



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

**ESTUDIOS DE CONTAMINACION DE ACUIFEROS  
POR ACTIVIDADES AGROPECUARIAS. FASE I:  
COMUNIDADES AUTONOMAS DE ASTURIAS Y  
CANTABRIA (1.989-90-91).  
VOLUMEN 1: ASTURIAS. MEMORIA Y PLANOS**

---



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

36175

<b>SUPER PROYECTO</b>	<b>AGUAS SUBTERRANEAS</b>		<b>Nº</b>	<b>9005</b>
<b>PROYECTO AGREGADO</b>	<b>ESTUDIOS CONTAMINACION ACUIFEROS ACTIV. AGRIC. INDUSTRI. Y URBANAS.</b>		<b>Nº</b>	<b>320</b>
<b>TITULO PROYECTO:</b> Estudios de contaminación de acuíferos por actividades agropecuarias. Fase I: comunidades autónomas de Asturias y Cantabria (1.989-90-91).				
<b>Nº PLANIFICACION:</b> 64/91		<b>Nº DIVISION</b> AGUAS,GA		<b>9/89</b>
<b>FECHA EJECUCION</b>	<b>INICIO</b> 5-9-89		<b>FINALIZ</b> 5-8-91	

<b>INFORME (título):</b> Estudios de contaminación de acuíferos por actividades agropecuarias. Fase I: comunidades autónomas de Asturias y Cantabria (1.989-90-91). <b>TOMO 1:</b> Asturias. Memoria y planos.	
<b>CUENCA(S) HIDROGRAFICA(S)</b>	<b>NORTE Y EBRO</b>
<b>COMUNIDAD(ES) AUTONOMA(S)</b>	<b>ASTURIAS, CANTABRIA</b>
<b>PROVINCIAS</b>	<b>ASTURIAS, SANTANDER</b>

Este estudio ha sido realizado durante el período 1.989-91 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**

Investigación y Gestión de Recursos Naturales, S.A.

D. Luis Virgós Soriano  
Jefe del Proyecto

Dña M<sup>a</sup> Ascensión Molina Pérez  
Licenciada en CC. Químicas y Dra en CC. Geológicas

INDICE:

-----

1.- <u>INTRODUCCION</u> . . . . .	1
1.1.- PRESENTACION . . . . .	1
1.2.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO . . . . .	2
1.3.- METODOLOGIA DE LOS TRABAJOS . . . . .	2
1.3.1.- Recopilación de la información existente . . . . .	3
1.3.2.- Inventario de puntos acuíferos . . . . .	4
1.3.3.- Inventario de focos potenciales de contaminación . . . . .	4
1.3.4.- Selección de los puntos de muestreo . . . . .	5
1.3.5.- Sistema de muestreo y análisis de aguas . . . . .	6
2.- <u>RASGOS GENERALES DE ASTURIAS</u> . . . . .	8
2.1.- MARCO GEOGRAFICO . . . . .	8
2.2.- CLIMATOLOGIA . . . . .	11
2.3.- HIDROLOGIA . . . . .	11
2.4.- ACTIVIDADES SOCIOECONOMICAS . . . . .	12
2.5.- USOS DEL AGUA . . . . .	14
3.- <u>CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LA REGION</u> . . . . .	16
3.1.- FORMACIONES HIDROGEOLOGICAS . . . . .	16
3.2.- CALIZAS Y DOLOMIAS PRECARBONIFERAS . . . . .	19
3.3.- CALIZA DE MONTAÑA . . . . .	20
3.4.- SEDIMENTOS JURASICOS . . . . .	22
3.5.- SEDIMENTOS CRETACICOS . . . . .	23
3.6.- LA "FRANJA MOVIL INTERMEDIA" . . . . .	25
3.7.- OTROS ACUIFEROS . . . . .	25
3.8.- HIDROQUIMICA . . . . .	27
4.- <u>INVENTARIO DE FOCOS CONTAMINANTES</u> . . . . .	28
4.1.- FOCOS PUNTUALES . . . . .	29
4.1.1.- Vertidos de residuos sólidos urbanos . . . . .	29
4.1.2.- Vertidos de efluentes urbanos . . . . .	30
4.1.3.- Explotaciones ganaderas intensivas . . . . .	31
4.1.4.- Industrias . . . . .	34
4.2.- CONTAMINACION DIFUSA . . . . .	36
4.2.1.- Agrícola . . . . .	36
4.2.2.- Ganadera . . . . .	39
4.3.- APORTES NITROGENADOS TOTALES . . . . .	42



5.-	<u>CALIDAD DEL AGUA EN RELACION CON LOS CONTENIDOS EN ESPECIES NITROGENADAS</u>	44
5.1.-	INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA PARA ABASTECIMIENTO	44
5.2.-	MUESTREO REGIONAL Y ANALITICA DE LAS AGUAS	45
5.2.1.-	Puntos de muestreo	45
5.2.2.-	Resultados de la analítica e interpretación	46
5.3.-	REDES DE CONTROL Y CAMPAÑAS DE MUESTREO	50
5.3.1.-	Selección de la red de control	50
5.3.2.-	Campañas realizadas	52
5.3.3.-	Resultados obtenidos	52
5.4.-	CALIDAD DEL AGUA PARA ABASTECIMIENTO URBANO	84
6.-	<u>RELACION ENTRE LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS Y LOS FOCOS CONTAMINANTES</u>	85
7.-	<u>RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	89
7.1.-	RESUMEN	89
7.2.-	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	94

INDICE DE ANEXOS:

-----

ANEXO 1: FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACION

- 1.1.- Focos puntuales.
- 1.2.- Encuestas sobre fertilización (y datos calculados).
- 1.3.- Superficies agrícolas, cabezas de ganado y cálculo de los aportes de nitrógeno debidos a agricultura y ganadería.
- 1.4.- Aportes de nitrógeno debidos a la población.

ANEXO 2: INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

ANEXO 3: ANALISIS REALIZADOS

DOCUMENTACION ADICIONAL:

-----

Junto con el informe se acompaña una copia del inventario completo de focos de contaminación, y un juego de mapas con su situación a escala 1:50.000.

INDICE DE PLANOS:

-----  
PLANO 1: FOCOS PUNTUALES DE CONTAMINACION

PLANO 2: MAPA DE CULTIVOS

PLANO 3: MAPA HIDROGEOLOGICO DE ASTURIAS

PLANO 4: NITRATOS, PRIMERA CAMPAÑA (FEBRERO- MARZO 1.990)

PLANO 5: AMONIO, PRIMERA CAMPAÑA (FEBRERO- MARZO 1.990)

PLANO 6: NITRATOS, SEGUNDA CAMPAÑA (SEPTIEMBRE- OCTUBRE 1.990)

PLANO 7: AMONIO, SEGUNDA CAMPAÑA (SEPTIEMBRE- OCTUBRE 1.990)

PLANO 8: MAPA DE RIESGO DE CONTAMINACION POR NITRATOS.

INDICE DE FIGURAS:

Fig. 1: Mapa del Principado de Asturias. . . . .	9
Fig. 2: Comarcas agrarias y términos municipales. . . . .	10
Fig. 3: Precipitaciones en estaciones meteorológicas de Asturias . . . . .	12
Fig. 4: Principales acuíferos de Asturias . . . . .	19
Fig. 5: Dosis medias de nitrógeno aportado por los residuos líquidos urbanos . . . . .	33
Fig. 6: Dosis medias de nitrógeno aportados por abonos inorgánicos. . . . .	39
Fig. 7: Dosis medias de nitrógeno aportado por la ganadería. . . . .	41
Fig. 8: Coeficientes de concentración potencial de nitrógeno en mg/l de NO <sub>3</sub> . . . . .	45
Fig. 9: Isocontenidos de nitrato de la primera campaña de muestreo (febrero - marzo de 1.990) . . . . .	49
Fig. 10: Isocontenidos de nitrato de la segunda campaña de muestreo (septiembre- octubre de 1.990) . . . . .	50
Fig. 11: Evolución de la media geométrica de los parámetros analizados en la red de control. . . . .	55
Fig. 12: Evolución del punto 0903-6-001 (La Fuente). . . . .	56
Fig. 13: Evolución del punto 0903-6-004 (M. Treno). . . . .	57
Fig. 14: Evolución del punto 0903-8-002 (F.S.Antonio). . . . .	58
Fig. 15: Evolución del punto 0904-2-001 (M. Cereixido). . . . .	59
Fig. 16: Evolución del punto 1003-7-BAR (R. Barayo). . . . .	60
Fig. 17: Evolución del punto 1104-8-008 (La Fuentona). . . . .	61
Fig. 18: Evolución del punto 1105-2-002 (M. Rodical). . . . .	62
Fig. 19: Evolución del punto 1203-4-005 (M.Margarita). . . . .	63
Fig. 20: Evolución del punto 1203-5-ROQ (R.S.Roque). . . . .	64
Fig. 21: Evolución del punto 1203-7-013 (P.Ferrota). . . . .	65
Fig. 22: Evolución del punto 1203-7-014 (M. Foxaco). . . . .	66
Fig. 23: Evolución del punto 1204-3-007 (M. Jompernal). . . . .	67
Fig. 24: Evolución del punto 1204-4-007 (M. Fueñegrana). . . . .	68
Fig. 25: Evolución del punto 1303-1-011 (S. l'Ablanal). . . . .	69
Fig. 26: Evolución del punto 1303-5-013 (M. los Molinos). . . . .	70
Fig. 27: Evolución del punto 1304-1-001 (M. la Campana). . . . .	71
Fig. 28: Evolución del punto 1304-2-016 (M. Llantonos). . . . .	72
Fig. 29: Evolución del punto 1304-6-033 (M. Ricabá). . . . .	73
Fig. 30: Evolución del punto 1305-1-009 (M. Picullanza). . . . .	74
Fig. 31: Evolución del punto 1305-8-002 (M. el Raigosu). . . . .	75
Fig. 32: Evolución del punto 1403-6-028 (S. Rodiles). . . . .	76
Fig. 33: Evolución del punto 1404-4-004 (M. Obaya). . . . .	77
Fig. 34: Evolución del punto 1404-5-031 (M. Moneyu). . . . .	78
Fig. 35: Evolución del punto 1404-7-006 (M. Güeyu Ríu). . . . .	79
Fig. 36: Evolución del punto 1504-3-002 (M. Guadamía). . . . .	80
Fig. 37: Evolución del punto 1604-2-002 (M. est.bom. Llanes). . . . .	81
Fig. 38: Evolución del punto 1604-8-009 (M. Llabardón). . . . .	82

## **1.- INTRODUCCION**

-----

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- PRESENTACION

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 conlleva.

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.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Los objetivos de este estudio se pueden resumir en:

- Conocer las prácticas 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 la situación 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.- METODOLOGIA DE LOS TRABAJOS

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

---

### 1.3.1.- Recopilación de la información existente

Numerosos organismos han colaborado facilitando una valiosa información 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 y análisis químicos previos pertenecientes a sus redes de control periódico de la calidad.

La Confederación Hidrográfica del Norte de España proporcionó los datos de su censo de vertidos líquidos urbanos a cauces superficiales.

El Principado de Asturias, a través de la Agencia de Medio Ambiente, aportó los planes de clausura de vertederos de residuos sólidos urbanos, así como los datos de los depósitos controlados de residuos por los que han sido sustituidos casi en su totalidad. Igualmente facilitaron los datos de mataderos municipales clausurados, y el censo de depuradoras de aguas residuales existentes en Asturias.

El Principado, a través de la Dirección Regional de Salud Pública, proporcionó datos históricos de análisis de compuestos de nitrógeno en abastecimientos urbanos.

El Ministerio de Agricultura, y la Consejería de Agricultura del Principado, aportaron los datos correspondientes a agricultura y ganadería, tanto superficies agrícolas y número de animales como método y dosis de abonado.

---

### 1.3.2.- Inventario de puntos acuíferos

Se ha pretendido conocer la situación de la calidad del agua en el punto más representativo de cada término municipal, lo que generalmente significa el punto con mayor caudal. El número de puntos de agua subterránea visitados asciende a 130, de los cuales 95 fueron inventariados en este trabajo y los 35 restantes ya estaban inventariados por el ITGE.

En cada uno de los puntos acuíferos visitados se ha cumplimentado, cuando no existía, la correspondiente ficha de inventario, según el modelo del ITGE, que incluye los datos físicos, de situación e hidrogeológicos. En aquellos puntos que ya estaban inventariados se revisaron los datos existentes, comprobando si ha habido alguna variación en los mismos y modificándolo en su caso. En todos los casos se recogieron los nuevos datos de piezometría / hidrometría y caudales de explotación. Fue necesario actualizar los datos en 11 de los 35 puntos que ya estaban inventariados.

### 1.3.3.- Inventario de focos potenciales de contaminación

Se realizó un inventario de los focos de contaminación existentes, basado en los datos recopilados en la información facilitada por los organismos citados anteriormente, complementados con reconocimientos de campo, que en muchas ocasiones tan solo fueron necesarios para situar espacialmente el punto concreto donde están los distintos focos.

Se han recopilado un total de 304 focos puntuales, entre los que se incluyen los vertidos líquidos urbanos de todas las ciudades y pueblos de Asturias, los vertidos de residuos sólidos urbanos en funcionamiento y los principales vertederos clausurados, cementerios de pueblos y ciudades importantes, principales industrias que pueden aportar compuestos de nitrógeno y vertede-

---



ros de residuos industriales, y las granjas de gran tamaño: todas las de más de 100 cabezas de bovino, o más de 300 cabezas de ovino, caprino o porcino, o más de 20.000 aves, así como algunas de menor tamaño que por alguna razón se consideró aconsejable destacar.

Para cada término municipal se evaluaron los focos dispersos de compuestos de nitrógeno, en concreto las prácticas agrícolas y ganadería dispersa.

Todos estos datos se recogieron en fichas de "focos de contaminación" del ITGE y los focos puntuales se situaron en mapas a escala 1:50.000.

#### **1.3.4.- Selección de los puntos de muestreo**

Se realizaron dos campañas de muestreo regional, con una malla más o menos densa en función de la densidad de focos potencialmente contaminantes. Estas dos campañas se llevaron a cabo en dos épocas del año diferentes: la primera en Enero-Febrero - Marzo de 1.990 y la segunda en Septiembre - Octubre de 1.990. Se muestreó al menos un punto de abastecimiento en cada concejo, para cubrir la totalidad de la superficie provincial. Siempre que fue posible se muestrearon los puntos de mayor caudal, para asegurar la representatividad de los resultados.

Tras estas dos campañas se definió una red de control más reducida en la que se llevó a cabo un control mensual durante seis meses. 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 aquellas en las que el riesgo es máximo.
-

- Criterio hidrogeológico: muestreando puntos de gran caudal puesto que de este modo son representativos de una mayor superficie.

#### 1.3.5.- Sistema de muestreo y análisis de aguas

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 a la salida de la tubería de impulsión.

Los parámetros físicos, que pueden variar en poco tiempo una vez alteradas las condiciones que reinan en el acuífero, se determinaron "in situ":

Las medidas de temperatura, conductividad, pH y oxígeno disuelto se realizaron mediante equipos portátiles digitales calibrados previamente con los sistemas habituales.

La concentración de ión nitrito se midió "in situ" por medio de un kit de campo con resolución de hasta 0,025 mg/l de  $\text{NO}_2^-$ .

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 en su totalidad, para evitar la presencia de burbujas 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.

---

## **2.- RASGOS GENERALES DE ASTURIAS**

-----

## **2.- RASGOS GENERALES DE ASTURIAS**

### **2.1.- MARCO GEOGRAFICO**

El Principado de Asturias se sitúa al Norte de la península ibérica, limitando con el mar Cantábrico y con las comunidades de Galicia, Castilla y León, y Cantabria. Tiene una superficie de 10.564 km<sup>2</sup>, lo que representa el 2,1 por ciento sobre el territorio nacional (ver figura 1).

Orográficamente la superficie es quebrada y desigual, siendo una de las regiones más montañosas de España. El límite Sur lo constituye la Cordillera Cantábrica, que cruza la región de Este a Oeste. Esta cadena montañosa cuenta con alturas superiores a los 2.500 metros sobre el nivel del mar en los Picos de Europa. El resto de la región es también montañoso, aunque los montes son de menor altura que en los Picos de Europa. Tan solo existen relieves suaves en la zona central (Avilés - Oviedo - Nava - Villaviciosa) y en las llanuras costeras existentes tanto en la zona oriental como en la occidental.

---

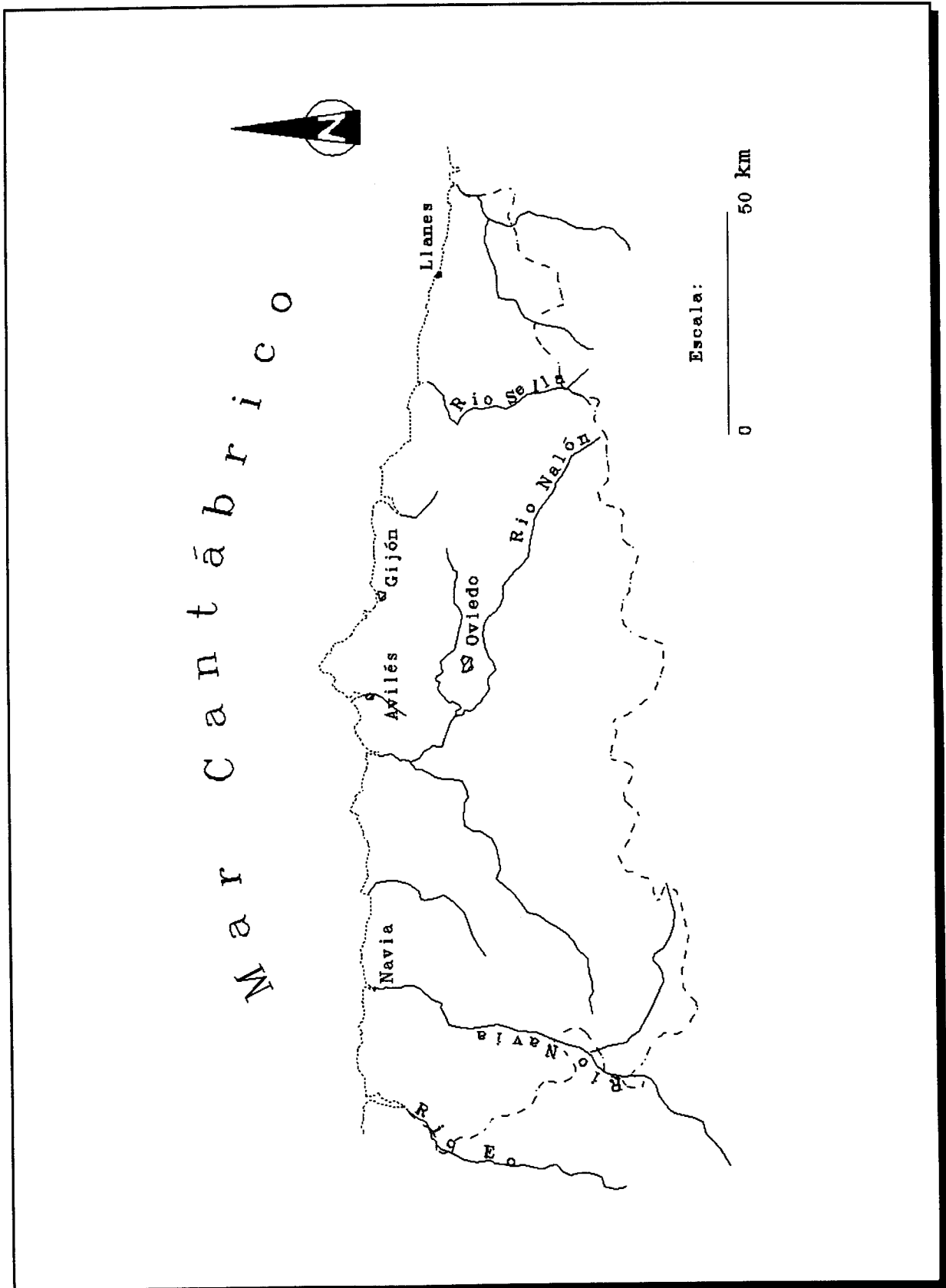


Fig. 1: Mapa del Principado de Asturias.

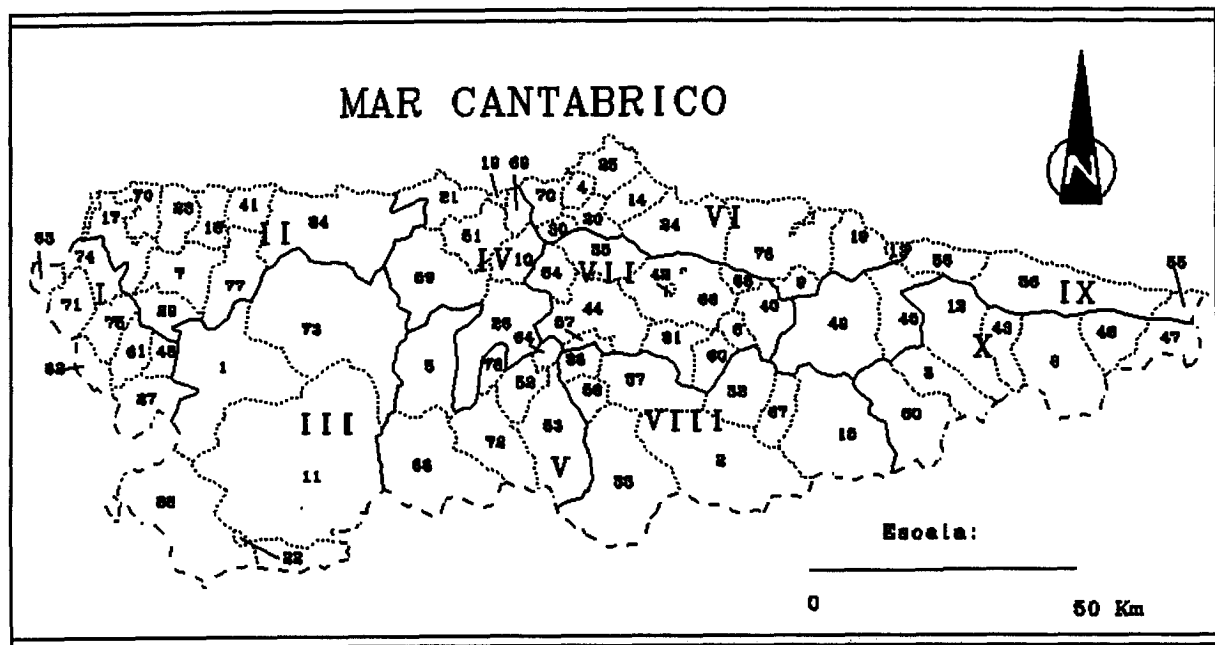


Fig. 2: Comarcas agrarias y términos municipales.

<b>I. VEGADEO</b>	<b>II. LUARCA</b>	<b>III. CANGAS DE ONIS</b>	<b>IV. GRADO</b>
27 Grandas de Salime	7 Boal	1 Allande	10 Candamo
48 Pesoz	17 Castropol	11 Cangas de Narcea	21 Cudillero
61 S. Martín de Oscos	18 Coaña	22 Degaña	26 Grado
62 Sta. Eulalia Oscos	23 Franco (El)	28 Ibias	39 Muros de Nalón
63 S. Tirso de Abres	29 Illano	73 Tineo	51 Pravia
71 Taramundi	34 Luarca		59 Salas
74 Vegadeo	41 Navia		69 Soto del Barco
75 Villanueva Oscos	70 Tapia Casariego		
	77 Villayón		
<b>V. BELMONTE MIRANDA</b>	<b>VI. GIJON</b>	<b>VII. OVIEDO</b>	<b>VIII. MIERES</b>
5 Belmonte de Miranda	4 Avilés	6 Bimenes	2 Aller
52 Proaza	9 Cabranes	31 Langreo	15 Caso
53 Quirós	13 Caravia	35 Llanera	32 Laviana
64 Santo Adriano	16 Carreño	40 Nava	33 Lena
68 Somiedo	19 Colunga	42 Noreña	37 Mieres
72 Teverga	20 Corvera Asturias	44 Oviedo	38 Morcín
78 Yernes y Tameza	24 Gijón	54 Regueras (Las)	58 Riosa
	25 Gozón	57 Ribera de Arriba	67 Sobrescobio
	30 Illas	60 S. Martín Rey Aurelio	
	76 Villaviciosa	65 Sariego	
		66 Siero	
<b>IX. LLANES</b>	<b>X. CANGAS DE ONIS</b>		
36 Llanes	3 Amieva		
45 Parres	8 Cabrales		
49 Piloña	12 Cangas de Onís		
55 Ribadedeva	43 Onís		
56 Ribadesella	46 Peñamellera Alta		
	47 Peñamellera Baja		
	50 Ponga		

## 2.2.- CLIMATOLOGIA

El clima de la región es templado y húmedo. Existen sin embargo grandes diferencias locales debido principalmente a la altitud y la distancia al mar. La precipitación media anual varía entre 1.000 mm/año o inferior en la costa y más de 1.500 mm/año en zonas montañosas. Las temperaturas medias anuales varían entre los 13 °C de la costa y los 9 °C de las zonas montañosas. Generalmente las precipitaciones se reparten bastante uniformemente a lo largo del año, siendo el promedio de días lluviosos de unos 150 días al año. Los meses más secos son julio y agosto.

La realización de este trabajo coincidió en el tiempo con un período de extrema sequía, como queda reflejado en la figura 3.

## 2.3.- HIDROLOGIA

La totalidad de la superficie provincial se encuentra situada dentro de la Cuenca Norte. El río principal es el Nalón, con una longitud de 129 km y cuyos principales afluentes son el Narcea y el Nora. Otros ríos importantes son el Navia con 159 km, el Eo con 79 km y el Sella con 56 km.

Sus aportaciones naturales son muy irregulares, como corresponde a su relativamente corta longitud. Los ríos principales cuentan con embalses de regulación, destacando los embalses de Salime (266 hm<sup>3</sup>), Doiras (124 hm<sup>3</sup>) y Arbón (33 hm<sup>3</sup>) en el río Navia, Tanes (36 hm<sup>3</sup>) en el Nalón, y la Barca (33 hm<sup>3</sup>) en el Narcea. Todos ellos se emplean para producción de energía eléctrica, salvo el de Tanes que también se utiliza para abastecimiento urbano.

---



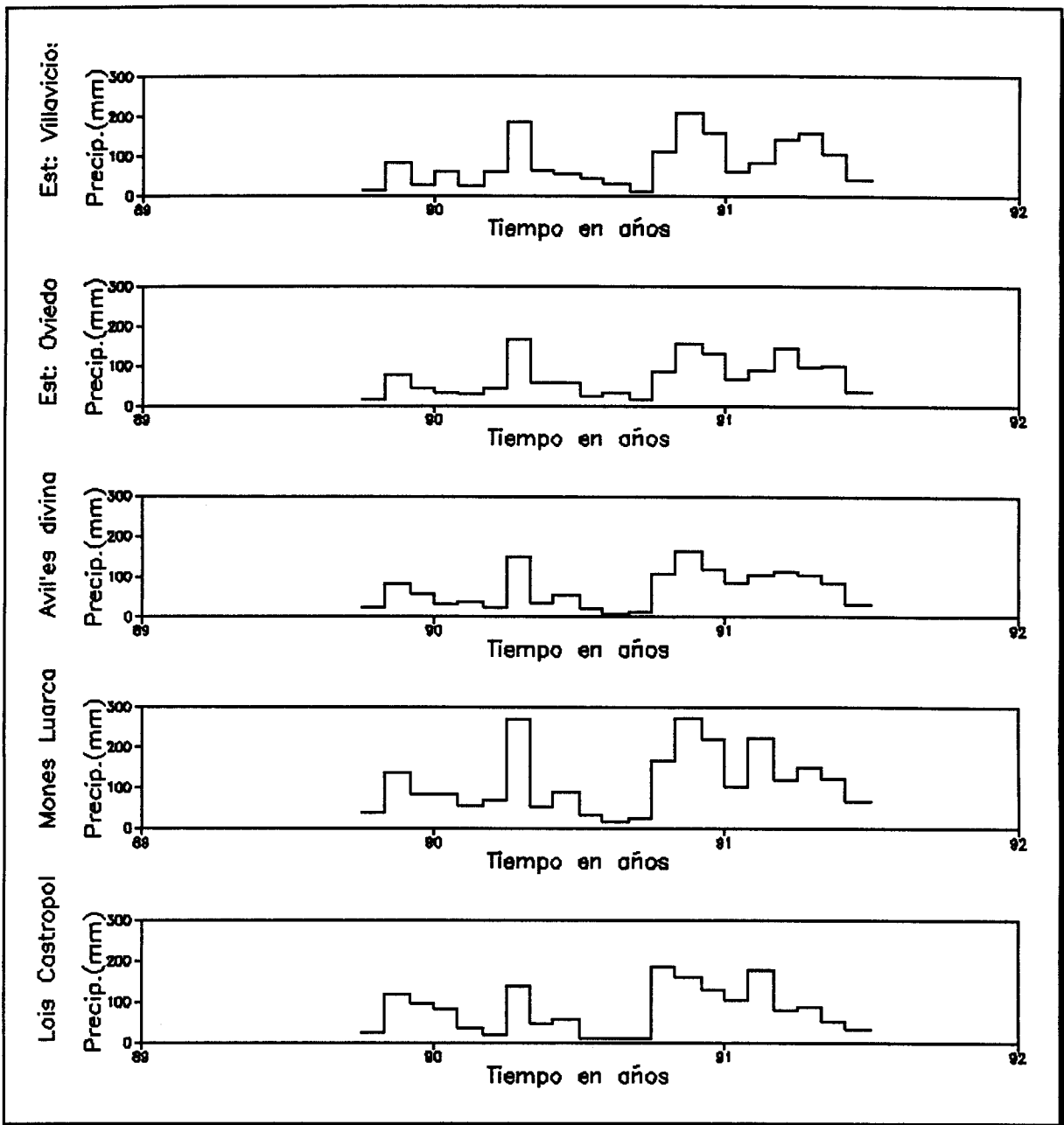


Fig. 3: Precipitaciones en estaciones meteorológicas de Asturias

#### 2.4.- ACTIVIDADES SOCIOECONOMICAS

De acuerdo con el nomenclátor de Asturias de 1.986 (Principado de Asturias, 1.987) la población de hecho de Asturias asciende a 1.110.377 habitantes.

La mayor parte de la población se concentra en la zona central, que es donde están las ciudades de mayor tamaño. Una porción significativa de la población se encuentra muy diseminada, en pequeños núcleos de población o viviendas aisladas.

La industria y el sector servicios se concentran en la zona central, donde se distribuye el 85,6 por ciento de la renta total. Entre las industrias destacan la minería (carbón, minerales metálicos, rocas industriales), la siderurgia (factorías de ENSIDESA entre Avilés y Gijón), la producción de energía eléctrica, la construcción y las industrias lácteas y cárnicas.

El sector agrario está basado en la ganadería, y particularmente en el ganado vacuno. La agricultura está orientada hacia la ganadería (salvo en el extremo occidental de Asturias); la mayor parte del suelo agrícola son prados y pastizales, y la mayor parte de la tierra de labor son cultivos forrajeros, praderas artificiales y pequeños huertos familiares.

---

## 2.5.- USOS DEL AGUA

Sin contar con el aprovechamiento hidroeléctrico de algunos grandes manantiales kársticos de zonas montañosas, la práctica totalidad del volumen de aguas subterráneas se destina a abastecimiento urbano (se estima que al menos un 90% se consume en abastecimiento urbano, donde se incluye la industria, ganadería y agricultura abastecidos con las redes de distribución, mientras que un 9 % se destina a industrias aisladas y un 1% a agricultura). Las demandas totales de agua se distribuyen como sigue:

### - Agricultura:

La utilización de aguas para regadío es casi insignificante, comportando tan sólo el 1,2 % de la superficie agrícola. La mayor parte de la superficie de regadío son prados naturales situados junto a ríos y arroyos. La demanda total se estima en 5 hm<sup>3</sup>/año.

### - Industria

La mayor parte de las pequeñas industrias se abastecen de las redes de distribución de poblaciones próximas, por lo que sus demandas de agua se incluyen dentro de las urbanas. El caso contrario es el de la siderúrgica ENSIDESA, cuya captación de aguas del río Narcea es utilizada por núcleos de población vecinos, particularmente en períodos secos. Las plantas de concentración de mineral y algunas industrias químicas también son consumidoras de volúmenes apreciables de agua de los ríos de las cuencas mineras y en la zona comprendida entre Colloto y Pola de Siero existen muchas industrias que se autoabastecen con captaciones de agua subterránea. La demanda total, exceptuando la siderúrgica, es de 20 hm<sup>3</sup>/año.

---

#### - Abastecimiento urbano

Tradicionalmente el abastecimiento de agua a las poblaciones se basó en la captación de los caudales que de un modo natural surgían de los manantiales.

El aumento de la demanda de agua producido por el incremento de la población y la mejora del nivel de vida obligó en una primera instancia a buscar manantiales lejanos. De este modo, Gijón cuenta entre sus fuentes de abastecimiento con un manantial en el concejo de Caso, y Oviedo con otros en Quirós. La falta de agua, y en ocasiones el deterioro de la calidad, obligó al uso de aguas superficiales, destacándose la captación del consorcio para el abastecimiento de agua de la zona central de Asturias (CADASA) con aguas del río Nalón en Rioseco.

Tan sólo recientemente se han comenzado a extraer cantidades significativas de agua subterránea para abastecimiento mediante bombeos de pozos o sondeos. En los municipios de Gozón y Carreño se regula artificialmente el caudal de unos manantiales, bombeando agua por medio de sondeos en períodos secos y utilizando así unas reservas de agua que son rellenadas de un modo natural en el siguiente período lluvioso. Castrillón, Gijón, Limanes, Noreña, Oviedo, Pola de Siero, Ribadedeva, Villaviciosa y Villayón también cuentan con pozos o sondeos de abastecimiento.

La demanda urbana total de Asturias se estima en 135 hm<sup>3</sup>/año, y puede alcanzar los 171 hm<sup>3</sup>/año para el año 2.000.

#### - Aprovechamiento hidroeléctrico

Existe un significativo aprovechamiento hidroeléctrico en la región, destacando las centrales del río Navia (Arbón, Doiras, Grandas), la central reversible de Tanes - Rioseco en el Nalón, y las minicentrales de Somiedo y de los Picos de Europa, situadas éstas en los ríos Dobra (Sella) y Cares.

---

### **3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LA REGION**

-----

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LA REGION

#### 3.1.- FORMACIONES HIDROGEOLOGICAS

Comenzando por los materiales geológicos más antiguos, se distinguen tradicionalmente en Asturias cinco formaciones acuíferas (figura 4):

- Sedimentos calcáreo-dolomíticos precarboníferos (sistema AA). Se trata de diversas capas carbonatadas de pequeño espesor, de edad Cámbrico (formación Láncara) y Devónico (Candás, Moniello, Rañeces). Aunque individualmente forman acuíferos de pequeño tamaño, en su conjunto tienen una superficie aflorante próxima a los 600 km<sup>2</sup>. Tienen una importancia local grande, dado que por medio de captación de manantiales o por pozos se abastece un buen número de núcleos de población de pequeño y mediano tamaño.

---

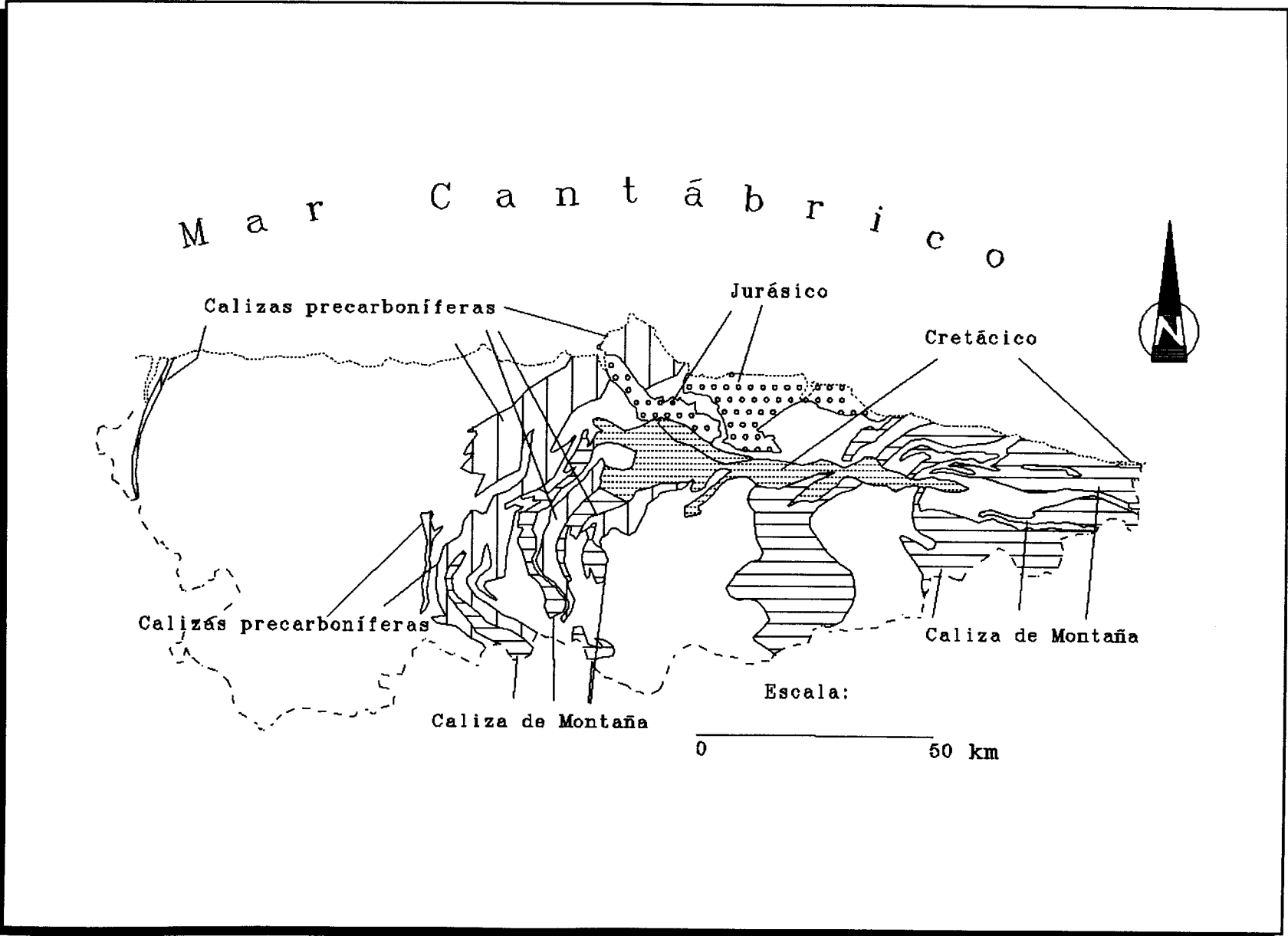
- Caliza de montaña (sistema nº 3). Es un potente paquete de calizas masivas, que llegan a superar los 1.000 metros de espesor. Su superficie aflorante total comporta unos 1.000 km<sup>2</sup>. Forma acuíferos de grandes dimensiones, cuyos manantiales (algunos de ellos con caudales de varios cientos de litros por segundo) se utilizan frecuentemente para el abastecimiento de grandes núcleos de población. El afloramiento más significativo son los Picos de Europa, donde existen manantiales cuyo caudal es en algunos casos superior a 1.000 litros/segundo.

- Sedimentos jurásicos (sistema nº 1). Ocupa una superficie de 430 km<sup>2</sup>. Hay dos formaciones permeables: un tramo detrítico, de permeabilidad moderada, constituido por areniscas, conglomerados y margas, y un tramo calcáreo, de mayor permeabilidad y entre 160 y 280 metros de espesor. Forma dos acuíferos, el subsistema Gijón- Villaviciosa y el subsistema Llantones. Uno y otro están situados en zonas de elevada demanda potencial de agua, tanto por la alta densidad de población como por la presencia de importantes industrias. Por ello existe un gran número de pozos y sondeos que captan aguas de estos acuíferos, entre ellos un conjunto de pozos de abastecimiento de Gijón.

- Sedimentos cretácicos (sistema nº 2 y sistema nº 4). Ocupan una superficie de unos 700 km<sup>2</sup>. Se trata de una alternancia de capas de arenas y calizas, con niveles impermeables entre ellos. Se extienden desde Oviedo hasta Cangas de Onís (sistema nº 2), existiendo otro afloramiento en el límite con Cantabria (sistema nº 4). En el eje Oviedo - Pola de Siero existen numerosos pozos y sondeos que captan el agua para abastecer la industria local, así como algunos núcleos de población (La Pola de Siero, Noreña, Limanes).

---

Fig. 4: Principales acuíferos de Asturias





- Otros acuíferos. Además de los mencionados, existen otras formaciones geológicas que no tienen interés a nivel regional pero que localmente constituyen unos recursos de agua de gran interés.

### 3.1.1.- CALIZAS Y DOLOMIAS PRECARBONIFERAS

Geográficamente se disponen rodeando por el Oeste la cuenca carbonífera central asturiana. Forman acuíferos entremezclados con los de caliza de montaña, precisamente en la zona donde ésta tiene menor espesor. Al Este de la cuenca carbonífera central, donde la caliza de montaña alcanza mayores espesores, no existen estos sedimentos.

Se divide tradicionalmente el sistema en siete zonas, aunque dentro de cada zona hay a su vez distintos niveles acuíferos, muchas veces poco o nada conectados entre sí. Los recursos y reservas de estas siete zonas se resumen en la tabla siguiente:

ZONA	RECURSOS (hm <sup>3</sup> /año)	RESERVAS (hm <sup>3</sup> /año)
CABO PEÑAS	1,6	42
CORNELLANA- PRAVIA	9,9	136
TUÑA	3,3	39
SOMIEDO	24,2	258
TAMEZA - GRADO	9,7	134
SOBIA - TRUBIA	6,4	99
MORCIN	2,0	30
Total	57,10	738,00

Tabla 1: Recursos y reservas de los sedimentos calizos y dolomíticos precarboníferos.

A estas zonas hay que añadir los afloramientos de calizas cámbricas que existen en el occidente de Asturias. Aunque su superficie es pequeña tienen una importancia grande, dado que comúnmente son la única fuente de abastecimiento disponible. En la figura 4 tan sólo se han representado las calizas de Vegadeo, de cuyos manantiales se abastecen, entre otros, Vegadeo y Castropol.

Existen pozos de abastecimiento urbano perforados en estos materiales en los concejos de Castrillón, Gozón y Carreño.

### 3.1.2.- CALIZA DE MONTAÑA

Bajo la denominación de "Caliza de Montaña" se incluyen las calizas depositadas en la base del carbonífero, por encima de la caliza "Griotte", que constituye un nivel guía en toda la región.

Se distinguen las siguientes formaciones de muro a techo:

- Formación Barcaliente: Calizas masivas negras, fétidas. Llegan a alcanzar los 1.000 metros en los Picos de Europa, disminuyendo de espesor gradualmente en dirección Oeste. Suele presentar dolomitización masiva (Somiedo) o selectiva, ligada a la fracturación.
  
  - Formaciones Valdeteja y Picos: Calizas de grano grueso, que han perdido su porosidad primaria por recristalización y que presentan porosidad por fracturación, disolución y/o dolomitización. Su espesor llega a alcanzar los 1.000 metros en los Picos, donde se encuentran en contacto con las calizas de Barcaliente formando un único paquete. A veces hay intercalados niveles pizarrosos y de calizas rojizas de facies Griotte.
-

- Formación Lebeña: Alternancia de rocas carbonatadas, detríticas y lutíticas, con caracteres turbidíticos en la parte oriental. En el resto de Asturias, el conjunto de estratos consistente en la repetición rítmica de pizarras, calizas y areniscas, recibe el nombre de caleras o entrecalizas. Aunque las calizas son permeables y están drenadas por pequeñas fuentes, el conjunto se comporta como impermeable.

Los afloramientos de caliza de montaña se clasifican en trece zonas:

ZONA	RECURSOS (hm <sup>3</sup> /año)	RESERVAS (hm <sup>3</sup> /año)
Picos de Europa	445	400
Carreña - Panes	200	200
Peña Ubiña - P. Rueda	50	
Sierra del Aramo	30	76
Las Caldas - Palomar	30	
Sierra del Sueve	19	24
Ac. Costeros de Ribadese- lla	28	40
Mofrechu	10	
Ac. Costeros de Llanes	59	70
Sierra del Cuera	70	96
Somiedo	70	100
Sierra de Sobia - Mustayal	20	
Reborde oriental de la Cuenca Carbonífera	220	120
<b>Total</b>	<b>1.251,00</b>	<b>1.126,00</b>

Tabla 2: Recursos y reservas de la caliza de montaña.

Entre las captaciones de aguas de caliza de montaña para abastecimiento se pueden destacar el manantial de los Arrudos, en

Caso (abastecimiento de Gijón), el de Lindes en Quirós y los del Aramo en Riosa (abastecimiento de Oviedo), el Raigosu en Laviana (abastecimiento de S. Martín del Rey Aurelio y Langreo), el de Obaya (Colunga), los de Güeyu Ríu y l' Argañal (Piloña), Guadamía (Ribadesella) y un largo etcétera de manantiales de gran caudal. Sin embargo son muy pocos los pozos o sondeos de abastecimiento perforados en estas calizas, y la mayoría de ellos nunca llegaron a estar en explotación.

### 3.1.3.- SEDIMENTOS JURASICOS

Como se había apuntado anteriormente, están formados por un tramo calcáreo de 160-280 metros de espesor, que es el único acuífero de interés, y unos tramos detríticos y margosos sobre ellos, sin interés para explotación del agua pero que constituyen una fuente de recarga para el tramo calcáreo. Gracias a ello:

- El tramo calcáreo tiene unos recursos renovables de agua apreciables, ya que de otro modo serían escasos por la limitada extensión de sus propios afloramientos.
- El acuífero tiene una cierta protección frente a contaminaciones desde la superficie, ya que el tramo detrítico constituye una barrera que los contaminantes tienen que atravesar antes de llegar al tramo calcáreo y de éste a los pozos y manantiales.

Estos sedimentos dan lugar a un buen número de manantiales de caudal apreciable, pero nunca caudales tan espectaculares como los que se encuentran en la caliza de montaña. Algunos de los manantiales descargan directamente al mar, siendo conocidas desde antaño estas surgencias de agua dulce a una cierta distancia de la costa.

---

Los sedimentos jurásicos forman dos acuíferos bien diferenciados, desconectados hidráulicamente entre sí, cuyos recursos y reservas se resumen en la tabla 3:

ZONA	RECURSOS (hm <sup>3</sup> /año)	RESERVAS (hm <sup>3</sup> /año)
Gijón - Villaviciosa	183	800
Llantones	55	70
Total	238,00	870,00

Tabla 3: Recursos y reservas de los sedimentos jurásicos.

Existen manantiales y pozos de abastecimiento en estos acuíferos. Entre los manantiales se pueden citar los de Llantones y fuente Deva para abastecimiento de Gijón, los de Santi y la Xunclar para Villaviciosa. Tanto Gijón como Villaviciosa extraen asimismo agua de pozos perforados en las calizas jurásicas.

#### 3.1.4.- SEDIMENTOS CRETACICOS

Se trata de un acuífero multicapa en el que se encuentran superpuestos niveles detríticos y calcáreos, con intercalaciones arcillosas y margosas, entre los que hay un mayor o menor grado de comunicación vertical.

Al Oeste de Oviedo predominan los tramos detríticos, con tres niveles arenosos denominados AK1, AK2 y AK3 correspondientes al Coniaciense, Cenomaniense y Albiense, respectivamente. En dirección Este van aumentando en importancia los tramos calcáreos, que alcanzan en la zona de Llanera un espesor (potencia) de 200 metros, y aún mayor en el afloramiento que existe en el límite con Cantabria (Ribadedeva).

El agua de recarga ha de atravesar generalmente varios tramos de pequeña permeabilidad antes de llegar a los tramos

permeables y de ellos a los sondeos o manantiales. Por ello hay una buena protección frente a contaminaciones desde la superficie.

Estos sedimentos dan lugar a un gran número de manantiales, generalmente de pequeño caudal, utilizados para abastecimiento de muchas aldeas a lo largo del eje Oviedo - Cangas de Onís, especialmente entre Oviedo y Nava.

Se distinguen tres acuíferos, si bien entre los dos primeros hay una cierta comunicación hidráulica. Sus recursos y reservas son:

ZONA	RECURSOS (hm <sup>3</sup> /año)	RESERVAS (hm <sup>3</sup> /año)
Oviedo - Pola de Siero	53	1650 <sup>a</sup>
Nava - Cangas de Onís	14	1400 <sup>a</sup>
Ribadedeva	10	30 <sup>b</sup>
Total	77,00	3.080,00

<sup>a</sup>) Calculadas con el volumen total de formación permeable.

<sup>b</sup>) Volumen de agua almacenada en los cien primeros metros.

Tabla 4: Recursos y reservas de los sedimentos cretácicos.

Existe un número importante de sondeos que captan el agua contenida en estos materiales. La Pola de Siero, Noreña y Limanes cuentan con pozos de abastecimiento perforados en ellos.

### 3.1.5.- LA "FRANJA MOVIL INTERMEDIA"

Es una zona de fallas y cabalgamientos en la que a modo de escamas superpuestas se encuentran materiales cretácicos, jurásicos y triásicos. Está situada entre el cretácico de Oviedo-Pola de Siero y el jurásico de Llantones. Tradicionalmente se ha considerado como una unidad separada (sistema AB), aunque en la figura 4 se ha incluido dentro del cretácico de Oviedo - Pola de Siero en favor de la claridad de la figura.

Los recursos renovables de agua se han estimado en 14 hm<sup>3</sup>/año.

### 3.1.6.- OTROS ACUIFEROS

Existen otras formaciones geológicas permeables que localmente tienen suficiente extensión, permeabilidad y porosidad eficaz para dar lugar a manantiales de importancia y pueden ser susceptibles de explotación por pozos o sondeos. Entre ellos se pueden destacar:

- Las cuarcitas y pizarras cámbrico - ordovícicas de la formación Los Cabos, en las que están perforados dos sondeos de abastecimiento a Villayón. Presentan porosidad por fracturación. Aunque los caudales de los sondeos son reducidos, constituyen una fuente de abastecimiento muy importante en un lugar donde no existen grandes manantiales.
  - Las cuarcitas devónicas y ordovícicas (Cuarcita Armoricana), que localmente pueden estar muy fracturadas, o incluso pueden estar poco consolidadas y formar acuíferos de porosidad intergranular. De este modo estas cuarcitas pueden dar lugar a manantiales cuyas aguas generalmente poseen muy
-

buena calidad, como el de Berbes del abastecimiento tradicional a Ribadesella.

- Capas de calizas intercaladas dentro de la cuenca carbonífera central asturiana. Dan lugar a manantiales de interés local para abastecimiento de pequeños pueblos y aldeas. Con cierta frecuencia estos manantiales ven disminuido su caudal (hasta desaparecer) como consecuencia de las labores mineras. Por el contrario, en algunos puntos las labores mineras abandonadas son utilizadas para captación de agua.
  - Areniscas del Jurásico Superior. Dan lugar a una serie de pequeños acuíferos, generalmente independientes entre sí, de poco espesor y con una continuidad lateral limitada. Generalmente se encuentran sobre el acuífero jurásico calcáreo.
  - Sedimentos terciarios. Presentan algunos tramos permeables (conglomerados, calizas lacustres) pero de escaso interés hidrogeológico. Generalmente se encuentran sobre los sedimentos cretácicos.
  - Sedimentos cuaternarios. En los fondos de los valles fluviales existen generalmente unos depósitos de limos, arcillas, arenas y bolos de pequeño espesor. Existen captaciones de agua en estos sedimentos, como los pozos de Palomar para abastecimiento a Oviedo. Se trata en realidad de un modo de captación del agua del río Nalón, aprovechando el poder depurador del terreno, dado que no se vacían las reservas (pequeñas) del acuífero. Existen también sedimentos cuaternarios en las llanuras costeras, en los extremos oriental y occidental de la provincia. Su importancia a escala regional es pequeña, pero tradicionalmente han sido objeto de captación por medio de pozos excavados manualmente de pequeña profundidad, para abastecimiento de viviendas aisladas o pequeñas aldeas.
-



### 3.2.- HIDROQUIMICA

Como regla general las aguas subterráneas de Asturias tienen, en ausencia de contaminación, una calidad química buena para consumo humano. Los acuíferos de montaña tienen aguas de baja mineralización, que aumenta en los acuíferos situados a cotas bajas. Se trata en su mayoría de aguas bicarbonatadas cálcicas o magnésicas. En casi todos los puntos el residuo seco es inferior a 500 mg/l y la dureza inferior a 30 °F.

Tan sólo se encuentran ocasionalmente aguas no adecuadas químicamente para consumo humano en las calizas jurásicas, donde frecuentemente hay contenidos demasiado elevados de sulfato y magnesio, seguramente por influencia de los materiales triásicos yesíferos subyacentes. En 39 muestras de las redes de control de calidad del ITGE se encontraron valores de magnesio superiores a 50 mg/l, y en 12 muestras valores de sulfato superiores a 400 mg/l.

---

#### **4.- INVENTARIO DE FOCOS CONTAMINANTES**

---

#### 4.- INVENTARIO DE FOCOS CONTAMINANTES

Como objetivo básico del Estudio se ha realizado un inventario de aquellas actividades humanas que de un modo directo o indirecto pueden contaminar las aguas subterráneas. Se han clasificado en dos grandes grupos: focos puntuales y contaminación difusa, entendiéndose por contaminación difusa aquella que proviene de un gran número de focos de pequeña entidad y que afectan a grandes superficies, en ocasiones alejadas del propio foco, en concreto la agricultura y ganadería dispersa. El inventario ha sido realizado a nivel de término municipal, y los focos puntuales se han situado en mapas topográficos a escala 1:50.000 cuyos originales han sido entregados al ITGE. Se ha entregado al ITGE un pliego para cada término municipal con las fichas de todos los focos de contaminación incluidos en el término. Se ha realizado un mapa refundido a escala 1:200.000 (plano número 1) con todos los focos puntuales, y un resumen con los datos básicos de dichos focos se ha incluido en el anexo 1.

---

#### 4.1.- FOCOS PUNTUALES

##### 4.1.1.- Vertidos de residuos sólidos urbanos

La práctica totalidad de los vertederos incontrolados que existían en Asturias, muchos de ellos situados sobre materiales permeables (por ejemplo el propio de Oviedo en Sta Marina de Piedramuelle, sobre arenas cretácicas) se encuentran en la actualidad clausurados. En su lugar se han sustituido por depósitos controlados de residuos en Coaña, Tineo y en la confluencia de los concejos de Gijón, Llanera y Corvera (depósito de la Lloreda o Zoreda, donde se recogen los residuos de la población de toda la zona central de Asturias). La tabla siguiente resume los principales puntos de vertido de Asturias. Se incluyen los principales vertederos clausurados, ya que aunque se encuentran sellados presentan riesgo de contaminación por el volumen de residuos almacenado.

Nombre	Población	Observaciones
Depósito de Coaña	58.566	Depósito controlado
Vertedero de Cangas del Narcea	19.753	Incontrolado
Depósito de Tineo	26.315	Depósito controlado
Vertedero de Avilés	86.584	Clausurado
Vertedero de Oviedo	190.123	Clausurado
Depósito de la Zoreda	926.150	Depósito controlado
Vertedero de Gijón	245.469	Clausurado
Vertedero de Aller	19.705	Incontrolado

Tabla 5: Principales puntos de vertido de residuos sólidos urbanos de Asturias.

#### 4.1.2.- Vertidos de efluentes urbanos

Las poblaciones situadas a lo largo de la línea de costa vierten sus residuos líquidos a través de emisarios submarinos. Por ello no suponen un riesgo de contaminación de las aguas continentales. Entre los vertidos en el interior cabe destacar el de la ciudad de Oviedo, al río Nora desde la depuradora de Villaperi.

En Asturias existen pocos núcleos de población de tamaño apreciable. Se han considerado focos puntuales aquellos núcleos que vierten a aguas continentales y cuyo número de habitantes es superior a 500. Hay que tener en cuenta que existen municipios en los que la población está muy dispersa y no hay ningún núcleo con este número de habitantes. Los principales puntos de vertido a aguas continentales se resumen en la tabla siguiente:

Nombre	Población	Observaciones
Vertidos de barrios de Avilés	21.245	Sin depuración
Vertidos de las Vegas y Villalegre	8.975	Sin depuración
Vertidos de la Pola de Lena	8.641	Sin depuración
Vertidos de Oviedo	169.115	Depuradora de Villaperi
Vertidos de Mieres	28.000	Sin depuración
Vertidos de La Felguera	10.097	Sin depuración
Vertidos de Sama	11.249	Sin depuración

Tabla 6: Principales puntos de vertido de residuos líquidos urbanos de Asturias a aguas continentales.

En la figura 5 se muestran los aportes de nitrógeno generados por los vertidos líquidos urbanos, divididos por la superficie del término municipal. Los valores se han calculado en base a la densidad de población, teniendo en cuenta que la producción por habitante es aproximadamente de 5,1 kg N/año. Se

pueden traducir los valores de la figura 5 a densidad de habitantes, pues 50 kg N/año equivalen aproximadamente a una densidad de población de 10 habitantes/ha o lo que es lo mismo 1.000 habitantes/km<sup>2</sup>.

La población se concentra mayoritariamente en la zona central y las zonas montañosas están despobladas. En la figura 4 puede verse que dosis mayores de 10 kg N/ha se encuentran tan sólo en la zona central y Norte de la provincia.

#### 4.1.3.- Explotaciones ganaderas intensivas

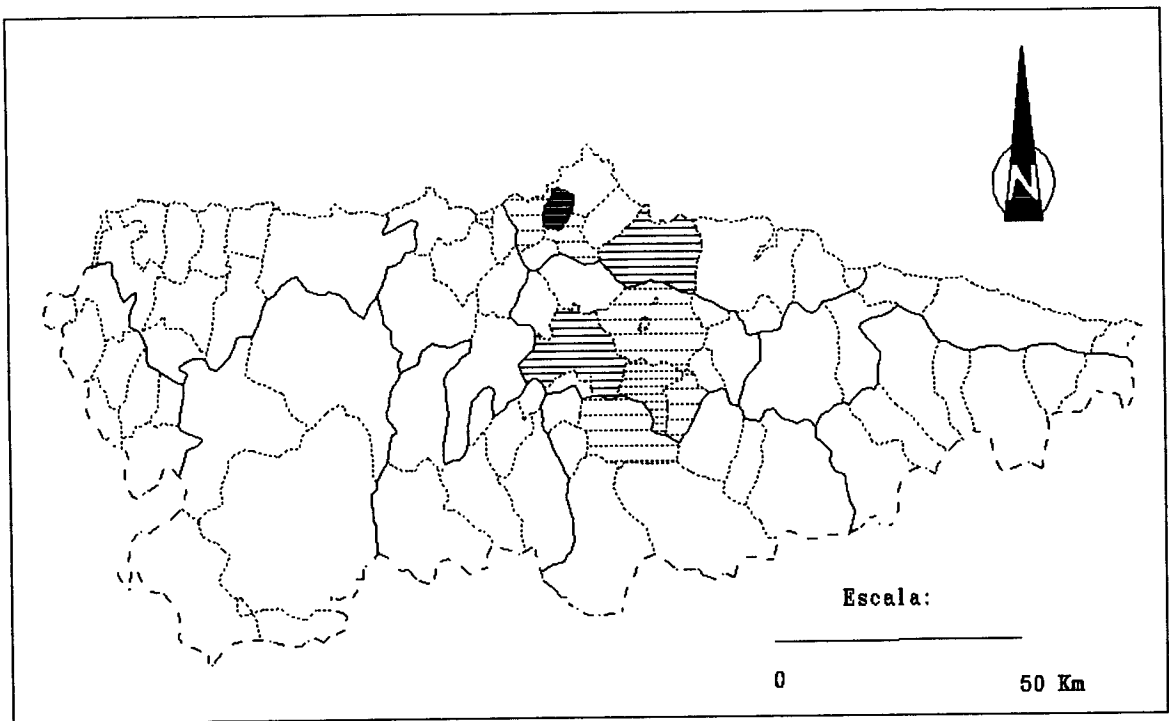
El campo asturiano es eminentemente ganadero, especializado en el ganado bovino. La mayoría de las explotaciones de bovino están muy dispersas, pero existen sin embargo un pequeño número de ellas de tamaño apreciable. Las principales de estas granjas se incluyen en la tabla 7, junto con las explotaciones intensivas de mayor tamaño de otras especies.



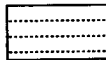


Las explotaciones de aves, también importantes, suelen tener un tamaño apreciable y estar a pocos kilómetros de los grandes núcleos de población, a los que les suministran. Existen granjas de gran tamaño (más de 24.000 ponedoras) por ejemplo en Noreña, Villaviciosa, Sobrescobio, Gijón y Llanera.

Otras especies de ganado tienen poca entidad en Asturias, y prácticamente no hay explotaciones de tamaño apreciable. Se pueden destacar cuatro granjas de porcino en los concejos de Oviedo, Tineo, Siero y Piloña, todas ellas con más de doscientas cabezas.

---

Fig. 5: Dosis medias de nitrógeno aportado por los residuos líquidos urbanos.



- |   |                       |   |                        |
|---|-----------------------|---|------------------------|
|  | Menos de 10 kg N/ha   |  | Entre 50 y 100 kg N/ha |
|  | Entre 10 y 25 kg N/ha |  | Más de 100 kg N/ha     |
|  | Entre 25 y 50 kg N/ha |   |                        |

Dosis de nitrógeno aportado por residuos líquidos urbanos

Nombre o situación	Especie	Núm. de cabezas	Depuración
Castropol	Bovino	155	No
Salave (Tapia)	Bovino	131	Si
La Figuerina (Allande)	Bovino	130	Si
La Mesa (Grandas de Salime)	Ovino	350	Si
Gera (Tineo)	Porcino	300	Si
Merilles (Tineo)	Ovino	550	Si
LLanera	Aves	24.000	Si
Latores (Oviedo)	Porcino	300	Si
los Pinos (Gijón)	Aves	30.000	Si
Noreña	Aves	48.000	Si
Noreña	Aves	48.000	Si
Castrillón	Bovino	400	Si
Pathos (Gijón)	Bovino	150	Si
Celles (Siero)	Porcino	300	Si
G. Covadonga (Gijón)	Bovino	147	Si
La Dehesa (Villaviciosa)	Aves	54.000	Si
S. Roque (Sobrecobio)	Aves	46.000	Si
La Pucherina (Nava)	Bovino	188	Si
Centro experimentación agraria (Villaviciosa)	Bovino	149	Si
Infiesto	Porcino	250	Si

Tabla 7: Principales explotaciones ganaderas de Asturias.

La práctica totalidad 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 granjas de pequeño tamaño el estiércol se suele amontonar. En función de la época del año estos montones se cubren con plásticos para protegerlos de la lluvia. En estas condiciones la porción líquida puede escurrir y tener un destino final diferente que la sólida.



#### 4.1.4.- Industrias

Se han tenido en cuenta aquellas industrias que por una u otra razón pueden constituirse permanente o accidentalmente en un foco de aportes de compuestos nitrogenados. Entre éstas destacan algunas industrias químicas y la industria alimentaria.

Las industrias químicas están situadas en su totalidad en la zona central. Destacan la fábrica de abonos de la Empresa Nacional de Fertilizantes, S.A. junto a la siderúrgica ENSIDESA en Veriña, la fábrica de explosivos de ERT en la Manjoya (Oviedo) y las industrias químicas situadas a lo largo del río Nalón. Las principales industrias que pueden ser foco de aportes de compuestos nitrogenados se incluyen en la tabla 8.

---

Nombre	Volumen de vertido (m <sup>3</sup> /año)	Observaciones
Matadero de Cangas del Narcea		Sin depuración
Química del Nalón (Trubia - Oviedo)	887.315	Balsas de decantación
Vertederos de RSI de ENSIDESA (Gozón y Carreño)		Escorias de alto horno.
Fábrica de explosivos la Manjoya (Oviedo)	30.000	Sin depuración
Fábrica de fertilizantes (Corvera)	1.905.000	Balsa neutralización.
Carboquímica (Mieres)	262.800	Sin depuración
Sacrificio de ganado (Oviedo)	38.750	Vierte a red municipal
Matadero central de Asturias (Noreña)	135.780	Depuración biológica.
Diversas industrias cárnicas (Noreña)	185.452	Vierten a red municipal
Fábrica de fertilizantes (Langreo)	650.000	Sin depuración
Matadero (Langreo)	15.330	Sin depuración
Matadero (Siero)	33.120	Depuradora en construcción.

Tabla 8: Principales actividades industriales de Asturias que pueden aportar compuestos de nitrógeno.

Entre las industrias alimentarias destacan los mataderos, fábricas de embutidos y de alimentos en conserva. La mayor parte de los mataderos municipales que existían repartidos por toda la región han sido clausurados, y en su lugar se utiliza el matadero central de Asturias, situado en Noreña. Las industrias de embutidos y de alimentos en conserva se concentran alrededor de este matadero, estando casi todas ellas en el eje Colloto (Oviedo) - La Pola de Siero.

## 4.2.- CONTAMINACION DIFUSA

## 4.2.1.- Agrícola

La agricultura asturiana está poco desarrollada, y por lo general está orientada hacia la ganadería. Los concejos más occidentales, a partir del río Navia, son los que tienen mayor tradición agrícola. No obstante, los condicionantes orográficos hacen que la proporción de tierras de labor siga siendo pequeña en relación al total de la superficie, como puede verse en la tabla 9:

COMARCA AGRARIA	ACTIVIDAD AGRICOLA SUPERFICIES EN HECTAREAS EN ASTURIAS						SUPERFICIE NO AGRICOLA	SUPERFICIE GEOGRAFICA
	REGADIO CULTIVOS	REGADIO PRADOS	TIERRAS DE LABOR BARBECHO		PADOS	PASTIZALES		
Vegadeo	0	685	1967	0	8136	2031	40730	53549
Luarca	23	621	8228	0	23157	3805	71387	107221
Cangas del Narcea	0	1388	4935	0	35505	9485	163651	214964
Grado	42	394	3194	0	21371	2465	49959	77425
Belmonte de Miranda	9	199	493	0	10956	16090	72724	100471
Gijón	174	75	4757	0	31414	1131	52287	89838
Oviedo	79	36	4232	0	25016	1591	57576	88530
Mieres	0	85	700	0	19096	15371	108521	143773
Llanes	40	40	2938	0	20602	6584	48529	78733
Cangas de Onís	8	118	535	0	12198	13795	75270	101924
TOTAL ASTURIAS	375	3641	31979	0	207451	72348	740634	1056428

Tabla 9: Distribución de usos de la tierra en Asturias, por comarcas agrarias.

Como se aprecia en la tabla, el 70 % de la superficie de Asturias es superficie no cultivada, incluyendo tanto la superficie no agrícola en sí misma como bosques y monte bajo. El 30 % restante está constituido mayoritariamente por prados y pastizales, mientras que las tierras de labor comportan tan sólo un 3 % de la superficie.

Los cultivos más abundantes son el maíz, praderas artificiales, cultivos forrajeros y tubérculos. Frecuentemente se alternan el maíz de verano con las praderas artificiales en invierno.

El abono más utilizado es el estiércol, con gran diferencia sobre los inorgánicos. La utilización o no de estos últimos depende de la disponibilidad local del estiércol y de las costumbres de cada agricultor, de modo que las dosis de abonos inorgánicos son variables aún dentro de la misma zona.

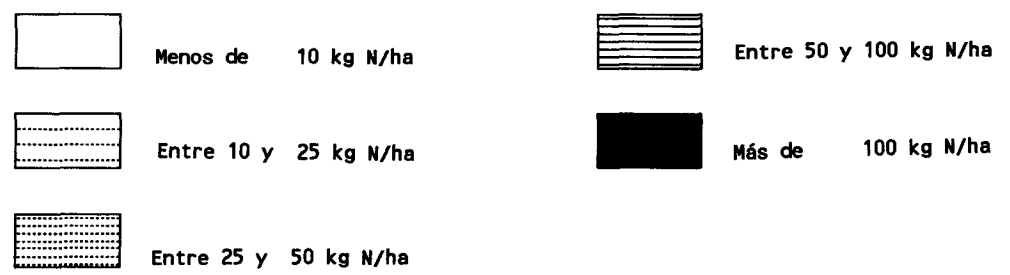
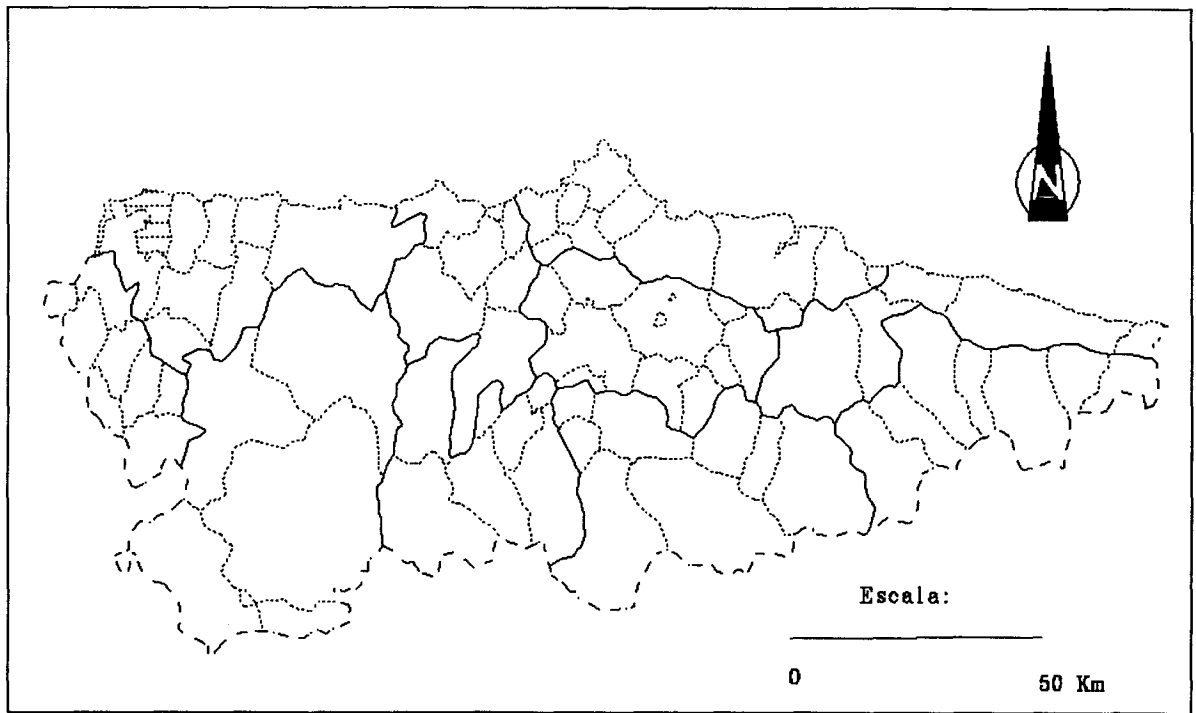
Se envió una encuesta a las Cámaras Agrarias solicitando las dosis de consumo de fertilizantes en cada zona. Para el cálculo de los aportes totales de nitrógeno se utilizaron las dosis facilitadas por las Cámaras Agrarias y las superficies cultivadas del Censo del M.A.P.A. En algunas comarcas agrarias no existen datos fidedignos de dosis de fertilizantes; en estos casos se asignaron unas dosis medias.

Las dosis de estiércol varían entre 20 y 40 Tm/ha, lo que equivale a una dosis de nitrógeno entre 70 y 140 kg N/ha.

Las dosis de abonos inorgánicos generalmente utilizadas están comprendidas entre 300 y 800 kg/ha y año de abono complejo, lo que supone entre 20 y 70 kg de N/ha y año. Dado que las superficies cultivadas suponen tan solo un pequeño porcentaje de la superficie municipal, las dosis medias repartidas en la superficie del término son pequeñas, como puede verse en la figura 6.

Se puede afirmar que el uso de abonos inorgánicos es modesto. En este sentido, la Administración del Principado de Asturias fomenta su utilización exigiendo unas dosis mínimas para dar subvenciones a nuevas explotaciones intensivas. Las técnicas agrícolas empleadas no siempre son las más adecuadas para evitar la percolación de los compuestos de nitrógeno hasta los acuíferos. Por ejemplo la aplicación de estiércol al terreno se realiza principalmente cuando llueve, para evitar posibles daños a la hierba.

---



Dosis de nitrógeno aportado por abonos inorgánicos

Fig. 6: Dosis medias de nitrógeno aportados por abonos inorgánicos.

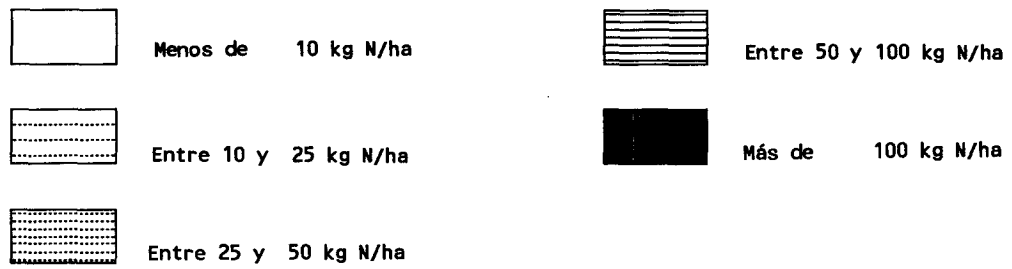
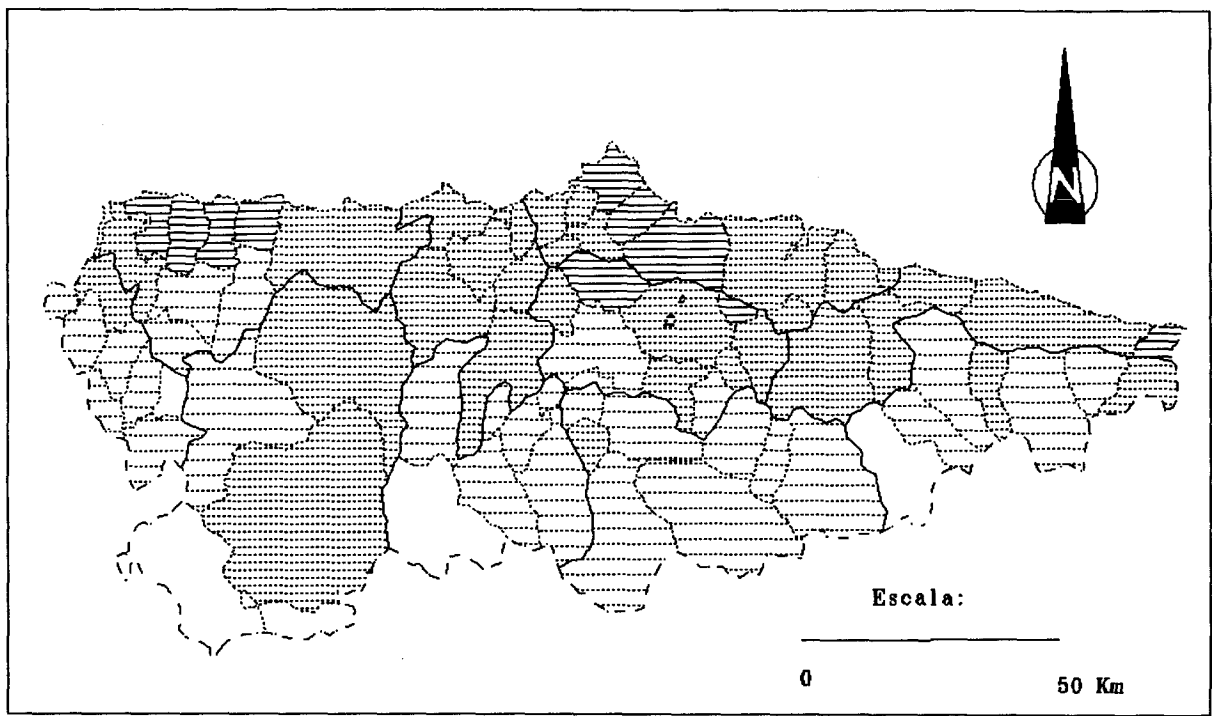
#### 4.2.2.- Ganadera

La mayor concentración de cabezas de ganado se encuentra en las zonas llanas, especialmente junto a la costa, como queda reflejado en la figura 7, donde se han representado diferentes rangos de carga contaminante en términos de nitrógeno por unidad de superficie de la totalidad del término municipal. Como referencia se puede indicar que una dosis anual de 50 kg N/ha equivale aproximadamente a una vaca adulta por hectárea (el ganado bovino es, con diferencia, el más importante de la región); los valores de la figura también dan una idea de la superficie dedicada a prados en cada concejo, dado que aproximadamente una hectárea de prado natural produce casi la hierba necesaria para alimentar dos vacas. La mayor parte de las explotaciones de ganado bovino de la costa son explotaciones lecheras (raza frisona fundamentalmente), mientras que las de zonas montañosas tienen ganado para carne (casinas, carreñas, ratinas, etc.).

En la tabla 10 puede verse el número de cabezas de ganado de las distintas especies por comarcas agrarias. Puede comprobarse que el ganado bovino se distribuye por todas las comarcas, el ovino y caprino se concentran en la comarca de Cangas de Onís, el porcino en Cangas del Narcea y el aviar en Gijón, mientras que el ganado equino y cunil tienen muy poca entidad en la región. Los datos de la tabla 10 y la figura han sido obtenidos de las estadísticas del M.A.P.A.

---

Fig. 7: Dosis medias de nitrógeno aportado por la ganadería.



Dosis de nitrógeno aportado por el ganado

## C A B E Z A S D E G A N A D O

COMARCAS:	BOVINO	OVINO	CAPRINO	PORCINO	EQUINO	AVIAR	CUNIL
Vegadeo	12826	1666	886	3722	1627	17726	2660
Luarca	63198	1230	431	14400	5330	77650	1880
Cangas del Narcea	64885	7310	5494	25675	5697	92750	4336
Grado	38051	1735	414	9653	2814	93486	6520
Belmonte de Miranda	19181	1457	2799	2861	4008	18400	1140
Gijón	62599	2772	264	6720	2914	404583	10635
Oviedo	52336	4954	938	6709	3097	68559	1050
Mieres	34128	5532	2554	7658	4528	28518	130
Llanes	40248	9185	1300	4148	1649	42820	2050
Cangas de Onís	23032	27590	13789	6282	2664	16595	2945
TOTAL ASTURIAS	410484	63431	28869	87828	34328	861087	33346

Tabla 10: Cabezas de ganado por comarcas agrarias.

La producción de residuos de la cabaña ganadera (estiércol sólido y líquido) se ha calculado multiplicando el número de animales de cada especie por la producción de "deyecciones diarias" de la tabla 11. De igual forma se calculó la carga contaminante que aporta el estiércol, reflejada en la figura 7.

ESPECIE DE GANADO	DEYEC. DIARIAS (kg/día.cabeza)		CONCENTRACION DE NITROGENO (%)		PRODUCCION DE NITROGENO POR CABEZA (gramos/día)	PRODUCCION DE DBO <sub>5</sub> POR CABEZA (kg/año)
	SOLIDO	LIQUIDO	SOLIDO	LIQUIDO		
BOVINO						320
Terberos	16,0	10,0	0,35	0,7	126	
Resto	22,0	12,0	0,35	0,7	163	
OVINO						25
Corderos	0,6	1,2	0,30	0,30	5	
Resto	2,5	5,0	0,30	0,30	22	
CAPRINO						30
Cabritos	0,6	1,2	0,30	0,30	5	
Resto	2,5	5,0	0,30	0,30	22	
EQUINO						200
Crías	4,0	1,0	0,5	1,2	32	
Resto	20,0	5,0	0,5	1,2	160	
PORCINO						45
Lechones	1,2	1,8	0,5	0,4	13	
Resto	3,6	5,5	0,5	0,4	40	
AVIAR	0,16		1,4		2,2	1,6
CUNIL	0,23		1		2,3	5,5

Tabla 11: Producción de nitrógeno de las distintas especies de ganado.



#### 4.3.- APORTES NITROGENADOS TOTALES

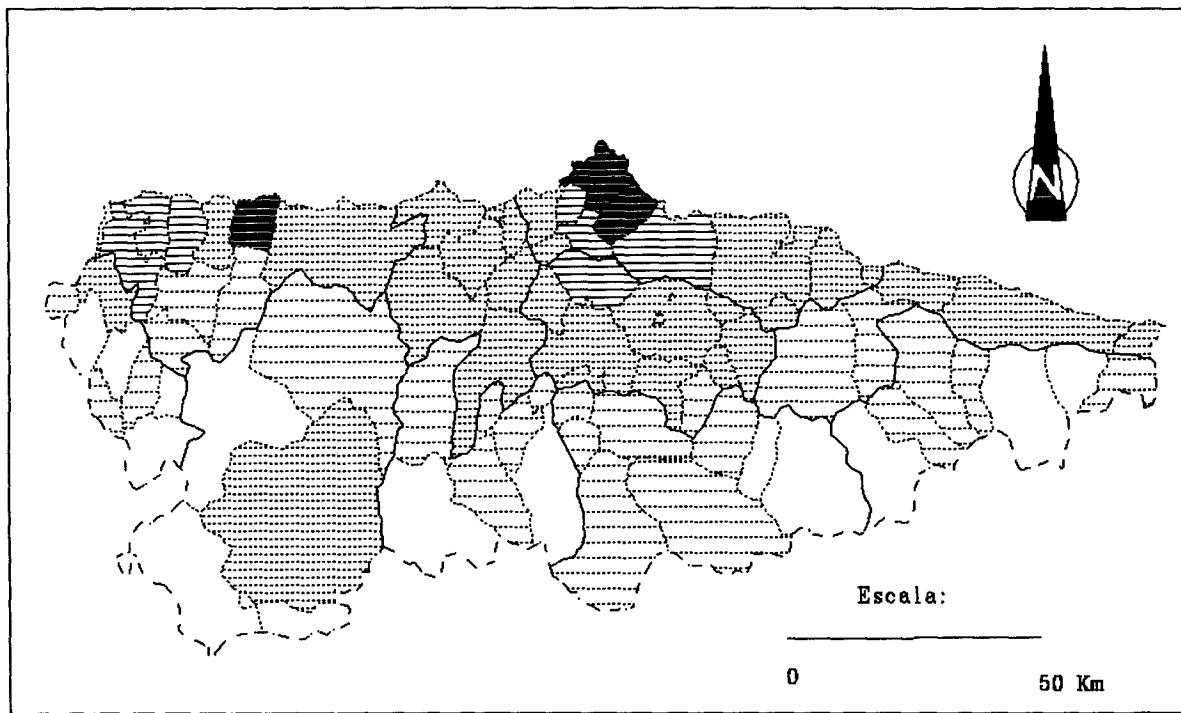
Se ha definido el Coeficiente de Concentración Potencial de Nitrógeno (CCPN) como la máxima concentración de nitrógeno que puede ser alcanzada en el agua de infiltración de un acuífero. El coeficiente medio para un término municipal se calcula por la fórmula:



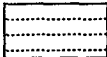

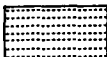
$$\text{CCPN} = \frac{\text{Aportes de N (kg/año)}}{\text{Lluvia útil (mm/año) . Superficie (ha)}} \cdot 100$$

El coeficiente así definido tiene como unidades mg/l N. Se puede expresar también como mg/l  $\text{NO}_3^-$ , simplemente multiplicando por el factor 4,43.

La mayor parte de los vertidos de aguas residuales urbanas se realiza directamente a cauces superficiales o mediante emisarios submarinos. Por ello la mayor parte de estas aguas no llegan nunca a infiltrar en un acuífero. Por esta razón para el cálculo del CCPN se han tenido en cuenta tan sólo los aportes debidos a la agricultura y ganadería. Los coeficientes así calculados se han representado en la figura 8.

Tal y como se aprecia en la figura 8, los mayores coeficientes se encuentran en la zona central (especialmente la zona del cabo de Peñas) y en la llanura costera occidental (desde Navia hasta Castropol).



- |   |                                      |   |                                       |
|---|--------------------------------------|---|---------------------------------------|
|  | Menos de 10 mg/l NO <sub>3</sub> -   |  | Entre 50 y 100 mg/l NO <sub>3</sub> - |
|  | Entre 10 y 25 mg/l NO <sub>3</sub> - |  | Más de 100 mg/l NO <sub>3</sub> -     |
|  | Entre 25 y 50 mg/l NO <sub>3</sub> - |   |                                       |

Coefficiente de concentración potencial de nitrógeno

Fig. 8: Coeficientes de concentración potencial de nitrógeno en mg/l de NO<sub>3</sub>-.

**5.- CALIDAD DEL AGUA EN RELACION CON LOS CONTENIDOS EN**

---

**ESPECIES NITROGENADAS**

---

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

### 5.1.- INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA PARA ABASTECIMIENTO

Paralelamente al muestreo, se inventariaron los principales puntos de abastecimiento con aguas subterráneas de Asturias, incluyendo al menos uno de cada concejo.

Algunos de los puntos visitados ya estaban inventariados por el ITGE. En tales casos se actualizaron los datos, teniéndose en cuenta los cambios ocurridos (cambio del uso del agua, reformas en la construcción, etc) y particularmente añadiendo nuevos datos de nivel piezométrico y/o caudal.

Se visitaron 131 puntos, de los que 95 son nuevos puntos y otros 36 puntos ya estaban inventariados. De estos últimos fue necesario actualizar los datos en 11 puntos.

---

En la tabla número 12 figura un resumen de los datos de estos puntos. Una copia de las fichas completas de inventario de los nuevos puntos se incluye como anexo.

NATURALEZA	NUMERO DE PUNTOS
Manantiales	110
Galerías	4
Pozos y sondeos	17
TOTAL	131

Tabla 12: Resumen del inventario de puntos de agua.

## 5.2.- MUESTREO REGIONAL Y ANALITICA DE LAS AGUAS

### 5.2.1.- Puntos de muestreo

Se muestrearon 157 puntos, en su mayoría manantiales y un menor número de pozos o sondeos y captaciones de aguas superficiales.

Se realizaron dos primeras campañas de muestreo regional, cubriendo al máximo la superficie provincial, definiéndose una red de control en la que posteriormente se hizo un control mensual.

Los datos básicos de los puntos muestreados se resumen en la tabla número 13:

NATURALEZA	NUMERO DE PUNTOS
-----	-----
Manantiales	110
Galerías	4
Pozos y sondeos	13
Cursos de agua	30
	-----
TOTAL	157

Tabla 13: Datos básicos de los puntos muestreados.

#### 5.2.2.- Resultados de la analítica e interpretación

Los resultados completos de los análisis realizados se incluyen en el anexo 3. En los planos 4 a 7 se han representado las curvas de isocontenidos de ion nitrato y amonio para las dos campañas de muestreo regional. En las figuras 9 y 10 pueden verse esquemáticamente los isocontenidos de nitrato de ambas campañas.

Es preciso destacar que no coinciden todos los puntos de muestreo de las dos campañas. Ello explica algunas de las diferencias entre las curvas de isocontenidos obtenidas. No obstante, la primera campaña se realizó en el período final de una larga etapa de sequía; en algunos puntos el contenido de nitratos en tales condiciones era anormalmente alto y disminuyó en la segunda campaña, al diluirse con una mayor cantidad de agua de lluvia.

Se ha realizado un análisis estadístico de los resultados obtenidos. En las tablas 14 y 15 se reflejan los parámetros de estadística monovariante obtenidos con los datos de las dos campañas regionales:

---

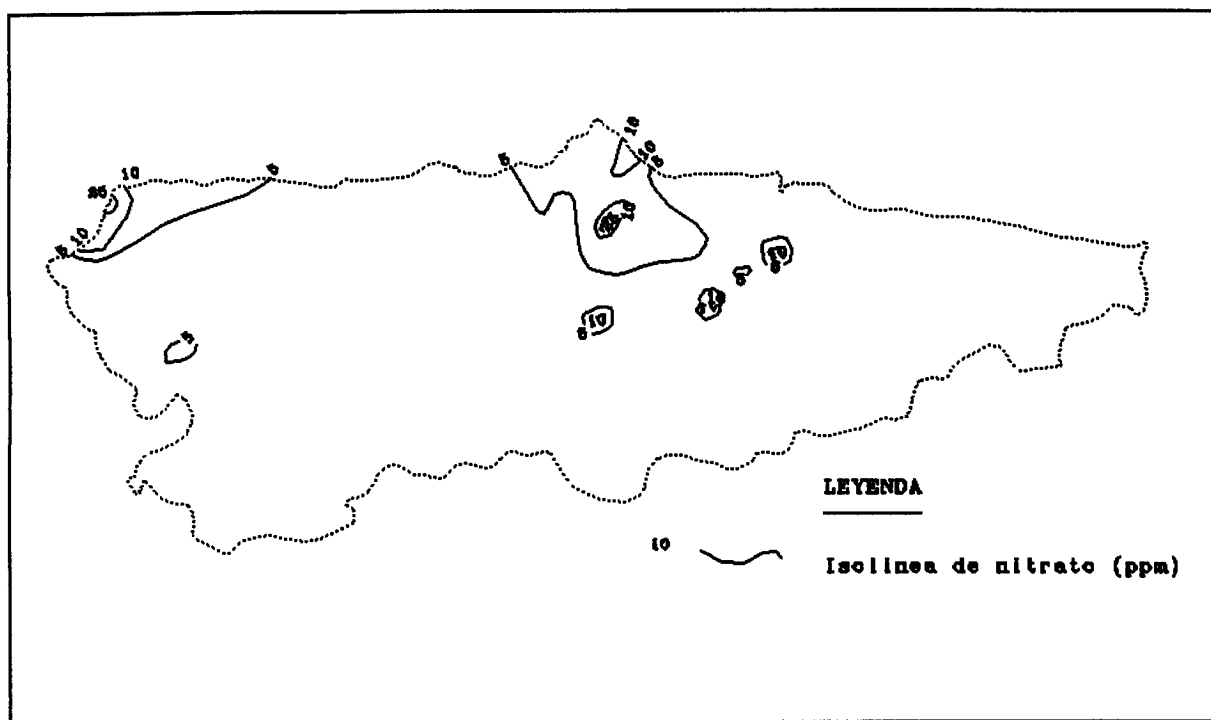


Fig. 9: Isocontenidos de nitrato de la primera campaña de muestreo (febrero - marzo de 1.990).

Variable	Mínimo	Máximo	Media aritm.	Media geom.
Caudal	0.00	20000	378.8	9.42
pH	5.52	8.23	6.91	6.89
Temp.	6.00	18.5	11.24	11.03
Cond.	13.80	1064	275.9	191.4
O2d	0.9	13.5	8.88	8.15
NH4	0.05	1.3	0.34	0.27
NO2	0.025	0.25	0.027	0.025
NO3	0.2	32.	3.87	2.40

Tabla 14: Resultados del cálculo estadístico monovarriante para la primera campaña de muestreo.

Variable	Mínimo	Máximo	Media aritm.	Media geom.
Caudal	0.01	500	22.19	2.64
pH	4.36	8.75	7.03	6.96
Temp.	6.90	18.6	13.57	13.38
Cond.	18.1	1155	328.0	217.1
O2d	0.2	11.8	7.97	6.80
NH4	0.05	0.37	0.06	0.05

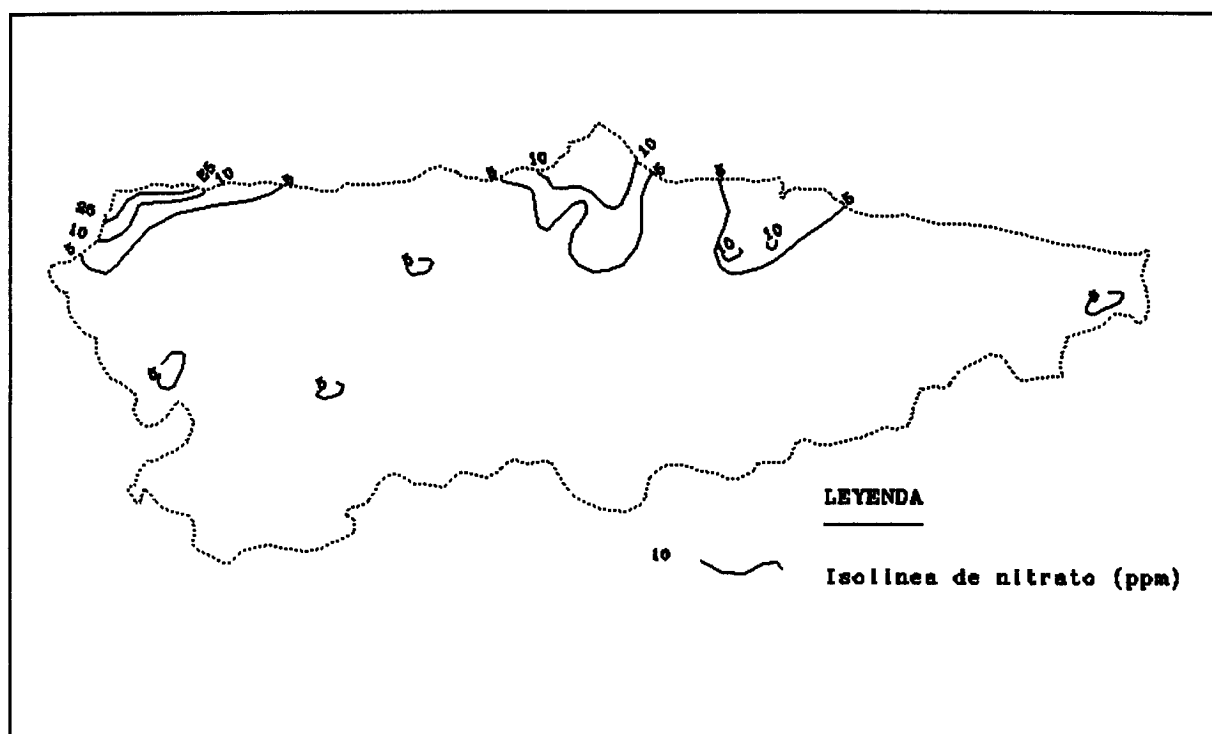


Fig. 10: Isocontenidos de nitrato de la segunda campaña de muestreo (septiembre- octubre de 1.990).

NO2	0.025	0.05	0.025	0.025
NO3	1.0	90.	9.32	5.52

Tabla 15: Resultados del cálculo estadístico monovariante para la segunda campaña de muestreo.

Puede parecer que hubo un aumento de nitratos entre una y otra campaña. Sin embargo, esto no es totalmente cierto dado que la segunda campaña se focalizó en aquellas zonas en las que se observó un mayor riesgo de contaminación a raíz de los resultados de la primera campaña y de los focos de contaminación. En la primera campaña también se observan valores de amonio elevados. Estos valores pueden ser inexactos: dado que se esperaba encontrar puntos contaminados, se calibró el electrodo selectivo con patrones de hasta 1 ppm. En sucesivas campañas, a la vista de los pequeños valores encontrados, se utilizaron patrones de menor concentración.



Las tablas 16 y 17 contienen los coeficientes de correlación de entre cada dos pares de variables. Estos valores han sido calculados con los logaritmos de las variables, dado que los contenidos de compuestos químicos se ajustan generalmente a una distribución log-normal (para el pH y la temperatura, que deben ajustarse a una distribución normal, hay muy poca diferencia entre utilizar los datos originales o los logaritmos). Dado que la matriz es simétrica, en la mitad inferior izquierda solo se han representado los valores relativamente más elevados.

	Caudal	pH	Temp.	Cond.	O2d	NH4	NO2	NO3
Caudal	1,00	0,37	-0,15	0,15	0,17	-0,01	-0,18	-0,19
pH	0,37	1,00	0,10	0,29	0,04	-0,25	-0,11	-0,18
Temp.			1,00	0,58	-0,58	-0,18	-0,17	0,26
Cond.			0,58	1,00	-0,48	-0,20	-0,17	0,19
O2d			-0,58	-0,48	1,00	0,09	---	-0,24
NH4						1,00	0,15	0,29
NO2						---	1,00	-0,03
NO3								1,00

Tabla 16: Matriz de correlaciones entre variables para la primera campaña de muestreo.

	Caudal	pH	Temp.	Cond.	O2d	NH4	NO2	NO3
Caudal	1,00	0,35	-0,28	-0,04	-0,05	0,16	0,01	-0,55
pH	0,35	1,00	-0,18	0,20	0,01	0,05	0,00	-0,25
Temp.			1,00	0,43	-0,37	0,00	0,02	0,39
Cond.			0,43	1,00	-0,47	0,12	0,09	0,44
O2d			-,37	-0,47	1,00	-0,05	0,00	-0,01
NH4						1,00	0,75	-0,02
NO2						0,75	1,00	0,13
NO3	-0,55		0,39	0,44				1,00

Tabla 17: Matriz de correlaciones entre variables para la segunda campaña de muestreo.

En la primera campaña se observa una correlación entre temperatura y conductividad, variables que están relacionadas con la altitud. También se observa una correlación negativa entre estas variables y el oxígeno disuelto, que se explica porque los contenidos bajos en oxígeno disuelto se encontraron siempre a cotas bajas: en la zona central de Asturias y en la costa, es

decir en las zonas con mayor concentración de actividades potencialmente contaminantes.

En la segunda campaña se observa también:

- Una correlación negativa del nitrato con el caudal. Este hecho está desprovisto de significado hidrogeológico; esta correlación es producto de la no aleatoriedad del segundo muestreo, ya que en las zonas de alto riesgo de contaminación se tomaron muestras de muchos manantiales de pequeño caudal.
- Una correlación negativa del nitrato con la temperatura y conductividad, debido a que las zonas con mayor concentración de actividades potencialmente contaminantes se encuentran a cotas bajas.
- Una significativa correlación entre nitritos y amonio (0,75) lo que indica que la presencia de ambos es debida a un mismo proceso de contaminación.

### 5.3.- REDES DE CONTROL Y CAMPAÑAS DE MUESTREO

#### 5.3.1.- Selección de la red de control

En base a los resultados de las dos campañas regionales se seleccionó una red de 27 puntos en los que se llevó a cabo un control periódico. La red incluye un conjunto de puntos repartidos por las zonas de mayor riesgo de contaminación, incluyéndose además algunos de zonas de menor riesgo como referencia. La selección de los puntos de esta red se ha basado en criterios de calidad (muestreando en las zonas de riesgo potencial de contaminación), geográficos (cubriendo la mayor superficie posible) e hidrogeológicos (muestreando puntos representativos de los acuíferos más vulnerables).

---

En la red se han incluido dos puntos de aguas superficiales, cuyo caudal en estiaje proviene mayoritariamente de un gran número de pequeños manantiales de formaciones de baja permeabilidad.

Los puntos incluidos en la red se indican en la tabla 18:

Número de orden	Nombre del punto	Número de Concejo abastecido	inventario
1	La Fuente	Castropol	0903-6-001
4	Treno	Castropol	0903-6-004
12	F.S. Antonio	Tapia de Casariego	0903-8-002
13	Creixido	Vegadeo	0904-2-001
26	R. Barayo	Navia	1003-7-BAR
39	Fuentona	Salas	1104-8-008
40	M. Rodical	Tineo	1105-2-002
46	La Margarita	Gozón	1203-4-005
52	R.S. Roque	Cudillero	1203-5-ROQ
53	P. Ferrota	Castrillón	1203-7-013
54	Foxaco	Castrillón	1203-7-014
62	Jompernal	Illas	1204-3-007
66	Fueñegrona	Llanera	1204-4-007
89	l'Ablanal	Carreño	1303-1-011
93	Los Molinos	Carreño	1303-5-013
102	La Campana	Llanera	1304-1-001
103	Llantones	Gijón	1304-2-016
107	Ricabá	Noreña	1304-6-033
116	Picullanza	Ribera de Arriba	1305-1-009
119	El Raigosu	SMRA	1305-8-002
126	S. Rodiles	Villaviciosa	1403-6-028
130	Obaya	Colunga	1404-4-004
132	F. Moneyu	Nava	1404-5-031
134	Güeyu riu	Piloña	1404-7-006
147	Guadamía	Ribadesella	1504-3-002
156	Est. bombeo	Llanes	1604-2-002
160	Llabardón	P. Baja	1604-8-009

Tabla 18: Puntos de la red de control periódico.

### 5.3.2.- Campañas realizadas

Se realizaron cuatro campañas de toma de muestras y análisis en los puntos de la red de control, en los primeros días de los meses de marzo, abril, mayo y junio de 1.991. Durante este tiempo la climatología se puede calificar de normal, habiendo cesado el período de sequía que afectara a las dos primeras campañas.

### 5.3.3.- Resultados obtenidos

Se describen en este apartado los resultados obtenidos. Los datos completos de los análisis realizados se incluyen en el anexo 3.

En la figura 11 puede verse la evolución del valor medio de los distintos parámetros físicos y químicos determinados, y en las figuras siguientes se han representado sus evoluciones para todos los puntos de la red. Los valores representados están en ppm, salvo el caudal en litros por segundo, la temperatura, en °C, y la conductividad en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Se aprecia que el caudal medio de los manantiales es aproximadamente estable hasta la última campaña (junio-1.991), en la que presenta un acusado descenso por la llegada del estiaje. Este descenso del caudal viene acompañado de un ligero aumento de la temperatura, descenso del pH y aumento del contenido en ion nitrato.

La mayor parte de los puntos muestreados tienen una evolución similar del ion nitrato, con oscilaciones contrarias a las del caudal. Casi todos los puntos presentan un aumento de nitratos al final del período, en el mes de junio. Este comportamiento se explica con un modelo de mezcla: una misma cantidad de compuestos de nitrógeno se diluye con diferentes volúmenes de agua; con caudales grandes también lo es la dilución y por tanto

---

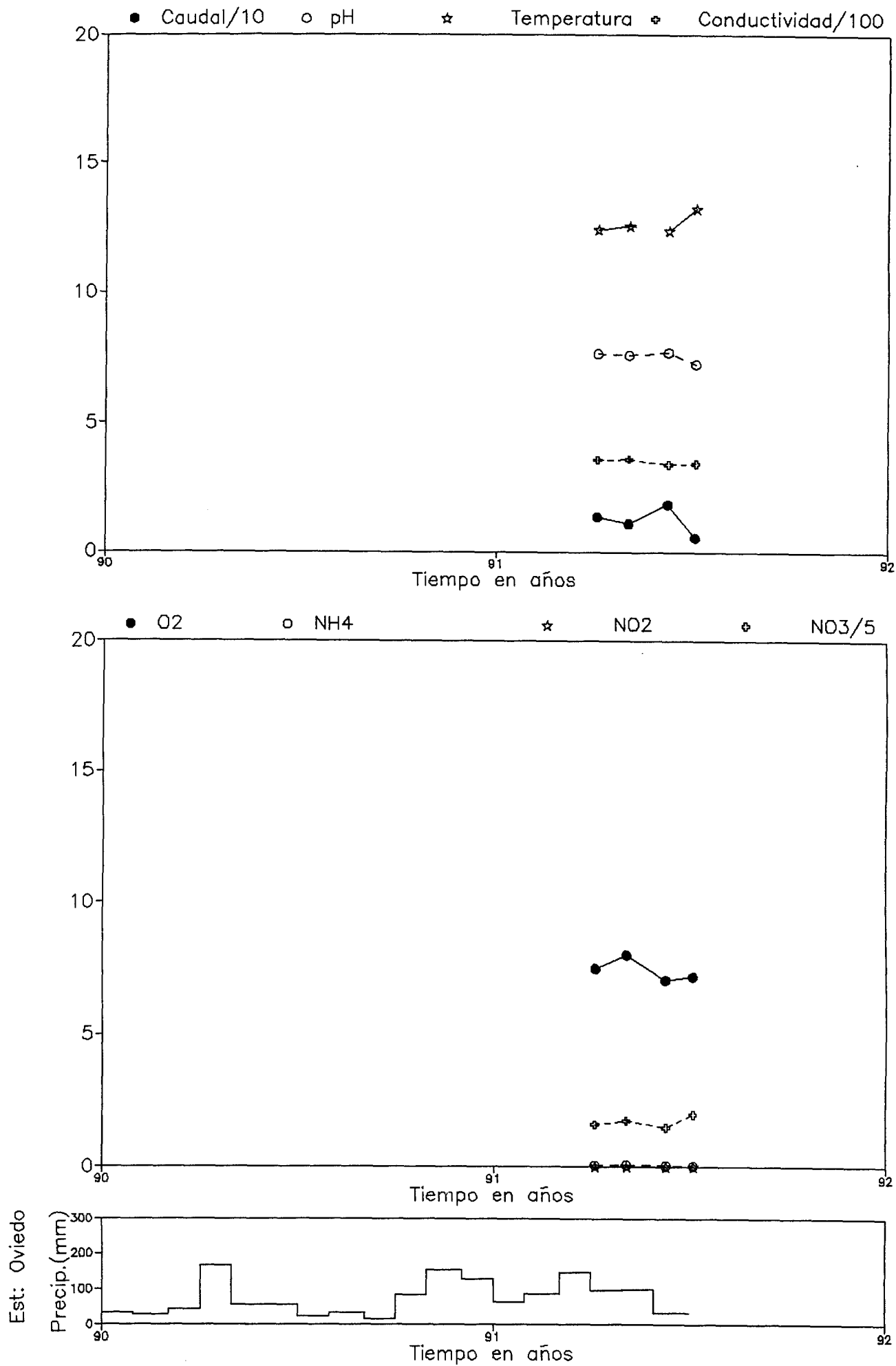


Fig. 11: Evolución de la media geométrica de los parámetros analizados en la red de control.

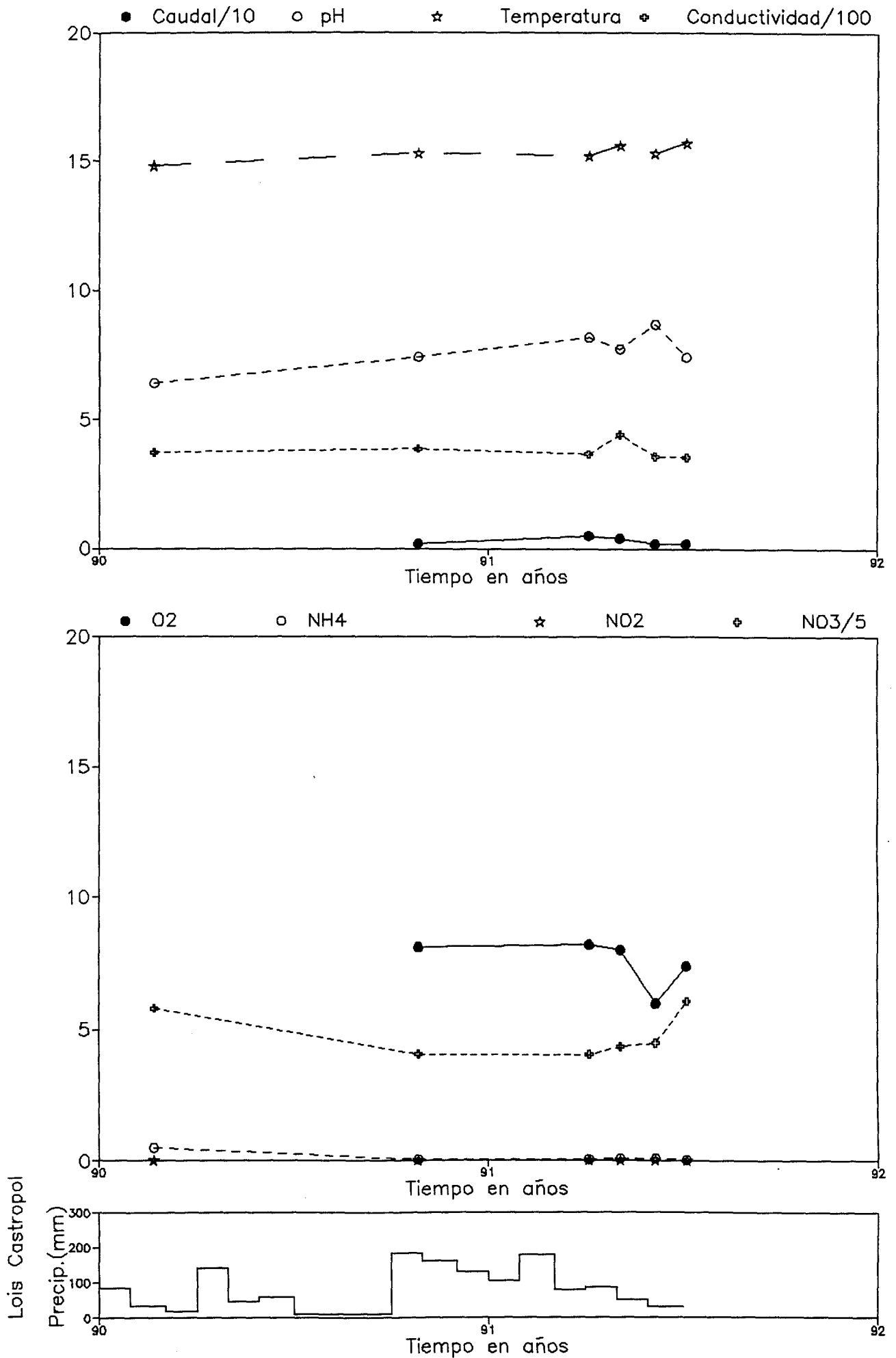


Fig. 12: Evolución del punto 0903-6-001 (La Fuente).

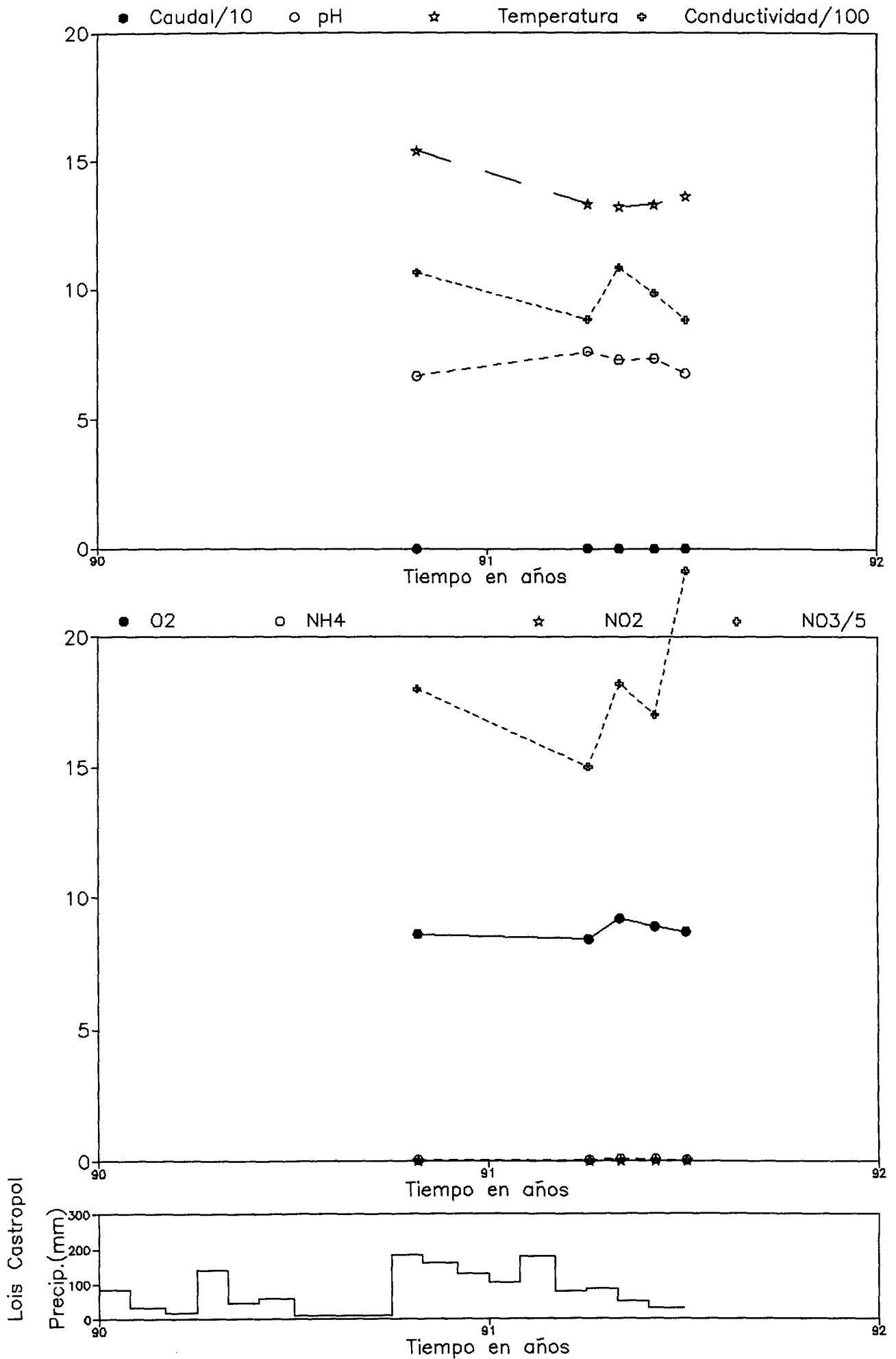


Fig. 13: Evolución del punto 0903-6-004 (M. Treno).

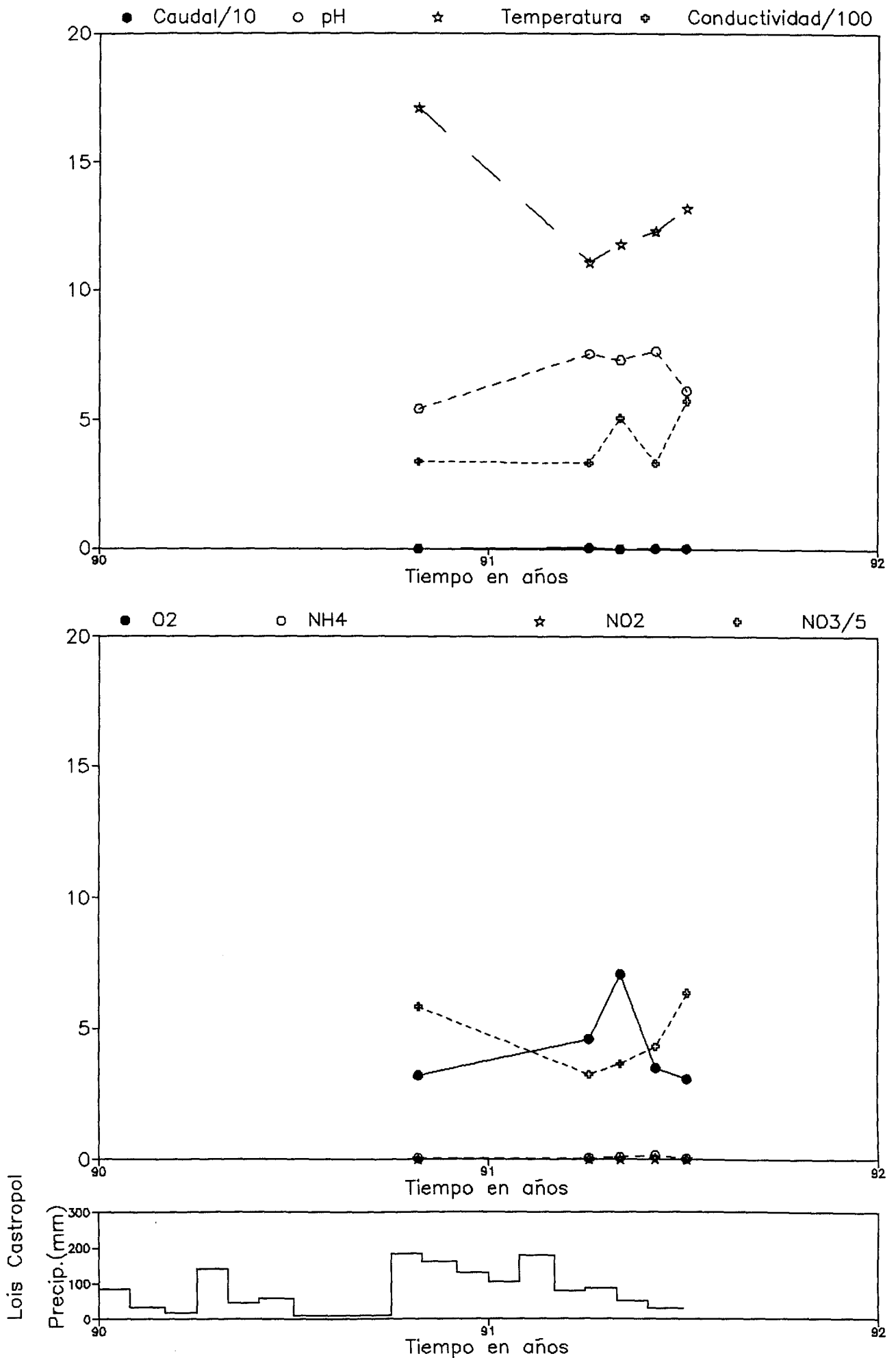


Fig. 14: Evolución del punto 0903-8-002 (F.S. Antonio).



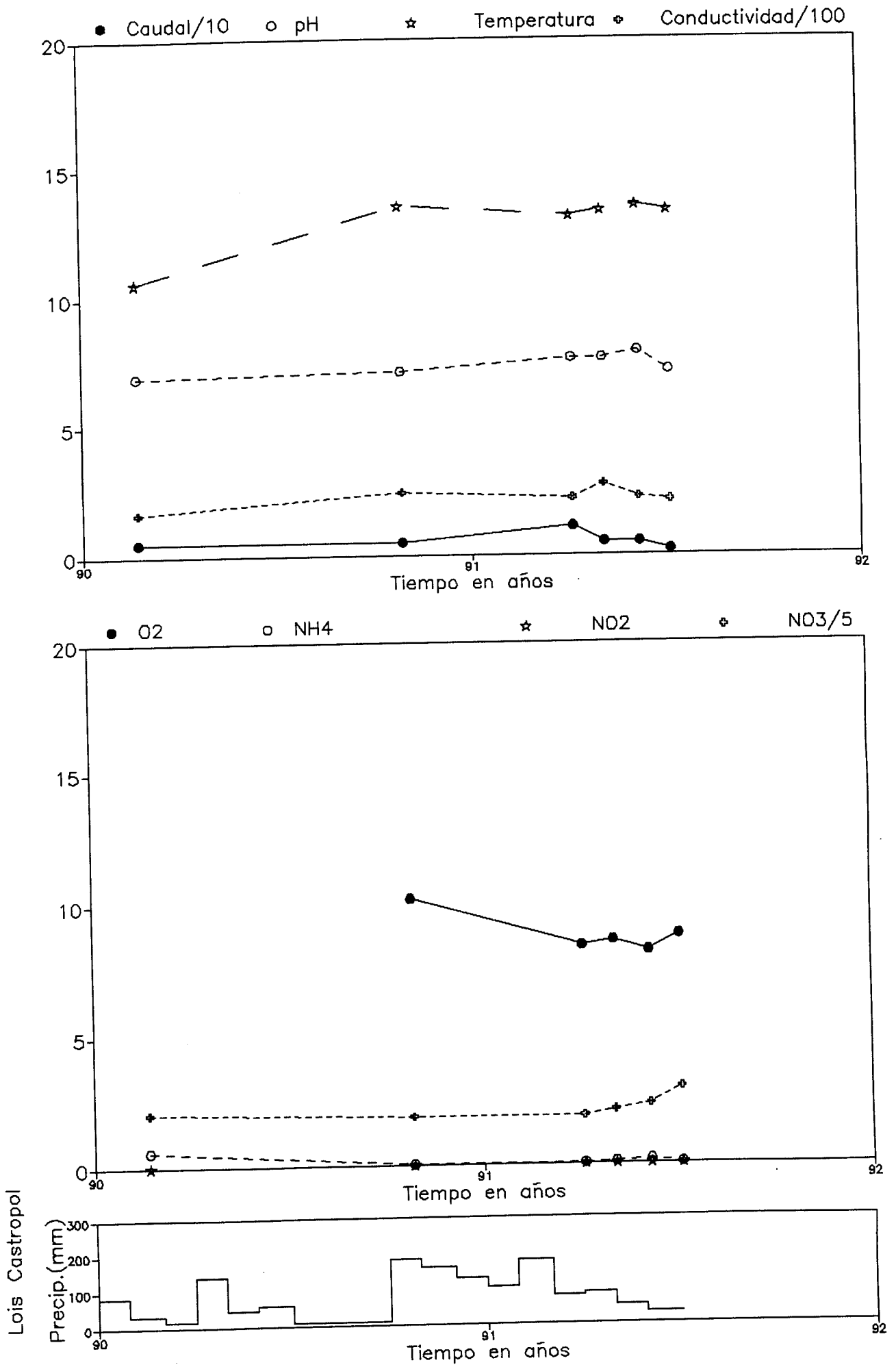


Fig. 15: Evolución del punto 0904-2-001 (M. Cereixido).

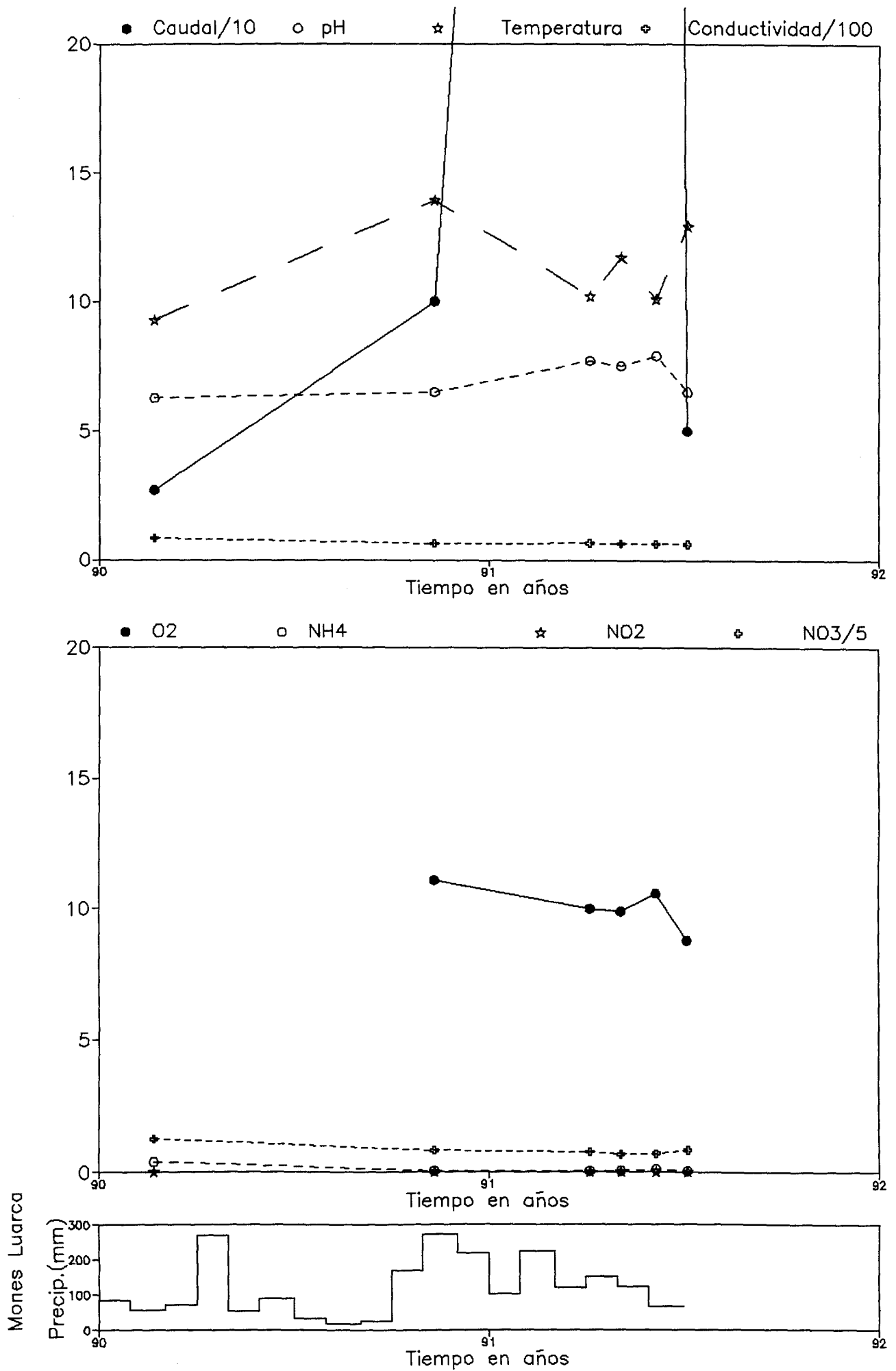


Fig. 16: Evolución del punto 1003-7-BAR (R. Barayo).

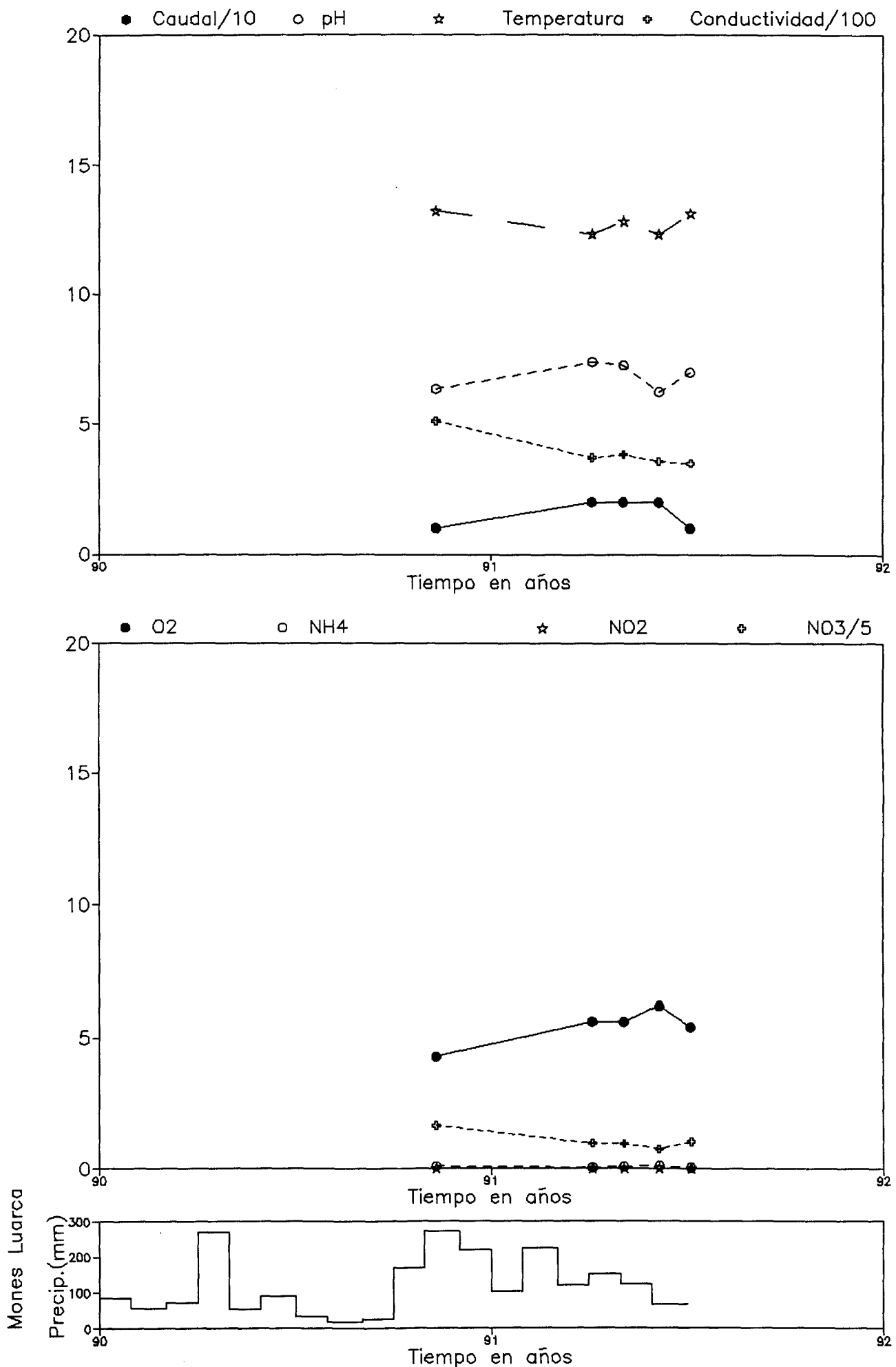


Fig. 17: Evolución del punto 1104-8-008 (La Fuentona).

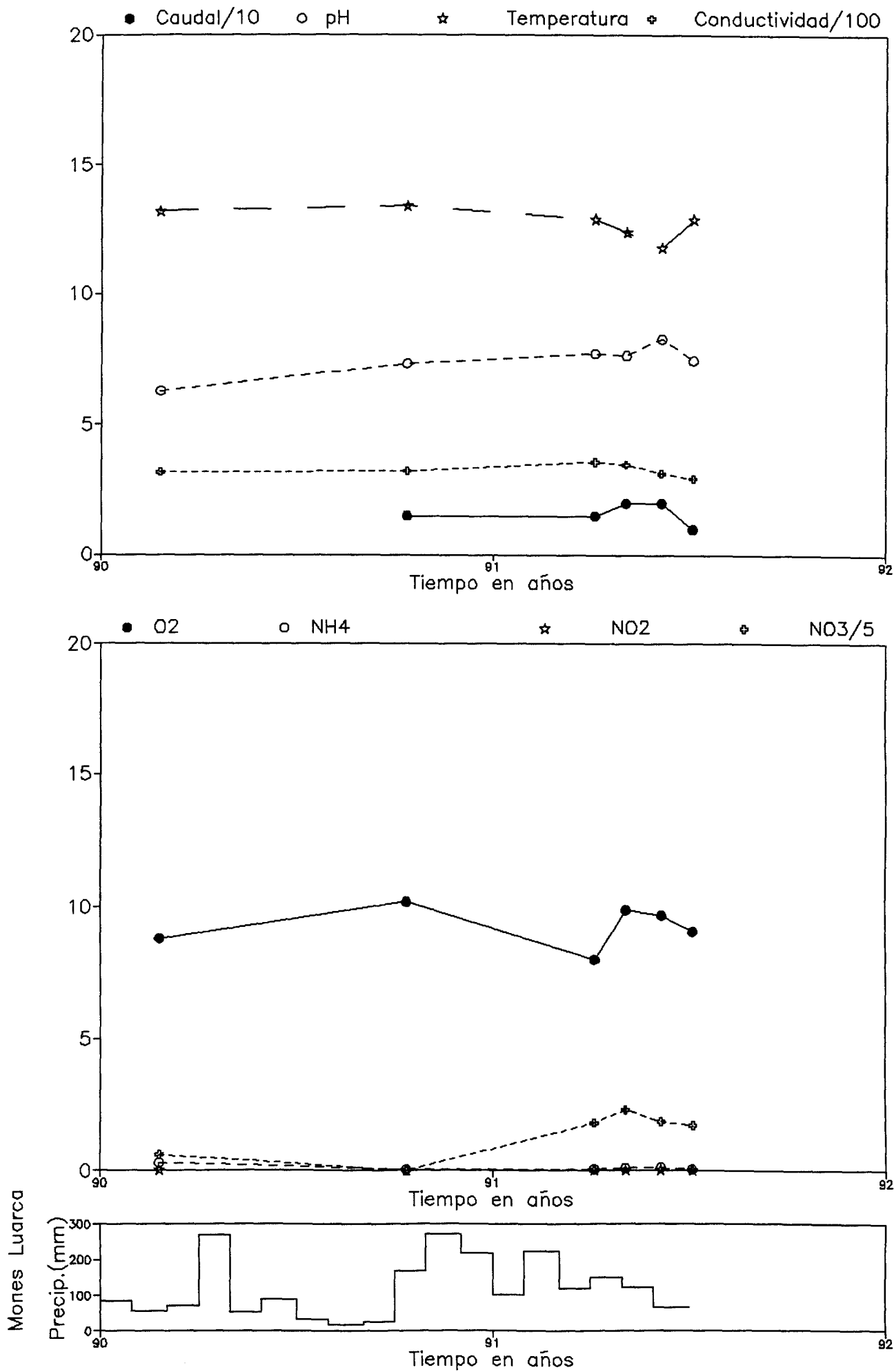


Fig. 18: Evolución del punto 1105-2-002 (M. Rodical).

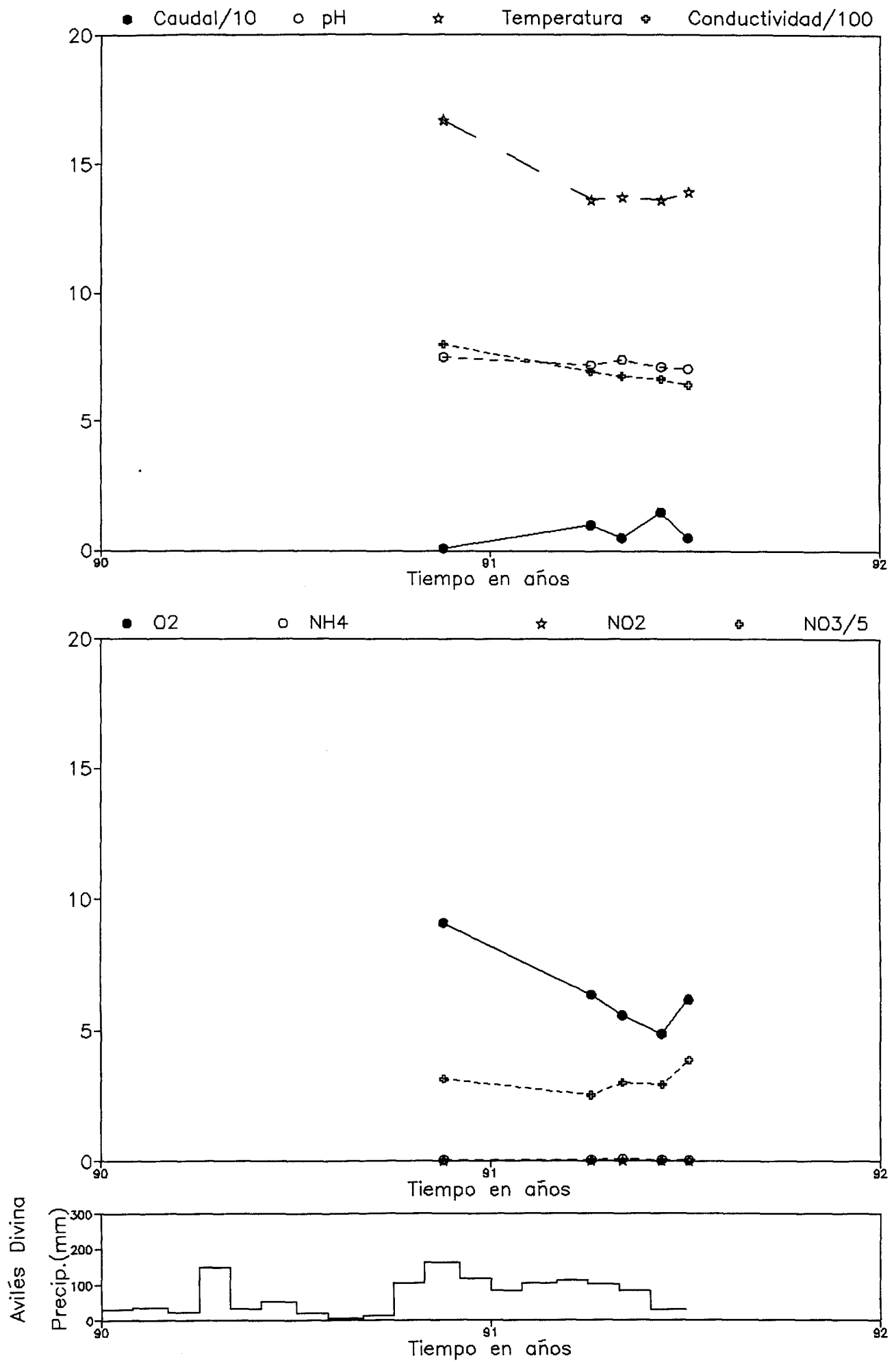


Fig. 19: Evolución del punto 1203-4-005 (M.Margarita).

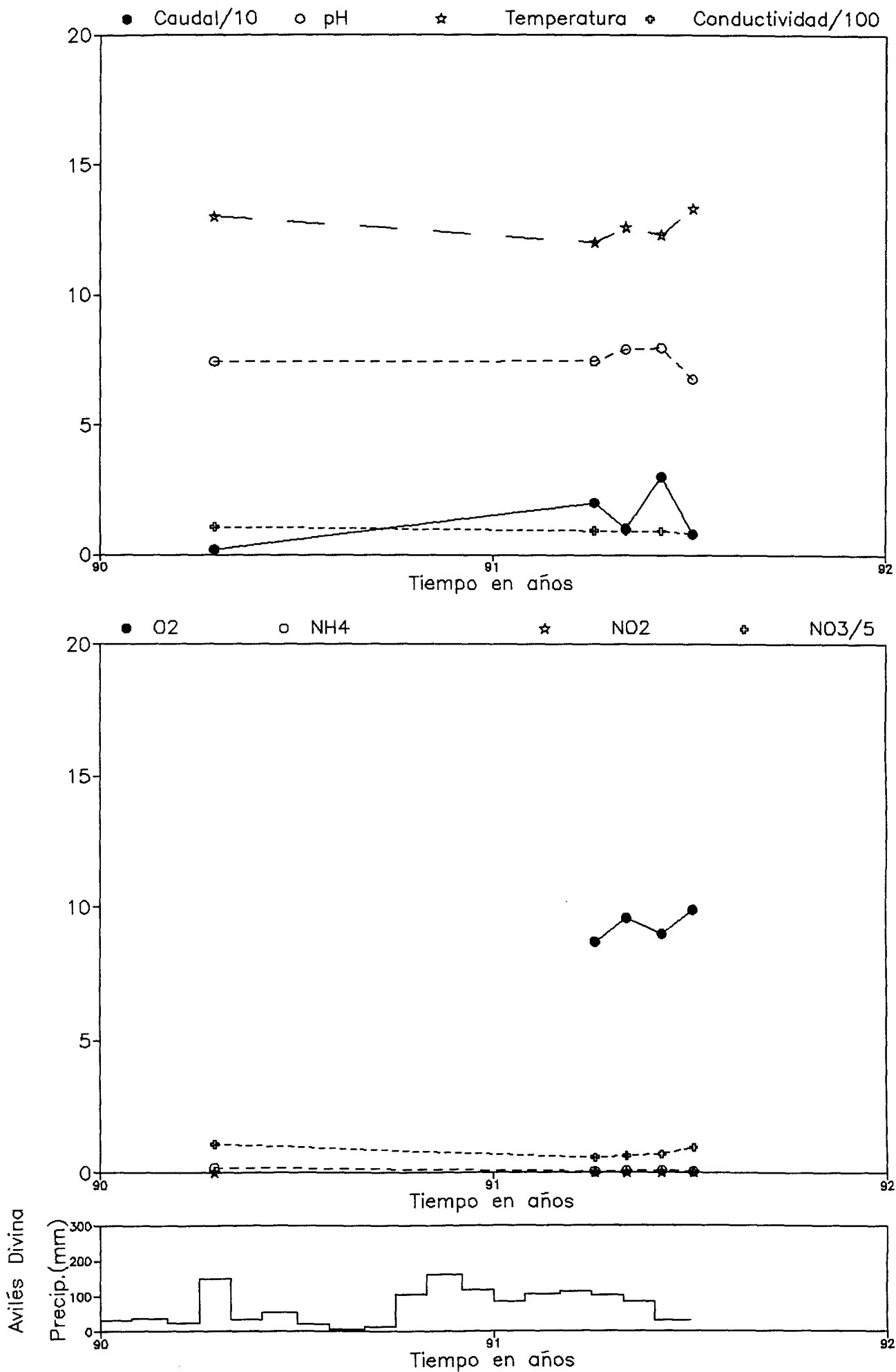


Fig. 20: Evolución del punto 1203-5-ROQ (R.S.Roque).

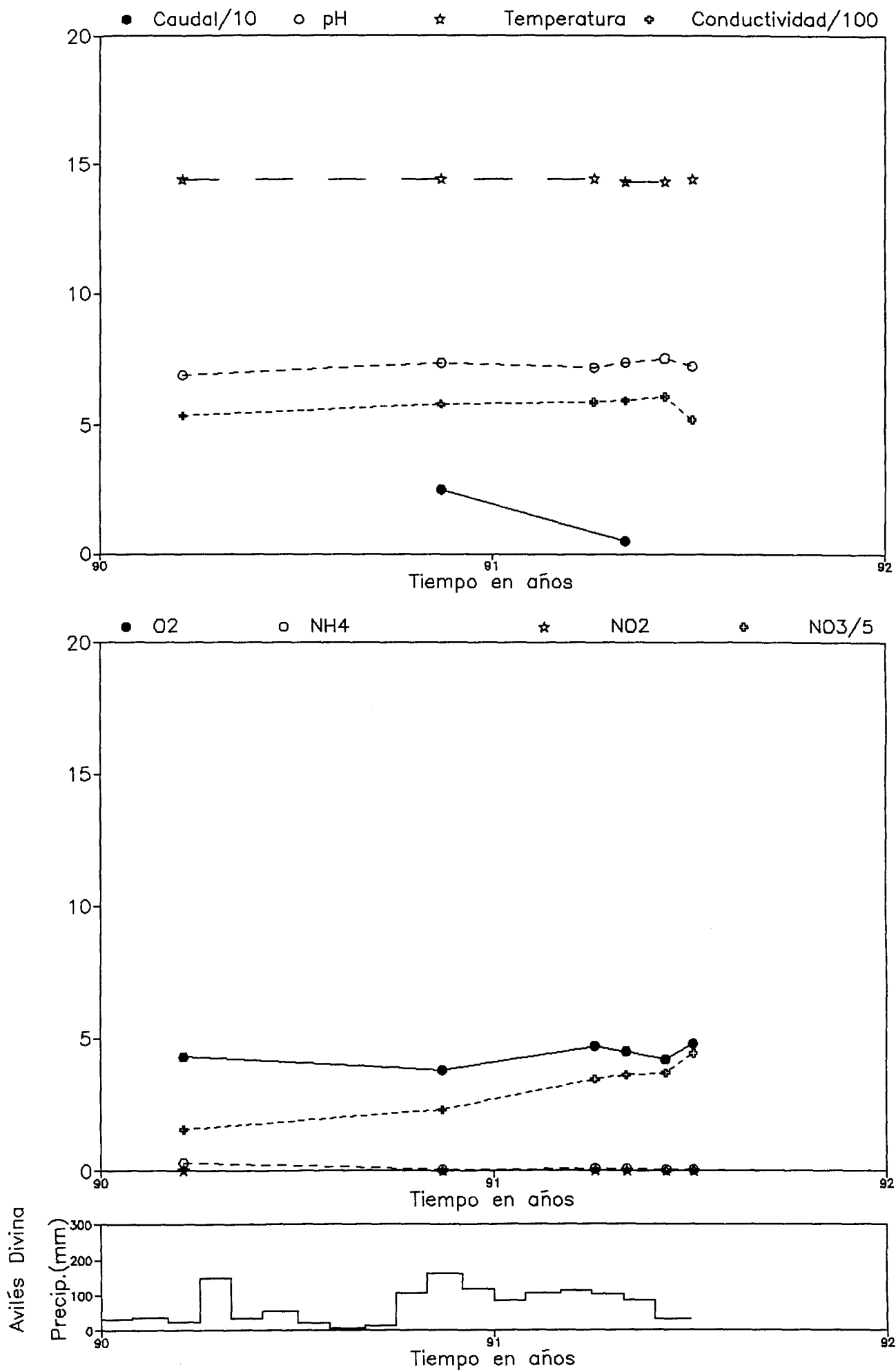


Fig. 21: Evolución del punto 1203-7-013 (P.Ferrota).

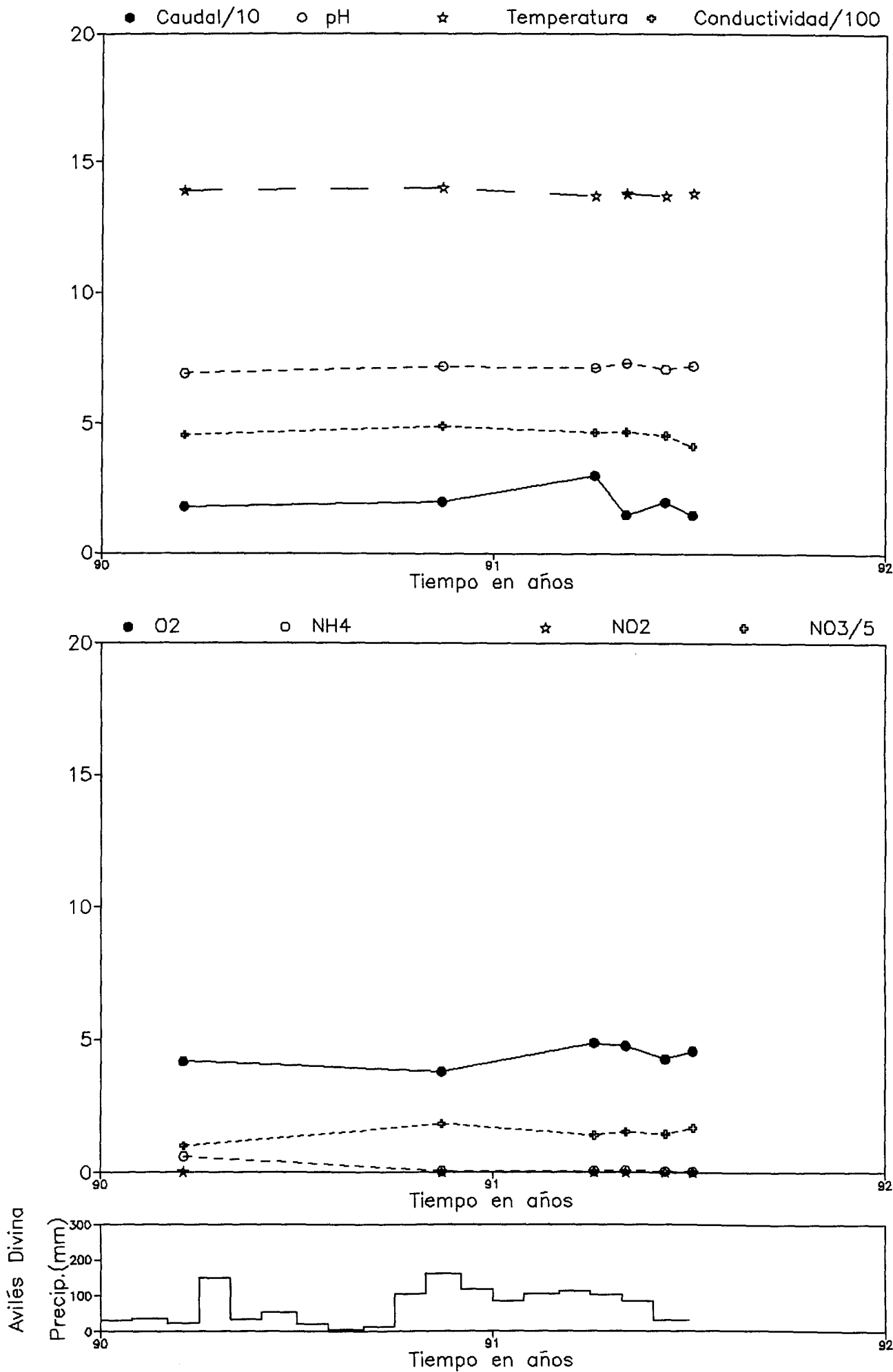


Fig. 22: Evolución del punto 1203-7-014 (M. Foxaco).



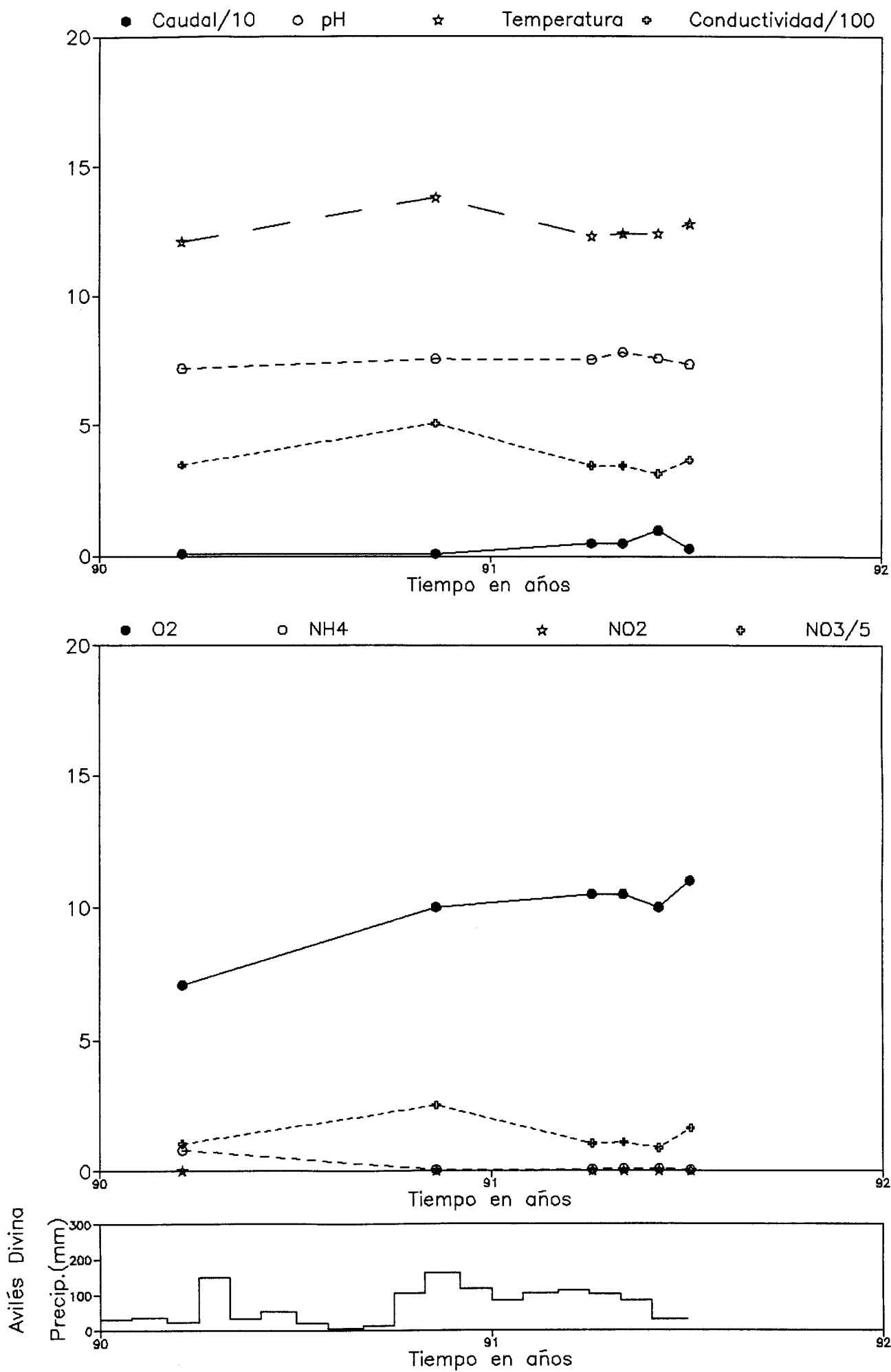


Fig. 23: Evolución del punto 1204-3-007 (M. Jompernal).

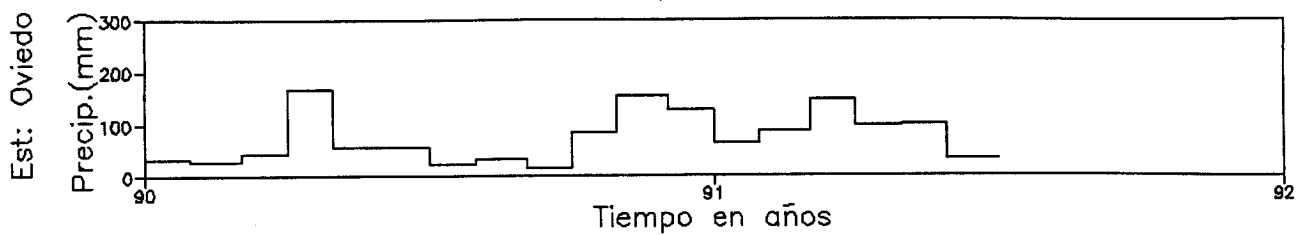
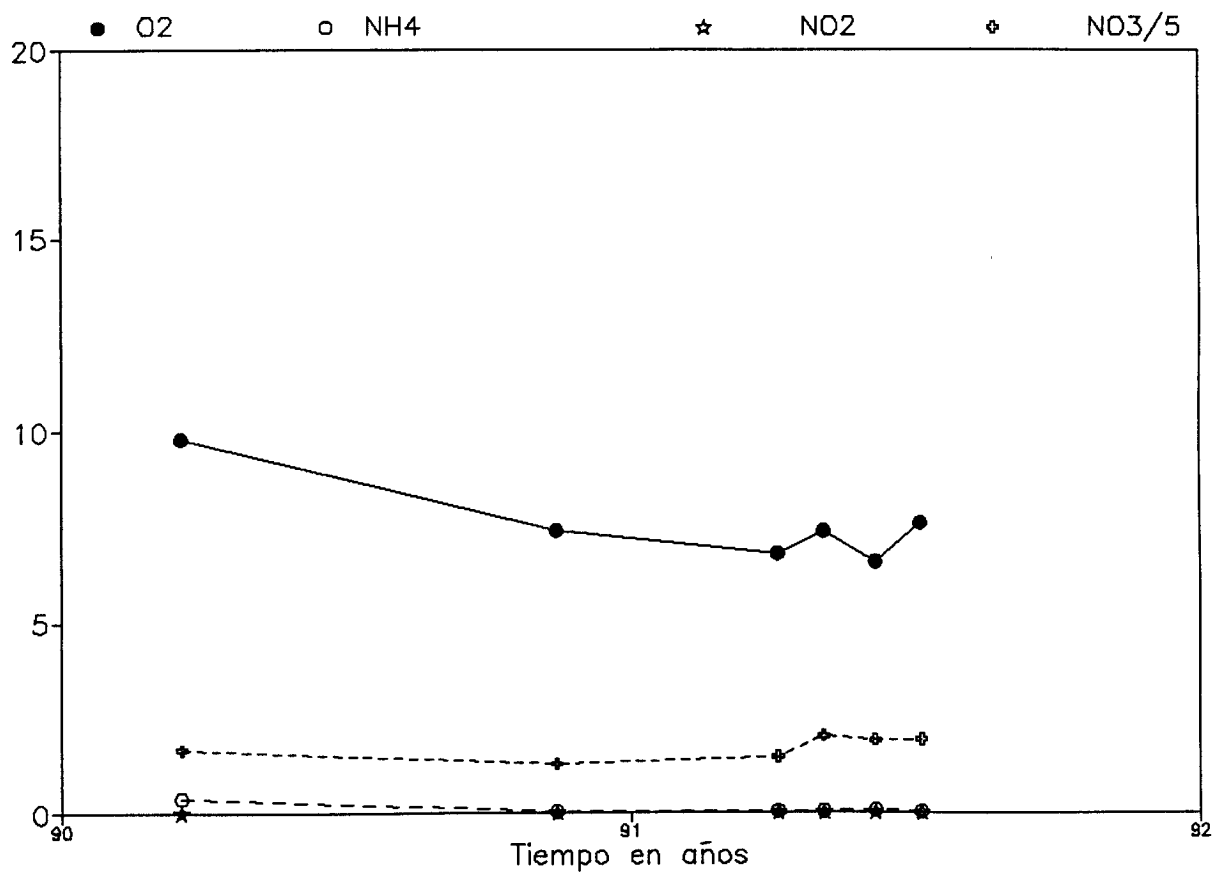
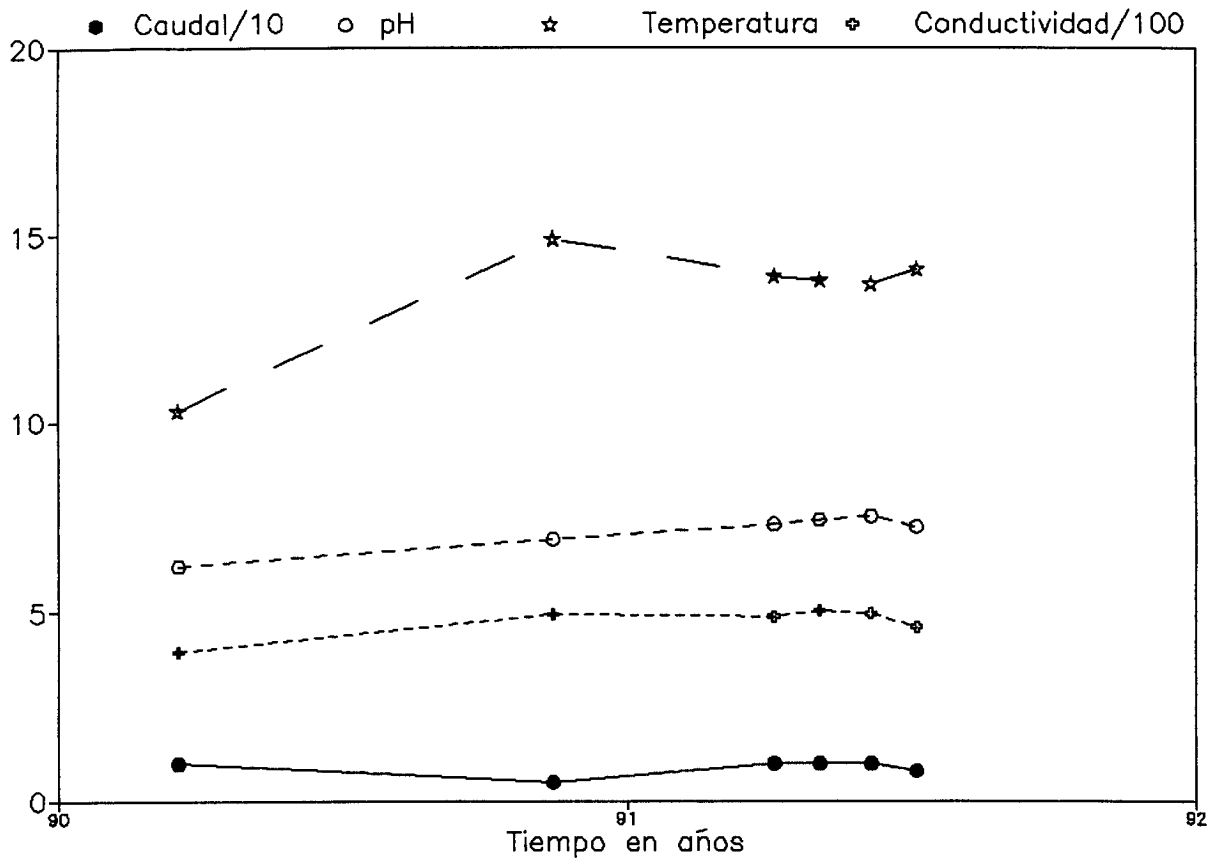


Fig. 24: Evolución del punto 1204-4-007 (M. Fueñegrana)

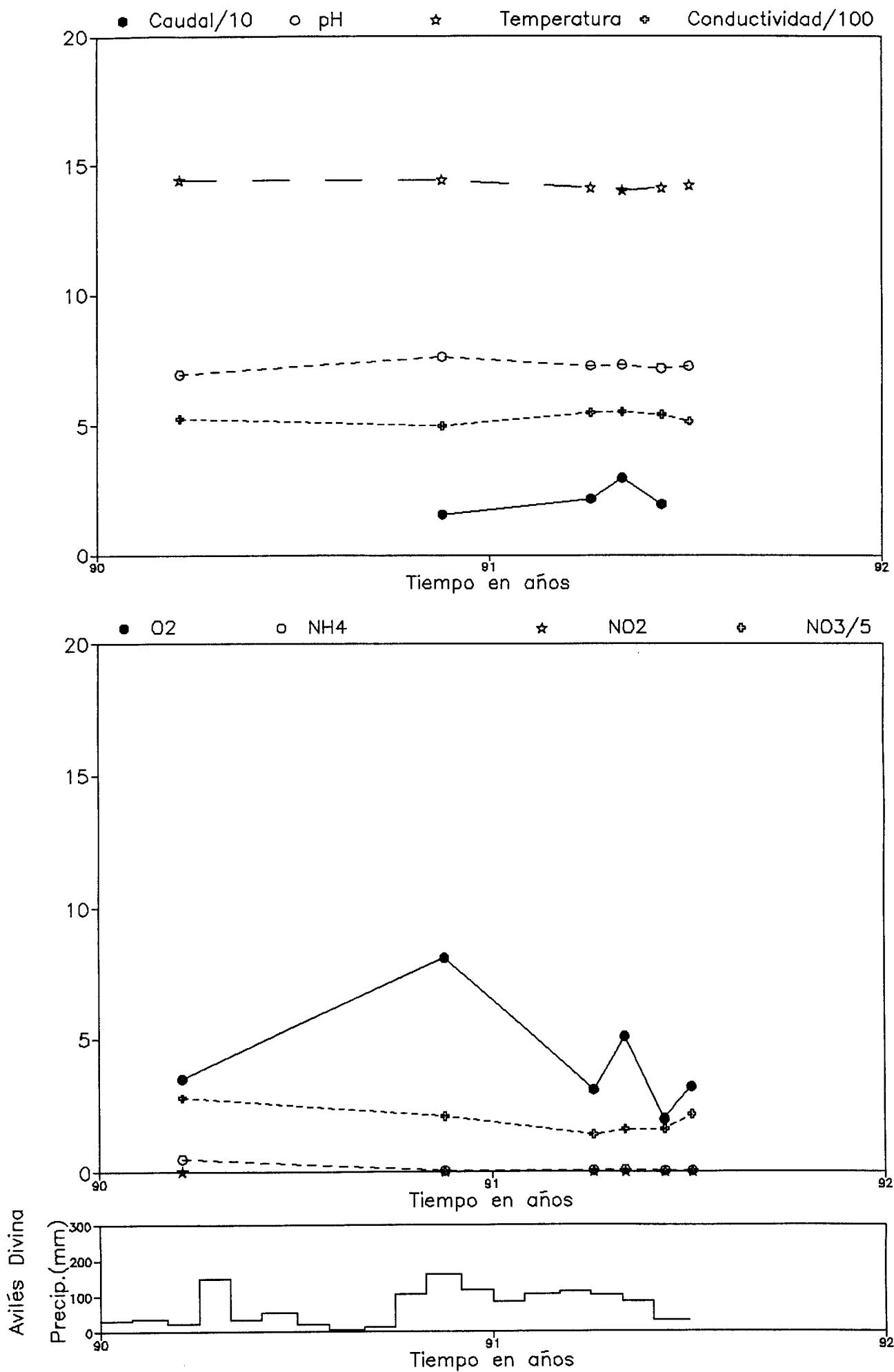


Fig. 25: Evolución del punto 1303-1-011 (S. l'Ablanal)

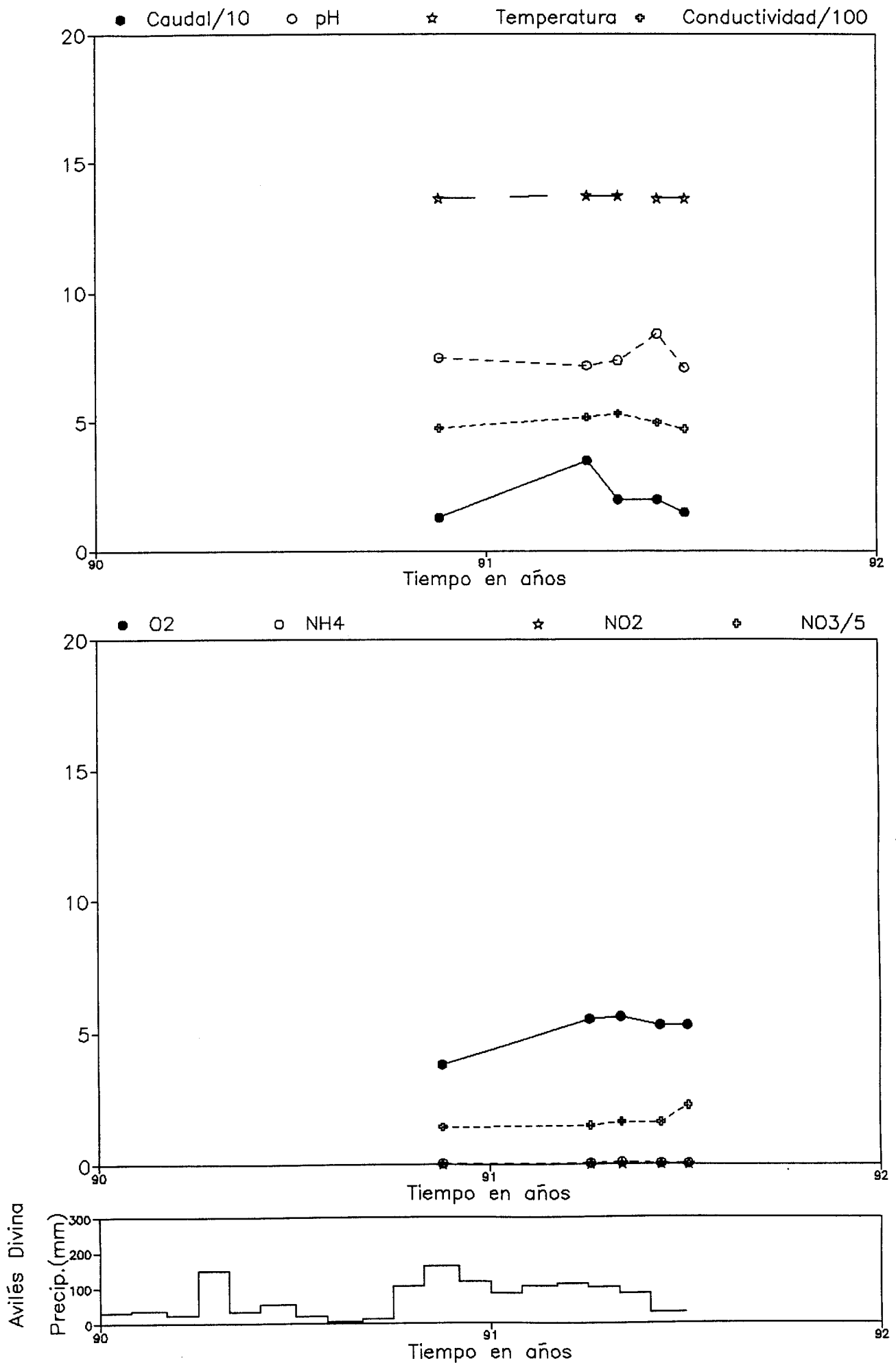


Fig. 26: Evolución del punto 1303-5-013 (M. los Molinos)

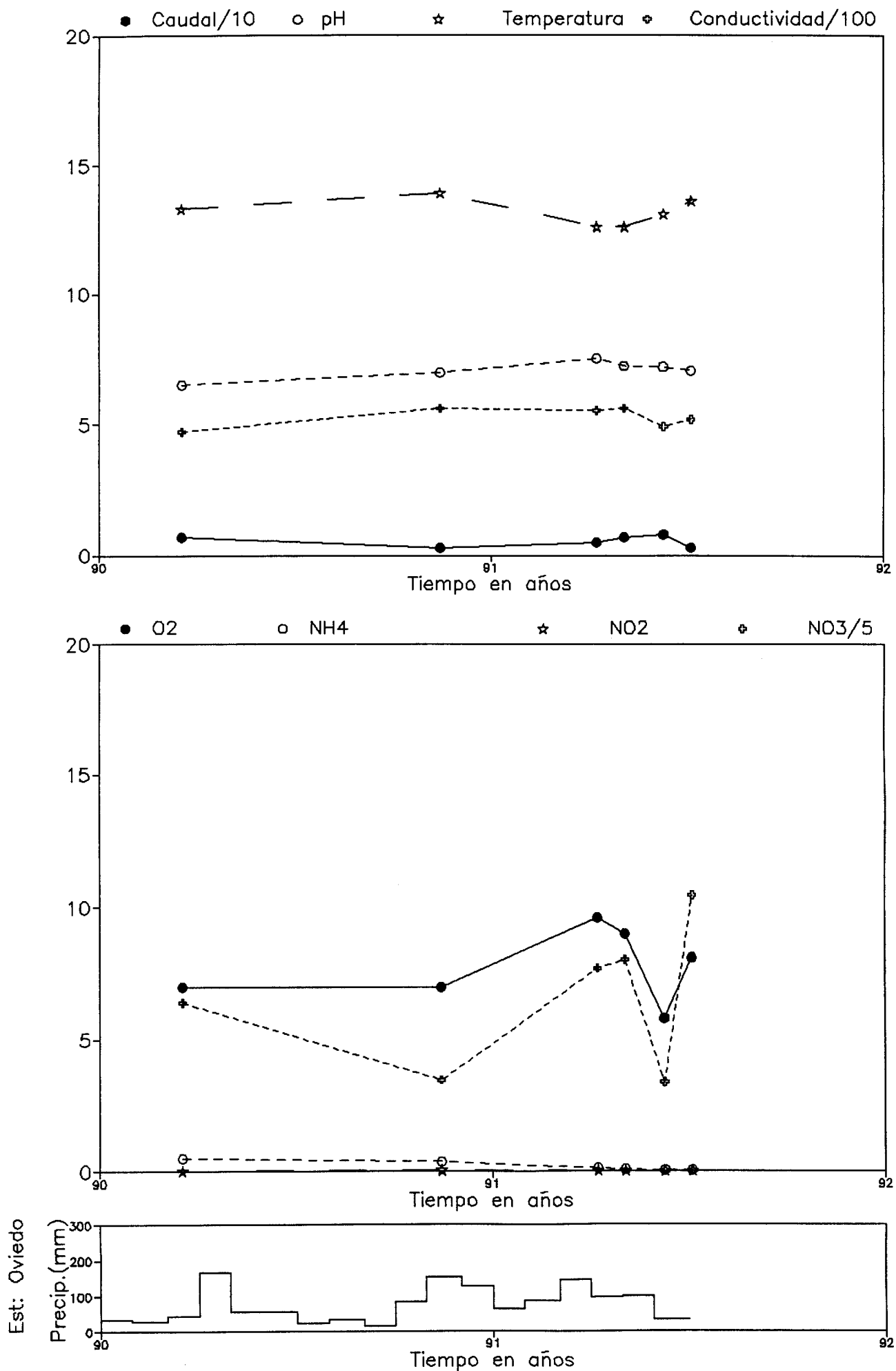


Fig. 27: Evolución del punto 1304-1-001 (M. la Campana)

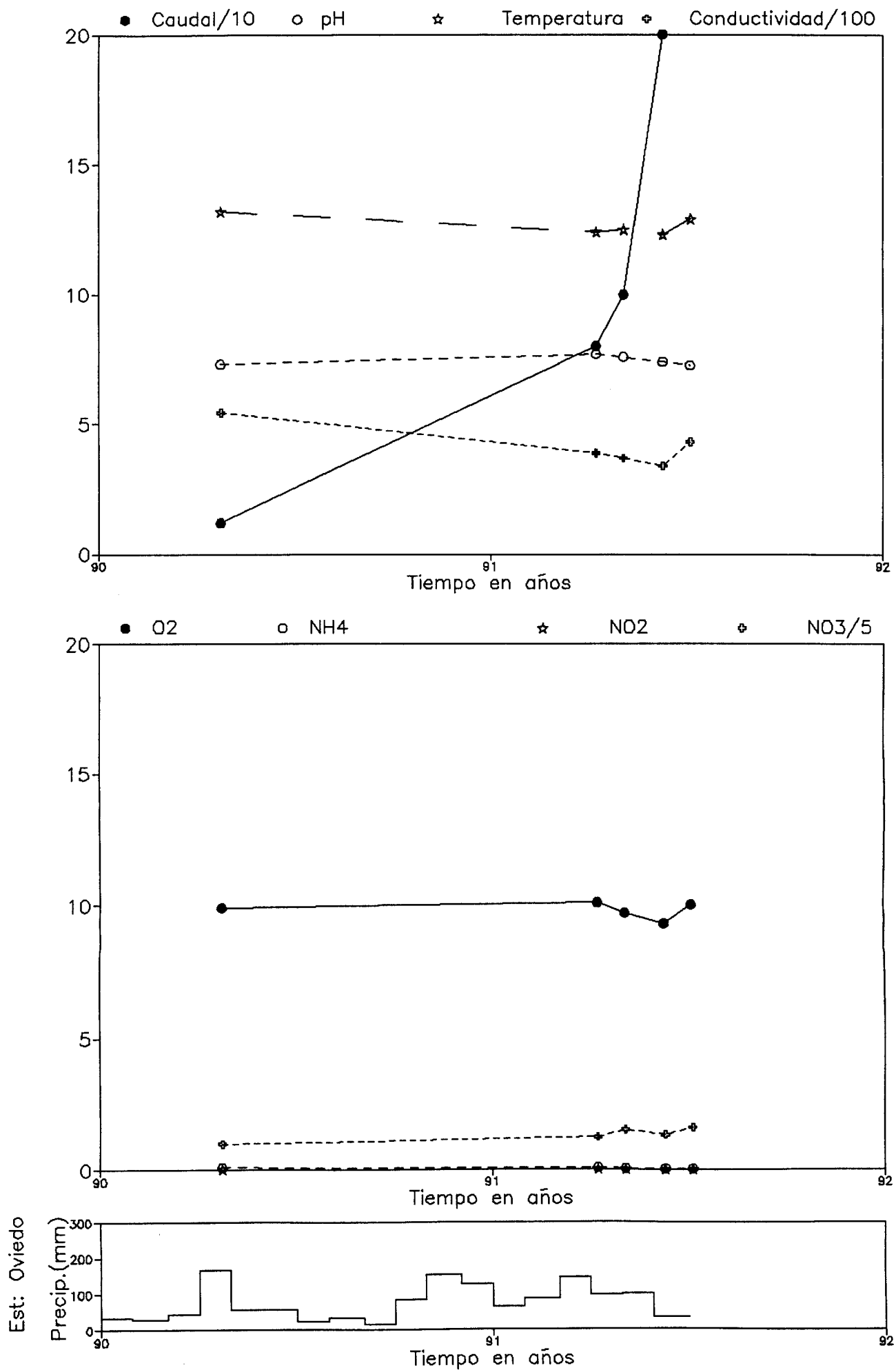


Fig. 28: Evolución del punto 1304-2-016 (M. Llantonos)

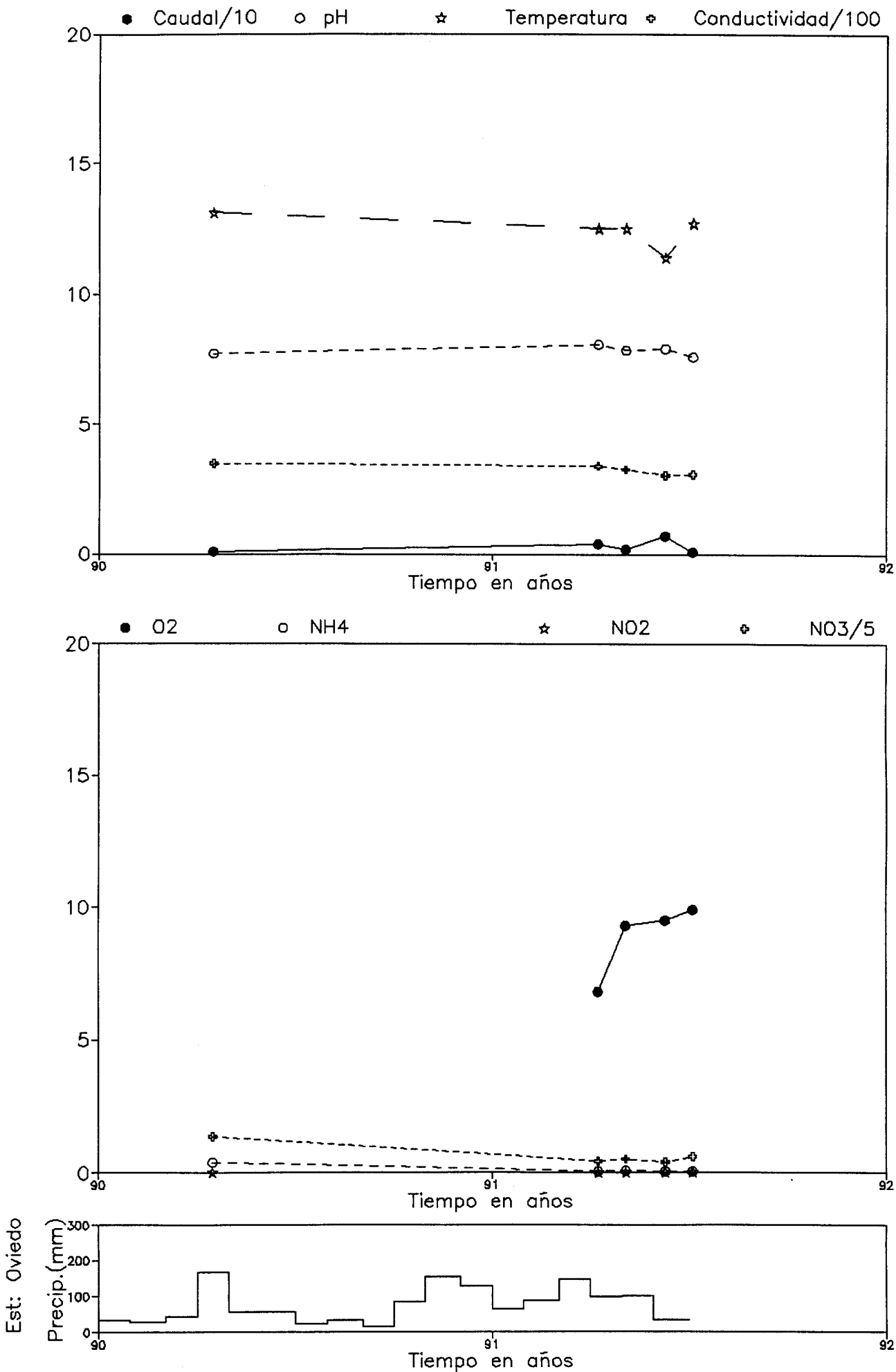


Fig. 29: Evolución del punto 1304-6-033 (M. Ricabá).

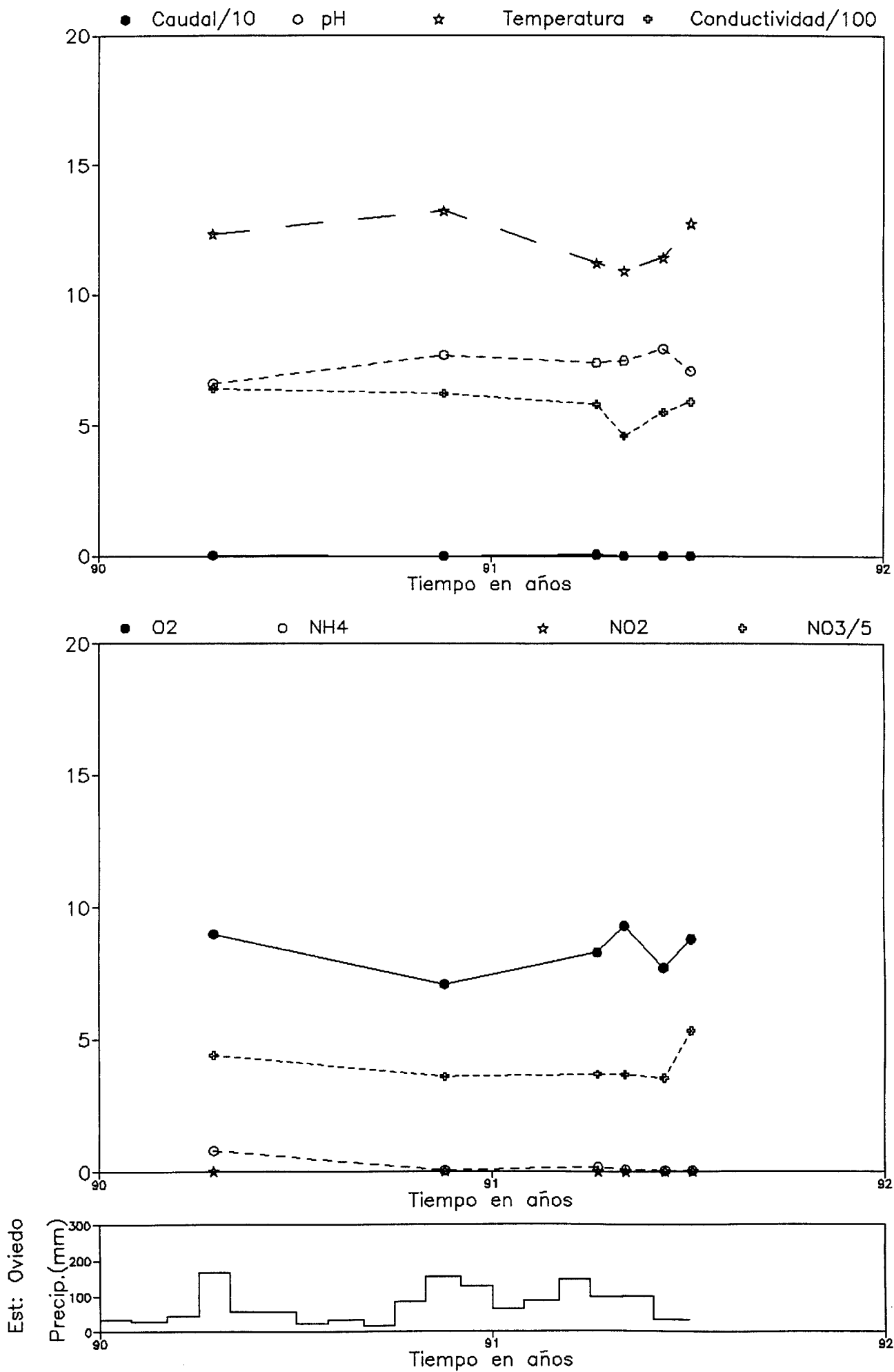


Fig. 30: Evolución del punto 1305-1-009 (M. Picullanza)



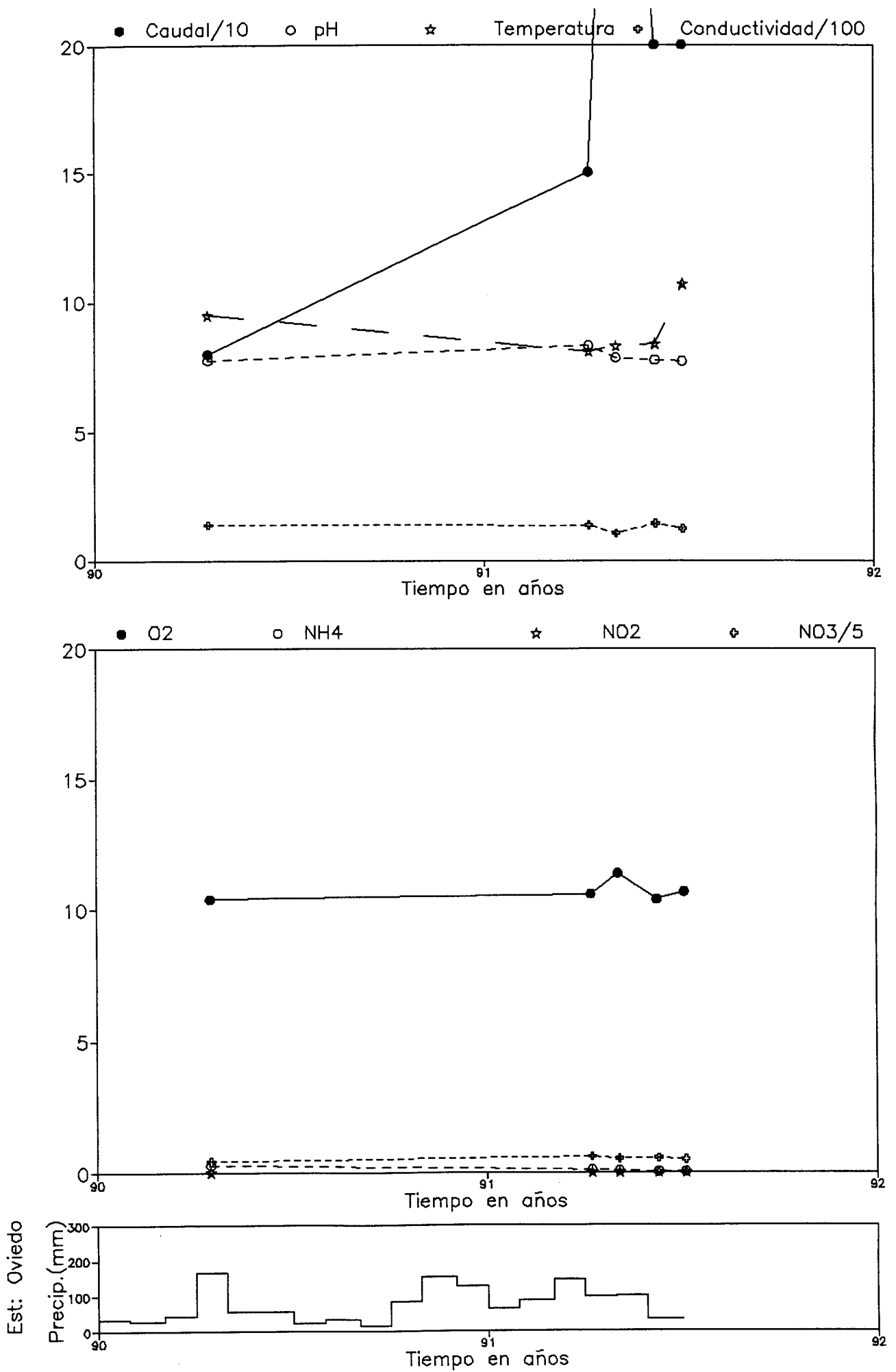


Fig. 31: Evolución del punto 1305-8-002 (M. el Raigosu)

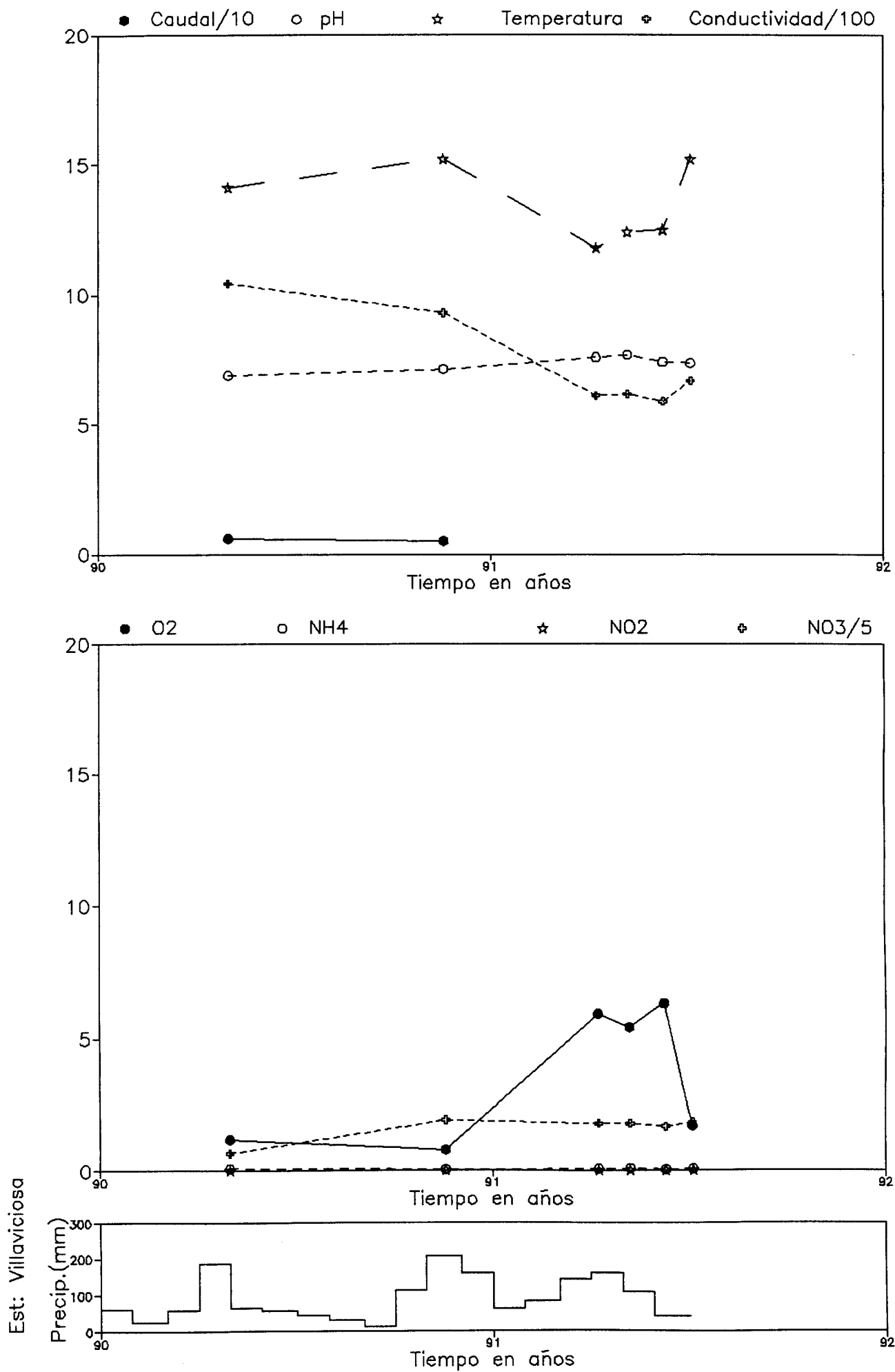


Fig. 32: Evolución del punto 1403-6-028 (S. Rodiles)

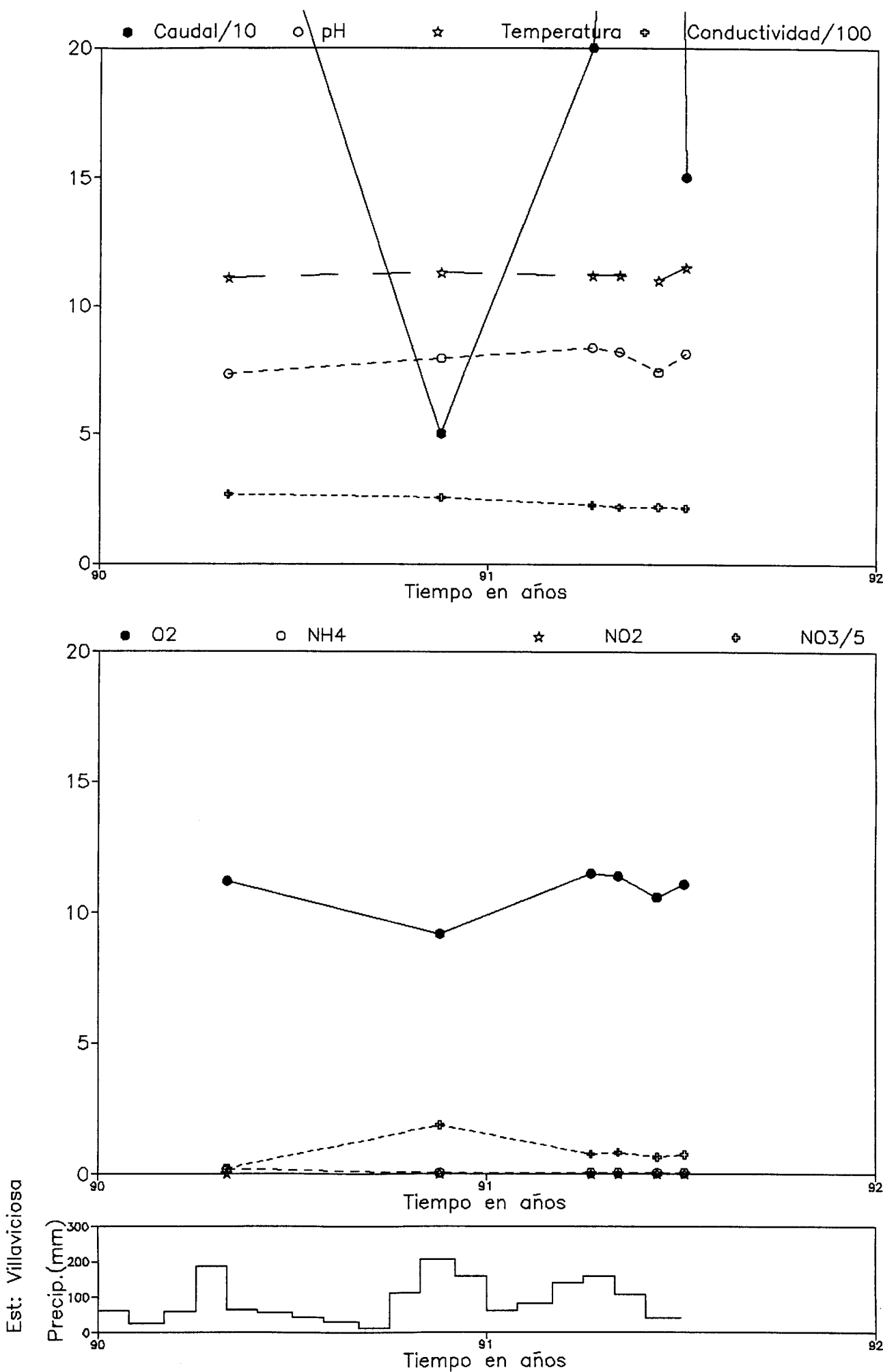


Fig. 33: Evolución del punto 1404-4-004 (M. Obaya)

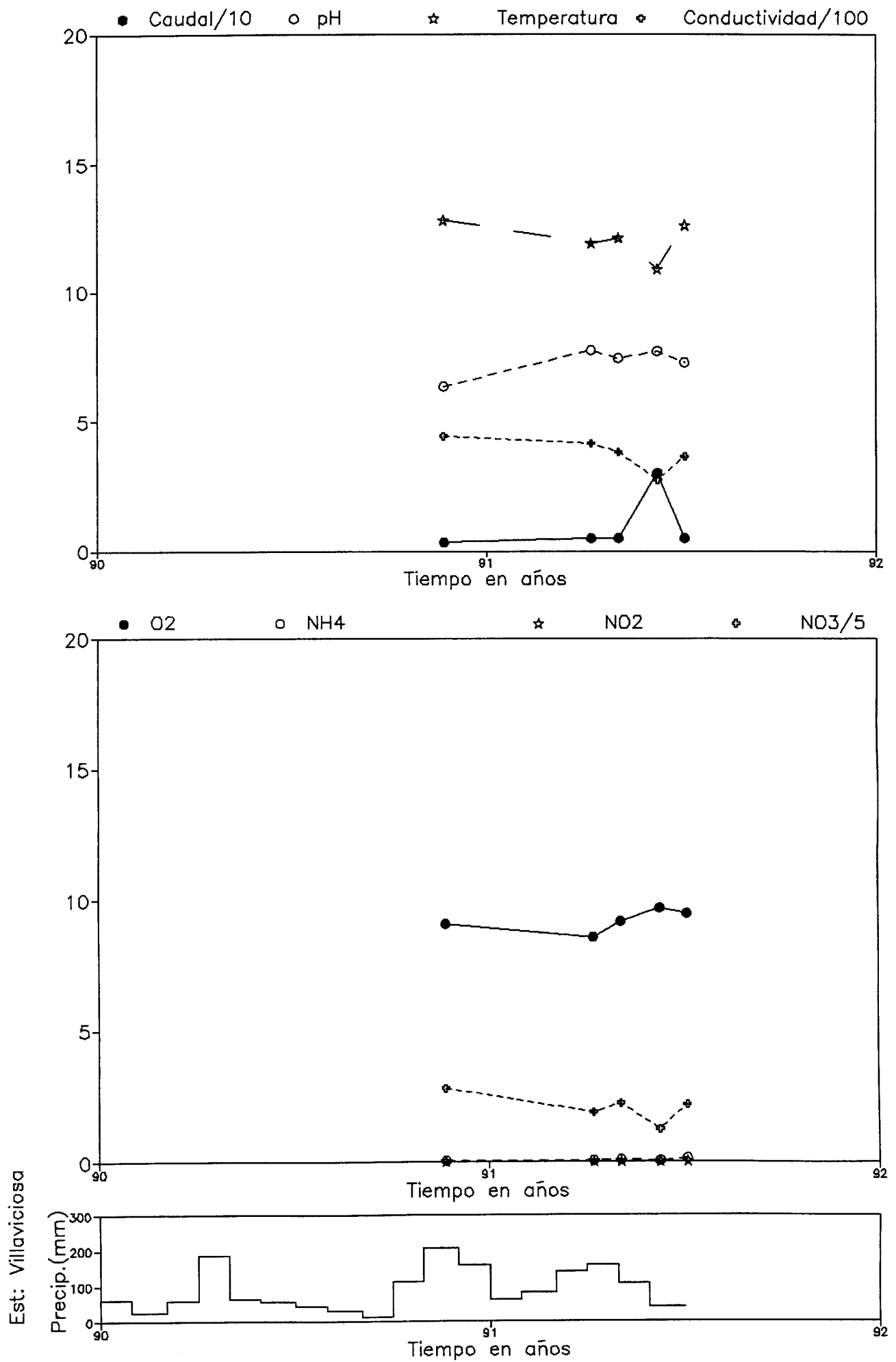


Fig. 34: Evolución del punto 1404-5-031 (M. Moneyu)

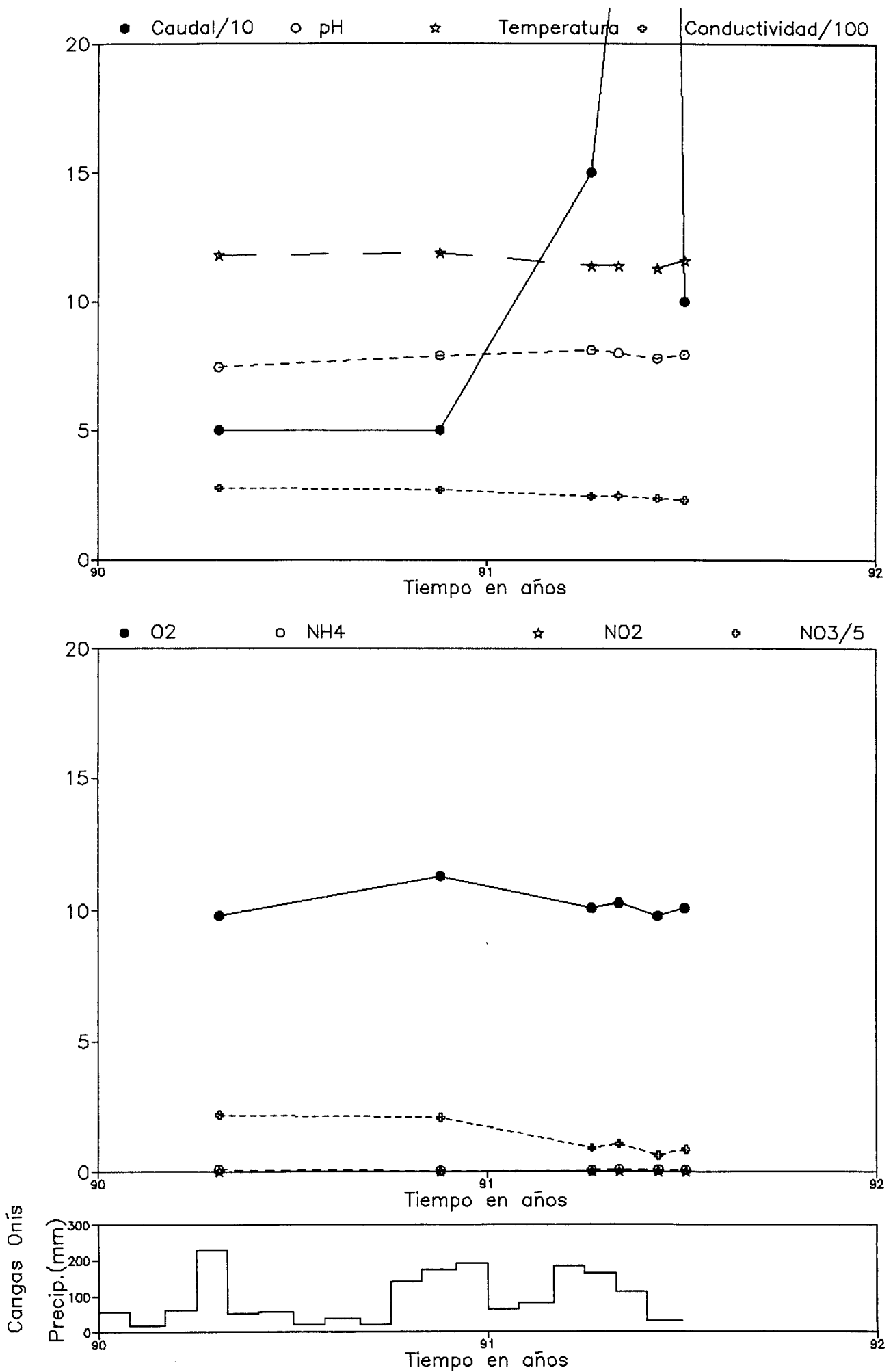


Fig. 35: Evolución del punto 1404-7-006 (M. Güeyu Ríu)

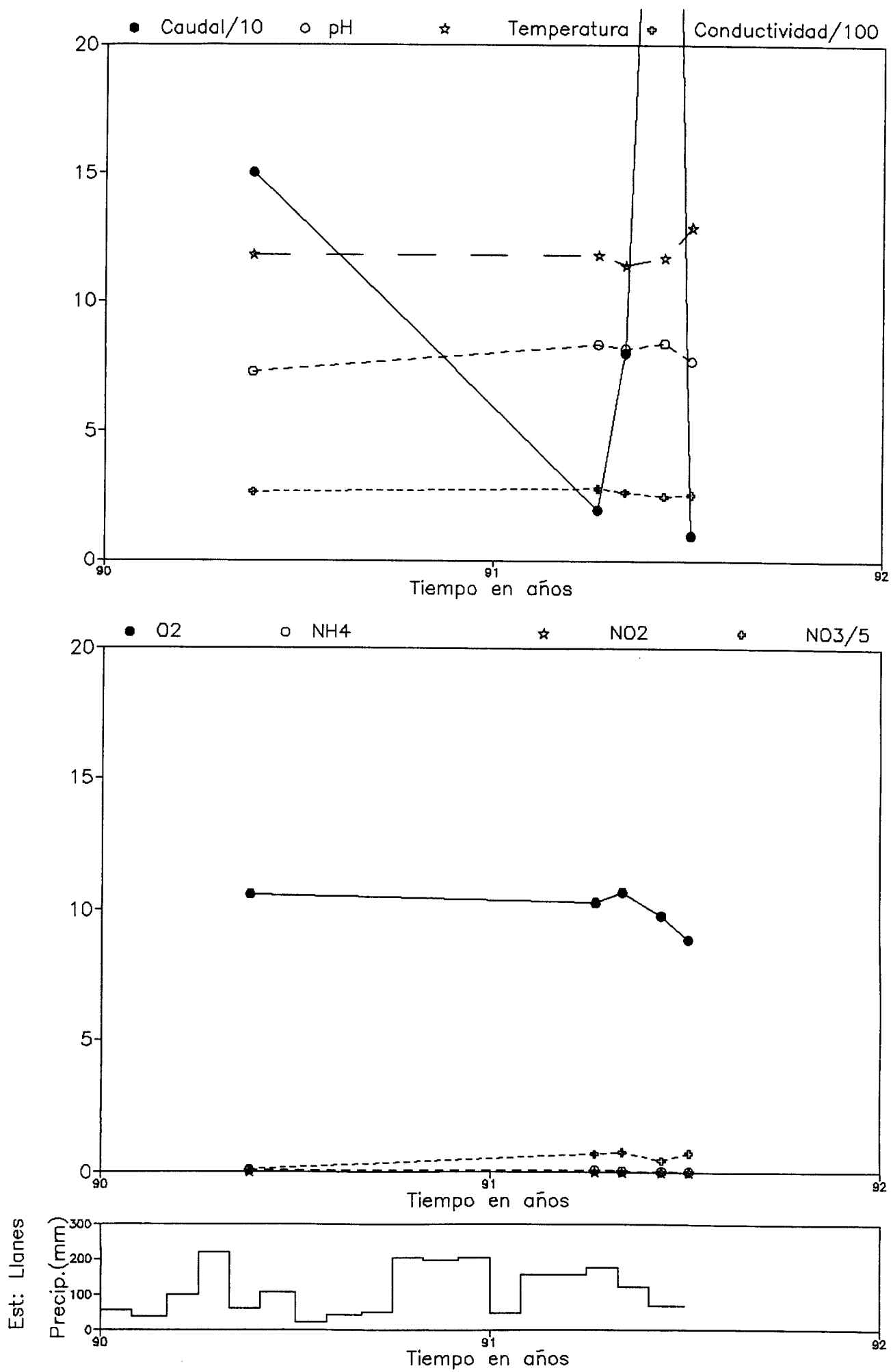


Fig. 36: Evolución del punto 1504-3-002 (M. Guadamía)

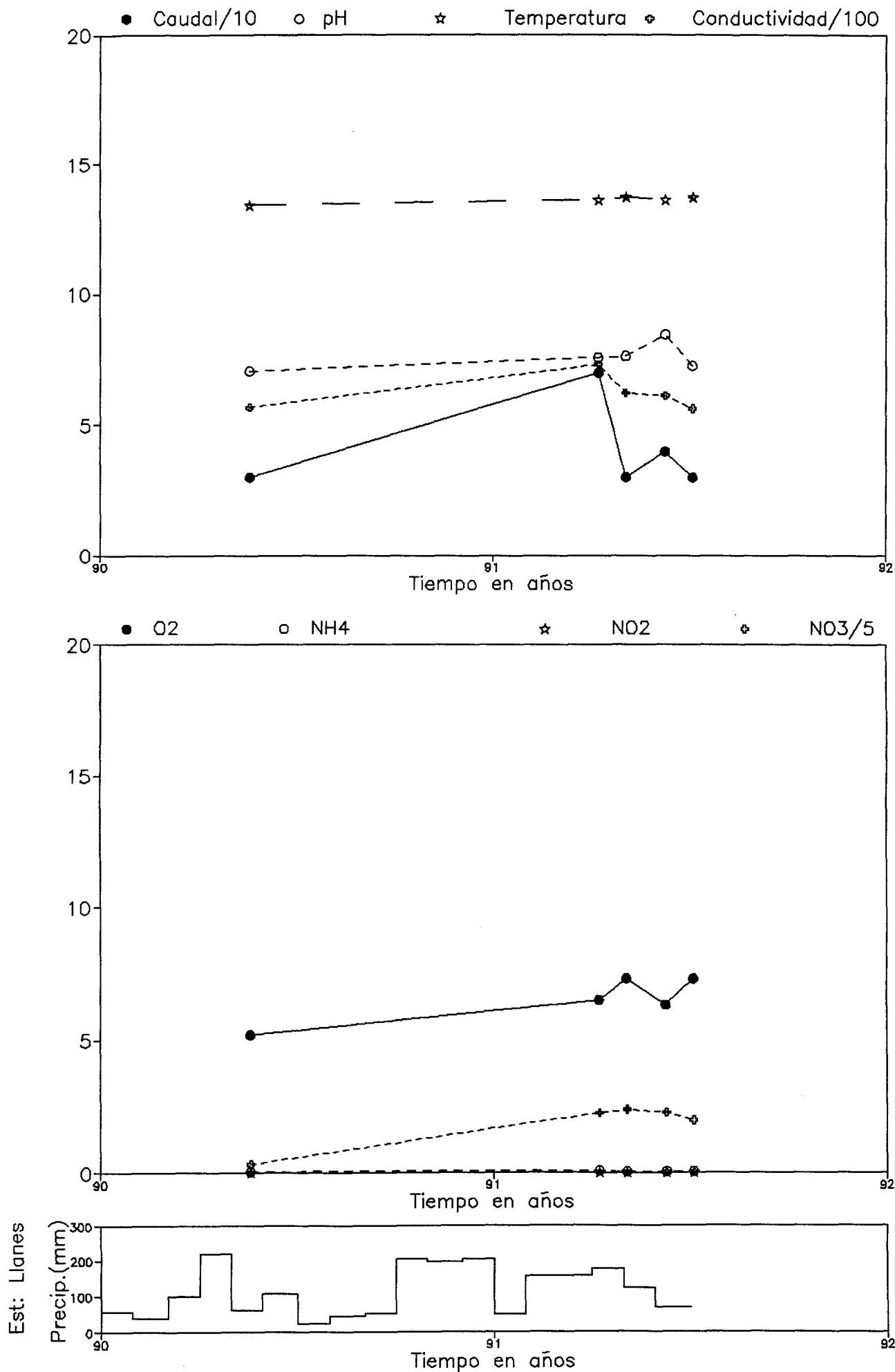


Fig. 37: Evolución del punto 1604-2-002 (M. est.bom. Llanes)

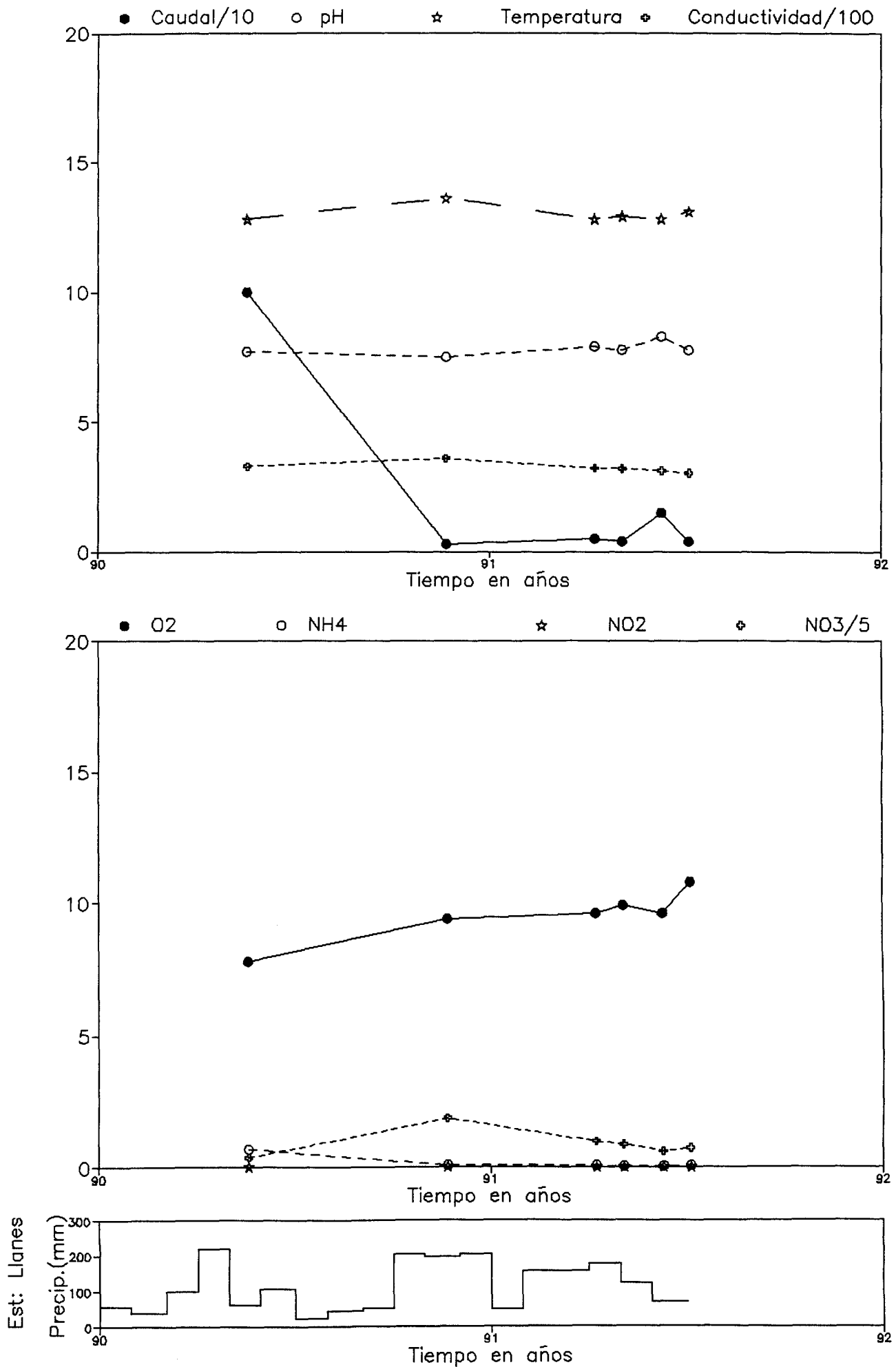


Fig. 38: Evolución del punto 1604-8-009 (M. Llabardón)



la concentración es menor, mientras que inversamente con caudales menores la concentración aumenta. Generalmente este comportamiento indica que el acuífero tiene unas reservas de agua relativamente pequeñas en relación con sus recursos renovables.

Se realizó un estudio estadístico para cada punto, calculando los coeficientes de correlación de todos los parámetros unos con otros. En la tabla 19 se resumen los más significativos:

Nombre del punto	-----Coeficientes de correlación-----			
	NO <sub>3</sub> -Caudal	NO <sub>3</sub> -tiempo	NO <sub>3</sub> -O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub> -Cond.
La Fuente	-0,65	-0,24	-0,58	-0,39
Treno	-0,46	0,33	0,22	-0,13
F.S.Antonio	-0,49	-0,15	-0,69	0,36
Creixido	0,33	0,62	0,24	0,83
R. Barayo	-0,57	-0,90	-0,95	0,93
Fuentona	-0,73	-0,88	-0,99	0,94
M. Rodical	0,56	0,80	-0,16	0,31
La Margarita	-0,43	0,29	0,09	-0,25
R.S.Roque	-0,69	-0,60	-0,67	0,28
P. Ferrota	---	0,96	0,63	0,11
Foxaco	-0,14	0,61	-0,14	0,06
Jompernal	-0,60	-0,10	0,21	0,97
Fueñegróna	0,56	0,47	-0,06	0,05
l'Ablanal	---	-0,79	0,14	-0,62
Los Molinos	-0,37	0,67	0,31	-0,46
La Campana	-0,29	0,28	0,71	0,12
Llantones	0,07	0,86	-0,09	-0,59
Ricabá	-0,59	-0,95	-0,91	0,64
Picullanza	-0,15	0,00	0,46	0,33
El Raigosu	0,26	0,65	0,14	0,04
S. Rodiles	---	0,80	0,32	-0,66
Obaya	-0,50	0,10	-0,83	0,11
F. Moneyu	-0,84	-0,69	-0,36	0,86
Güeyu riu	-0,62	-0,92	0,45	0,96
Guadamía	-0,42	0,85	-0,30	0,16
Est. bombeo	0,35	0,94	0,81	0,50
Llabardón	-0,56	0,01	0,22	0,76

Tabla 19: Coeficientes de correlación entre el ion nitrato y otros parámetros para los puntos de la red de control periódico.

La mayoría de los puntos tienen un comportamiento más o menos estable en cuanto a su contenido en nitratos. Tendencias significativas al aumento se observan en tan solo unos pocos

puntos: manantiales de Treno, Rodical, La Campana y el de la estación de bombeo de Llanes, y en el pozo Ferrota de Castrillón. Una tendencia clara al aumento del contenido en nitratos suele apreciarse por un elevado coeficiente de correlación entre esta concentración y el tiempo. Casi todos los puntos antes citados tienen una alta correlación entre nitrato y tiempo, exceptuándose aquellos en los que el contenido en nitratos presenta fuertes oscilaciones debidas a otros procesos, como ocurre con los manantiales de Treno y La Campana. Existen otros puntos con alta correlación del contenido en nitratos con el tiempo, pero sin embargo los contenidos en nitrato son aún muy reducidos por lo que este aumento es de pequeña magnitud.

En los manantiales situados en acuíferos con pocas reservas renovables el contenido en nitratos puede tener variaciones importantes en función del agua de lluvia necesaria para la dilución. En tales casos existe una correlación del nitrato negativa con el caudal y positiva con la conductividad, de acuerdo con el modelo de mezcla ya citado en el que diferentes cantidades de nitrato y otras sales se diluyen en diferentes volúmenes de agua. Los coeficientes calculados con la conductividad concuerdan muy bien con los datos hidrogeológicos; se han encontrado correlaciones positivas muy elevadas en cursos de aguas superficiales y en los manantiales de Creixido (calizas cámbricas), la Fuentona (calizas precarboníferas), Jompernal (calizas precarboníferas), fuente Moneyu (calizas cretácicas), Güeyu Ríu (caliza de montaña) y Llabardón (caliza de montaña).

La relación entre el contenido en nitrato y el oxígeno disuelto en el agua puede responder a dos modelos conceptuales:

- Puede haber correlación negativa en aguas poco contaminadas en las que los aportes más significativos de nitrógeno proceden de la ganadería, es decir del abonado con estiércol. Dado que el estiércol es rico en materia orgánica, su aporte produce un consumo del
-

oxígeno disuelto en el agua además del incremento de los nitratos.

- En aguas muy contaminadas puede haber correlación positiva debido a los procesos de desnitrificación biológica. Si localmente los aportes de materia orgánica provocan el consumo de la totalidad del oxígeno disuelto en el agua, las bacterias desnitrificantes degradarán la materia orgánica restante oxidándola con el oxígeno de las moléculas de nitrato, reduciendo por tanto el contenido de este compuesto y produciendo como subproducto nitrógeno elemental (gaseoso).

Se observa que muchos puntos presentan una alta correlación negativa entre nitrato y oxígeno disuelto, propia de zonas poco contaminadas que reciben aportes de estiércol. Correlaciones positivas significativas se observan en el manantial de La Campana ( $r=0,71$ ), donde se encontró presencia de nitritos y amonio. También hay una alta correlación positiva en el manantial de la estación de bombeo de Llanes, pero en este caso la alta correlación es explicable con otros factores: en la primera campaña se muestreó agua de pozos bombeando y en las siguientes del manantial.

La presencia de nitritos es excepcional en las aguas de abastecimiento: tan sólo se encontraron trazas de este compuesto (0,025 mg/l) en el manantial de La Campana, que actualmente está en desuso.

Se han encontrado siempre cantidades muy modestas de amonio, salvo casos muy excepcionales. La presencia de amonio es ocasional, habiéndose encontrado particularmente en acuíferos con pequeñas reservas (en relación con los recursos renovables), al producirse las primeras lluvias después de un largo período seco. El punto en el que se encontró un mayor contenido es el manantial de Liguriza, en Ribadedeva (caliza de montaña) en la campaña de

---

marzo de 1.990, sin que en la siguiente campaña se observaran valores elevados de amonio. Este manantial se encuentra dentro de una zona de pastos con ganado suelto.

#### 5.4.- CALIDAD DEL AGUA PARA ABASTECIMIENTO URBANO

En relación con la Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público se encuentra que:

- Los contenidos de amonio y nitritos se encuentran casi siempre dentro de los límites tolerables. Tan solo se rebasan estos límites esporádicamente en unos pocos puntos. No existe ninguna tendencia al aumento de los contenidos en estos compuestos por lo que no es de temer su presencia continuada en los acuíferos.

- Los contenidos de nitratos presentan distintos comportamientos según las zonas. En puntos concretos se observa la progresiva acumulación de nitratos, que puntualmente ya ha rebasado el límite tolerable para aguas de consumo público y seguramente lo rebasará en un futuro en otros. Valores superiores a 50 mg/l  $\text{NO}_3^-$  se han encontrado en los manantiales de Treno (Castropol) y la Campana (Llanera); afortunadamente ninguno de estos puntos se utiliza actualmente para abastecimiento: el primero es una fuente pública y el segundo está en desuso en favor de aguas de CADASA, de mejor calidad. Existe riesgo de superación de este valor en un futuro en el pozo de la Ferrota (Castrillón), donde de seguir la tendencia actual se superarán los 50 mg/l dentro de dos años o menos.

---

**6.- RELACION ENTRE LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS**

---

**Y LOS FOCOS CONTAMINANTES**

---

#### 6.- RELACION ENTRE LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS Y LOS FOCOS CONTAMINANTES

Existe una buena concordancia entre los focos contaminantes, la vulnerabilidad a la contaminación de los distintos acuíferos y los niveles de contaminación observados.

Como se describió en el capítulo 4, las mayores dosis de compuestos nitrogenados son aportadas en el litoral occidental, zona del cabo de Peñas y zona central de Asturias, entre Oviedo y Villaviciosa.

En el capítulo 3 se describieron los principales acuíferos de Asturias. La mayor parte de estos acuíferos tienen una protección contra la contaminación muy reducida o nula, por lo que los aportes de nitrógeno en superficie llegan inmediatamente a las aguas subterráneas, aumentando progresivamente los contenidos en nitrato. Tan solo tienen una protección apreciable los acuíferos del Jurásico y del Cretácico. Efectivamente, aunque en la superficie de estos acuíferos se producen importantes aportes de nitrógeno, sus aguas subterráneas tienen todavía unos

---

contenidos reducidos (el sondeo de Rodiles y la Fuente Moneyu, con 9,2 mg/l y 10,9 mg/l en el último muestreo son los valores más elevados encontrados, si se considera que el manantial de La Campana está en un acuífero terciario situado sobre el Cretácico).

La yuxtaposición entre los focos de contaminación y la vulnerabilidad de los acuíferos permite delinear las áreas con distintos grados de riesgo de contaminación de las aguas subterráneas con compuestos de nitrógeno. Estas áreas se indican en el plano número 8. Es preciso hacer notar que incluso en las zonas con riesgo de contaminación, el riesgo es actualmente bajo debido a las dosis relativamente pequeñas de nitrógeno que se aplican al terreno y a la elevada precipitación.

El riesgo de contaminación de cada una de las formaciones acuíferas es:

- Sedimentos calizos y dolomíticos precarboníferos (sistema AA): la protección contra la contaminación es muy pequeña. Sin embargo por lo general se sitúan lejos de los focos de compuestos de nitrógeno, por lo que el riesgo es limitado. Existe riesgo de contaminación en las calizas de Vegadeo y en la zona comprendida entre Castrillón y Carreño, incluyendo el Cabo de Peñas.
  - Caliza de montaña (sistema nº 3): la protección contra la contaminación es muy pequeña. Su grado de riesgo sin embargo es variable: donde las calizas forman altos relieves topográficos no reciben aportes de nitrógeno (generalmente son pastizales con ganado suelto), mientras que en zonas bajas se sitúan en áreas con agricultura y ganadería desarrolladas. Existe riesgo de contaminación en la llanura costera de Llanes - Ribadesella y en afloramientos de pequeña entidad del Cabo de Peñas. Las reservas de este acuífero son relativamente pequeñas, de un orden de magnitud
-

similar a los recursos renovables anualmente. Los aportes de nitrógeno u otras sustancias pueden provocar su rápida contaminación, pero de igual forma mejorará la calidad rápidamente si cesa la entrada de compuestos de nitrógeno.

- Sedimentos jurásicos (sistema nº 1): un gran porcentaje de la recarga se produce a través del tramo superior de conglomerados, margas y una alternancia de margas y areniscas (ritmita). Esto le confiere una elevada protección frente a la contaminación desde focos situados en superficie, pese a que estos sedimentos se encuentran en zonas de altas dosis de aportes de nitrógeno. Los compuestos de nitrógeno tardarán un tiempo apreciable en llegar a la zona saturada del acuífero, pero en un futuro pueden acumularse en las aguas subterráneas, manteniendo concentraciones altas incluso en el caso de cesar los aportes de nitrógeno, hasta que se produzca la regeneración de la calidad.
  - Sedimentos cretácicos (sistema nº 2 y sistema nº 4): se trata de un acuífero multicapa situado en gran parte de su superficie bajo sedimentos terciarios de permeabilidad media a baja. Tiene una elevada protección frente a aportes de sustancias contaminantes en superficie y son aplicables los comentarios realizados para los sedimentos jurásicos.
  - Sedimentos cuaternarios: tienen una protección frente a la contaminación prácticamente nula, y por lo general existen tierras de labor en su superficie. Presentan por tanto un alto riesgo de contaminación. Se pueden destacar los sedimentos cuaternarios de las llanuras costeras de la porción más occidental de Asturias, sobre las que existe la mayor densidad de tierras de labor de la provincia.
  - Otros acuíferos: su protección frente a la contaminación es variable, pero en general pequeña dado que suelen presentarse a poca profundidad. Tienen riesgo de contaminación
-



siempre que en superficie existen aportes de compuestos de nitrógeno. Como zonas de riesgo se pueden destacar tramos areniscosos del Jurásico (situados sobre el acuífero jurásico calcáreo) y los sedimentos terciarios (y en concreto los tramos de conglomerados y de calizas lacustres) situados sobre los sedimentos cretácicos de la zona central (Oviedo - la Pola de Siero - Posada de Llanera).

Dentro de las zonas de bajo riesgo, la presencia de focos puntuales puede provocar la contaminación de pequeñas fuentes de abastecimiento, por ejemplo por la presencia de granjas o campos de cultivo en las inmediaciones del manantial.

---

**7.- RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

-----

## **7.- RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1.- RESUMEN**

**Climatología-** El clima de Asturias es templado y húmedo. Las precipitaciones totales anuales varían entre menos de 1.000 mm/año en la zona del Cabo de Peñas y más de 1.500 mm en zonas montañosas. Las temperaturas medias anuales varían entre 13 °C en la costa y 9 °C en las zonas montañosas.

**Hidrogeología-** Se distinguen en Asturias las siguientes formaciones acuíferas: los sedimentos calcareo- dolomíticos precarboníferos, la caliza de montaña, los sedimentos jurásicos, los sedimentos cretácicos y otros acuíferos aislados. El grado de explotación de todos ellos es modesto, y la calidad química del agua generalmente adecuada para consumo público.

**Focos contaminantes-** La mayor parte de las actividades económicas se concentran en las zonas central y costera de Asturias. Entre los focos que pueden aportar compuestos de nitrógeno son de destacar las actividades ganaderas y agrícolas.

---

Además también existen industrias químicas (entre ellas una fábrica de fertilizantes) y residuos urbanos sólidos y líquidos. La agricultura está poco desarrollada y por lo general está orientada hacia la ganadería; el abono más utilizado es el estiércol, mientras que los abonos inorgánicos no son usados de modo generalizado. En prados naturales el estiércol se aplica generalmente cuando llueve, para evitar posibles daños a la hierba.

**Aportes nitrogenados totales-** El cálculo de la concentración media por término municipal que resulta de dividir los aportes de nitrógeno por la lluvia útil (es decir, la concentración alcanzable si ninguna fracción de estos aportes fuese asimilada por las plantas ni existiese ningún otro fenómeno de desnitrificación) es menor de 50 mg/l para casi toda Asturias. Tan sólo se encuentran valores superiores a 50 mg/l en la zona del Cabo de Peñas y en la llanura costera occidental.

**Contenido en nitrato-** Casi todos los puntos muestreados presentan contenidos en nitrato muy inferiores a 50 mg/l. Tan solo en dos puntos se llegaron a superar los 50 mg/l. Pocos puntos presentan tendencia al aumento del contenido en nitrato, mientras que la mayor parte de ellos tiene un comportamiento estable.

**Contenido en otros compuestos nitrogenados-** El amonio puede aparecer en los manantiales kársticos con las primeras lluvias tras un largo período de sequía, pero generalmente en concentraciones pequeñas. El nitrito solo se detecta muy ocasionalmente en casos de contaminación puntual.

**Relación entre la calidad de las aguas subterráneas y los focos contaminantes-** Existe una buena concordancia entre los focos contaminantes, la vulnerabilidad a la contaminación de los distintos acuíferos y los niveles de contaminación observados. Se encuentran concentraciones elevadas de nitrato en zonas con altas

---

dosis de compuestos nitrogenados sobre acuíferos vulnerables, en concreto los sedimentos calizos y dolomíticos precarboníferos de la zona del Cabo de Peñas, acuíferos terciarios aislados en la zona central de Asturias, las calizas de Vegadeo entre dicha localidad y Castropol y los sedimentos cuaternarios de la llanura costera occidental. Por el contrario los acuíferos jurásico y cretácico no presentan contaminación aún recibiendo localmente elevadas dosis de compuestos nitrogenados.

## 7.2.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Salvo en situaciones particulares y en puntos aislados, el nitrato es el único compuesto de nitrógeno presente significativamente en las aguas subterráneas de Asturias. La presencia de nitrito y amonio es ocasional, se produce generalmente con las primeras lluvias tras un período seco prolongado y no es persistente, pues desaparece al cabo de un tiempo. Es decir, la presencia de nitrito y amonio no es acumulativa.

Sí es acumulativo en mayor o menor grado el contenido en nitrato, pero sin embargo ello no supone un problema generalizado en los abastecimientos de Asturias. Esto es debido a la combinación de distintos factores, como son:

- Las altas precipitaciones, particularmente en zonas de montaña, que provocan la dilución de los compuestos de nitrógeno.
  - La alta proporción de tierras no explotadas agrícola-mente (monte bajo, bosque, roquedos, etc), que suponen casi el 70% de la superficie total.
  - El tipo de agricultura, fundamentalmente dedicado a las explotaciones ganaderas (salvo en la porción más
-

occidental de Asturias), y el empleo mayoritario de estiércol como abono.

Es decir, se puede afirmar que no existe actualmente ninguna zona contaminada. Se observan no obstante problemas puntuales en las zonas de mayores aportes de nitrógeno debidos a la ganadería y agricultura. El campo asturiano está desarrollando un proceso de modernización, sustituyendo los prados naturales (que tradicionalmente reciben tan sólo estiércol como abono) por praderas artificiales que se fertilizan utilizando abonos inorgánicos. Por ello es de esperar que en las zonas desarrolladas agrícola-mente aumentarán las concentraciones de nitrato, pudiendo superarse los límites tolerables para las aguas de consumo público. Se habla de ellas como zonas con riesgo de contaminación.

Los resultados de los análisis realizados concuerdan con los focos potenciales de contaminación y con las características hidrogeológicas. De este modo se encuentran mayores contenidos en aquellas zonas que reciben altas dosis de nitrógeno y en las que los acuíferos tienen una pequeña o nula protección contra la contaminación. Con estos resultados se ha confeccionado el plano número 8, en el que se indican las zonas con riesgo de contaminación por especies nitrogenadas y las zonas exentas de riesgo, que como puede verse comprenden la mayor parte de la superficie de Asturias.

Es importante destacar que la mayor parte de los manantiales y pozos de abastecimiento urbano se encuentran en la zona exenta de riesgo, incluso para poblaciones situadas dentro de la zona con riesgo. Tradicionalmente, siempre que ello es posible, se han buscado fuentes para abastecimiento en las zonas montañosas, donde el riesgo de contaminación es inexistente.

Incluso dentro de la zona con riesgo, hay que hacer notar que este riesgo es reducido. Dado que actualmente no existe

---

contaminación en ningún punto de abastecimiento (se encontraron contenidos superiores a 50 mg/l en dos puntos, de los que uno es una fuente pública y otro un manantial que actualmente está en desuso), no se considera necesario en este momento establecer limitaciones a las prácticas agrícolas y ganaderas.

En cuanto a la directiva europea de protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura, se recomienda declarar como zona vulnerable tan sólo la definida como zona con riesgo de contaminación en el plano 8.

Adicionalmente se recomienda:

- No establecer ningún tipo de limitación al uso de abonado inorgánico ni estiércol en la zona definida como exenta de riesgo en el plano 8.
  - Fomentar la utilización de fuentes de agua situadas en la zona exenta de riesgo.
  - Controlar periódicamente la calidad de las aguas de los principales manantiales o pozos de abastecimiento situados en la zona con riesgo y en la zona con riesgo a largo plazo.
  - Informar a los agricultores y ganaderos de estas zonas sobre las técnicas más eficaces de aplicación de los abonos para maximizar su aprovechamiento por las plantas y minimizar su incorporación a las aguas subterráneas.
-

## **BIBLIOGRAFIA**

-----



**BIBLIOGRAFIA**

Comunidad Europea (1991). "Directiva del Consejo de Comunidades Europeas relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura". Directiva 8572/91.

FOLLET, R.F. (1989). "Nitrogen management and ground water protection". N. York. Ed. Elsevier. Developments in Agricultural and Managed Forest Ecology.

GUITIAN OJEA, F.; MUÑOZ TABOADELA, M.; CARBALLAS FERNANDEZ, T.; ALBERTO JIMENEZ, F. (1.985) "Suelos naturales de Asturias". Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia. Santiago de Compostela.

ITGE (1984). "Calidad de las aguas subterráneas en la Cuenca Norte. Asturias". Colección Informe.

ITGE (1984). "Investigación hidrogeológica en la Cuenca Norte: Asturias". Colección Informe.

ITGE (1984). "Los sistemas hidrogeológicos de Cantabria". Colección Informe.

ITGE (1988). "Mapa de riesgo de contaminación de las aguas subterráneas por vertidos sobre el terreno. Provincias de Asturias y Cantabria".

ITGE (1988). "Contenido en nitratos de las aguas subterráneas de España. Distribución espacial y evolución temporal".

ITGE (1989). "Estudio metodológico de los procesos de contaminación bacteriológica de las aguas subterráneas. Aplicación a los acuíferos del norte de España".

Legislación Española (1990). "Reglamentación Técnico- Sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público (RD 1138/1990)".

M.A.P.A. (1987). "Anuario de estadística Agraria". Madrid.

M.A.P.A. (1988). "Censo agrícola 1986". Banco de Datos de la Secretaría General Técnica del M.A.P.A.

M.A.P.A. (1988). "Censo ganadero 1986". Banco de Datos de la Secretaría General Técnica del M.A.P.A.

---

M.A.P.A.- Dirección General de la Producción Agraria (1988).  
"Mapa de cultivos y aprovechamientos del Principado de Asturias -  
Escala 1:200.000".

M.A.P.A. (varios años). "Mapas de cultivos y aprovechamientos del  
Principado de Asturias - Escala 1:50.000".

MOPT- Dirección General del Medio Ambiente (1988). "Estudio de la  
contaminación difusa por productos fitosanitarios y fertilizantes  
en España".

PRINCIPADO DE ASTURIAS (1986) "Campaña de saneamiento ganadero  
1.986. Datos estadísticos". Consejería de Agricultura y Pesca.

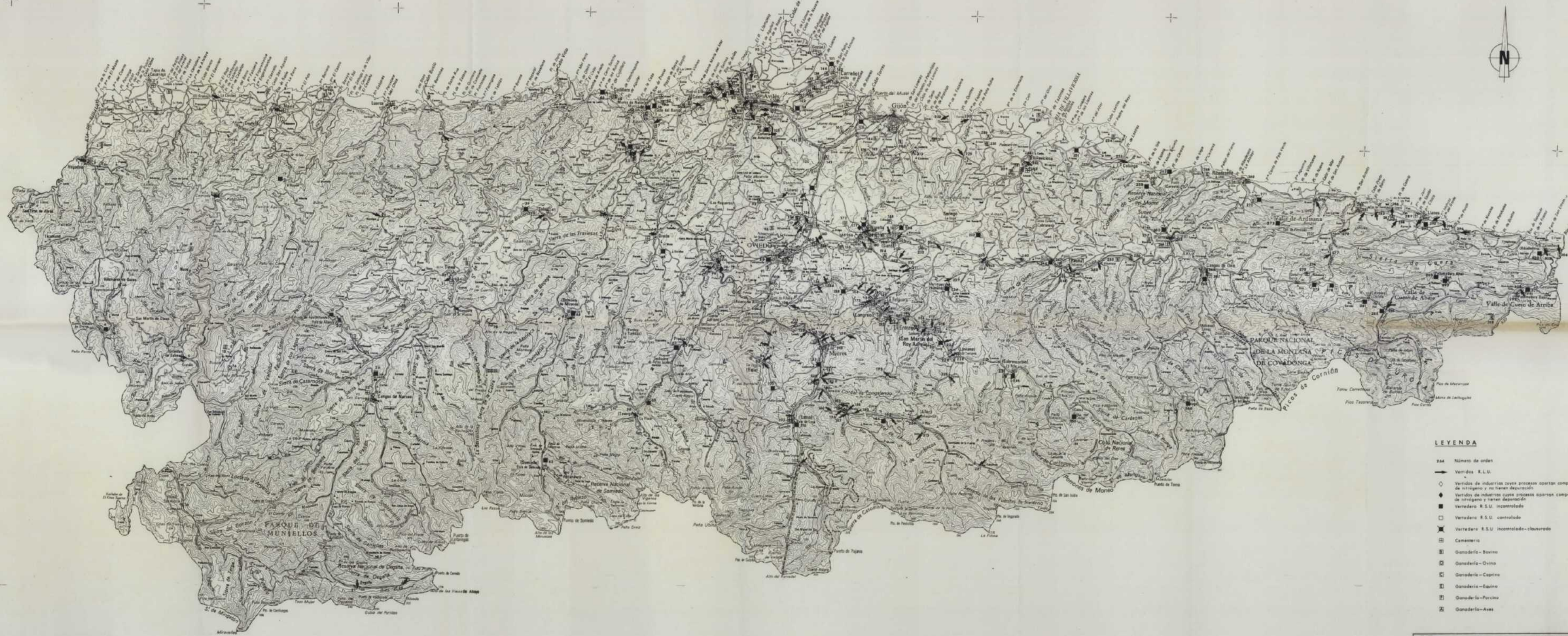
SAINZ MORENO, L.; COMPAIRE FERNANDEZ, C. (1985). "Animales y  
contaminación biótica ambiental". Madrid. Instituto de Estudios  
Agrarios, Pesqueros y Alimentarios.

---

**P L A N O S**



M A R C A N T Á B R I C O



LEYENDA

- 244 Número de orden
- Veredos R.L.U.
- Veredos de industrias cuyos procesos aportan compuestos de nitrógeno y no tienen depuración
- Veredos de industrias cuyos procesos aportan compuestos de nitrógeno y tienen depuración
- Vertedero R.S.U. incontrolado
- Vertedero R.S.U. controlado
- Vertedero R.S.U. incontrolado-clausurado
- Camenería
- Ganadería - Bovino
- Ganadería - Ovino
- Ganadería - Caprino
- Ganadería - Equino
- Ganadería - Porcino
- Ganadería - Aves

ESCALA 1:200.000



PROYECCION U.T.M. SISTEMA INTERNACIONAL  
Datum: Madrid 1959

<p>Instituto Tecnológico Geológico de España</p>	DIRECCION DE AGUAS SUBTERRANEAS	
	PROYECTO: ESTUDIOS DE CONTAMINACION DE ACUIFEROS POR ACTIVIDADES AGROPECUARIAS. FASE I. COMUNIDADES AUTONOMAS DE ASTURIAS Y CANTABRIA (1989-90-91)	ESCALA 1:200.000
FECHA: Julio 1991	DENOMINACION: FOCOS PUNTUALES DE CONTAMINACION	HOJA: 1



M A R C A N T Á B R I C O



**SIGNOS CONVENCIONALES**

	Contacto concordante
	Contacto discordante
	Contacto mecánico
	Falla
	Cobijamiento

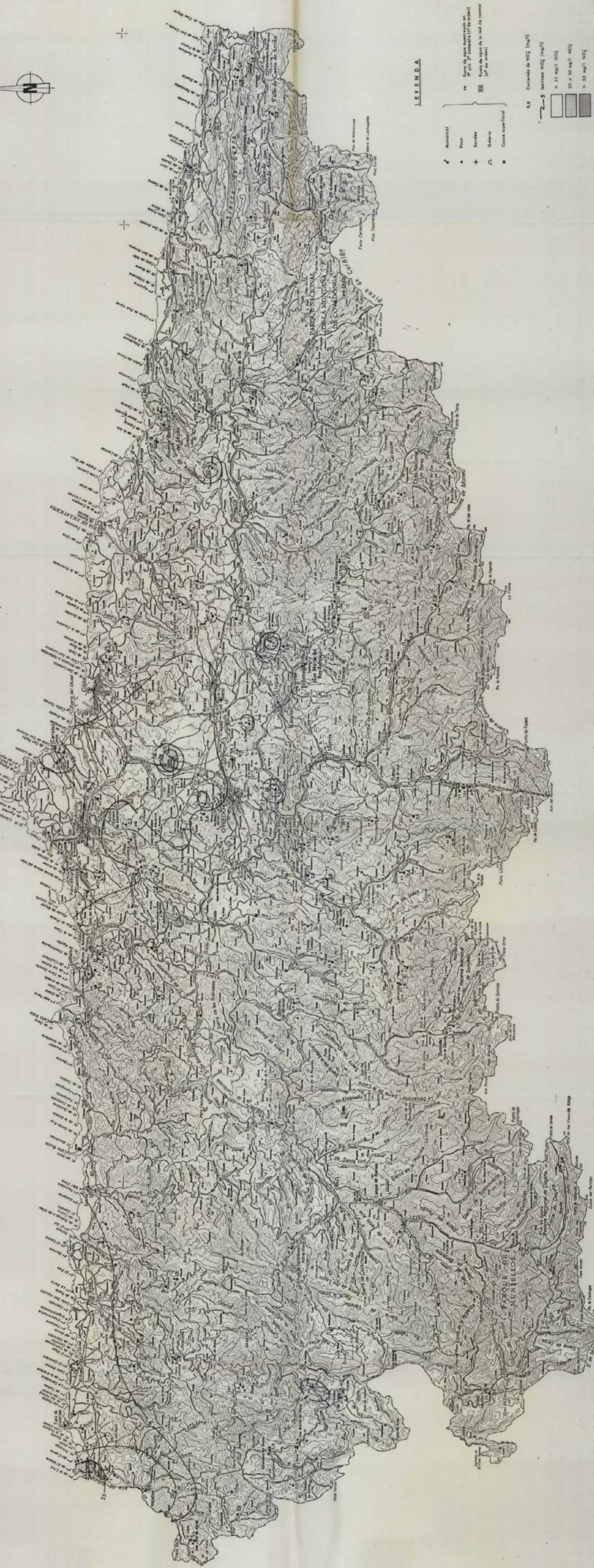
LEYENDA	PERMEABILIDAD	
	CUATERNARIO. Arcillas arenas y gravas	Medio
	TERCIARIO. Conglomerados, arcillas, margas y arenos	Variable
	CRETACICO. Conglomerados, calizas, margas, areniscas, arenos, limos y arcillas	Medio
	JURASICO. Conglomerados, areniscas, calizas, margas y arcillas	Medio-bajo
	LIAS SUPERIOR. Calizas, dolomitas y arcillas	Alta
	PALEOZOICO. Calizas	Alta
	DEVONICO INFERIOR. Dolomitas, calizas, pizarras y margas	Medio

ESCALA 1:200.000  
 DIRECCION U. I. M. ALTIPLANO INTERNACIONAL  
 Edición en 1991

<p>Instituto Tecnológico GeoMinero de España</p>	DIRECCION DE AGUAS SUBTERRANEAS	
	PROYECTO: ESTUDIOS DE CONTAMINACION DE ACUIFEROS POR ACTIVIDADES AGROPECUARIAS. FASE I. COMUNIDADES AUTONOMAS DE ASTURIAS Y CANTABRIA (1989-90-91)	ESCALA: 1:200.000
FECHA: Julio 1991	DENOMINACION: MAPA HIDROGEOLOGICO DE ASTURIAS	HOJA: 3
I. G. R.		



M A R C A N T Á B R I C O



LEYENDA

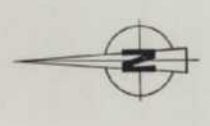
- Material
- Finca
- Sordos
- Galeras
- Cueva (interior)
- Punto de agua manantial en el y/o 2º campo (nº de orden)
- Punto de agua de la red de canal (nº de orden)
- Contenido de NO<sub>3</sub> (mg/l)
  - < 25 mg/l NO<sub>3</sub>
  - 25 a 50 mg/l NO<sub>3</sub>
  - > 50 mg/l NO<sub>3</sub>

**DIRECCION DE Geología**  
**INSTITUTO TECNOLÓGICO AGUAS SUBTERRANEA**  
 PROYECTO ESTUDIOS DE CONTAMINACION DE ACUÍFEROS POR ACTIVIDADES AGROPECUARIAS. FASE I. COMUNIDADES AUTÓNOMAS DE ASTURIAS Y CANTABRIA (1987-89-91)  
 INFORMACION NITRATOS  
 I. G. B. Nº CAMPAÑA (FEBRERO-MARZO 1990) 4

ESCALA 1:200.000  
 PROYCCION U.T.M. SISTEMA INTERNACIONAL  
 DATUM: DATUM DE BRNO



M A R C A N T Á B R I C O

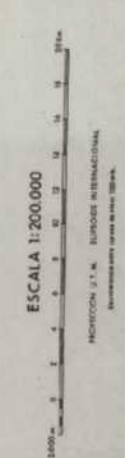


LEYENDA

- ✓ Monumental
  - Pico
  - + Senda
  - △ Otero
  - Cauce superficial
- 77 Pico de agua interceptada en 2ª y 3ª categoría (2º de orden)
- 88 Pico de agua de la red de control (2º de orden)

0,54 Contorno de 100 (m/1)

0,53 Contorno de 50 (m/1)



**Instituto Tecnológico AGUAS SUBTERRANEAS**  
**GOBIERNO DE CANTABRIA**

PROYECTO: ESTUDIOS DE CONTAMINACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS EN LA ZONA DE POTES Y SU ZONA DE INFLUENCIA.  
 FASE I: COMUNIDADES AUTONOMAS DE ASTURIAS Y CANTABRIA (1989-90-91)

FECHA: Julio 1991

COORDINACION: A. MONIO

ELABORACION: P. CAMPANA (FEBRERO-MARZO 1990)

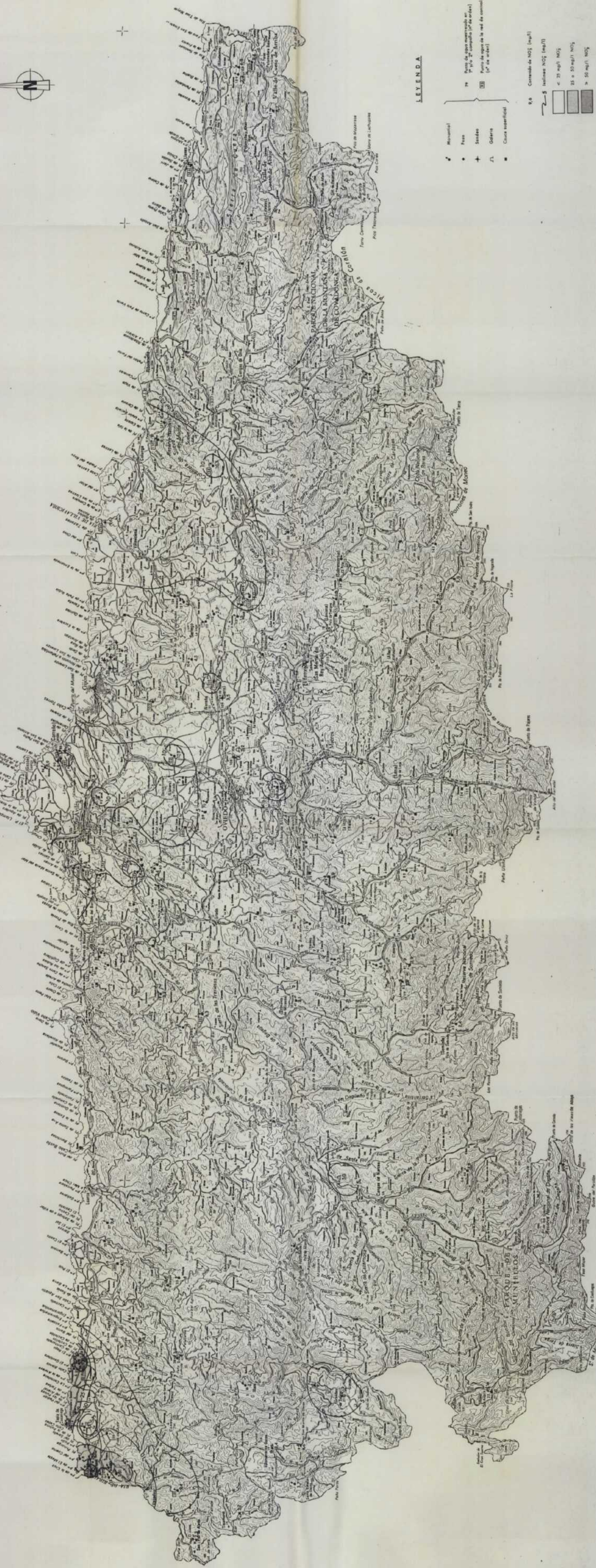
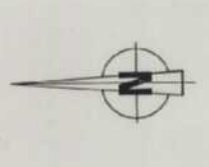
NUMERO: 1:200.000

HOJA: 5

I. G. E.



M A R C A N T Á B R I C O



LEYENDA

- Puntos de agua superficiales en 1ª y/o 2ª categoría (1ª de orden)
  - Puntos de agua de la red de control (1ª de orden)
  - Puntos de agua superficiales
  - Puntos de agua subterráneos
  - Cauce superficial
- 0-5 Contorno de NO<sub>2</sub> (mg/l)  
 < 25 mg/l NO<sub>2</sub>  
 25 a 50 mg/l NO<sub>2</sub>  
 > 50 mg/l NO<sub>2</sub>

**DIRECCION DE**  
**Instituto Tecnológico**  
**Geológico de España**  
**AGUAS SUBTERRANEAS**

PROYECTO DE CONTAMINACION DE  
 ACUIFEROS POR ACTIVIDADES AGRICOLAS  
 FASE I: COMUNIDADES AUTONOMAS DE  
 ASTURIAS Y CANTABRIA (1989-90-91)  
 DENOMINACION  
 NITRATOS  
 2ª CAMPAÑA (SEPTIEMBRE-OCTUBRE 1990)

ESCALA 1:200.000  
 PERIFONEO 1/1 M. - E. JORDAN INTERNACIONAL  
 REPRODUCIDO POR EL I. G. E.

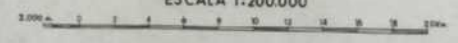
ESCALA 1:200.000  
 PERIFONEO 1/1 M. - E. JORDAN INTERNACIONAL  
 REPRODUCIDO POR EL I. G. E.



M A R C A N T Á B R I C O





ESCALA 1:200.000



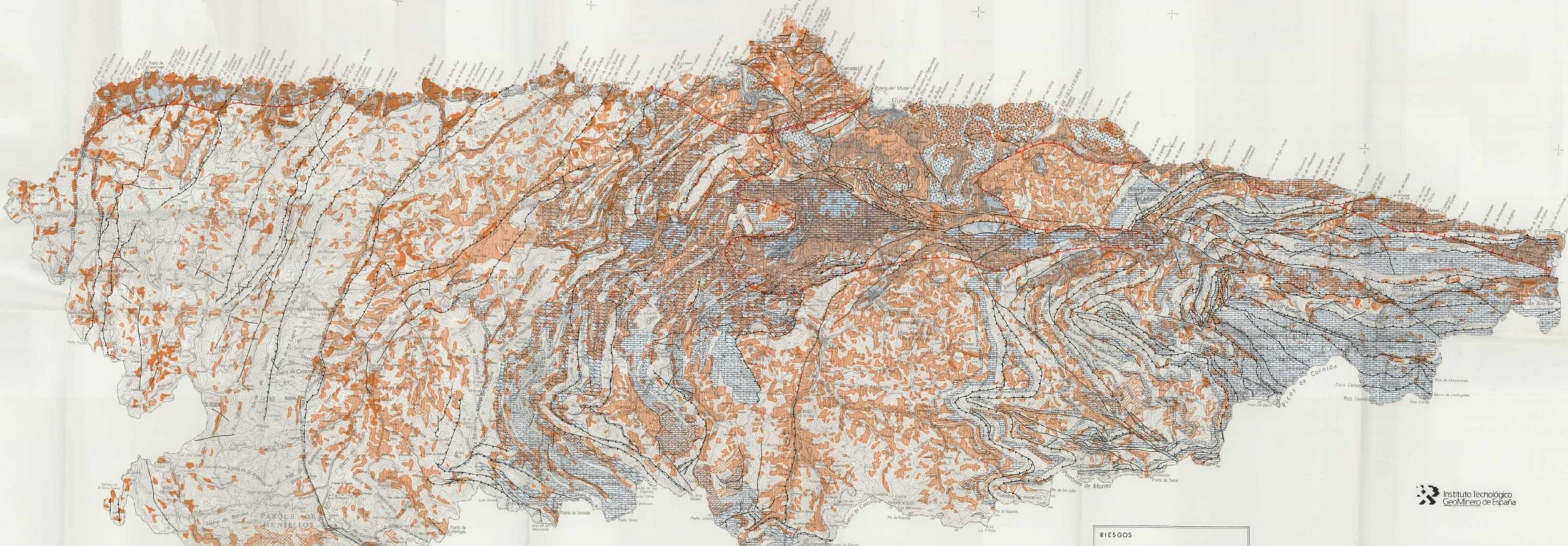
PROYECCION U.T.M. EIPSOIDE INTERNACIONAL

LEYENDA

-  Tierras de labor, frutales, viñedos
-  Prados naturales, pomeranos
-  Pastizales

	Instituto Tecnológico Geomínero de España		DIRECCION DE AGUAS SUBTERRANEAS
	PROYECTO: ESTUDIOS DE CONTAMINACION DE ACUIFEROS POR ACTIVIDADES AGRICOLAS. FASE I: COMUNIDADES AUTONOMAS DE ASTURIAS Y CANTABRIA (1989-90-91)		
FECHA: Julio 1991	I.G.R.		ESCALA: 1:200.000
DENOMINACION: MAPA DE CULTIVOS		HOJA: 2	





**SIGNOS CONVENCIONALES**

- Contacto concordante
- - - Contacto discordante
- Contacto mecánico
- Falda
- Cobalamiento

**LEYENDA**

	CUATERNARIO. Arcillas arenas y gravas	Medio
	TERCIARIO. Conglomerados, arcillas, margas y arenas	Variable
	CRETACICO. Conglomerados, calizas, margas, areniscas, arenas, limas y arcillas	Medio
	JURASICO. Conglomerados, areniscas, calizas, margas y arcillas	Medio-baja
	JURASICO INFERIOR. Calizas, dolomías y arcillas	Alta
	PALEOZOICO. Calizas	Alta
	DEVONICO INFERIOR. Dolomías, calizas, pizarras y margas	Medio

**RIESGOS**

- Zona con riesgo de contaminación por nitratos
- Zona con riesgo a largo plazo. En acuíferos aislados existe riesgo a corto plazo

**CULTIVOS**

- Tierras de labor, frutales, viñedos
- Prados naturales, pomarales
- Pastizales

Instituto Tecnológico Geomínero de España

**MAPA DE RIESGO DE CONTAMINACION POR NITRATOS DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS DE ASTURIAS**

ESCALA 1:200.000



PROYECCION U.T.M. ELIPSOIDA INTERNACIONAL

Escudado por el I.G.N. en 1970