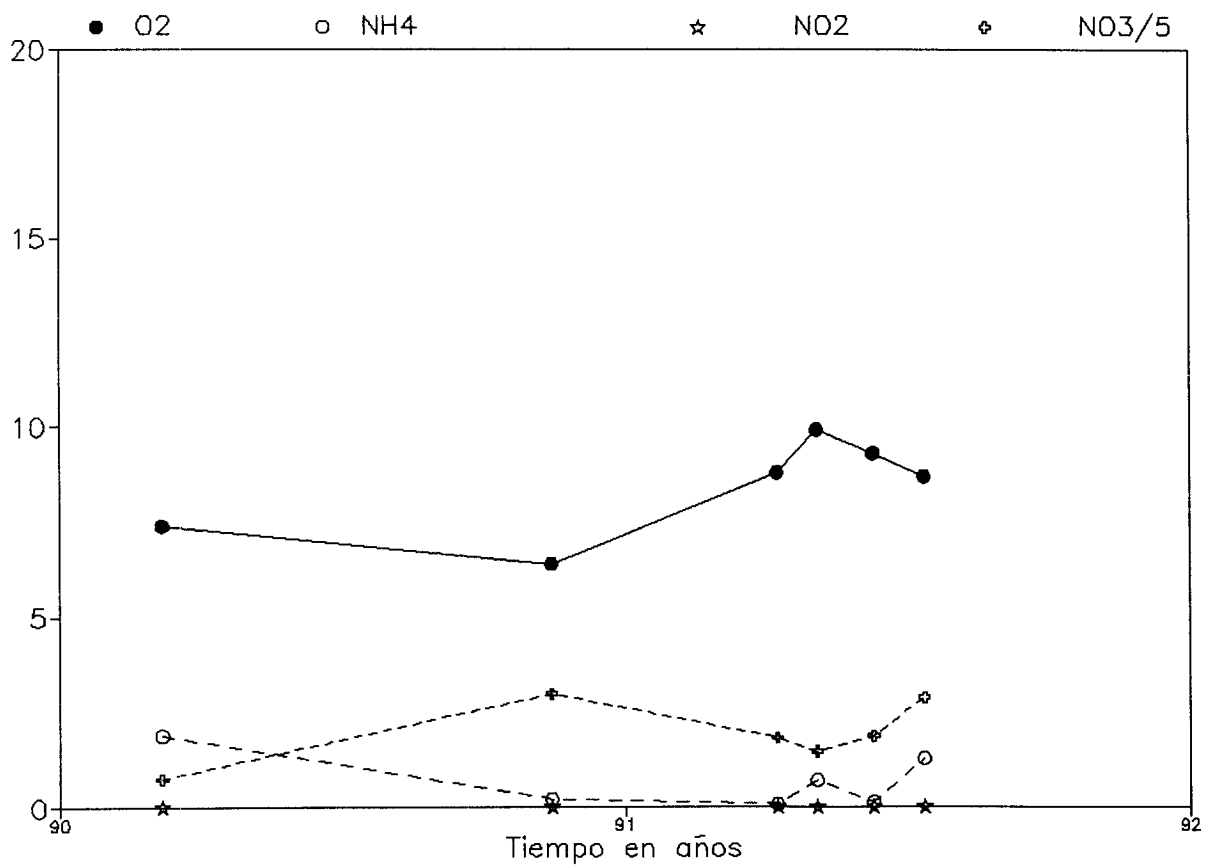
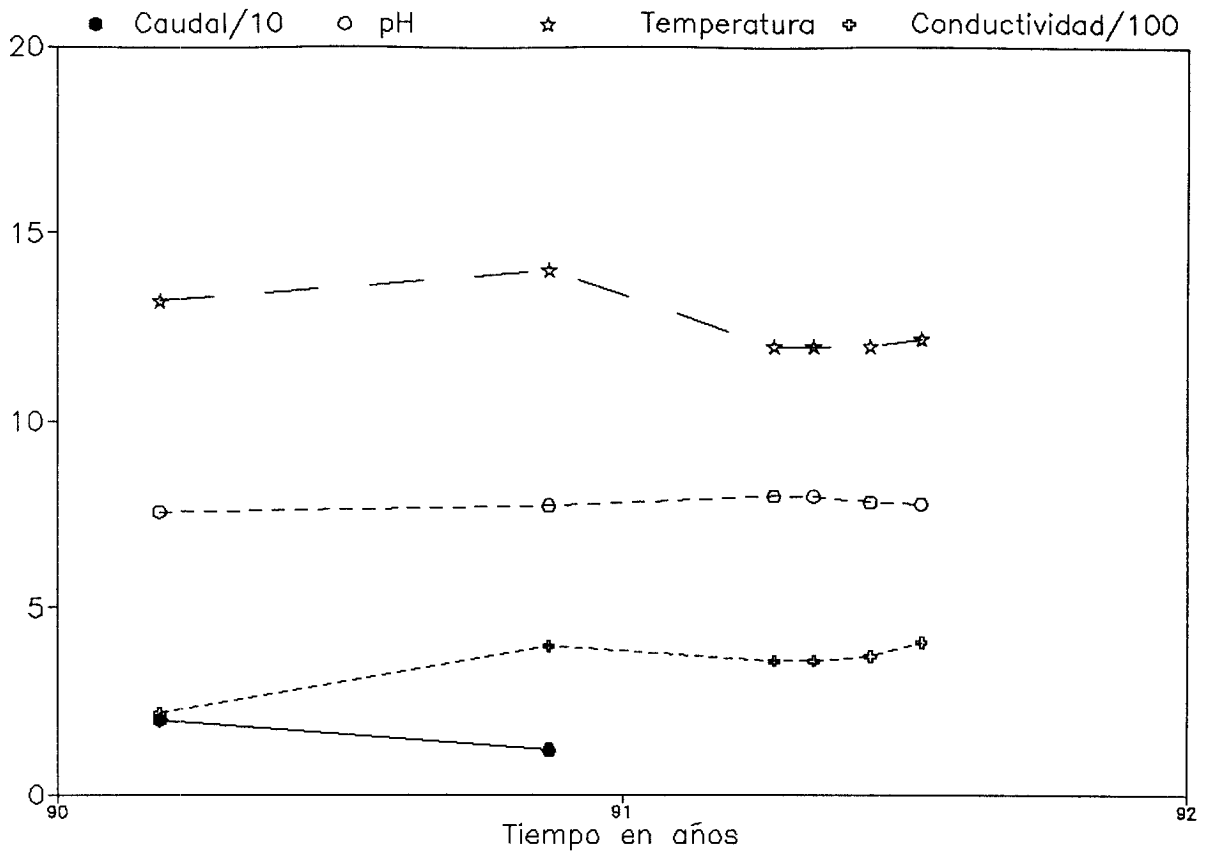


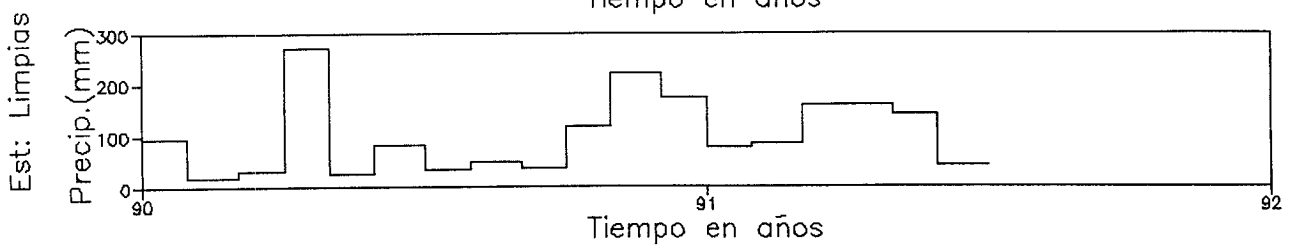
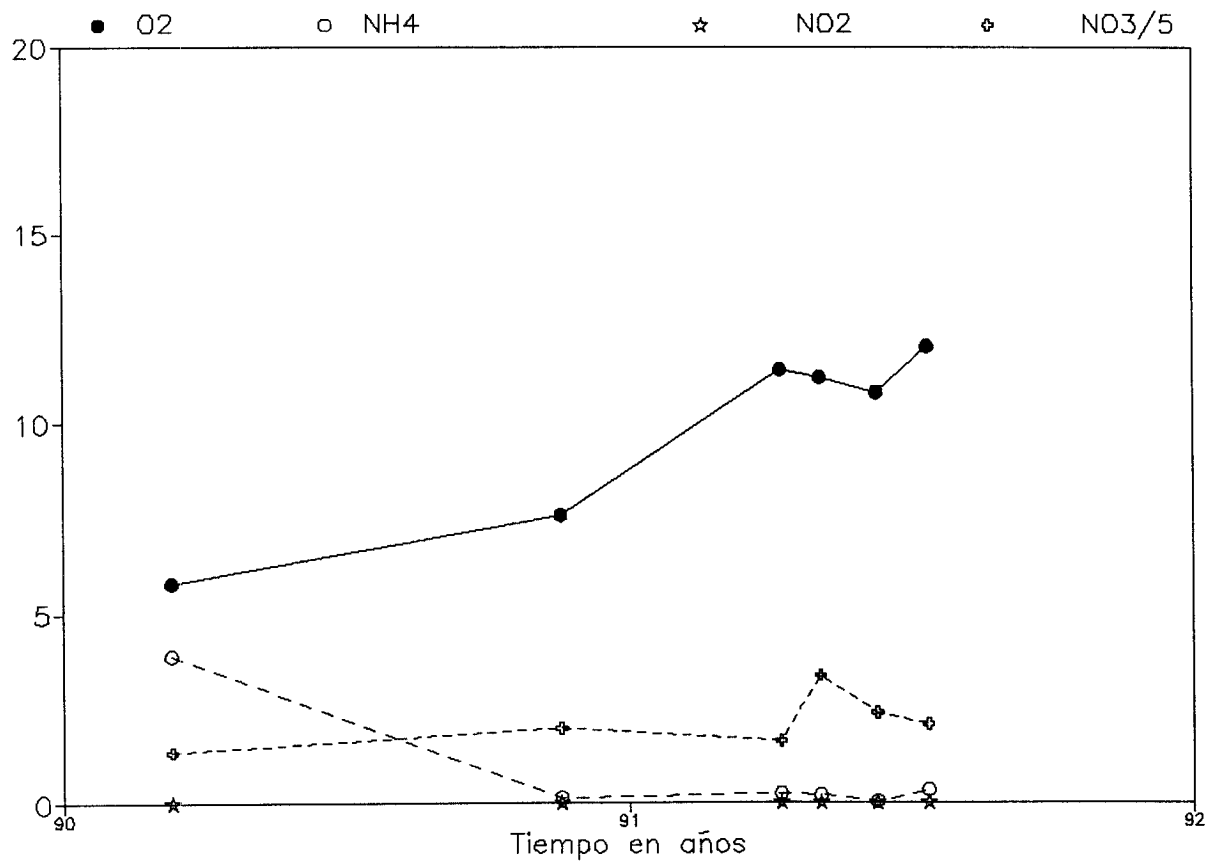
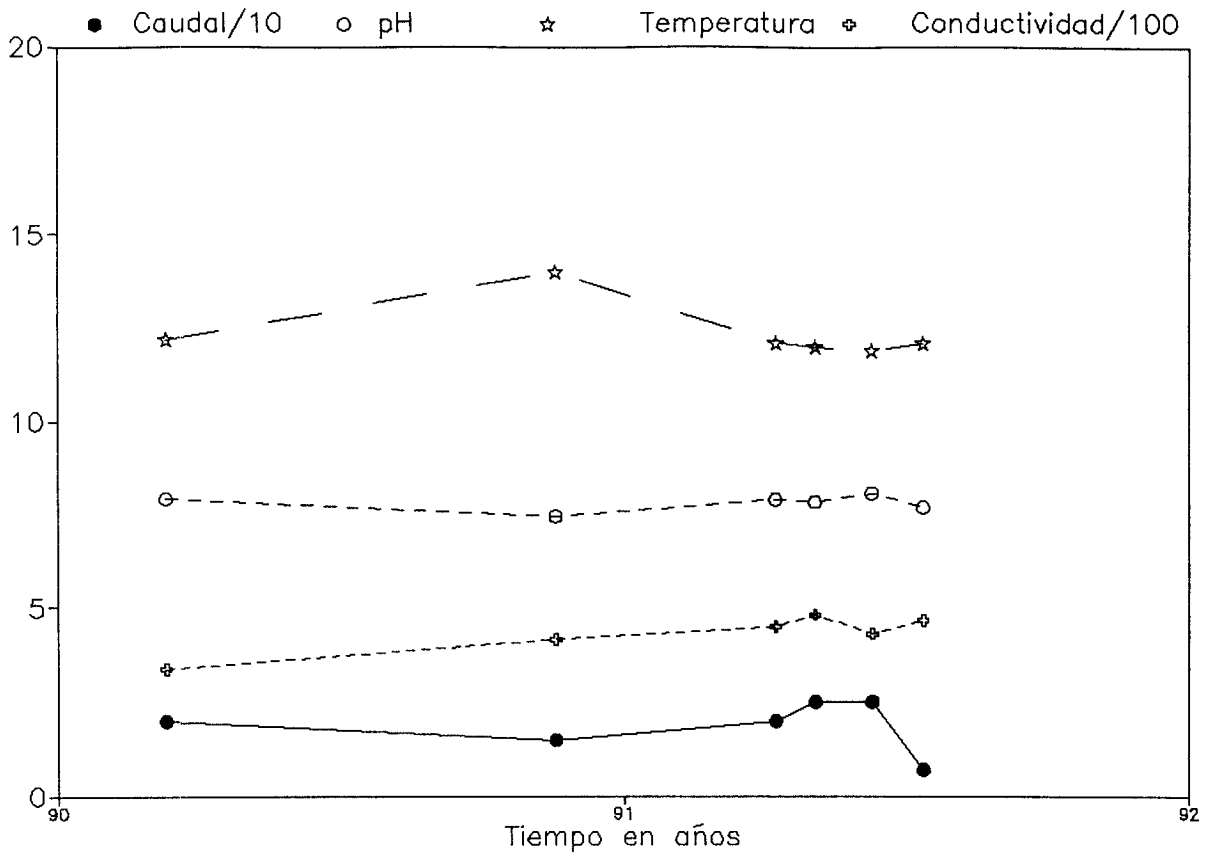
GR-3.17 M. Candaní - 1906-2-001





GR-3.19 M. la Aceña - 2004-7-005





físico-químicos en la red de control, y en los segundos, la evolución de estos parámetros en cada punto de la red y en todas las campañas realizadas. En todos los gráficos los valores están dados en mg/l excepto el caudal (litros/s), la temperatura (°C) y la conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

El caudal medio de los manantiales aumenta bruscamente en Mayo, debido a la rápida respuesta a las lluvias más intensas de los días 4, 5, 7 y 8 de este mes. En Junio los caudales vuelven a descender como consecuencia de las escasas lluvias de finales de Marzo y principios de Junio.

La temperatura del agua y la conductividad aumentan en Junio, mientras que el contenido en oxígeno disminuye, ya que cabe esperar una menor solubilidad del mismo al crecer la temperatura.

El contenido medio en nitratos de las aguas subterráneas disminuye ligeramente desde Marzo hasta Abril aumentando en Junio, época en la que las escasas precipitaciones y las temperaturas más elevadas condicionan una mayor concentración de nitratos en el agua de recarga. No obstante, el valor máximo alcanzado (40 mg/l) es inferior al límite máximo permitido por la Reglamentación Técnico-Sanitaria.

La conductividad media del agua y el contenido medio en nitratos evolucionan de modo similar con el tiempo, ya que en muchos casos el aumento de salinidad del agua es producido fundamentalmente por el aumento de nitratos.

Considerando ahora el comportamiento de las variables en cada punto, la mayor parte de los manantiales muestreados tienen un aumento brusco de caudal en Mayo coincidiendo con días más lluviosos. Cuando se trata de manantiales situados

en calizas y areniscas, estos cambios de caudal se manifiestan con menor intensidad (caso del nº 2004-7-005 -Manantial La Aceña).

La conductividad y el contenido en nitratos tienen la misma tendencia con el tiempo, observada con los valores medios en casi todos los manantiales. Asimismo se aprecia que los aumentos de caudal coinciden con una disminución del contenido en nitratos por el efecto de dilución que supone un volumen de agua más importante. Este es el comportamiento general, aunque hay algunas excepciones, en las que el aumento de caudal puede coincidir con un mayor aporte de nitratos por los focos puntuales al medio, resultando un ligero aumento del contenido en nitratos y de la conductividad del agua.

También la relación inversa entre la temperatura del agua y el contenido en oxígeno se pone de manifiesto en cada manantial.

El contenido en nitrito apenas varía en estos meses y se mantiene siempre en valores muy bajos.

El contenido en amonio disminuye desde la primera campaña a la segunda y se mantiene por debajo de 0,5 mg/l en el resto, salvo en casos aislados en los que se produce un ligero aumento coincidiendo con un aumento del caudal (caso de la Fuente de los Cuetos y manantial Rogeria), o con un mayor aporte puntual de nitrógeno al medio (caso de los manantiales de Fuentevía, Somafuentes, El Batán, Aguanaz, San Jacinto, Candanías, Las Toberas y La Suma).

Del estudio estadístico realizado en cada manantial se han resumido en el cuadro C-14, los coeficientes de correlación del contenido en nitratos con aquellos parámetros para

Cuadro C-14 Resumen de los coeficientes de correlación entre contenido en nitratos y las variables más significativas, para los puntos de la red de control

| <u>Punto</u> | <u>Tiempo</u> | <u>Caudal</u> | <u>Conductividad</u> | <u>O₂ disuelto</u> |
|--------------|---------------|---------------|----------------------|-------------------------------|
| 1704-8-012 | -.70 | -.58 | .38 | -.45 |
| 1705-2-012 | -.30 | -.72 | .76 | -.88 |
| 1705-4-015 | .74 | .87 | .94 | -.17 |
| 1804-4-011 | -.08 | -.85 | .07 | -.44 |
| 1804-4-008 | -.07 | -.43 | .80 | -.55 |
| 1805-1-011 | .32 | .47 | -.33 | .48 |
| 1805-7-019 | -.11 | .56 | -.13 | -.22 |
| 1904-5-002 | .68 | .30 | .96 | .04 |
| 1904-6-007 | -.51 | -.96 | -.42 | -.52 |
| 1904-6-019 | -.38 | -.77 | .68 | -.72 |
| 1904-7-005 | -.52 | -.67 | -.09 | -.19 |
| 1904-7-016 | .24 | -.64 | .51 | -.53 |
| 1904-8-004 | -.86 | -.74 | -.05 | -.79 |
| 1904-8-019 | .01 | .84 | .33 | .30 |
| 1905-1-006 | .65 | .74 | -.10 | .37 |
| 1905-2-004 | -.80 | -.85 | -.49 | -.41 |
| 1906-2-001 | .83 | .64 | -.08 | .84 |
| 2004-6-007 | .52 | -.22 | .50 | .30 |
| 2004-7-005 | .73 | .03 | .37 | .87 |
| 2004-8-004 | .51 | -.33 | .87 | -.26 |
| 2005-1-012 | .58 | .37 | .71 | .52 |

los que estos coeficientes son más significativos. Se confirman las relaciones que se han descrito a la vista de los gráficos de evolución. Así, estos coeficientes son, en general, negativos con el caudal y con el oxígeno disuelto. Sin embargo, las correlaciones positivas que se han encontrado entre el caudal y el contenido en nitratos se pueden deber a que el aumento de caudal vaya acompañado de un aporte mayor de materia orgánica (estiércol y purines) al medio. Asimismo las correlaciones positivas que se encuentran en algunos casos entre el contenido en nitrato y el oxígeno disuelto, pueden explicarse teniendo en cuenta la intervención de las bacterias desnitrificantes y el aumento de materia orgánica. Cuando el contenido en oxígeno disminuye, tales bacterias degradan la materia orgánica en exceso utilizando el oxígeno del ion nitrato, con lo cual la concentración de esta especie también disminuye.

Los coeficientes de correlación positivos más altos corresponden a dos manantiales, el de La Aceña (2004-7-005) y el de Candanías (1906-2-001), que tienen además contenidos relativamente altos en amonio, sobre todo éste último en la primera y última campaña.

5.4.- CALIDAD DEL AGUA PARA ABASTECIMIENTO URBANO

El estudio de la calidad del agua para el abastecimiento urbano se encuadra dentro de la Reglamentación Técnico-Sanitaria para el Abastecimiento y Control de la Calidad de las Aguas Potables de Consumo Público, aprobada el 14 de Septiembre de 1990. Comparando con el nivel guía y con la concentración máxima admisible en el agua de esta Normativa para los iones amonio, nitrito y nitrato, consideradas como sustancias no deseables, se ha encontrado que:

El contenido en nitrito es muy bajo, encontrándose siempre por debajo del límite de detección analítica (0,025 mg/l) y por tanto del máximo admisible (0,1 mg/l).

En lo que respecta al ion amonio, en la primera campaña de muestreo de Febrero-Marzo de 1990 se encontraron en el 47% de los puntos contenidos que superan el máximo permitido (0,5 mg/l). Estos valores se interpretan como una anomalía puntual en el tiempo que no se vuelve a repetir en las campañas sucesivas.

En Octubre-Noviembre de ese mismo año donde sólo en 4 puntos (dos manantiales y 2 sondeos, que tienen también contenidos altos en nitratos) se supera el máximo.

En los manantiales de la red de control, en Marzo no hay ningún manantial que supere el límite admisible, mientras que en Abril, 7 manantiales lo superan, en Mayo sólo en 3 y en Junio son 10 (casi el 50%) en los que se ha medido más de 0,5 mg/l, la mayoría de ellos utilizados para abastecimiento.

Así, se puede apreciar un comportamiento irregular en el contenido de amonio en las aguas de abastecimiento, especie que es necesario vigilar por la tendencia a encontrarse en el agua en contenidos no permitidos en determinadas épocas coincidiendo con lluvias más intensas y con un mayor aporte de compuestos nitrogenados orgánicos.

A nivel regional el ion nitrato todavía no presenta un problema de potabilidad en estas aguas de abastecimiento, pues en Febrero-Marzo de 1990 ningún punto superó los 50 mg/l, aunque en algunos (7%) el contenido fue mayor a 25 mg/l que es el nivel considerado como guía, indicando que las zo-

nas donde ocurre ésta han de ser protegidos frente a la contaminación.

No obstante, el contenido en nitratos aumentó en el otoño de ese mismo año, superándose en algunos puntos (3) los 50 mg/l.

En la red de control periódico la tendencia en el contenido de esta especie es a descender en los periodos más lluviosos y al aumento en los meses secos pero sin llegar al límite máximo admisible.

6.- RELACIÓN ENTRE LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y
LOS FOCOS CONTAMINANTES

De acuerdo con los datos recogidos, analizados y elaborados en los capítulos precedentes (4 y 5), se observa que hay una clara concordancia entre la localización de los focos contaminantes y los niveles de contaminación detectados en las aguas subterráneas analizadas.

La mayor concentración de focos, tanto puntuales, en relación con las granjas ganadera, como difusos, debidos a la mayor concentración de tierras cultivables, que se abonan con compuestos orgánicos (estiércol y purines) y, en algunos casos, además, con fertilizantes químicos, se sitúa en el sector Norte y oriental de la provincia, comarcas agrarias Costera, Pas-Iguña y Asón.

En estos sectores, que coinciden con los sistemas acuíferos nº 4 (Sinclinal Santander-Santillana y zona de San Vicente de la Barquera) y nº 6 (Complejo calcáreo Urgo-Aptiense de la zona oriental de Cantabria), es en los que se han detectado mayores contenidos de amoniaco y nitratos en las aguas.

Las cantidades de nitrato raramente han superado los 50 mg/l (límite máximo admitido por la RTS), y los valores mayores analizados, entre 25 y 50 mg/l, se encuentran en la zona de Santander-Torrelavega-Santillana del Mar y Arnue-ro-Noja-Santoña. Los contenidos de amoniaco en las aguas son cambiantes de unas épocas a otras, habiéndose encontrado valores sensiblemente altos, de hasta 18 mg/l, en momentos de

mayor pluviometría, en el sector de Riotuerto-Miera-San Roque de Riomiera.

Dadas las características geológicas e hidrogeológicas de las formaciones calizas (cretácicas, en su mayor parte, jurásicas y terciarias) que afloran en los dos sistemas acuíferos anteriormente indicados, materiales que son muy favorables para el desarrollo de conductos karstificados y que, normalmente, están mal protegidos en superficie, es fácil que la contaminación que se genere sobre ellos pase sin dificultad y rápidamente a incorporarse a las aguas subterráneas almacenadas. Este sistema de circulación a través de conductos karsticos condiciona, también, que las fluctuaciones de caudal en los manantiales sea muy grande, en relación a los periodos de lluvia o sequía.

La yuxtaposición entre, los focos puntuales de contaminación, la distribución de los cultivos con la carga de nitrógeno que soportan, y la cartografía de las formaciones acuíferas presentes en la región de Cantabria, han permitido realizar el Mapa de Riesgo de Contaminación de Acuíferos que se incluye en el plano PL-6.

En este plano se han delimitado una serie de áreas en las que, por los datos observados en ellas (contenidos altos de nitratos y/o amoníaco, mayor permeabilidad de las formaciones aflorantes, localización de extensiones mayores de cultivo), se ha considerado que presentan un riesgo más alto frente a una posible contaminación. La mayor parte de ellas se encuentran ubicadas en el ámbito de los sistemas acuíferos nºs 4 y 6 (ver figura F-4), coincidiendo con los afloramientos de las calizas cretácicas y terciarias existentes; sólo en el caso de dos de ellas se corresponden con afloramientos

de calizas jurásicas existentes en los sistemas acuíferos nºs 5 y 64.

Estas áreas marcadas en rojo en el plano, son zonas en las que hay que evitar que se produzca un incremento de los actuales productos contaminantes, y en los que se debe vigilar la calidad del agua que se utiliza para usos domésticos.

En un segundo nivel de vigilancia y control se deben incluir el resto de las formaciones permeables aflorantes en los sistemas acuíferos nºs 4 y 6, cuyos límites vienen a coincidir con la alineación E-W del contacto de la Franja Cabalgante del Escudo de Cabuérniga y por la alineación N-S que separa la Unidad del Puerto del Escudo de la de Alisas-Ramales (ver figura F-4). En este amplio sector de la franja septentrional y costera de la provincia de Cantabria, así como en el sector oriental de la misma, deberá evitarse que a medio y largo plazo se incrementan sin ningún control las actividades agropecuarias e industriales potencialmente contaminantes, ya que a nivel puntual se podrían plantear riesgos de contaminación en acuíferos aislados, muchos de los cuales se están empleando en el abastecimiento a núcleos de población.

El resto de la superficie provincial, distribuída entre los sistemas acuíferos nº 3 (Calizas de Montaña Cantabro-Astur), nº 5 (Unidad Jurásica al Sur del Anticlinal de las Caldas de Besaya) y nº 64 (Cretácico de la Lora y del Sinclinal de Villarcayo), salvo en pequeños sectores aislados, como puede ser la Subunidad de Fontibre, no presentan potenciales riesgos de contaminación. La configuración morfológica de los afloramientos calizos, que, frecuentemente, constituyen altos relieves topográficos, que no permiten el desarrollo de los cultivos, hace difícil que en estos siste-

mas acuíferos se pueda producir una contaminación. No obstante, no podrá evitarse que, ante una agresión contaminadora, dada la poca o nula protección que presentan estos afloramientos permeables, se pudiera originar una contaminación puntual y focalizada en pequeñas fuentes de abastecimiento. Pero, de igual forma, mejoraría rápidamente la calidad, si cesa la entrada de compuestos de nitrógeno.

En resumen, según los análisis realizados durante el presente estudio, en la provincia de Cantabria no se han apreciado áreas con un nivel de contaminación grave y permanente. Aunque en varios de los análisis realizados, en algunas de las campañas, se han detectado concentraciones de nitrato y amoníaco superiores a las permitidas por la R.T.S. (50 mg/l de NO_3^- y 0,5 mg/l de NH_4^+), en analíticas posteriores, éstos habían disminuído sensiblemente, lo que demuestra el carácter de recuperación que presentan los acuíferos carbonatados ante las momentáneas acciones contaminantes. Un incremento en el contenido de nitratos puede atenuarse notablemente ante los mayores aportes de agua por una infiltración grande en los periodos lluviosos. Los conductos kársticos, al igual que favorecen una rápida propagación de los elementos contaminantes, ayuda, también, a una eficaz limpieza y lavado, cuando se infiltran aguas limpias o poco contaminadas.

7.- RESUMEN Y CONCLUSIONES. RECOMENDACIONES

7.1.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

- La provincia de Cantabria, con una superficie de 5.288 km², está constituida por abundantes formaciones permeables, en la que se ubican numerosos e importantes acuíferos. En la mayor parte de la provincia afloran materiales cretácicos, representados por calizas muy permeables, sobre una base menos permeable de arenas, lutitas y conglomerados del Cretácico Inferior. El Jurásico está representado por una formación de calizas y dolomías muy permeables, recubiertas en el techo por materiales margocalizos y margosos impermeables del Dogger, que separan los acuíferos jurásicos de los cretácicos; la base impermeable del Jurásico son las arcillas, areniscas y lutitas del Trías. En el Carbonífero, que en buena parte es impermeable (lutitas, areniscas y conglomerados), se encuentran las Calizas de Montaña, formación acuífera de alta permeabilidad.

- En la geografía provincial, el ITGE ha diferenciado en el Mapa de Sistemas Acuíferos, hasta cinco sistemas diferentes:
 - . Sistema nº 3, "Calizas de Montaña Cántabro-Astur", ubicado en el borde occidental de la provincia, en el sector de los Picos de Europa.

 - . Sistema nº 4, "Sinclinal de Santander-Santillana y zona de San Vicente de la Barquera", que se sitúa a lo largo

de la franja septentrional y costera de la provincia. Las principales formaciones acuíferas son las calizas cretácicas y los afloramientos carbonatados del Terciario.

- . Sistema nº 5, "Unidad Jurásica al Sur del Anticlinal de Caldas de Besaya", que ocupa todo el sector central de la provincia de Santander, separados, a su vez, en dos extensas subunidades (Unidad de Cabuérniga y Unidad Puerto del Escudo). Los acuíferos se ubican en las calizas jurásicas muy permeables y en la potente formación de areniscas, conglomerados y lutitas del Cretácico Inferior.

 - . Sistema nº 6, "Complejo Urgo-Aptiense de la Zona Oriental de Cantabria", situado en el sector oriental de la provincia, y constituido por materiales permeables (calizas y areniscas-conglomerados) del Cretácico.

 - . Sistema nº 64, "Cretácico de la Lora y del Sinclinal de Villarcayo", encuadrado en el sector meridional de la provincia, perteneciente a la cuenca del río Ebro. Los principales acuíferos del Sistema se localizan en las calizas-dolomías jurásicas y en las calizas cretácicas.
- El principal drenaje de todos estos sistemas acuíferos se establece a través de numerosos manantiales, algunos de ellos con caudales muy importantes (de hasta 3 m³/s), que fluctúan mucho a lo largo de las distintas estaciones climáticas. Debido a la circulación kárstica de la mayor parte de los manantiales, la relación caudal-lluvia es muy estrecha, hecho que origina que, cuando los estiajes y periodos de sequía son muy acusados, se experimenta escasez de agua en muchos abastecimientos, cuando, por el contrario, en el invierno, los ríos de la Cuenca Norte vierten elevados vo-

lúmenes de agua al mar. Para paliar la escasez de agua de algunos Ayuntamientos (Santander), se han ido realizando recientemente sondeos que permiten explotar en profundidad los acuíferos, regulando de mejor manera sus recursos interanuales.

- La región de Cantabria es muy agreste, con cotas que ascienden, en una distancia de unos 20 km, desde el nivel del mar hasta la cota de 2.500 m en los Picos de Europa; esto condiciona que casi el 50% de la superficie regional se encuentre por encima de la cota 700 m.s.n.m. Los ríos de la vertiente Norte, con recorridos relativamente cortos (60 km el más largo), se encajan fuertemente en el relieve originando valles estrechos y acentuados, que condicionan en muchos casos climatológicas locales relativamente diferentes. El extremo Sur de la provincia, desde Reinosa hasta el límite provincial de Palencia y Burgos, se encuentra incluido en la Cuenca del Ebro.

Por su posición geográfica, en el Norte de la Península Ibérica, las lluvias son frecuentes y abundantes, oscilando la media anual entre los 900 l/m² registrados en la costa (Castro Urdiales), a los 2.500 l/m² recogidos en las cumbres montañosas de la Cordillera Cantábrica. Las temperaturas medias anuales varían entre los 14°C de la costa y los 4°C en las montañas. De la pluviometría registrada, la "lluvia útil" que queda en el terreno oscila entre los 400 mm/año de la franja costera a los 1.200 mm/año en las cotas más elevadas.

Las características del relieve, así como la abundancia de lluvias y el clima relativamente templado que presenta la región, han condicionado una agricultura principalmente orientada hacia la alimentación de la abundante ganadería

censada en la provincia (destacando las 346.000 cabezas de bovinos).

- La población total de Cantabria, 524.670 habitantes en 1986, se distribuye muy diseminadamente entre los 102 municipios existentes, de los que sólo en ocho se sobrepasan los 10.000 habitantes, destacando Torrelavega con 58.198 y Santander con 188.539. La mayor concentración se produce en la franja costera, en donde, dentro de un rectángulo de unos 100 km de largo por 15 km de ancho (unos 1.500 km² de superficie), se contabiliza el 74% de la población total de la región.

La actividad económica de la región se establece principalmente en el sector de servicios (comercio, turismo), en el industrial y en el agrícola, subsector ganadero. La industria se concentra en el pasillo Torrelavega-Santander y en Reinosa.

- El consumo de agua estimado en la región se cifra en unos 83 hm³/año, de los que el 36% provienen de aguas subterráneas. La mayor parte del agua se utiliza en abastecer a la población (53 hm³/año), mientras que el agua destinada para la agricultura es mínima (6 hm³/año dedicados principalmente para la ganadería); el consumo industrial se estima en 23 hm³/año.
- El inventario de los focos contaminantes realizado en este estudio, relacionados con la actividad agropecuaria que se desarrolla en Cantabria, ha permitido inventariar 99 focos puntuales relativos a granjas de ganado bovino, la mayoría de ellas (65), porcino (14) y avícolas (25). La carga total de nitrógeno que se genera en estas granjas asciende a 994.856 kg al año que, salvo los lixiviados de purines y

estiércol que se produce en los mismos puntos geográficos donde se encuentran ubicados y son susceptibles de infiltrarse, la gran parte de la carga orgánica producida se esparce sobre las superficies de cultivo existentes (labores intensivas, prados naturales y pastizales) en la región; esta circunstancia ha hecho que a la valoración de la carga contaminante de los focos puntuales sobre los acuíferos se le aplique un tratamiento generalizado como contaminación difusa. En el plano PL-1 puede verse la situación geográfica de los focos puntuales inventariados; la mayoría de ellos se concentran en el valle del río Besaya y en el sector Norte de la provincia entre los valles del Besaya (por Torrelavega) y el Asón (Santoña-Laredo).

- La contaminación puntual superficial, que pueden producir los vertidos de aguas residuales de las poblaciones a los cauces fluviales, de momento, como éstos son receptores de las aguas subterráneas, no es posible que pase a los acuíferos. No obstante, aunque en algunos municipios se producen vertidos de aguas a pozos negros, que sí pueden contaminar localmente las aguas subterráneas, no se les ha dado a éstos tampoco con tratamiento puntual, tratándose, también, la contaminación urbana como un foco difuso y extensivo a todo el término municipal. En el plano PL-1 se incluye un pequeño plano provincial, en el que se refleja, por términos municipales, las dosis medias de nitrógeno aportado por la población (en kg/ha al año), en función de la carga orgánica que generan los habitantes censados en cada término municipal. Los municipios con dosis superiores a 50 kg N/ha/año son Santander, Torrelavega y Santoña.
- En el capítulo de contaminación difusa debida a las prácticas agrícolas, sólo se han tenido en cuenta los aportes de nitrógeno inorgánico generados por el uso de fertilizantes

químicos. Sobre el total de las 18.955 ha que se cultivan en Cantabria y de las 148.025 ha de prados naturales y pastizales (censo de 1988), la carga contaminante total que se produce es de 1.777 Tm/año de nitrógeno (según datos de "encuestas" realizadas en las Agencias Comarcales del Servicio de Extensión y Formación Agraria). El cálculo de la densidad media de nitrógeno que se distribuye por toda la superficie municipal ha permitido obtener el plano de "fertilizantes químicos" que se incluye en el PL-1, en el que se observa que la mayor concentración de nitrógeno por el empleo de fertilizantes (entre 25 y 50 kg N/ha/año) se encuentra en Santillana del Mar y Torrelavega.

- La carga contaminante total que generan los purines y estiércoles que produce la cabaña ganadera censada en Cantabria en el año 1986 (345.963 bovinos, 59.789 ovinos, 24.706 caprinos, 25.072 porcinos, 27.691 equinos, 618.698 aves y 40.073 conejos) asciende a 15.029 Tm/año, según datos de las "encuestas" realizadas en las Agencias Agrarias (año 1990); de esta cantidad, sólo se utilizan 13.805 Tm/año, cifra calculada en función de las hectáreas que se abonan en cada término municipal y de las dosis de estiércol utilizadas por hectárea, de acuerdo con los datos proporcionados por las "encuestas". En el plano que se incluye en el PL-1 se representan las concentraciones medias de nitrógeno sobre la superficie total de los municipios, en el que se observa que las mayores concentraciones (superiores a 50 kg N/ha/año) se encuentran en los términos municipales situados en el sector norte y costero de la provincia, así como en la comarca agraria de Pas-Iguña; estas zonas coinciden con aquéllas en las que la cabaña ganadera es más numerosa, debido a ser las áreas en las que la topografía es más atenuada y permite mejor las concentraciones de animales.

- Como la concentración final de los compuestos nitrogenados en el agua es función, además de los propios aportes de nitrógeno, de la cantidad de lluvia que queda en el terreno (lluvia útil), que es la que controla la dilución, se ha definido el "coeficiente de concentración potencial de nitrógeno" como $CCPN \text{ (en mg/l)} = \text{aportes de N(kg/año)} \times 100 / \text{lluvia útil (mm)} \times \text{superficie T.M. (ha)}$, cuya aplicación y cálculos, sobre las cifras de la contaminación agrícola y ganadera producida en cada término municipal, ha permitido determinar la cantidad de nitrógeno (en mg/l) que se encuentra en el agua que queda en el terreno, parte de la cual acaba por infiltrarse a los acuíferos; multiplicando las cantidades obtenidas por el factor de conversión 4,428 se obtienen los resultados en mg/l de NO_3^- . En la figura F-6 se observa la distribución geográfica de la concentración de nitrato en el agua, apreciándose que las mayores concentraciones (superiores a 25 mg/l NO_3^-) se localizan en la Comarca Costera, al Norte de la provincia, coincidiendo con los términos municipales en los que la lluvia útil es menor y la carga de nitrógeno por municipio mayor.
- La mayoría de las aguas subterráneas utilizadas para abastecimiento en Cantabria tienen una salinidad media a baja (con una conductividad inferior a 500 $\mu\text{S/cm}$), un pH comprendido entre 6,5 y 8 y un contenido medio en oxígeno disuelto de 6 mg/l.

Por lo que a los compuestos de nitrógeno se refiere, se han medido puntualmente en el tiempo valores altos de amonio (la media es de 1,5 mg/l), en los meses de Febrero-Marzo de 1990, que se han interpretado como una consecuencia del rápido arrastre hacia el acuífero de esta especie, producido por las lluvias más importantes que precedieron a estos meses; en sucesivas campañas de muestreo, no se han vuelto

a encontrar valores semejantes (el contenido medio en Octubre de ese mismo año descendió a 0,27 mg/l). En cualquier caso, los contenidos más altos se han detectado en la mitad oriental de la provincia, donde no siempre la carga contaminante aportada al medio es mayor.

El contenido en nitritos es muy bajo en todos los puntos, siempre menor de 0,1 mg/l.

Por otro lado, el contenido en nitratos se puede considerar de moderado a bajo, ya que, por lo general es inferior a 25 mg/l. Las pocas ocasiones en las que se superan los 50 mg/l corresponden a periodos de escasez de lluvias que favorecen la concentración de esta especie. Los valores más altos se localizan en el Norte de la provincia, donde la densidad de población y ganadería son mayores, y también el coeficiente de concentración potencial de nitrógeno (CCPN) es mayor.

- Los resultados de los análisis periódicos de la red de control (de Marzo a Junio, 1991) ponen de manifiesto que el contenido en nitratos y la conductividad del agua evolucionan del mismo modo. En general, los aumentos de caudal van acompañados de una disminución del contenido en nitrato, producida por la dilución que tiene lugar en acuíferos de respuesta rápida a las variaciones de las precipitaciones. Las excepciones a este comportamiento se pueden deber a que el aumento de caudal coincida con un mayor aporte de nitrógeno al medio, o que el acuífero tenga una respuesta más lenta a las variaciones de la recarga.

Generalmente se ha encontrado una correlación negativa entre el oxígeno disuelto en el agua y el nitrato, ya que la oxidación de la materia orgánica implica al consumo de oxígeno y al aumento de nitrato.

Por otra parte puede ocurrir que, cuando el aporte de materia orgánica es grande, las bacterias denitrificantes utilizan el oxígeno del nitrato para oxidarla, después de haber consumido el oxígeno disuelto en el agua, con lo que también puede ser que disminuya el contenido en nitratos.

La tendencia del ión amonio es a disminuir su concentración en los primeros meses de la campaña de control y a mantenerse por debajo de 0,5 mg/l, excepto en algunos puntos aislados en los que se produce un ligero aumento coincidiendo con un incremento de caudal.

- Por último, en cuanto a la calidad del agua para el consumo público se refiere, y teniendo en cuenta los límites establecidos por la RTS para los compuestos de nitrógeno, el nitrato todavía no presenta un problema de potabilidad a nivel regional, ya que en pocos casos se superan los 50 mg/l. El control en estos puntos indica la tendencia al aumento en los periodos secos y a descender en los periodos más lluviosos, pero sin llegar al límite máximo admisible.

Sin embargo el contenido en amonio presenta un comportamiento irregular, con tendencia a encontrarse con contenidos no permitidos en determinadas épocas de lluvias más intensas, y con aportes puntuales de materia orgánica.

No existen problemas de potabilidad respecto al ión nitrito, que está siempre en contenidos muy bajos (por debajo de 0,025 mg/l).

- Las zonas de Cantabria en las que se ha apreciado un mayor contenido de compuestos nitrogenados en el agua, coinciden con aquellas en las que se encuentra una mayor concentración de cultivos y de cabezas de ganado. Se sitúan en los

sectores Norte y oriental de la provincia, coincidiendo con las comarcas agrarias Costera, Pas-Iguña y Asón. Son zonas en las que abundan los afloramientos de materiales permeables, por lo que la carga contaminante producida puede transportarse con facilidad a los acuíferos. No obstante, de momento y salvo en dos puntos aislados, (según puede verse en el plano PL-4 del contenido de nitratos registrados en la 2ª campaña de medidas, en Octubre - Noviembre de 1990), la cantidad de NO_3 en el agua no supera el límite máximo permitido de 50 mg/l. Sin embargo, el contenido de amoníaco es más cambiante, y en algunos casos se han medido valores por encima del límite que establece la R.T.S., por lo que hay que vigilar con más frecuencia la presencia de esta especie nitrogenada en el agua.

- La yuxtaposición del plano de focos contaminantes (puntuales y de áreas de cultivo) sobre el de afloramientos de materiales permeables y distribución de sistemas acuíferos, permite diferenciar en Cantabria tres zonas distintas, de acuerdo con el riesgo que presentan frente a la contaminación y a las medidas de control que habría que establecer en ellas:

- A) Las áreas incluídas en círculo rojo en el plano de "Riesgos de contaminación de acuíferos" (PL-6), que coinciden con formaciones muy permeables, sin ninguna protección frente a la contaminación y sobre las que ya se asientan elementos contaminantes (mayor densidad de cultivos y ganadería) que han motivado el aumento de las especies nitrogenadas. La mayoría de ellas corresponden a afloramientos de calizas cretácicas y terciarias pertenecientes a los sistemas acuíferos nºs 4 y 6, aunque hay algunos afloramientos de calizas jurásicas pertenecientes a los siste-

mas nº 5 y 64. En estas áreas habría que vigilar periódicamente la calidad del agua (con carácter trimestral-semestral) y evitar que se incrementen los usos actuales de las sustancias contaminantes.

- B) El resto de los afloramientos permeables incluidos en los dos sistemas acuíferos ya citados (nº 4 y 6), que suelen ser en su conjunto formaciones menos permeables, y en los que, de momento, no se han detectado signos de contaminación. En estas áreas habría que vigilar y controlar los posibles incrementos que se produjeran en el uso de materiales contaminantes, aunque los riesgos generalizados de que progresen éstos en los acuíferos es menor; sería conveniente la vigilancia anual de la calidad del agua.
- C) El resto de la superficie provincial, correspondiente a los sistemas acuíferos nº 3, 5 y 64, en la que hay un menor predominio de afloramientos calizos muy permeables, y las concentraciones de elementos contaminantes es menor. En estas áreas la vigilancia no se precisa tan rigurosa, aunque no hay que olvidar que si ésta se produce podría contaminar fácilmente a los acuíferos carbonatados, que se encuentran sin ninguna protección.

7.2.- RECOMENDACIONES

Además de las recomendaciones concretas, que se han indicado anteriormente para las tres zonas diferenciadas en Cantabria, sería conveniente recordar y tener en cuenta, también, la normativa de la Comunidad Europea sobre "la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en agricultura" (Noviembre 1991).

De esta normativa caben destacar las siguientes recomendaciones:

- Mantener un control periódico sobre los contenidos de NO_3 en el agua.
- Evitar el uso de abonos (tanto orgánicos como inorgánicos) en las épocas de escasez de lluvias, ya que la falta de volumen de agua de dilución motiva, generalmente, la concentración de los nitratos.
- Construir estanques de almacenamiento para el estiércol producido por las granjas, que sean lo suficientemente estancos y con capacidad tal, que permitan almacenar los volúmenes de materia orgánica que no se pudieran utilizar como abono en determinados periodos anuales (ausencia de lluvias, o no necesidad de abonado de la tierra).
- Limitar la aplicación de fertilizantes químicos, en los que, normalmente, el porcentaje de nitrógeno que aportan es mayor y más fácilmente lixiviable.

8.- BIBLIOGRAFÍA

- **Calidad de las Aguas Subterráneas en la Cuenca Norte (Zona de Cantabria).** IGME 1984. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía.
- **Los Sistemas Hidrogeológicos de Cantabria. Sus recursos en aguas subterráneas, utilización actual y posibilidades futuras.** IGME 1984. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía.
- **Estudio de Actualización de la infraestructura Hidrogeológica en Cantabria. Posibilidades de empleo de las aguas subterráneas en riegos de apoyo y en la protección del medio natural en Cantabria.** IGME 1985.
- **Investigación Hidrogeológica de la Cuenca Norte de España (Santander). Informe Técnico 1: Memoria-Síntesis.** IGME 1983.
- **Mapa Geológico de Cantabria (Escala 1:100.000).** IGME 1988
- **Mapa Hidrogeológico de la Comunidad de Cantabria (Escala 1:100.000).** ITGE 1990.
- **Mapa de Riesgo de Contaminación de las Aguas Subterráneas por vertidos sobre el terreno. Provincia de Cantabria.** IGME 1989.
- **Evaluación de la contaminación generada por los residuos**

ganaderos en las comunidades autónomas de Asturias y Cantabria. P.Navarrete et al, 1990. Congreso de la Asociación Nacional de Químicos Españoles.

- Censo Ganadero de Cantabria. MAPA 1986.
- Censo Agrícola de Cantabria. MAPA 1988.
- Censo de la población de España, 1986. Provincia de Cantabria. INE.
- Inventario de Puntos de Agua del ITGE. Archivo de la Base de Datos del ITGE.
- Vertidos Industriales y Urbanos de Cantabria. Confederación Hidrográfica del Norte de España.
- Animales y Contaminación Biótica Ambiental. L.Sainz Moreno y C.Compaire. Instituto de Estudios Agrarios, Pesqueros y Alimentarios (Serie Técnica).
- Propuesta de la Directiva del Consejo sobre medidas comunitarias de protección de las aguas dulces, costeras y marinas contra la contaminación provocada por los nitratos de las fuentes difusas. Comunidad Económica Europea, 1989.
- Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público (Real Decreto 1138/1990). B.O.E., 20 de Septiembre de 1990.
- Ground water quality protection. L.Canter, C.Knox and D.M.Fairchild. 1987. Lewis Publishers, Inc.

- **Hidrología Subterránea.** E.Custodio y M.R. Llamas 1983. Ediciones Omega (2ª).

- **Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water.** J.D.Hem, 1970. Geological Survey Water-Supply Paper 1473. V.S. Government Printing Office. Washington.

- **Estudio de la contaminación difusa por productos fitosanitarios y fertilizantes en España (Madrid).** Dirección General del Medio Ambiente. (AGROTEST, 1988).

- **Directiva del Consejo de la Comunidad Europea, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en el agricultura.** Bruselas, 7 de Noviembre de 1991.