



GOVERN BALEAR

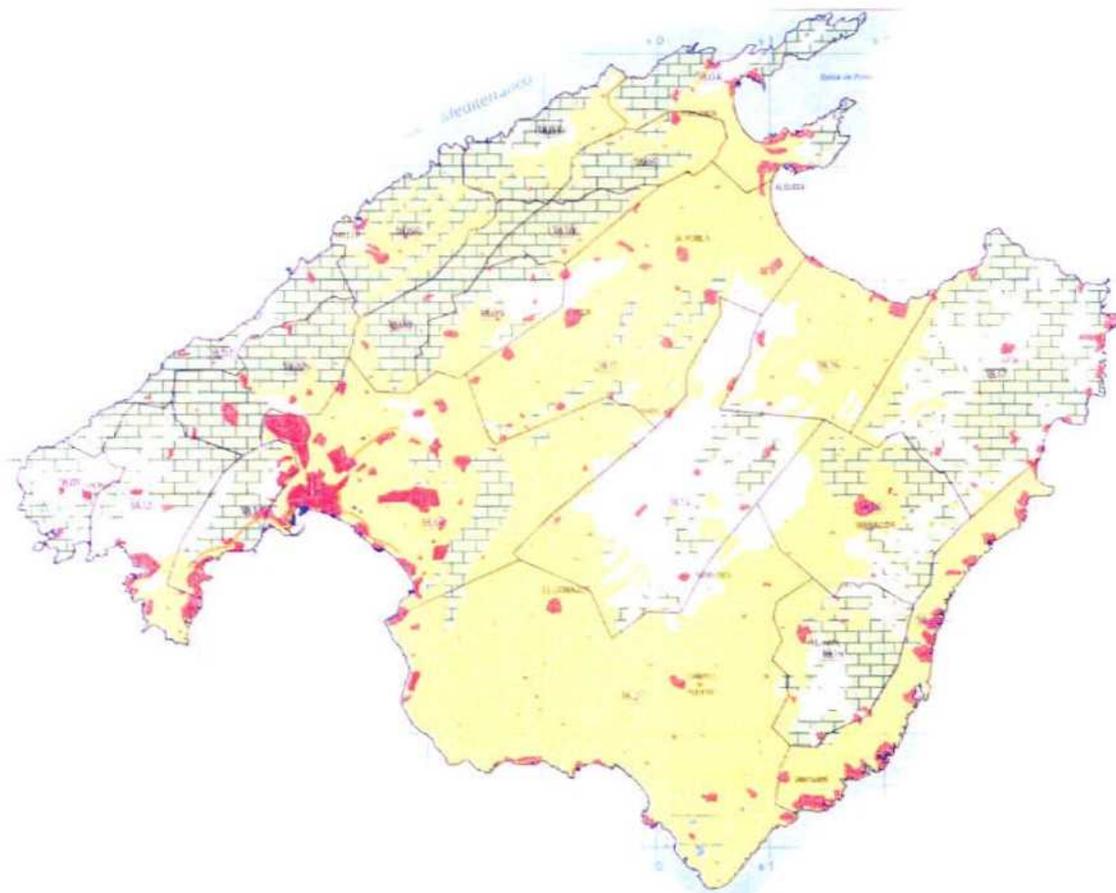
Direcció General de Recursos Hídrics



MINISTERIO  
DE EDUCACIÓN  
Y CIENCIA

# EL ESTADO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL ARCHIPIÉLAGO BALEAR

## Isla de Mallorca – Años 2.001, 2002



Instituto Geológico  
y Minero de España

*Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear*



63148

<b>INFORME</b>	<b>Identificación:</b> HZ, 005. 06
	<b>Fecha:</b> 29/07/2003
<b>TÍTULO</b> El estado de las aguas subterráneas en el Archipiélago Balear. Años 2001-2002	
<b>PROYECTO</b> Acuerdo específico entre la Conselleria de Medi Ambient del Govern Balear y el IGME, años 2002, 2003, 2004	
<b>RESUMEN</b> <p>El objeto del proyecto es aunar la información sobre las aguas subterráneas disponible en el IGME y en la Conselleria de Medi Ambient del Govern Balear a fin de elaborar un informe de carácter anual que resuma el estado de las aguas subterráneas en la comunidad autónoma de las Illes Barlears. El documento recopila de forma sencilla aspectos relacionados con la situación actualizada y la evolución de la piezometría y la calidad de las aguas subterráneas en los diferentes acuíferos. Estos se plasman mediante la realización de mapas temáticos que recogen la distribución espacial de los parámetros más significativos, así como gráficos de evolución temporal de dichos parámetros en los puntos de control seleccionados.</p> <p>Además del documento tradicional en formato papel, se incluye la información en un soporte informático (CD-rom) y se actualiza cada año mediante una página web incorporada en los servidores del IGME y de la Conselleria de Medi Ambient del Govern Balear.</p>	
<b>Revisión</b>  <b>Nombre:</b> José M <sup>a</sup> López García  <b>Unidad:</b> Hidrogeología y Aguas Subterráneas <b>Fecha:</b> 29/07/2003	<b>Autores:</b>  José M <sup>a</sup> López García  <b>Responsable:</b> José M <sup>a</sup> López García

CORREO ELECTRÓNICO

igme@igme.es

RÍOS ROSAS, 23  
28003-MADRID  
TELÉFONO: 91 349 5700  
FAX: 91 442 6216

Han participado en la elaboración del presente informe los siguientes técnicos:

José M<sup>a</sup> López García - Oficina Proyectos del IGME en Baleares

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	7
ANTECEDENTES .....	8
<b>PIEZOMETRÍA DE LA ISLA DE MALLORCA (2001-2002) .....</b>	<b>8</b>
PIEZOMETRÍA U.H. 18.01 ANDRATX .....	9
PIEZOMETRÍA U.H. 18.05 ALMADRAVA .....	9
PIEZOMETRÍA U.H. 18.08 S'ESTREMERERA .....	10
PIEZOMETRÍA U.H. 18.09 ALARÓ .....	10
PIEZOMETRÍA U.H. 18.10 UFANES .....	11
PIEZOMETRÍA U.H. 18.11 LLANO DE INCA-SA POBLA .....	11
PIEZOMETRÍA U.H. 18.12 CALVIÁ .....	12
PIEZOMETRÍA U.H. 18.13 NA BURGUESA .....	13
PIEZOMETRÍA U.H. 18.14 LLANO DE PALMA .....	13
PIEZOMETRÍA U.H. 18.16 MARINETA .....	14
PIEZOMETRÍA U.H. 18.17 ARTÁ .....	14
PIEZOMETRÍA U.H. 18.18 MANACOR .....	15
PIEZOMETRÍA U.H. 18.19 FELANITX .....	15
PIEZOMETRÍA U.H. 18.20 MARINA DE LLEVANT .....	16
PIEZOMETRÍA U.H. 18.21 LLUCMAJOR-CAMPOS .....	16
<b>CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA ISLA DE MALLORCA (2001-2002) .....</b>	<b>17</b>
CALIDAD U.H. 18.01 ANDRATX .....	18
CALIDAD U.H. 18.05 ALMADRAVA .....	19
CALIDAD U.H. 18.07 FONTS .....	20
CALIDAD U.H. 18.08 S'ESTREMERERA .....	21
CALIDAD U.H. 18.09 ALARÓ .....	21
CALIDAD U.H. 18.11 LLANO DE INCA-SA POBLA .....	22
CALIDAD U.H. 18.12 CALVIÁ .....	25
CALIDAD U.H. 18.13 NA BURGUESA .....	25
CALIDAD U.H. 18.14 LLANO DE PALMA .....	26
CALIDAD U.H. 18.16 MARINETA .....	28
CALIDAD U.H. 18.17 ARTÁ .....	29
CALIDAD U.H. 18.18 MANACOR .....	30
CALIDAD U.H. 18.19 FELANITX .....	31
CALIDAD U.H. 18.20 MARINA DE LLEVANT .....	31
CALIDAD U.H. 18.21 LLUCMAJOR-CAMPOS .....	32

<b>RESUMEN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>34</b>
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.01 ANDRATX .....	34
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.05 ALMADRAVA.....	34
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.08 S'ESTREMERÀ .....	35
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.09 ALARÓ.....	35
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.10 UFANES.....	36
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.11 LLANO DE INCA-SA POBLA .....	36
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.12 CALVIÀ .....	37
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.13 NA BURGUESA .....	37
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.14 LLANO DE PALMA.....	38
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.16 MARINETA .....	38
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.17 ARTÀ.....	39
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.18 MANACOR .....	39
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.19 FELANITX.....	39
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.20 MARINA DE LLEVANT.....	40
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.21 LLUCMAJOR-CAMPOS.....	40
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS HIDROGEOLÓGICOS .....</b>	<b>42</b>

## **ANEXOS**

### **ANEXO I**

1. Tabla I. Red de piezometría de la isla de Mallorca
2. Mapa de situación de la red piezométrica (año 2001)
3. Mapa de situación de la red piezométrica (año 2002)

### **ANEXO II**

1. Mapa de piezometría (2º semestre 2001)
2. Mapa de piezometría (2º semestre 2002)

### **ANEXO III**

- 1-22. Diagramas de evolución piezométrica

### **ANEXO IV**

1. Tabla II. Red de calidad de la isla de Mallorca
2. Mapa de situación de la red de calidad de la isla de Mallorca (2001)
3. Mapa de situación de la red de calidad de la isla de Mallorca (2002)

### **ANEXO V**

1. Mapa de isocloruros de la isla de Mallorca (2001)
2. Mapa de isocloruros de la isla de Mallorca (2002)
3. Mapa de isonitratos de la isla de Mallorca (2001)
4. Mapa de isonitratos de la isla de Mallorca (2002)
5. Mapa de isosulfatos de la isla de Mallorca (2001)
6. Mapa de isosulfatos de la isla de Mallorca (2002)

### **ANEXO VI**

- 1-11. Diagramas de evolución de cloruros de la isla de Mallorca
- 1-11. Diagramas de Piper-Hill-Langelier de la isla de Mallorca

### **ANEXO VII**

- Mapas de variación interanual de piezometría e isocontenidos

## **INTRODUCCIÓN**

En el Archipiélago Balear las aguas subterráneas son el principal recurso hídrico, constituyendo un bien público de máximo interés que es necesario conservar. La realización de estudios periódicos que permitan conocer las características hidrogeológicas e hidroquímicas de las aguas subterráneas, así como su evolución en el tiempo, son indispensables para la correcta gestión de este recurso natural.

Dentro de este marco, por parte de la Direcció General de Recursos Hídrics (DGRH) del Govern Balear y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), adscrito al Ministerio de Educación y Ciencia, se han diseñado y puesto en explotación distintas redes de control de niveles piezométricos y calidad química de los acuíferos situados en las Islas Baleares que, en ocasiones, proceden de antiguas redes establecidas por organismos e instituciones ya extintas, y que cuentan con registros históricos que se remontan a la primera mitad de la década de los 70.

El estudio de estas redes se ha ido potenciando con el tiempo, especialmente a raíz de la definición de las diferentes Unidades Hidrogeológicas realizado por el DGOH-ITGE en el año 1.989 y actualizado en 1.998 dentro de la Propuesta del Plan Hidrológico de las Islas Baleares. De este modo, se viene controlando periódicamente la piezometría, calidad química e intrusión marina en los sistemas acuíferos situados en el Archipiélago Balear.

A partir de la puesta en marcha del ACUERDO ESPECÍFICO ENTRE LA CONSELLERÍA DE MEDI AMBIENT, ORDENACIÓ DEL TERRITORI I LITORAL DEL GOVERN BALEAR Y EL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1.999, 2.000, 2.001) publicado en el BOE nº 78, Resolución de 20 de marzo de 2.000 con carácter de Convenio Específico de colaboración entre el Instituto Geológico y Minero de España y la Comunidad Autónoma de las Illes Balears, se contempló dentro de la definición de los trabajos, entre otros, la *“Realización de un Informe anual sobre el Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear. Se recopilará la información disponible de las redes de control de acuíferos de ambos Organismos, y al final de cada año se emitirá un informe que recoja de forma sencilla la evolución piezométrica y la calidad química de los diferentes acuíferos que constituyen el Archipiélago”*.

En este contexto se encuadra el presente informe referente al *“ESTADO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL ARCHIPIÉLAGO BALEAR. ISLA DE MALLORCA”*, donde se refleja la situación de los niveles piezométricos y calidad de las aguas subterráneas de los sistemas acuíferos de esta isla para los años 2.001 - 2002, así como un análisis de su evolución histórica en los últimos 30 años, las variaciones sufridas con respecto al año 2000 en el que se realizó el informe anterior, y un planteamiento crítico de los problemas existentes y las propuestas de medidas adecuadas para su corrección.

## **ANTECEDENTES**

El presente informe constituye la continuación de la serie de informes anuales iniciada en la isla de Mallorca en el año 1999, y recoge e integra en un único documento la información obtenida en las redes de control durante los años 2001 – 2002 para la isla de Mallorca.

En el mismo se analiza directamente la información relativa a la piezometría y a la calidad química de las aguas subterráneas, así como su evolución en el período de tiempo considerado, remitiendo al lector interesado al Informe Anual del año 2000 en lo que se refiere a la caracterización geológica de cada una de las Unidades Hidrogeológicas en las que se divide la isla de Mallorca, y a la evolución histórica de las redes de control desde su puesta en marcha.

## **PIEZOMETRÍA DE LA ISLA DE MALLORCA (2001-2002)**

El análisis de la situación de la piezometría para el período de tiempo considerado se ha llevado a cabo a partir de las medidas mensuales de la red de control piezométrico del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) en las unidades hidrogeológicas 18.08 Estremera, 18.09 Alaró, 18.10 Ufanés, 18.11 Inca-Sa Pobla, 18.12 Calviá, 18.13 Na Burguesa, y 18.21 Lluemajor-Campos. Para el análisis de las unidades hidrogeológicas 18.01 Andraitx, 18.16 Marineta, 18.17 Artá, 18.18 Manacor, 18.19 Felanitx, y 18.20 Marina de Llevant, se han empleado los piezómetros de la red de control de la Direcció General de Recursos Hídrics (DGRH). Finalmente, las unidades 18.05 Almadrava, y 18.14 Llano de Palma, se han analizado a partir de piezómetros de las redes de ambos organismos. Se han seleccionado para la elaboración de los correspondientes mapas piezométricos las medidas efectuadas durante los meses de septiembre-octubre de los años 2001-2002, a fin de poder establecer comparaciones interanuales representativas.

Durante el segundo semestre del año 2001, se realizaron medidas de nivel en un total de 147 de los 231 piezómetros empleados habitualmente para la realización de los informes anuales, mientras que en el mismo período del año 2002 sólo se obtuvieron medidas de nivel piezométrico en 138 de los citados piezómetros. Su situación y distribución por unidades hidrogeológicas se recoge en la Tabla I del Anexo I, y en el “Mapa de Situación de la Red Piezométrica” del mismo anexo.

A continuación se recoge la situación de los niveles de agua subterránea de cada una de las 15 unidades hidrogeológicas en las que existe una red de control piezométrico, del total de 21 en que se divide la isla de Mallorca. Para ello, y cuando la densidad de datos así lo permite, se han realizado los mapas de isopiezas (Anexo II) para el período 2000-2001 y 2001-2002 respectivamente.

También se analizan en el presente apartado los gráficos de evolución histórica de los niveles del agua subterránea en los piezómetros más característicos de las redes de control del IGME (Anexo III), desde el inicio de su actividad hasta la actualidad, contando en la

mayoría de los casos con series históricas que reflejan la evolución de los últimos 25 años, así como la evolución media de la piezometría por unidades hidrogeológicas cuando los datos son suficientes para su estimación.

#### **PIEZOMETRÍA U.H. 18.01 ANDRATX**

En esta unidad el análisis de la piezometría se ha realizado a partir de los puntos de la red piezométrica de la DGRH, ya que el IGME carece de red de control piezométrico actualmente en esta unidad. Para el período 2001-2002 únicamente se cuenta con datos de piezometría del año 2002, con un total de 11 piezómetros medidos de un total de 14 seleccionados.

Las cotas piezométricas de esta unidad varían entre los más de 220 m.s.n.m. en el interior hasta cotas negativas inferiores a los -2 m.s.n.m. en las zonas cercanas al Puerto de Andratx, tal y como puede verse en el Mapa de Piezometría del segundo semestre del año 2002 (Anexo II), sin que se registren importantes diferencias estacionales a lo largo del año hidrológico. Las cotas negativas se deben fundamentalmente a los bombeos que tienen por objeto el abastecimiento al Puerto de Andratx. No se registran variaciones significativas con respecto al año 2000.

#### **PIEZOMETRÍA U.H. 18.05 ALMADRAVA**

El control piezométrico de la unidad Almadrava es de carácter puntual hasta el año 2002, en que comienza a tenerse control representativo del sector nororiental de la unidad a partir de 15 piezómetros del IGME y de la DGRH, fundamentalmente.

El mapa de piezometría realizado para el segundo semestre del año 2002 (Anexo II) indica valores que oscilan entre los 68 msnm registrados en el piezómetro más occidental existente en la unidad, ya en contacto con la vecina unidad del Puig Roig, y los valores de cota piezométrica negativa que se registran en el punto 226 que corresponden a un cono de bombeo generado por las extracciones para el riego de un campo de golf en las inmediaciones de la localidad de Pollença. Los valores más frecuentes oscilan entre los 20 y 30 msnm en los piezómetros localizados al sur de Pollença, y los que oscilan entre los 5 y 8 msnm en el límite oriental de la unidad, en las inmediaciones de la Almadrava.

El gráfico de evolución de niveles para el conjunto de la unidad hidrogeológica (Anexo III) indica un descenso progresivo desde el año 1980, año en que se considera el régimen natural del acuífero, hasta el año 2002. Desde entonces se ha producido un descenso medio del nivel cercano a los 9 metros, con un ligero incremento de nivel con respecto al mismo período del año 2001, próximo a los 2 metros, que da lugar a un cambio de la tendencia descendente en este último año.

### **PIEZOMETRÍA U.H. 18.08 S'ESTREMER**

Para el período 2001-2002 únicamente se cuenta con registros de piezometría en dos de los tres piezómetros seleccionados en la presente unidad. Ambos se encuentran situados en el extremo suroccidental de la misma, por lo que no son representativos del conjunto de la unidad hidrogeológica, siendo igualmente insuficientes para la realización de un mapa piezométrico de la unidad.

Ambos piezómetros presentaban en el año 2001 cotas de nivel negativas, próximas a los -30 m, respondiendo a los fuertes bombeos que se realizan en este sector de la unidad para el abastecimiento de la localidad de Palma. Los gráficos de evolución de niveles en la unidad, recogidos en el Anexo III indican un descenso promedio de nivel en el conjunto de la unidad que supera los 73 metros con respecto a la situación natural fijada en el año 1980.

Desde comienzos del año 2002 se muestra una tendencia ascendente en el conjunto, fruto de una mayor pluviometría y de las operaciones de recarga que se efectúan con aguas procedentes del acuífero de Llubí, en la unidad hidrogeológica 18.14 Llano de Inca-Sa Pobra, cuyo resultado es un incremento medio superior a los 24 metros en el conjunto de la unidad hidrogeológica.

### **PIEZOMETRÍA U.H. 18.09 ALARÓ**

En la actualidad el IGME mantiene 4 puntos de control en esta unidad. El mapa de piezometría para el año 2001 (Anexo III) muestra la existencia de cotas de nivel que superan los 80 msnm en el sector nororiental de la unidad, en el límite con la vecina unidad hidrogeológica 18.10 Ufanes, mientras que el resto de piezómetros, distribuidos a lo largo del margen sur de la unidad presentan cotas de nivel negativas que oscilan entre -13 y -36 m, y que responden a los conos de bombeo generados por los pozos de abastecimiento de Son Perot Fiol y Can Negret, cuyas aguas son desviadas a la localidad de Palma. Una situación muy distinta es la que se recoge en el mapa de piezometría para el año 2002 (Anexo II), donde el nivel de estos piezómetros refleja cotas positivas que oscilan entre 50 y 60 msnm, mostrando una fuerte recuperación.

Los gráficos con la evolución de los niveles de estos piezómetros pueden verse en el Anexo III. Las líneas de tendencia de estos piezómetros indican una evolución hacia el descenso progresivo de los niveles, iniciándose una fuerte recuperación al inicio del año 2002.

El gráfico medio de descensos en los acuíferos de la unidad (Anexo III) refleja una variación negativa continuada desde el año 1980 hasta finales del año 2001, tal y como se recogía en el informe anual correspondiente al año 2000. Sin embargo, durante el año 2002 se registra un fuerte ascenso de los niveles hasta alcanzar una situación final muy próxima a la situación registrada en el mismo período del año 1980, y que se traduce en un incremento medio de nivel superior a los 49 metros durante el último año.

### **PIEZOMETRÍA U.H. 18.10 UFANES**

El IGME mantiene 5 puntos de control en esta unidad, de los cuales sólo uno presenta una serie completa desde el año 1.979 hasta la actualidad. La evolución de los niveles en el punto 20 (392620137) puede verse en el gráfico del Anexo III. Los valores presentan una notable variación que obedece al comportamiento propio de un acuífero cárstico con rápida respuesta a las precipitaciones, sin que se registre una tendencia clara al ascenso o descenso histórico del nivel.

El gráfico de evoluciones medias de la unidad (Anexo III) presenta una pauta de comportamiento similar en cuanto a las fluctuaciones que se registran, si bien la tendencia durante los últimos años es hacia el ascenso de niveles, que en la actualidad se encuentra en torno a los 18 metros sobre la cota natural del año 1980.

### **PIEZOMETRÍA U.H. 18.11 LLANO DE INCA-SA POBLA**

Se han seleccionado un total de 24 piezómetros de entre los que constituyen la red de control piezométrico del IGME en esta unidad para la realización del informe anual, de los cuales se cuenta con medidas de nivel en 22 de ellos para el año 2001, y en 19 para el año 2002.

El mapa de isopiezas correspondiente al segundo semestre del año 2001 (Anexo II) presenta un máximo de nivel cercano a los 36 m de cota, ubicado equidistante de las localidades de Inca y Búger. Inmediatamente al Este de dicho punto los valores de cota piezométrica descienden hacia valores que oscilan entre los 10 y los 15 m a lo largo de una estrecha franja de dirección norte-sur, para pasar a continuación, y hacia el este a valores de cota piezométrica inferiores a los 2 m, ocupando toda prácticamente la totalidad de la subcubeta de Sa Pobla. Dentro de este sector, destacan los valores de cota inferiores a 1 m en el sector más próximo a la línea de costa, y los valores puntuales de cota negativa, en el entorno de -1,5 m, que se registran inmediatamente al norte de la localidad de Sa Pobla. Finalmente, en el sector más meridional de la unidad, al oeste y suroeste de la localidad de Llubí se registran niveles piezométricos que oscilan entre los 3 y 6 m de cota.

El mapa de piezometría para el año 2002 (Anexo II) muestra una morfología similar, pero con un notable incremento de los niveles piezométricos. Así, la franja norte-sur que atraviesa la localidad de Campanet, y que en el año anterior presentaba niveles entre 10 y 15 m de cota, pasa ahora a mostrar valores entre 19 y casi 23 m de cota. Al Este de Campanet, donde se registraban valores inferiores a 2 m de cota, que marcaban todo el sector agrícola de la subcubeta de Sa Pobla, presenta ahora valores de cota que oscilan entre los 5 y 8 m en todo el sector comprendido entre el norte de la localidad de Sa Pobla y la localidad de Muro, registrándose valores inferiores a los 2 m de cota únicamente en los alrededores de la Albufera.

Los gráficos de evoluciones piezométricas de los puntos más representativos de la unidad que se recogen en el Anexo III, así como el correspondiente a la evolución media de niveles para el conjunto de la unidad hidrogeológica, recogen este cambio de tendencia entre los

años 2001 y 2002. Así, la evolución del conjunto de la unidad, que presentaban descensos continuados de nivel desde el año 1997, con variaciones de segundo orden correspondientes a las variaciones estacionales, presentan un cambio de tendencia en el año 2002 como respuesta al incremento de las precipitaciones del invierno del año 2001 y la primavera del año 2002. De esta manera queda prácticamente inapreciable el descenso marcado de los niveles que suele registrarse tras los meses de verano, resultando en un incremento continuo del nivel de los acuíferos desde el otoño del año 2001. La cuantificación de este incremento queda recogida en el gráfico, y resulta en casi 3 m de incremento medio en la totalidad de la unidad hidrogeológica con respecto al año anterior, situándose el nivel medio en casi 1,8 m por encima del régimen considerado natural para el presente estudio, que corresponde con el registrado en el año 1980.

El resto de gráficos de evolución de los niveles correspondientes a piezómetros representativos de diferentes sectores de la unidad hidrogeológica, recogen este incremento de niveles, fruto de una mayor pluviometría, también recogida en los gráficos, tras un fuerte período de sequía centrado principalmente en los años 1999 y 2000.

### **PIEZOMETRÍA U.H. 18.12 CALVIÁ**

Para el análisis de la piezometría de la unidad de Calviá el IGME controla de forma habitual un total de cuatro piezómetros distribuidos todos ellos alrededor de la localidad de Capdellá, y por lo tanto representativos de un sector reducido de la unidad hidrogeológica.

Las isopiezas correspondientes a la campaña de septiembre del año 2001, recogidas en el Anexo II indican niveles muy elevados en el punto más occidental de la unidad, al oeste de la localidad de Capdellá, donde la cota del nivel de las aguas subterráneas supera los 144 m, en fuerte contraste con el resto de piezómetros, indicando la presencia de un acuífero colgado. El resto de piezómetros presentan niveles que oscilan entre los 4,61 m al este de la localidad de Capdellá, y los valores negativos de los piezómetros ubicados al norte y sur de Capdellá, cuyos niveles oscilan entre los -2 y -12 m, marcando la presencia de conos de bombeo.

La situación recogida por el mapa de isopiezas correspondiente al año 2002 es en todo similar a la anterior, si bien se registra un ligero incremento de los niveles, pasando uno de los piezómetros con cotas negativas a tener una cota positiva de 2,44 m.

El gráfico de evolución media de los niveles para el conjunto de la unidad hidrogeológica, y que se recoge en el Anexo III, refleja este incremento de niveles, que a diferencia de otras unidades hidrogeológicas, presenta una tendencia al aumento de niveles que comienza a finales del año 2000, resultando una variación media positiva de 1,3 m entre los años 2001 y 2002. Históricamente el nivel registrado a finales del año 2002 es apenas 0,5 m superior al registrado a finales del año 1983 en que comenzó a medirse la red de control piezométrico.

Los gráficos de evolución histórica de niveles de tres de los puntos de la red de control piezométrica se pueden observar en el Anexo III. El punto 44 (Son Sampola) presenta una

cota de nivel muy alta, en torno a los 145 m.s.n.m. y registra una punta que supera los 150 m tras las precipitaciones del invierno del año 2001. El punto 45 muestra valores siempre negativos desde el comienzo del período de control a finales de los años 80, para pasar por primera vez a registrar valores positivos durante el año 2002.

### **PIEZOMETRÍA U.H. 18.13 NA BURGUESA**

Para el seguimiento de la piezometría en la unidad de Na Burguesa se emplean 4 puntos de control que el IGME mide periódicamente. Estos piezómetros muestran las variaciones de los niveles del acuífero liásico explotado intensamente para el abastecimiento de la localidad de Palma de Mallorca. Dada la proximidad geográfica de los tres puntos controlados la representatividad del mapa de piezometría del Anexo II queda reducida a un sector próximo a su ubicación, en el sector septentrional de la unidad, cerca de su contacto con la vecina unidad del Llano de Palma. El nivel piezométrico oscila, para el segundo semestre del año 2001 entre los +2,4 m y los +13,6 m, mientras que para el año 2002 oscilan entre +4,3 m y +11,9 m.

El gráfico de evolución del nivel para el conjunto de la unidad (Anexo III) muestra una tendencia al descenso progresivo del nivel medio, con fuertes oscilaciones durante los últimos años. En su conjunto se registra un nivel que en el año 2002 se sitúa a 2,6 m por debajo del nivel inicial del año 1984, y un valor medio inferior en 1,1 m al registrado en el mismo período del año 2001.

Los gráficos de evolución de los niveles en los distintos piezómetros, recogidos en el Anexo III indican un cambio en la tendencia, registrándose un aumento de niveles a partir del otoño del año 2000, acorde con el incremento en las precipitaciones registrado a partir de dicha fecha.

### **PIEZOMETRÍA U.H. 18.14 LLANO DE PALMA**

El análisis piezométrico se ha realizado a partir de 16 puntos de control seleccionados de entre los que forman las redes de piezometría de la DGRH (9 puntos seleccionados) y el IGME (7 puntos seleccionados).

El mapa de isopiezas resultante para el segundo semestre del año 2001 (Anexo II) presenta valores muy próximos a la cota cero en toda el área urbana, mientras que hacia el aeropuerto y el sector agrícola del Pla de Sant Jordi las cotas ascienden hacia valores medios situados en torno a 1,5 y 2 m. Por el contrario, se registran cotas negativas en el Pont d’Inca, al noreste de la localidad de Palma, donde se realizan extracciones para el abastecimiento urbano de la capital. Al norte del Pont d’Inca y hacia el interior de la unidad se registran cotas que alcanzan los cerca de 10 msnm.

El mapa correspondiente al segundo semestre del año 2002 es similar, si bien no se recogen los valores negativos que se registraban en años anteriores en el sector de extracción del Pont d’Inca.

El gráfico de evolución del nivel medio de la unidad hidrogeológica (Anexo III) muestra un mínimo histórico de nivel en el segundo semestre del año 2000, iniciándose un cambio en la tendencia hacia un incremento de niveles durante los años 2001 y 2002. La situación a finales del año 2002 recoge un valor medio de nivel en el Llano de Palma de 0,9 m por encima de los registrados en el año 1980 en que se considera el régimen natural de la unidad para el presente estudio.

### **PIEZOMETRÍA U.H. 18.16 MARINETA**

El mapa de isopiezas para esta unidad (ver Anexo II) se ha realizado a partir de los niveles obtenidos en 32 de los puntos de control piezométrico de la DGRH y 1 punto de la red de control del IGME. Para el período temporal considerado en el presente informe se cuenta con medidas de nivel piezométrico en 32 de los piezómetros durante el segundo semestre del año 2002, y en 26 de ellos para el mismo período del año 2001.

El análisis del mapa de isopiezas (Anexo II) correspondiente al mes de septiembre de 2001 muestra como el nivel piezométrico es muy bajo en casi la totalidad de la unidad, con niveles inferiores a los +5 m en dos terceras partes de la unidad, existiendo un único punto donde la cota desciende hasta situarse próxima al nivel del mar cerca del sector central de la unidad. No se registran variaciones estacionales significativas. Únicamente el extremo suroccidental de la unidad muestra cotas de nivel que se sitúan entre los +20 y los +40 m.

Para el mes de octubre del año 2002 el mapa de isopiezas refleja una situación similar a la de años anteriores, extendiéndose el cono de bombeo con cota negativa del sector central que supera los 2,5 m por debajo del nivel del mar.

El gráfico de evolución media del nivel en el conjunto de la unidad hidrogeológica, recogido en el Anexo III, refleja un descenso inicial de niveles entre los años 1980 y 1983, para luego presentar una tendencia general estable hasta el año 1999 en que se registra un fuerte descenso de niveles. A partir del año 2000 y hasta el año 2002 la tendencia es hacia una recuperación. En la actualidad el nivel promedio de la unidad se sitúa a 0,5 m por debajo del año 1980.

El único punto de control que mantiene el IGME en esta unidad, prácticamente en el límite con la vecina unidad de Inca-Sa Pobla, tiene un registro histórico de niveles que puede observarse en el Anexo III, y que muestra un descenso prolongado de los niveles de escasa cuantía, con un cambio de tendencia hacia un ligero incremento del nivel durante los dos últimos años.

### **PIEZOMETRÍA U.H. 18.17 ARTÁ**

No existe red de control piezométrico del IGME en esta unidad, por lo que el análisis piezométrico se ha realizado en base, exclusivamente, a 40 puntos seleccionados de la red

de piezometría de la DGRH. Únicamente se cuenta con registros durante el año 2001, correspondientes al período octubre-noviembre, en 25 de los puntos de control.

El mapa de isopiezas resultante (Anexo II) para el año 2001 presenta cotas que superan los 120 m al suroeste de la localidad de Artá, valores entre 50 y 60 m en el límite sur de la unidad, en torno a la localidad de Sant Llorenç, y cotas que descienden por debajo del nivel del mar al norte de la localidad de Son Servera, marcando un cono de bombeo que roza los 16 m por debajo de la cota cero.

### **PIEZOMETRÍA U.H. 18.18 MANACOR**

En la actualidad el IGME no mantiene un control piezométrico en esta unidad, por lo que los datos corresponden a un total de 25 puntos seleccionados de la red de control piezométrica de la DGRH.

El mapa de isopiezas (Anexo II) correspondiente al segundo semestre del año 2001 se ha realizado a partir de 17 medidas de la campaña del mes de octubre, que se centran en su totalidad en el sector comprendido entre la localidad de Manacor y el límite con la vecina unidad de la Marineta. Los valores de cota piezométrica registrados oscilan entre los 30 y los 80 m.

Para el mismo período del año 2002 las isopiezas son similares si bien se registra un incremento de niveles de entre 3 y 5 m con respecto al año anterior. El mínimo este año queda marcado por un piezómetro de control con valores ligeramente superiores a los 12 m de cota en el sector Este de la unidad, entre Manacor y la vecina unidad de Marina de Llevant.

### **PIEZOMETRÍA U.H. 18.19 FELANITX**

Un total de 19 puntos (18 de la DGRH, y 1 del IGME) constituyen la red de control de esta unidad para la realización del presente informe. Durante el año 2001 únicamente se cuenta con registro de nivel en 3 de los puntos entre los meses de septiembre y octubre, mientras que para el año 2002 tan sólo un piezómetro fue controlado durante el mismo período.

Los valores registrados durante el año 2001 se recogen en el mapa de isopiezas del Anexo II, y corresponden a cotas que superan los 40 m en el sector más septentrional de la unidad, descendiendo a 35 m en el sector centro-oriental de la unidad. El extremo sureste de la unidad hidrogeológica, ya en el límite con la vecina unidad de la Marina de Llevant, registra un valor de cota piezométrica que apenas supera los 0,5 m sobre el nivel del mar.

El gráfico de evolución media del nivel para el conjunto de la unidad (Anexo III) presenta un descenso progresivo del nivel entre los años 1998 y 2001, produciéndose un cambio en la tendencia durante el año 2002. En la actualidad el nivel medio se sitúa en algo más de 4 m por debajo del nivel medio del año 1980, y 0,1 m por encima del mismo período del año anterior. La misma tendencia general se recoge en la evolución del piezómetro del IGME

de Can Fubiol (punto nº 157), situado al noroeste de la localidad de Felanitx, y que puede verse en el Anexo III.

#### **PIEZOMETRÍA U.H. 18.20 MARINA DE LLEVANT**

El IGME no mantiene ninguna red de control piezométrico en esta unidad. El mapa de isopiezas que se presenta en el Anexo II se ha realizado a partir de los datos procedentes exclusivamente de 12 puntos seleccionados de la red de control piezométrico de la DGRH. Únicamente se cuenta con registro en cuatro puntos de dicha red para el segundo semestre del año 2002. En general, los niveles del agua subterránea en la unidad presentan valores muy próximos al nivel del mar, con cotas que no superan los +3 m.s.n.m. en prácticamente la totalidad de la misma. Para el segundo semestre del año 2002, tal y como se recoge en el mapa de isopiezas del Anexo II, se observa la presencia de un cono generado por las extracciones para el abastecimiento a la localidad de Porto Colom, con valores situados por debajo del nivel del mar, con cotas negativas de hasta -4,5 m.

#### **PIEZOMETRÍA U.H. 18.21 LLUCMAJOR-CAMPOS**

El mapa de isopiezas que se presenta en el Anexo II ha sido elaborado con los datos procedentes de 18 puntos seleccionados de la red de control piezométrico del IGME. En el mapa de isopiezas correspondiente al segundo semestre del año 2001 se observa que prácticamente tres cuartas partes de la extensión de la unidad presentan un nivel freático inferior a +5 m, existiendo un amplio pasillo con cotas inferiores a +1 m.s.n.m. entre la Colonia de Sant Jordi, Ses Salines y Campos. Este sector, que frecuentemente presenta cotas negativas durante el mes de septiembre, presenta este año cotas positivas en todos los puntos medidos. Al Norte de la localidad de Campos los niveles piezométricos toman un gradiente más acusado, con cotas que oscilan entre los 10 y los 30 m.s.n.m. principalmente. Este hecho pone de manifiesto la presencia de un umbral hidrogeológico que separa todo el sector de Felanitx-Porreres del Llano de Campos. Las oscilaciones estacionales son muy pequeñas, inferiores a 1 m.

El mapa de isopiezas del mismo período del año 2002 recoge un patrón idéntico al anterior, con variaciones muy reducidas en las cotas de uno a otro año. Por segundo año consecutivo todas los niveles piezométricos registrados se sitúan por encima del nivel del mar.

El gráfico de evolución media de la piezometría para el conjunto de la unidad hidrogeológica (Anexo III) muestra un patrón estacional de variación de los niveles piezométricos con mínimos tras el período estival y máximos durante la estación invernal. El mínimo histórico registrado se sitúa en el año 2001. En su conjunto, sin tener en cuenta las variaciones estacionales de segundo orden, se registra una tendencia continuada al descenso de los niveles durante los últimos años, con un nivel medio que se sitúa en 5,6 m por debajo del nivel inicial considerado en el año 1980. Se recoge una leve mejoría entre los años 2001 y 2002.

Los gráficos de evoluciones piezométricas incluidos en el Anexo III reflejan claramente la evolución de los diferentes sectores de la unidad. El sector Norte de Campos puede observarse en los gráficos de los puntos 190 y 192, con valores iniciales que se sitúan entre +25 y +30 m de cota y con descensos continuados en los últimos años. El sector Ses Salines-Sant Jordi y el entorno de la localidad de Campos presentan por el contrario valores siempre cercanos a la cota cero, con escasas oscilaciones estacionales, debido a la entrada de agua de mar en el acuífero. Las oscilaciones más acusadas en los niveles obedecen en la mayor parte de los casos a la presencia de niveles dinámicos durante los muestreos.

## **CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA ISLA DE MALLORCA (años 2001 – 2002)**

El control de la calidad del agua en los acuíferos de la isla de Mallorca se lleva a cabo mediante la analítica que se realiza en las muestras de agua tomadas por el IGME y la Direcció de Recursos Hídrics en sus respectivas redes de control. A estas muestras, que se toman como mínimo con periodicidad semestral, el IGME añade aquellas que puntualmente se recogen durante la realización de ensayos de bombeo, informes preceptivos, estudios locales, etc., y que son incluidas, por su interés, en la base de datos que al respecto posee la Oficina de Proyectos del IGME en Palma de Mallorca. A los parámetros fisicoquímicos principales, el IGME incorpora, en los casos en que lo considera necesario, el análisis de elementos menores que pueden ser de gran interés por motivos técnicos y científicos. De esta manera, la caracterización de la calidad de las aguas subterráneas en los acuíferos de la isla cuenta con un amplio respaldo de información disponible para la realización de estudios específicos en los elementos mayoritarios e incluso minoritarios que se encuentran presentes en las mismas, cuyo resultado en el presente informe se materializa en los mapas de isocontenidos en ión cloruro, nitrato y sulfato, todos ellos incluidos en el Anexo V. El Anexo IV recoge el listado de puntos que forman la red de calidad y los mapas con la distribución de puntos analizados en los años 2001 y 2002.

De todos los parámetros analizados, a continuación se recoge la evolución de aquellos más representativos de las aguas subterráneas propias de los acuíferos de la isla. Los cationes e iones mayoritarios (calcio, sodio, magnesio, bicarbonato, cloruro y sulfato) permiten una clasificación del tipo de agua mediante el empleo de un diagrama trilinear (Piper), que permite asignar un sello de identidad al agua procedente de un acuífero y su estado evolutivo (ver Anexo VI).

Por otra parte, el análisis del contenido en ión cloruro es fundamental en los acuíferos conectados con la línea de costa para determinar el grado de intrusión de agua de mar en los mismos, sirviendo como criterio indirecto para determinar el grado de sobreexplotación de este tipo de acuíferos. Su presencia en acuíferos desconectados aislados del mar permite determinar la presencia de contaminantes naturales (presencia de sales en el subsuelo) o inducidos por el hombre (en el caso del empleo de aguas residuales, depuradas o no).

A este último aspecto contribuye también el control de la presencia de ión nitrato, muy frecuente como contaminante en zonas de regadío intensivo, y aportado al acuífero a partir de la aplicación incontrolada de fertilizantes nitrogenados. Este último es también analizado en el presente informe dada la presencia de concentraciones anómalas por encima de los niveles máximos marcados por la legislación actual en materia de aguas potables, en algunos sectores de la isla, que actualmente son objeto de estudio y control por parte de la Dirección General de Recursos Hídricos en colaboración con el IGME.

El resto de parámetros químicos analizados presenta valores normales, con excepciones puntuales, como elevadas concentraciones de sulfatos de origen natural (por presencia de yesos en el subsuelo).

En cuanto a los parámetros físicos, los más destacados por la información de carácter general que aportan, son la temperatura y la conductividad. La conductividad eléctrica es un factor ampliamente analizado en los estudios de calidad de las aguas subterráneas siendo un indicativo del grado de mineralización del agua subterránea. En el caso de los acuíferos de las islas Baleares, frecuentemente conectados con el mar, la conductividad eléctrica está fuertemente condicionada por la presencia del ión cloruro en sus aguas, de manera que los máximos de conductividad eléctrica coinciden con las zonas del acuífero próximas a la franja litoral y con las zonas de intensa sobreexplotación en las que se ha inducido un proceso de intrusión marina por bombeos.

A continuación se describe para cada una de las unidades hidrogeológicas de la isla de Mallorca, y con datos correspondientes al período 2001 - 2002, la caracterización hidrogeoquímica de acuerdo con la clasificación de Piper-Hill-Langelier (Anexo VI), basada en los iones mayoritarios presentes en el agua subterránea; así como los mapas de isocontenido en ión cloruro, indicativos del proceso de intrusión marina en la unidad hidrogeológica, y en aquellas unidades donde se ha detectado una concentración anómala, los mapas de isocontenido en ión nitrato y sulfato para el período considerado (ver mapas del Anexo V).

### **CALIDAD U.H. 18.01 ANDRATX**

La unidad hidrogeológica 18.01 Andratx cuenta con un total de 9 puntos de control de la calidad seleccionados para la realización del seguimiento anual, en su mayor parte pertenecientes a la red de control de la DGRH (8 puntos). Únicamente existe control de un punto perteneciente a la red del IGME en el año 2001, lo que impide la realización de mapas de isocontenidos en esta unidad para dicho año, mientras que para el año 2002 se cuenta con análisis químicos en 8 de los puntos de control.

### **Facies Hidroquímica**

La tipología de las aguas subterráneas de esta unidad se ha obtenido del diagrama de Piper que se incluye en el Anexo VI, en el cual se han representado las muestras tomadas durante el período 2001 - 2002 en el punto de control del IGME (punto nº 1, 372780082) y la primera analítica histórica con la que se cuenta en dicho punto. De acuerdo con la clasificación de Piper, todas las muestras analizadas corresponden a un tipo clorurado

sódico-cálcico, frente a su composición original que en el año 1976 respondía a una facies de tipo mixto, con una componente aniónica más próxima a las aguas bicarbonatadas que a las netamente cloruradas que se registran en la actualidad.

### Cloruros

El mapa de isocontenido en ión cloruro realizado para el segundo semestre del año 2002 (Anexo V) indica concentraciones superiores a los 250 mg/L en prácticamente toda la unidad. Tan sólo el extremo nororiental de la unidad recoge valores inferiores a este límite. Los valores más elevados se sitúan en torno a los 560 mg/L, por debajo de los máximos que alcanzaban los 760 mg/L en años anteriores.

En este sentido, la evolución de la concentración de ión cloruro que se recoge en el Anexo VI para el punto 1 (372780082) resulta significativa de la evolución del conjunto de la unidad. Así, se registra un incremento continuado en la concentración desde el año 1975, cuando se recogían valores cercanos a los 150 mg/L, hasta el año 2000, en el que se alcanza un máximo de concentración próximo a los 800 mg/L. A partir del año 2000 se inicia una fuerte recuperación, con un descenso acusado hasta alcanzar los 292 mg/L a finales del año 2002, coincidiendo con un fuerte incremento en la pluviometría y un aumento de los niveles piezométricos en este período.

### Nitratos

El mapa de isonitratos para el segundo semestre del año 2002 (Anexo V) muestra por primera vez la presencia de un área con concentraciones superiores a los 50 mg/L permitidos para el consumo humano, frente a los valores normales que se recogían en años anteriores en toda la unidad, sólo superada de forma puntual en el pozo nº 6. Para el año 2002 se recogen tres puntos que superan los 80 mg/L alcanzando un máximo de 108 mg/L en el punto nº 9.

### Sulfatos

El contenido en ión sulfato en la unidad de Andratx supera el límite de 250 mg/L para el consumo como agua potable en casi la totalidad de la unidad hidrogeológica. De los puntos muestreados durante el año 2002, uno de ellos se sitúa en torno a los 900 mg/L y otro supera los 1260 mg/L. El resultado puede verse en la anomalía marcada en rojo en el mapa de isocontenido en ión sulfato para el año 2002 del Anexo V.

## **CALIDAD U.H. 18.05 ALMADRAVA**

En la actualidad el IGME mantiene únicamente dos puntos de control de calidad de las aguas subterráneas en esta unidad, de los cuales sólo uno presenta analítica completa en el período considerado.

### **Facies hidroquímica**

El gráfico de Piper que se recoge en el Anexo VI sitúa este punto dentro de una facies netamente clorurada sódica, con una composición química muy próxima a la del agua de mar, indicando que se trata de un domo salino generado por el bombeo intensivo en este pozo. Un análisis inicial en este punto correspondiente al año 1983 indica una facies bicarbonatada cálcica, lo que indica que se ha producido una salinización progresiva

### **Cloruros**

Pese a tratarse de una unidad interior, separada de la línea de costa por la unidad hidrogeológica de Formentor, presenta problemas de intrusión marina tal y como se refleja en el seguimiento del punto de control nº 10 (392570287) correspondiente al sondeo de Can Puig, hacia la facies clorurada sódica por el mencionado proceso de intrusión marina. La evolución histórica en la concentración de ión cloruro puede seguirse en el gráfico del Anexo VI, el cual presenta un incremento progresivo de la concentración de ión cloruro desde el año 1983, donde se recogían valores ligeramente superiores a los 100 mg/L, hasta alcanzar un máximo en el año 2001 cercano a los 1900 mg/L. Durante el año 2002 se registra un fuerte descenso y una posterior recuperación hasta quedar en un valor actual de 1130 mg/L.

### **Nitratos**

El contenido en ión nitrato en el único punto de control de la unidad no presenta concentraciones significativas, situándose en 5 y 9 mg/L para los años 2001 y 2002 respectivamente.

### **Sulfatos**

El contenido en ión sulfato superó los 250 mg/L en el año 2001, cuando se registró un máximo en torno a los 280 mg/L. Para el año 2002 la concentración descendió a valores próximos a los 180 mg/L.

### **CALIDAD U.H. 18.07 FONTS**

Un único punto de control de la red de calidad del IGME constituye la referencia sobre el quimismo de las aguas subterráneas en esta unidad hidrogeológica.

Con valores de concentración de ión cloruro comprendidos entre los 62 y los 68 mg/L para los años 2001 y 2002, nitratos entre 9 y 11 mg/L, y sulfatos entre 285 y 124 mg/L, no se observa ninguna anomalía en la calidad química del agua subterránea en dicho punto.

### **CALIDAD U.H. 18.08 S'ESTREMERERA**

El IGME mantiene actualmente un único punto de control de la calidad del agua subterránea en esta unidad, situado en el área de explotación para el abastecimiento urbano a la ciudad de Palma de Mallorca (Estremera II).

#### **Facies hidroquímica**

La facies química que refleja el diagrama de Piper (Anexo VI) muestra un agua netamente bicarbonatada cálcica, propia del acuífero carbonatado liásico del que se ha obtenido la muestra. No presenta variaciones significativas con respecto al primer análisis representado correspondiente al año 1982.

#### **Cloruros**

La concentración en ión cloruro es muy baja, situándose en torno a los 70 mg/L (límite máximo de potabilidad 250 mg/L), valores esperables en un acuífero que se encuentra desconectado del mar y en el que por tanto no cabe esperar un proceso de intrusión marina. Esta concentración se mantiene estable desde el año 1981 (Anexo VI) hasta el año 2000, momento en que comienza a registrarse un incremento de la concentración. Este ligero aumento podría deberse a la calidad del agua que durante los últimos años se está introduciendo mediante un proceso de recarga artificial, y que procede de la unidad hidrogeológica 18.11 Llano de Inca-Sa Pobla.

#### **Nitratos**

El contenido en ión nitrato del único punto muestreado en la unidad presenta valores muy estables, entre 12 y 14 mg/L para los años 2001 y 2002 respectivamente, muy por debajo del límite máximo permitido por la legislación vigente en materia de consumo humano. En cualquier caso, se registra un ligero incremento de la concentración, que se situaba en 10 mg/L en el año 2000. Los mapas de isocontenido en ión nitrato para los años 2001 y 2002 (Anexo V) reflejan la distribución espacial y cuantitativa de este parámetro.

#### **Sulfatos**

El contenido en ión sulfato oscila entre los 55 mg/L del año 2001 y los 74 mg/L del año 2002. En ambos casos los valores son muy inferiores al límite orientativo de 250 mg/L fijado por la legislación vigente para el consumo humano. Los mapas de isocontenido en ión sulfato para los años 2001 y 2002 se recogen en el Anexo V.

### **CALIDAD U.H. 18.09 ALARÓ**

El IGME cuenta en esta unidad con 4 puntos de control de la calidad del agua subterránea, de los cuales se han obtenido muestras en tres de ellos para el año 2001 y en dos para el año 2002.

### **Facies hidroquímica**

La facies hidroquímica de las aguas analizadas en la unidad de Alaró es fundamentalmente bicarbonatada cálcica, con ligeras variaciones en el contenido aniónico que pueden dar lugar a facies mixtas con mayor o menor contenido en magnesio y sodio. En el Anexo VI puede verse un diagrama de Piper para un punto representativo de la unidad, en base a las muestras obtenidas en los dos últimos años y su comparación con la muestra más antigua tomada en dicho punto.

### **Cloruros**

La concentración de ión cloruro se sitúa en torno a los 60 mg/L para el año 2001 y los 65-70 mg/L para el año 2002. Estos valores son muy estables (ver gráfico de distribución histórica en el Anexo VI para un punto representativo de la unidad) ya que esta unidad se encuentra desconectada de la línea de costa. Los mapas de isocontenido en ión cloruro para los años 2001 y 2002 (Anexo V) recogen la distribución espacial de este parámetro.

### **Nitratos**

El contenido en ión nitrato en todos los puntos muestreados presenta valores muy bajos, en torno a los 10 mg/L, sin que se registren variaciones destacables a lo largo de su evolución histórica. Los mapas de isocontenido en ión nitrato (Anexo V) recogen la distribución espacial de las concentraciones registradas.

### **Sulfatos**

La concentración de ión sulfato en la unidad hidrogeológica de Alaró no presenta ninguna anomalía destacable, situándose la concentración máxima en cerca de 150 mg/L, y la mínima próxima a los 40 mg/L (Anexo V, mapas de isocontenido en ión sulfato).

## **CALIDAD U.H. 18.11 LLANO DE INCA-SA POBLA**

Cuenta con la mayor densidad de pozos en funcionamiento, en su mayor parte concentrados en la zona de riego agrícola de la subcubeta de Sa Pobla. Por ello la densidad de las redes de control que mantienen tanto el IGME como la DGRH es muy amplia. El IGME cuenta con un total de 53 puntos en su red habitual de control de la calidad, de los cuales se han empleado un total de 44 análisis realizados entre finales de agosto y el mes de octubre del año 2001 para la realización del presente análisis, y 24 para el año 2002. Por su parte, se han incorporado un total de 53 puntos de control de calidad de la DGRH, de los cuales se cuenta con análisis de 46 de ellos para el año 2001, y 50 para el año 2002.

### **Facies hidroquímica**

El Anexo VI recoge los diagramas de Piper de varios puntos seleccionados de entre los que forman la red de calidad del IGME que son representativos de la tipología de facies

existente en el conjunto de la unidad hidrogeológica. En ellos se representan las muestras tomadas durante el período 2001-2002 y se compara con el análisis más antiguo existente en cada uno de los puntos seleccionados, de manera que puede comprobarse rápidamente la evolución histórica de la calidad del agua en cada uno de los puntos seleccionados.

El análisis de los puntos seleccionados muestra algunos cambios significativos con respecto a lo observado en años anteriores. Así, las muestras tomadas en los puntos 19, 21 y 36 correspondientes al sector comprendido entre Sa Pobla y Muro, y hacia el interior de la unidad, continúan presentando facies mixtas bicarbonatadas-cloruradas, de forma similar a la observada en años anteriores. Por el contrario, los puntos situados al Norte de la localidad de Sa Pobla, coincidiendo con las zonas donde se registran habitualmente los niveles piezométricos más bajos, muestran una clara evolución desde aguas de composición inicial mixta, registradas en los años 70, e incluso bicarbonatadas en algunos casos a mediados de los años 90, a aguas netamente cloruradas sódico-cálcicas. Destaca el punto 25, que pasa de una composición mixta a una netamente clorurada sódica-cálcica a partir del año 2000. Por lo que respecta a los puntos situados en los alrededores de la Albufera la facies es netamente clorurada sódica, sin variaciones significativas con respecto a lo recogido en informes anteriores. Destaca el punto 35, donde un análisis inicial del año 1981 daba una facies bicarbonatada cálcica, con concentraciones de ión cloruro muy bajas, y que a lo largo de los años ha sufrido un progresivo proceso de salinización hasta alcanzar concentraciones de ión cloruro que superan el gramo/litro, pasando la facies a clorurada sódica.

### Cloruros

Junto a los gráficos de Piper del Anexo VI puede observarse la evolución histórica en la concentración de ión cloruro, indicativo de la existencia de procesos de intrusión marina en el acuífero costero del Llano de Inca-Sa Pobla. Estos gráficos se correlacionan de forma clara con la evolución de la facies hidroquímica descrita anteriormente. Así, los puntos 19, 36 y 21, correspondientes al sector comprendido entre Sa Pobla y Muro, presentan concentraciones de ión cloruro relativamente bajas, entre los 100 y los 300 mg/L. Por el contrario, los puntos 25, 24 y 32, correspondientes al sector situado al Norte de Sa Pobla muestran una evolución histórica creciente de la concentración de cloruros, con valores que puntualmente alcanzan entre 600 y 1000 mg/L. De forma similar, los puntos situados en las proximidades de la Albufera (puntos 33 y 35) presentan concentraciones próximas a 1 g/L de ión cloruro a lo largo de buena parte de su registro histórico.

Los sectores claramente afectados por el proceso de salinización quedan gráficamente recogidos en los mapas de isocontenido en ión cloruro de los años 2001 y 2002 (Anexo V). Para el segundo semestre del año 2001 se observa una alta concentración de este ión, que supera los 3.100 mg/L en el área de Son Barba y los 1.000 mg/L al NE de Sa Pobla, desde los límites de la Albufera y hasta la línea de costa. El mapa elaborado para el mismo período del año 2002 muestra una situación similar, si bien el máximo registrado en el sector de Son Barba se reduce a valores ligeramente inferiores a los 1.000 mg/L, trasladándose el máximo registrado, hacia el noreste de Sa Pobla con valores superiores a los 2.500 mg/L.

### Nitratos

Dado que en esta unidad hidrogeológica se enmarca la principal área de explotación agrícola por regadío de la isla de Mallorca, la concentración de ión nitrato procedente del empleo de fertilizantes nitrogenados en las aguas subterráneas es muy elevada. El mapa de isocontenidos en nitratos para el segundo semestre del año 2.001 muestra como toda la subcuenca de Sa Pobla supera los contenidos máximos admisibles en el agua de consumo humano, situado en 50 mg/L, hasta alcanzar en casi una veintena de puntos valores superiores a los 250 mg/L, con un máximo de 641 mg/L entre la localidad de Sa Pobla y la Albufera. En la subcuenca de Inca únicamente se registran valores superiores a los 50 mg/L en dos puntos, situado en el sector más meridional de la unidad, cerca de la localidad de Biniali, donde se alcanzan los 117 mg/L.

Para el mismo período del año 2002 la situación de conjunto es muy similar, si bien la evolución interanual en el contenido en ión nitrato sufre fuertes oscilaciones de unos puntos a otros tal como puede verse en los mapas de evolución para los períodos 2000-2001 y 2001-2002. En general se produce un empeoramiento de la situación promedio, con al menos 20 puntos que superan los 250 mg/L, una concentración cinco veces superior a la permitida para el consumo humano, y al menos 5 puntos que superan los 500 mg/L. Vuelven a presentarse varios focos de contaminación, todos ellos situados en la subcubeta de Sa Pobla, siendo los valores más altos los que se concentran al norte y este de Sa Pobla, mientras que hacia el sur de Sa Pobla y oeste de Muro los máximos se sitúan entre los 350 y los 450 mg/L. El valor máximo registrado en toda la unidad alcanza los 850 mg/L. Igualmente, los máximos registrados en la subcubeta de Inca sufren un incremento en su concentración, superándose los 160 mg/L al norte de la localidad de Biniali.

### Sulfatos

El mapa de isocontenidos en ión sulfato (Anexo V) también refleja un contenido anormalmente elevado a lo largo de un corredor que parte de la localidad de Sa Pobla y se dirige hacia el este hasta alcanzar la línea de costa. En todo este sector se superan los 250 mg/L, que puntualmente pueden llegar hasta los 530 mg/L. Para el año 2000 se registraron concentraciones de hasta 2.180 mg/L al norte de la localidad de Campos, si bien este punto no cuenta con análisis para el año 2001. Para el año 2002 el mapa de isocontenido en ión sulfato presenta una variación significativa, quedando relegada la zona con concentraciones superiores a los 250 mg/L al sector situado al norte de la localidad de Sa Pobla, en el área con máximas concentraciones de ión nitrato y menor piezometría, produciéndose un descenso significativo (ver mapa de evolución de isocontenido en ión sulfato del Anexo V) en todo el sector comprendido entre la localidad de Muro y la línea de costa. Por el contrario, se produce un incremento de la concentración inmediatamente al suroeste de la localidad de Sa Pobla, apareciendo un nuevo sector con concentraciones superiores a los 250 mg/L. El valor máximo registrado corresponde al mismo punto que en el año 2001, situándose en 639 mg/L.

### CALIDAD U.H. 18.12 CALVIÁ

El IGME mantiene en la actualidad ocho puntos de control de calidad en esta unidad, contándose con analíticas en seis de ellos durante los años 2001 y 2002

#### Facies hidroquímica

La representación en el diagrama de Piper de las muestras tomadas en el período 2001-2002 en tres puntos representativos del conjunto de la unidad hidrogeológica (Anexo VI) corrobora la presencia de facies de tipo mixto (puntos 98 y 101) al norte de la localidad de Capdellá, y de facies netamente clorurada sódica entre Capdellá y Calviá. La comparación en todos los casos con la composición hidroquímica de la muestra más antigua existente en cada punto permite constatar la evolución progresiva hacia facies más cloruradas en todos los puntos. En el caso de las agua mixtas esta evolución es menos acusada, mientras que en las aguas cloruradas sódicas se manifiesta de forma notoria, reflejando la existencia de una mezcla de aguas propias del acuífero con aguas de origen marino.

#### Cloruros

El contenido en ión cloruro es relativamente elevado entre las localidades de Capdellá y Calviá, donde se registran concentraciones que alcanzan los 5.400 mg/L de ión cloruro para el año 2001, tal y como se recoge en los mapas de isocontenido (Anexo V).

Por su parte, los gráficos históricos de concentración para los puntos seleccionados en el Anexo VI reflejan la evolución creciente del contenido en ión cloruro.

#### Nitratos

Los mapas de isocontenidos en ión nitrato (Anexo V) indican valores muy por debajo de los máximos autorizados por la legislación vigente en materia de agua potable para el consumo humano, siendo inferiores a los 15 mg/L.

#### Sulfatos

La concentración en ión sulfato se mantiene por debajo de los 200 mg/L en todos los puntos de control excepto uno (Anexo V). Este último se encuentra al suroeste de Capdellá y su concentración alcanzó en el año 2001 los 490 mg/L.

### CALIDAD U.H. 18.13 NA BURGUESA

La calidad de las aguas subterráneas en esta unidad procede de los 6 puntos de control que el IGME mantiene actualmente, si bien todos ellos se centran en el tercio más septentrional de la unidad, y sólo cuentan con medidas en cuatro de ellos para el segundo semestre del año 2002.

### Facies hidroquímica

Los diagramas de Piper (Anexo VI) realizados sobre puntos significativos de esta unidad indican composiciones hidroquímicas básicamente cloruradas sódicas a sódico-cálcicas en los puntos de control, lo que indica un proceso claro de intrusión marina en la zona de influencia de dichos pozos, sin que se registren variaciones notables en esta clasificación a lo largo del registro histórico.

### Cloruros

Junto a los gráficos de Piper se incorporan las correspondientes evoluciones históricas en cuanto al contenido en ión cloruro. En ellos, aún cuando se registra una línea de tendencia creciente a lo largo de los años, ésta queda enmascarada en buena medida por las fuertes oscilaciones que llegan a producirse dentro de un mismo año. Los puntos 103 y 107 presentan elevadas concentraciones de cloruros (entre 2,5 y 6 g/L) se encuentran situados en los campos de bombeo para el abastecimiento a la localidad de Palma de Mallorca. La explotación intensiva ha generado un claro proceso de intrusión marina en todo este sector.

El resto de los pozos analizados presentan concentraciones de ión cloruro entre 400 y 900 mg/L.

Los mapas de isocontenidos en ión cloruro (Anexo V) marcan, como en años anteriores, el fuerte proceso de intrusión marina del sector de La Vileta, existiendo aguas de bajo contenido en ión cloruro entre esta zona y la línea de costa. Los mapas de variación de la concentración presentan las fuertes variaciones que puede sufrir la concentración de unos años a otros, con oscilaciones que pueden superar los 3 g/L a lo largo de un año.

### Nitratos

La concentración de ión nitrato presentes en los puntos muestreados oscila entre los 10 y los 45 mg/L, no superándose el valor orientativo de las aguas de consumo humano, si bien en ocasiones alguno de los puntos se acerca al valor de 50 mg/L.

### Sulfatos

Los mapas de isosulfatos para los años 2001 y 2002 reflejan valores elevados en la concentración de este ión en los puntos con mayor salinidad, alcanzando los 844 mg/L. Estos valores son similares a los registrados para el año 2000. Se registra un descenso que supera los 200 mg/L entre los años 2001 y 2002.

## CALIDAD U.H. 18.14 LLANO DE PALMA

El análisis de la calidad del agua subterránea en el acuífero plio-cuaternario del Llano de Palma se ha realizado a partir de los datos obtenidos en 39 puntos seleccionados de entre los pertenecientes a las redes de control de calidad del IGME (7) y de la DGRH (32).

### Facies hidroquímica

La facies hidroquímica de esta unidad corresponde mayoritariamente a aguas cloruradas sódicas a cloruradas cálcicas con todas las composiciones catiónicas intermedias, pero siempre predominando como anión el cloruro. Esto indica que existe un claro, y generalizado, proceso de intrusión marina en el área analizada del acuífero del Llano de Palma. Para el período 2001-2002 se han representado las analíticas disponibles de la red del IGME en un gráfico de Piper (Anexo VI) para los puntos seleccionados como representativos de la unidad, donde se observa como los sectores del Pont d'Inca y Marratxí continúan presentando facies netamente cloruradas sódicas de forma similar a la registrada en el año 2000, mientras que el sector más próximo a Lluemajor presenta facies mixtas de tipo bicarbonatado a bicarbonatado-clorurado. De ellos, destaca la evolución sufrida por el sector de Marratxí, donde se registra una evolución desde facies mixtas registradas a finales de los años 70 hasta la actual facies clorurada, con incremento continuado de la concentración de ión cloruro como se verá más adelante.

### Cloruros

Los gráficos de evolución de la concentración de ión cloruro (Anexo VI) para los puntos seleccionados muestran un claro incremento en el punto de control 109 correspondiente a Son Verí Nou, en Marratxí, donde partiendo de una concentración inicial de 100 mg/L de ión cloruro a mediados de los años 70 se ha pasado progresivamente hasta los 700 mg/L actuales. El punto 108, correspondiente a la zona de bombeos del Pont d'Inca muestra concentraciones variables entre 1000 y casi 5000 mg/L, con valores medios estables en torno a los 3.000 mg/L, y valores actuales en torno a los 1.500 mg/L. El resto de puntos presenta un comportamiento estable con concentraciones entre 100 y 250 mg/L.

El mapa de isocontenido en ión cloruro no se ha realizado para el año 2001 debido a que los datos disponibles para este año no son representativos de la situación real del proceso de intrusión. Para ello nos ceñiremos al mapa correspondiente al año 2002, donde la situación reflejada es similar a la observada en el año 2000. Se observa la presencia de varios focos importantes de intrusión. Así, el acusado domo salino que en el año 2000 se observaba al NE de la localidad de Palma, donde se superaban ampliamente los 4.300 mg/L, y que se corresponde con la zona de extracción del Pont d'Inca para el abastecimiento de la capital ha visto disminuida su concentración a valores en torno a los 1.500 mg/L, si bien ahora se registra un nuevo foco con concentraciones que superan los 700 mg/L al noreste del primero, en el sector de Marratxí, incrementándose con respecto a años anteriores. El área comprendida entre El Arenal, Sant Jordi y el aeropuerto de Son Sant Joan continúa presentando un importante domo salino, con concentraciones de ión cloruro que pueden llegar a alcanzar los 2.500 mg/L, presentando toda el área contenidos medios que superan los 1.000 mg/L, y observándose un descenso en la concentración con respecto al año 2000.

### Nitratos

En cuanto a la concentración de ión nitrato, el mapa de isonitratos para el año 2002 (Anexo V) muestra anomalías muy marcadas en toda la zona de riego del Pla de Sant Jordi y

aeropuerto, con una morfología del área con concentraciones superiores a los 50 mg/L similar a la observada para el año 2000, si bien los valores de concentración sufren un incremento notable, existiendo al menos dos puntos que superan los 300 mg/L, con una concentración máxima de 320 mg/L. El número de puntos que superan la concentración de 50 mg/L alcanza el 70 %.

### Sulfatos

El contenido en ión sulfato recogido en el mapa de isocontenido para el año 2002 refleja una situación similar a la recogida para el año 2000, con una fuerte anomalía al norte del aeropuerto, donde se alcanzan valores que superan los 1200 mg/L, y los sectores del Pont d'Inca y Marratxí con anomalía menores, pero que superan los 250 mg/L, coincidiendo con los puntos de mayor salinización del acuífero.

## CALIDAD U.H. 18.16 MARINETA

En esta unidad hidrogeológica el IGME mantiene una reducida red de control de la calidad formada por sólo dos puntos, por lo que el análisis se completa con los datos de la red de calidad de la DGRH, obteniéndose un total de 13 puntos de control. Para el período considerado sólo se cuenta con análisis correspondientes a 1 puntos de control para el año 2001 y 6 para el 2002.

### Facies hidroquímica

La composición química de las aguas subterráneas de esta unidad corresponde mayoritariamente a facies clorurada sódica, y en menor medida a facies mixtas.

### Cloruros

Los mapas de isocontenidos sólo han podido realizarse para el año 2002 (Anexo V). Así, la distribución de isocontenidos en ión cloruro para el segundo semestre del años 2.002 indica que existe un proceso de intrusión marina generalizado en todo el frente costero de la unidad, que llega a extenderse hasta más de 3 km hacia el interior, con concentraciones máximas en el sector central de la línea costera donde se llegan a superar los 2.500 mg/L en el sector más oriental de la unidad.

### Nitratos

El mapa de isonitratos para el año 2002 (Anexo V) muestra concentraciones superiores a los 50 mg/L únicamente en dos puntos adyacentes del sector noreste de la unidad, si bien no hay datos de concentración de este ión en los sectores más internos de la unidad, donde en el año 2000 se registraban contenidos relativamente altos, entre 50 y 100 mg/L. Al igual que lo observado en el año 2000, parece existir una relación inversa entre la concentración de ión cloruro y la de ión nitrato, siendo esta última muy baja en los sectores donde el ión cloruro registra sus máximos niveles dentro de la unidad.

### Sulfatos

En lo referente al ión sulfato, pese a la ausencia de datos para este período en la mitad interna de la unidad, ésta registraba los valores más altos en el año 2000, con concentraciones superiores a los 250 mg/L. De acuerdo con los resultados obtenidos en la elaboración del mapa de isocontenidos, este patrón se repite para el año 2002, destacando la aparición de un máximo que alcanza los 422 mg/L en un punto del límite oriental de la unidad, el cual no superaba los 20 mg/L en el año 2000. Este punto coincide con el que presenta una mayor concentración de ión cloruro durante el año 2002 (2500 mg/L) y que apenas alcanzaba los 225 mg/L durante el año 2000, marcando un fuerte proceso de salinización debido a la cercana presencia de la interfase agua dulce-agua salada.

### CALIDAD U.H. 18.17 ARTÁ

El IGME mantiene una red de control de calidad estable en esta unidad formada por 5 puntos de control, a los cuales se ha unido para el presente estudio la información proporcionada por otros 9 puntos adicionales pertenecientes a la red de control de calidad de la DGRH. Los datos son escasos en el período considerado, de manera que no se cuenta con análisis durante el año 2001, y tan sólo con cinco puntos controlados durante el año 2002.

### Facies hidroquímica

En general, las aguas subterráneas de esta unidad hidrogeológica corresponden a aguas de buena calidad, de tipo bicarbonatado cálcico mayoritariamente.

### Cloruros

Las concentraciones de ión cloruro en el agua, de acuerdo a lo que puede observarse en el mapa de isocontenidos (Anexo V) oscila entre los 75 y los 110 mg/L. Cerca de la línea de costa en el extremo sur-oriental de la unidad, junto a la vecina unidad hidrogeológica de la Marina de Llevant, se registraban en el año 2000 concentraciones puntuales muy elevadas, cercanas a los 1600 mg/L que no se recogen en el mapa actual debido a la ausencia de analítica en este punto. En esta zona, por tanto, es esperable que continúe la existencia de un proceso de intrusión marina que afecta al entorno de la localidad de Son Cervera.

### Nitratos

En cuanto al contenido en ión nitrato, el mapa de isocontenido correspondiente al año 2002 repite la pauta observada en años anteriores, donde tan sólo un punto situado al este de la localidad de Artá supera ligeramente el valor límite de potabilidad, alcanzando los 63 mg/L. El resto de puntos mantiene valores comprendidos entre los 15 y 20 mg/L.

### Sulfato

En cuanto al contenido en ión sulfato, los valores son muy reducidos, oscilando entre los 30 y los 120 mg/L, al igual que los valores registrados durante el año 2000.

### CALIDAD U.H. 18.18 MANACOR

Los datos empleados para el control de la unidad de Manacor provienen de dos puntos de control de la calidad controlados por el IGME y 13 pertenecientes a la red de calidad de la DGRH. Para el presente informe, únicamente se cuenta con los datos procedentes de dos puntos de control, para el año 2001, y de 10 puntos para el año 2002.

### Facies hidroquímica

Existen en esta unidad facies hidrogeológicas muy variadas, desde el tipo clorurado sódico hasta el bicarbonatado cálcico, pasando por la sulfatada sódica y todas las facies mixtas.

### Cloruros

A pesar de esta diversidad hidroquímica, la concentración de ión cloruro no llega a alcanzar los 200 mg/L durante el año 2002 (Anexo V), en la mayor parte de la unidad, localizándose las concentraciones más elevadas en el sector noroccidental, con un valor máximo de 405 mg/L cerca del límite con la unidad vecina de la Marineta.

### Nitratos

Existe un área localizada al norte de la localidad de Manacor en la que se superan los valores máximos de concentración de ión nitrato para agua potables, alcanzándose un máximo de 191 mg/L. Esta área se extendía hasta el sur de la localidad de Manacor en años anteriores, si bien para el año 2002 la concentración de ión nitrato en las proximidades de Manacor se ha reducido hasta valores inferiores a los 25 mg/L. La mayor parte de los puntos de control han experimentado una reducción acusada de la concentración de nitrato, con descensos que llegan a valores de hasta 264 mg/L.

### Sulfatos

El contenido en ión sulfato tal y como recoge el mapa de isocontenido para el año 2002 (Anexo V) es superior a los 250 mg/L únicamente en un sector al noroeste de la localidad de Manacor, alcanzándose una concentración máxima de 480 mg/L. El sector afectado es similar al registrado en el año 2000, si bien la mayor parte de los puntos presentan un fuerte descenso de la concentración de este ión, superando en algunos puntos los 120 mg/L de descenso.

### **CALIDAD U.H. 18.19 FELANITX**

El IGME cuenta con una red de control de calidad estable constituida por 4 puntos, de los cuales sólo 3 presentan analítica para el año 2001, y 1 para el año 2002. La red de control se complementa con otros seis puntos de control de la red de la DGRH, sin analíticas durante el año 2001, y con cuatro puntos controlados durante el año 2002.

#### **Facies hidroquímica**

La facies hidroquímica de las aguas subterráneas en la unidad hidrogeológica de Felanitx corresponde a un tipo bicarbonatado cálcico-magnésico en el entorno de Felanitx (Anexo VI), mientras que al norte de la localidad de Felanitx la facies mixta es de tipo bicarbonatado-clorurado sódico-cálcica, situándose ocasionalmente en un tipo netamente clorurado.

#### **Cloruros**

El mapa de isocontenidos en ión cloruro para el año 2002 (Anexo V) muestra en general contenidos comprendidos entre los 250 y 300 mg/L. Destaca la anomalía en el sector noreste de la unidad que alcanza los 1148 mg/L, en un punto que no registraba concentraciones superiores a los 135 mg/L en el año 2000.

Los gráficos de evolución del contenido en ión cloruro durante los últimos años (Anexo VI) indican una tendencia estable a ligeramente creciente en la concentración en los puntos seleccionados, si bien el conjunto de puntos de la unidad presentan mayoritariamente una disminución de la concentración con respecto a la registrada en el año 2000, cercana a los 20 mg/L.

#### **Nitratos**

El mapa de isocontenido en ión nitrato (Anexo V) continúa presentando una zona con concentraciones anómalas al noroeste de las localidades de S'Horta y Calonge, de forma similar a lo representado en el mapa de isocontenidos del año 2000, si bien la concentración máxima alcanzada entonces ha pasado de los 440 mg/L a los 376 mg/L. También se alcanzan los valores límite de potabilidad al norte de la localidad de Felanitx, rozándose los valores de 50 mg/L.

#### **Sulfatos**

El mapa de isocontenidos en ión sulfato (Anexo V) no muestra ninguna anomalía, situándose los valores máximos en torno a los 200 mg/L.

### **CALIDAD U.H. 18.20 MARINA DE LLEVANT**

El IGME mantiene únicamente 1 punto (211) en la red de control de calidad de esta unidad, por lo que el estudio de la misma se ha complementado con los datos procedentes de otros

6 puntos pertenecientes a la red de control de la DGRH. Durante el año 2001 únicamente se tienen analíticas de un punto de la red de control, por lo que los mapas de isocontenidos se limitan al año 2002 en el que se controlaron un total de 5 puntos de la red.

### Facies hidroquímica

La representación en el diagrama de Piper de la analítica completa realizada sobre el punto 211 muestra un agua de tipo netamente clorurado sódico, sin variaciones significativas con respecto al año 1996, período al que se remonta el registro histórico de este punto de la red.

### Cloruros

La concentración de ión cloruro es muy similar en todos los puntos que conforman la red, quedando reflejada en el Anexo VI la correspondiente al punto 211 de la red del IGME. En este punto se observa una tendencia al aumento gradual de la concentración durante los últimos siete años, pasando de concentraciones iniciales de 1.163 mg/L a las actuales que se sitúan en 1.580 mg/L.

El mapa de isocontenido en ión cloruro realizado para el año 2002 muestra, al igual que lo ya registrado para el año 2000, una intrusión marina generalizada en toda la unidad. Este proceso se debe a la conexión directa del acuífero mioceno con el mar, y a la existencia de numerosas captaciones muy cerca de la línea de costa para el abastecimiento de localidades turísticas. Este hecho acentúa el proceso de intrusión en el entorno de las poblaciones más importantes, como Porto Cristo, Porto Colom y Santanyí.

### Nitratos

El mapa de isocontenidos en ión nitrato (Anexo V) refleja contenidos por encima de los 50 mg/L únicamente en el sector de Santanyí-Cala Llombers, donde puntualmente se llegan a registrar contenidos de hasta 88 mg/L. Estos contenidos son ligeramente superiores a los registrados en el año 2000, donde la concentración máxima se situaba en 70 mg/L.

### Sulfatos

En lo referente a la concentración de ión sulfato no se registran anomalías en esta unidad, tal y como recoge el correspondiente mapa de isocontenidos para el año 2002 (Anexo V).

## CALIDAD U.H. 18.21 LLUCMAJOR-CAMPOS

En esta unidad hidrogeológica tanto el IGME como la DGRH tienen su propia red de control de calidad, superando en conjunto los 75 puntos de control, de los cuales se ha seleccionado un total de 37 para el control anual de la situación de la unidad, 13 de ellos pertenecientes a la red de control de calidad del IGME, y los restantes a la red de la DGRH. Para el año 2001 se cuenta con los datos aportados por un total de 20 puntos, y 34 para el año 2002.

### Facies hidroquímica

La representación en el gráfico de Piper (Anexo VI), de los análisis efectuados en el período comprendido entre los años 2001 y 2002 indican que la mayor parte de las muestras corresponden a una facies claramente clorurada, sin variaciones con respecto a lo determinado en años anteriores. El predominio claro del anión cloruro es indicativo de la existencia de un fuerte y establecido proceso de intrusión marina, tratándose en general de aguas salinas de muy mala calidad. Únicamente el sector situado al Norte de la localidad de Campos presenta aguas de tipo mixto, de mejor calidad. En el sector de Lluemajor la información es insuficiente para establecer la tipología de las aguas subterráneas.

### Cloruros

Los gráficos de evolución de la concentración de cloruro (Anexo VI) en el tiempo indican una tendencia general estable o ligeramente descendente en algunos de los puntos representados. Así, en los alrededores de Campos (puntos 200 y 201) y de Ses Salines (punto 208) se registran ligeras tendencias descendentes, si bien las concentraciones siguen siendo elevadas, en torno a los 1000 mg/L. Por el contrario, en el sector comprendido entre las localidades de Campos y Felanitx, la tendencia es ligeramente ascendente, si bien las concentraciones registradas en ión cloruro son aún bajas, cercanas a los 150 mg/L. Igualmente, el sector comprendido entre Campos y Santanyí presenta una tendencia al incremento de la concentración de ión cloruro, con valores que oscilan entre los 800 y 2500 mg/L.

El mapa de isocontenido en ión cloruro para el segundo semestre del año 2001 muestra como el proceso de intrusión está generalizado en todo el sector comprendido entre las localidades de Sa Rápita, Campos y Ses Salines, con concentraciones de ión cloruro que superan los 3600 mg/L. Para el año 2002 la cantidad de puntos de control es mayor, lo que permite detectar la presencia de otro máximo de concentración en el mismo sector que supera ampliamente los 5500 mg/L de ión cloruro.

### Nitratos

Otro factor destacable en esta unidad respecto a la calidad del agua subterránea es la presencia de contenidos elevados de ión nitrato. En el Anexo V se incluye el mapa de isonitratos para los años 2001 y 2002, donde se observan concentraciones superiores a los 100 y 200 mg/L en torno a la localidad de Campos, extendiéndose la zona afectada por más de 50 mg/L hacia el sur y hacia el noreste de dicha localidad. El máximo de concentración alcanzado es de 213 mg/L en el año 2002, al sureste de la Campos, frente a un máximo de 201 mg/L registrado en el año 2001. En general se observa un descenso de la concentración de ión nitrato en la mayor parte de los puntos durante los dos últimos años.

### Sulfatos

En cuanto al contenido en ión sulfato, los mapas de isosulfatos del Anexo V recogen parcialmente (no todos los puntos que presentaban anomalías destacables en el año 2000 cuentan con analítica durante el período 2001-2002) la presencia de anomalías coincidentes

con los máximos registrados en la concentración de ión cloruro, y que parecen por tanto estar relacionadas con la elevada concentración de sales en disolución debido al proceso de intrusión marina. En estas zonas la concentración en ión sulfato puede llegar a rondar los 860 mg/L (año 2002) sin descartar que se superen en algunos puntos no analizados los 1200 mg/L recogidos en el año 2000.

## **RESUMEN Y CONCLUSIONES**

A continuación se describe brevemente el estado que presentan actualmente cada una de las unidades hidrogeológicas en que se divide la isla de Mallorca, destacando aquellas características que presentan anomalías de importancia, su evolución con respecto a años anteriores, y las posibles actuaciones tendentes a su corrección o recuperación.

### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.01 ANDRATX**

La unidad hidrogeológica de Andratx presenta en la actualidad aguas de calidad general regular, con altos contenidos en cloruros en el área situada entre las localidades de Andratx y Puerto de Andratx. El nivel freático en esta zona no ha sufrido variaciones significativas con respecto al año 2000.

El contenido en ión cloruro es en general elevado, superando la práctica totalidad de los puntos los 250 mg/L, si bien hay un descenso generalizado con respecto a los valores observados en el año 2000 en buena parte de los puntos, consecuencia de la mayor pluviometría de los dos últimos años.

Hay que destacar que en los últimos años se está produciendo un incremento del número de puntos que presentan contaminación por la elevada concentración de ión nitrato, dando lugar a un área cada vez más extensa en torno a la localidad de Andratx y hacia el noreste de la misma, incrementándose su extensión con respecto a años anteriores.

También destaca la presencia de al menos dos puntos con concentraciones elevadas de ión sulfato (entre 1000 y 1200 mg/L) que se localizan al Norte de la localidad de Andratx. Uno de ellos coincide con un punto interior de la unidad que presenta la mayor concentración de ión cloruro, por lo que no se descarta que el origen de este último ión sea debido a la presencia de materiales evaporíticos en las formaciones geológicas, y no por un proceso de intrusión marina.

### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.05 ALMADRAVA**

Las redes de control piezométrico y de calidad existentes en esta unidad han detectado la presencia de problemas de intrusión marina, pese a tratarse de una unidad hidrogeológica sin contacto directo con el mar. El análisis individualizado de los piezómetros indica descensos continuados en algunas áreas, como refleja la evolución de la piezometría del

punto 15 (392570285), desde el año 1980 hasta el año 2001. En el último año se ha producido un cambio de tendencia que ha dado lugar a una ligera recuperación de los niveles piezométricos.

De igual manera, el control de la evolución en la concentración de ión cloruro indica un incremento progresivo y muy acusado desde los valores iniciales situados en torno a los 100 mg/L hasta los 1.900 mg/L registrados en algunos puntos en el año 2001. El incremento de los niveles piezométricos del último año ha dado lugar a un marcado descenso en la concentración de ión cloruro, con máximos registrados de 1.130 mg/L.

No se registran anomalías en la concentración de ión nitrato en esta unidad, manteniéndose los puntos analizados por debajo de los 10 mg/L.

El contenido en ión sulfato alcanzó máximos ligeramente superiores a los 250 mg/L durante el año 2001, coincidiendo con la mayor concentración de cloruros y muestra un descenso durante el año 2002 a valores situados en torno a 180 mg/L, no detectándose concentraciones anómalas en la actualidad.

#### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.08 S'ESTREMERERA**

La unidad hidrogeológica de s'Estremera presenta en la actualidad un problema acusado de sobreexplotación, existiendo un déficit apreciable en el balance hídrico de la unidad, con descensos medios del nivel piezométrico en la actualidad de 73 m respecto a su situación en 1980, encontrándose piezómetros en la actualidad a más de 30 m por debajo del nivel del mar en la zona de extracción para el abastecimiento a la ciudad de Palma (punto 16, Estremera 0, Anexo III). Pese a la intensa explotación a la que se ve sometida, para el abastecimiento urbano a la capital, no se registran problemas de calidad significativos, debido a que el acuífero se encuentra desconectado del mar. Sin embargo, durante los últimos 3 años se registra un incremento continuado en todos los elementos mayoritarios, lo cual podría deberse a la recarga del acuífero con aguas de mayor contenido salino procedentes de la unidad hidrogeológica 18.11.

#### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.09 ALARÓ**

En la actualidad la unidad hidrogeológica de Alaró no presenta indicios de contaminación, tratándose en general de aguas de buena calidad aptas para riego agrícola y consumo humano. Únicamente la existencia de descensos continuados de los niveles piezométricos en los últimos años indica que se trata de una unidad con riesgo de sobreexplotación, con volúmenes de extracción muy cercanos a los de recarga y en la cual se deben aplicar medidas de control.

Durante el último año, la mayor pluviometría registrada en el período 2001-2002 ha dado lugar a una inversión de la tendencia al descenso progresivo de niveles, iniciándose una relativa recuperación de la piezometría.

Algunos sondeos de abastecimiento registran descensos similares a los de la unidad de s'Estremera, llegando a descender hasta cotas de -40 m, por debajo del nivel del mar (ver evoluciones piezométricas de los pozos de Can Negret y Son Perot-Fiol, Anexo III). Tanto por su calidad hidroquímica como por su funcionamiento hidrodinámico esta unidad presenta muchas similitudes con la ya descrita unidad de s'Estremera.

#### **UNIDAD HIDROGEOLOGICA 18.10 UFANES**

Se trata de una unidad que no presenta en la actualidad problemas de sobreexplotación, manteniéndose los niveles piezométricos de forma estable en los últimos años, e incluso registrándose un incremento de los niveles desde el año 1.980 de casi 18 m.

No hay analíticas de esta unidad durante los años 2001-2002.

#### **UNIDAD HIDROGEOLOGICA 18.11 LLANO DE INCA-SA POBLA**

La evolución de la piezometría en esta unidad ha experimentado un cambio notable con respecto a la evolución de años anteriores. La tendencia al descenso continuado de niveles de los últimos años ha cambiado durante el último año hidrológico 2001-2002, período en que los marcados descensos correspondiente al período estival no han quedado reflejados, continuando la tendencia ascendente del invierno 2001 con la del otoño del 2002. El resultado ha sido un incremento de los niveles medios del acuífero de cerca de 3 m con respecto al año anterior, situándose los niveles en la actualidad por encima de los registrados en el año 1980.

La recuperación de los niveles piezométricos no tiene, al menos por el momento, un reflejo en los parámetros químicos del agua que supongan una mejora de la calidad. Las facies hidroquímicas continúan como en años anteriores, desde facies mixtas bicarbonatado-cloruradas hacia el interior de la unidad a aguas cloruradas sódicas al norte de Sa Pobla, y en el entorno de la Albufera y a lo largo de la franja más próxima a la línea de costa. La concentración de ión cloruro presenta una tendencia general creciente, con un pequeño descenso a finales del 2002 en sólo algunos puntos y tras el fuerte incremento que presentaron durante los años 2000 y 2001.

Pero el problema más destacado de la unidad lo constituye la elevada concentración de ión nitrato producto del elevado empleo de fertilizantes nitrogenados en el sector agrícola más productivo de Baleares. La zona contaminada se extiende por toda la subcuenca de Sa Pobla (mitad nororiental de la unidad), con tres sectores que alcanzan concentraciones medias muy elevadas que superan los 250 mg/L, con varios puntos que superan los 500 mg/L y un máximo de 850 mg/L. También la subcubeta de Inca presenta concentraciones que superan los 150 mg/L en el extremo suroccidental de la unidad. El problema es especialmente grave por cuanto a pesar de tratarse de un área declarada como vulnerable a la contaminación por nitratos de origen agrícola (BOIB 15/1/2000), cumpliendo con la Directiva Europea (91/676/CEE, de 12 de Diciembre de 1991) la evolución continúa siendo creciente, aumentado las concentraciones registradas durante el año 2002 con respecto a las

del año 2001. Este fenómeno podría estar condicionado por un proceso de lavado del contenido en nitrógeno presente en la zona no saturada como consecuencia de la mayor infiltración tras el incremento de la pluviometría del último año y por el lavado originado por el ascenso del nivel freático.

### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.12 CALVIÁ**

La piezometría de la unidad de Calviá presenta en su conjunto una evolución positiva que se inicia en el año 2000, con una recuperación de niveles que llevan a una situación actual similar a la registrada a comienzos de los años 80.

Esta mejoría de los niveles registrados en los últimos años no parece tener un reflejo inmediato en la calidad del agua. El contenido en ión cloruro presente en el agua y responsable de la alta salinidad registrada entre los sectores de Capdellá y Calviá continúa su incremento progresivo año tras año, desplazando las facies mixtas hacia aguas de tipo clorurado sódico. Por el contrario, no se registran concentraciones elevadas de ión sulfato (excepto algún punto con alta concentración salina por intrusión de agua marina) que generalmente se mantienen por debajo de los 200 mg/L.

Tampoco los nitratos indican problemas de contaminación, situándose siempre por debajo de los 15 mg/L.

### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.13 NA BURGUESA**

El análisis de la evolución de la unidad de Na Burguesa se limita al sector más interno de la unidad hidrogeológica.

La explotación de este sector para el abastecimiento urbano de la ciudad de Palma se realiza actualmente por encima de la capacidad de recarga de la unidad, de manera que se ha generado un proceso de sobreexplotación en la misma que queda reflejado no tanto en la variación del nivel piezométrico del acuífero como en la calidad de las aguas subterráneas. Así, la conexión del acuífero liásico con el mar ha dado lugar a un proceso de intrusión marina inducido por el bombeo intensivo, detectándose valores de concentración de cloruros que se han ido incrementando de forma paulatina y continuada, desde valores iniciales próximos a los 200 mg/L de ión cloruro hasta superar actualmente los 6.000 mg/L.

Los niveles piezométricos de los puntos analizados muestran un incremento desde el otoño del año 2000, si bien el conjunto de la unidad se encuentra a 2,6 m bajo la situación inicial registrada en el año 1983.

La concentración de ión nitrato no presenta hasta el momento problemas de contaminación, si bien los valores detectados en algunos puntos superan los 40 mg/L, aproximándose a los valores límite de potabilidad.

Sí se registran, en cambio, anomalías en la concentración de ión sulfato, con valores que triplican el límite orientativo para aguas potables en los puntos donde la concentración salina es elevada por la intrusión marina. En cualquier caso, los valores recogidos en el año 2002 suponen una mejoría considerable respecto a los registrados el año anterior.

#### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.14 LLANO DE PALMA**

La evolución de la piezometría durante los últimos años en la unidad del Llano de Palma refleja un incremento de niveles durante los años 2001-2002, situándose en la actualidad casi un metro por encima de la media recogida en el año 1980. Continúan registrándose mínimos en el sector de extracción del Pont d'Inca, si bien no se recogen valores de cotas negativas como sucedía en años anteriores.

En cuanto a la calidad, continúan siendo predominantes las facies cloruradas, tanto sódicas como cálcicas, en buena parte de la unidad, incluyendo sectores internos como el Pont d'Inca y Marratxí. Las facies bicarbonatadas y mixtas quedan reducidas a los sectores más internos de la unidad. La concentración de ión cloruro desciende en sectores como el Pont d'Inca (abastecimiento a Palma) y el Pla de Sant Jordi (entorno del aeropuerto de Palma) pero se incrementan en puntos adyacentes (Marratxí).

La contaminación por nitratos procedentes de fertilizantes nitrogenados es elevada en todo el sector agrícola del Pla de Sant Jordi. Puntualmente se recogen concentraciones que alcanzan los 320 mg/L, con un 70% de puntos en la unidad que superan los 50 mg/L. Estas concentraciones son más elevadas que las registradas en el año 2000. Al igual que en el sector agrícola de Sa Pobla (U.H. 18.11 Llano de Inca-Sa Pobla) el aumento de las precipitaciones puede ser el responsable del lavado y transporte de los nitratos contenidos en la zona no saturada, hacia el acuífero.

También se observan anomalías en la concentración de ión sulfato. En parte debido a la presencia de aguas salobres (Pont d'Inca, Marratxí), y por otro lado asociada posiblemente a la presencia de materiales yesíferos miocenos (Norte de Son Ferriol).

#### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.16 MARINETA**

La piezometría media de la unidad registra un descenso continuado de los niveles desde los valores iniciales del año 1.980 hasta los mínimos registrados en 1999, con una ligera recuperación durante los dos últimos años. La situación media actual es del orden de 0,5 m por debajo de lo registrado en 1.980.

El acuífero de La Marineta presenta en la actualidad aguas de baja calidad en un sector paralelo a la línea de costa y que avanza más de 3 km hacia el interior de la unidad. En esta zona las aguas son predominantemente cloruradas sódicas por el progresivo avance de la intrusión de agua de mar, alcanzándose concentraciones de ión cloruro que superan los 2.500 mg/L, algo más elevadas que las registradas en el año 2.000.

## Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

El contenido en ión nitrato supera los 50 mg/L en el noreste de la unidad, y aunque no hay datos del sector más meridional de la misma en el período 2001-2002, en años anteriores se registraron concentraciones entre 50 y 100 mg/L en este área. Las mayores concentraciones de ión nitrato se sitúan en los sectores donde los niveles de ión cloruro son más bajos.

La concentración de ión sulfato supera el valor orientativo de 250 mg/L en los puntos que presentan mayor salinización por intrusión marina.

### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.17 ARTÁ

En general, se trata de una unidad excedentaria sin problemas de intrusión marina. Los niveles piezométricos se mantienen altos en casi toda la unidad, existiendo un área de riesgo en el sector situado al norte de Son Servera y en las zonas limítrofes con la vecina unidad de Marina de Llevant, donde los niveles se encuentran por debajo de la cota cero, y la calidad del agua se ve afectada por la presencia de altos contenidos de ión cloruro (hasta 1.600 mg/L en el año 2000). En el resto de la unidad predominan las aguas de buena calidad, sólo ocasionalmente alterada por la presencia de nitratos al este de la localidad de Artá (63 mg/L).

### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.18 MANACOR

La piezometría de la unidad de Manacor presenta en el año 2002 un incremento de niveles de entre 3 y 5 m con respecto al año 2001, con valores mínimos de cota de 12 m entre Manacor y Marina de Llevant, y máximos de 80 m hacia la Marineta.

Las facies hidroquímicas son muy variables (bicarbonatadas, cloruradas, y mixtas), con valores de ión cloruro generalmente inferiores a los 200 mg/L, pero con valores relativamente elevados cerca de la vecina unidad de Marineta.

Al noroeste de Manacor se registran concentraciones elevadas de ión nitrato, que superan los 190 mg/L de máxima. Otros sectores del entorno de Manacor contaminados en años anteriores han reducido su concentración a valores inferiores a 25 mg/L. En general todos los puntos analizados muestran una reducción en el contenido en ión nitrato.

La concentración de sulfatos es sólo superior a 250 mg/L al noroeste de Manacor coincidiendo con la mayor concentración de cloruros (mayor salinidad general). En general, se produce un descenso de la salinidad a lo largo del período 2001-2002.

### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.19 FELANITX

La unidad de Felanitx presenta cotas piezométricas que se sitúan entre los 35 y los 40 m. Únicamente el sector sureste, más cercano a la vecina unidad de la Marina de Llevant, presenta cotas muy bajas, apenas a 0,5 m sobre el nivel del mar. La tendencia en el último año rompe el continuo descenso histórico de niveles para iniciar una lenta recuperación, si

bien el nivel medio en la unidad continúa en torno a 4 m por debajo de lo registrado en 1980.

La calidad del agua es buena, con aguas generalmente de tipo bicarbonatado cálcico-magnésico.

### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.20 MARINA DE LLEVANT**

La piezometría de esta unidad está muy próxima al nivel del mar, en torno a 3 m en casi toda la unidad, registrándose cotas negativas en los puntos de explotación para el abastecimiento a Porto Colom y otras localidades turísticas.

En general todas las aguas reflejan un proceso de intrusión marina que da lugar a facies hidroquímicas del tipo clorurado sódico.

En lo que se refiere al contenido de ión nitrato únicamente se registran contenidos superiores a 50 mg/L en el sector comprendido entre Santanyí y Cala Llombards, igual que en años anteriores, pero con una tendencia al incremento a lo largo del tiempo.

No se registran anomalías en el contenido de ión sulfato.

### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.21 LLUCMAJOR-CAMPOS**

A diferencia de otras unidades, la evolución piezométrica media de la unidad de Llucmajor-Campos continúa descendiendo progresivamente, tras un período de estabilidad relativa entre 1994 y 1998, situándose en la actualidad a 5,6 m por debajo de la situación de partida fijada en 1980 para el presente estudio. Por sectores, el comprendido entre Campos y Felanitx registra los mayores descensos, mientras que un amplio sector al Sur de Campos presenta cotas de nivel de agua muy próximas al nivel del mar, sin que se produzcan variaciones interanuales significativas.

Desde el punto de vista de la calidad existe un fuerte proceso de intrusión marina que se extiende hacia el interior de la unidad desde la línea de costa hasta sobrepasar la localidad de Campos. El resultado son aguas netamente cloruradas sódicas con contenidos en ión cloruro que superan puntualmente los 5.500 mg/L, y con tendencia al aumento (a excepción del sector comprendido entre Campos y Santanyí).

Asociado al desarrollo agrícola se han detectado concentraciones elevadas de ión nitrato, que en general superan los 50 mg/L en buena parte de la unidad, con máximos superiores a los 200 mg/L en el entorno de la localidad de Campos. Durante los años 2001 y 2002 se ha producido un ligero descenso en la concentración de este ión en la mayor parte de los puntos observados.

*Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear*

La concentración de ión sulfato también presenta algunas anomalías asociadas a los sectores con mayor contenido en ión cloruro, y por lo tanto relacionadas con el proceso de intrusión marina. La concentración máxima registrada en el año 2002 es de 860 mg/L.

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS HIDROGEOLÓGICOS**

**ACUÍFERO:** Rocas o sedimentos cuyos poros, grietas y fisuras pueden ser ocupados por el agua y en los que ésta puede circular libremente, en cantidades apreciables, bajo la acción de la gravedad.

Existen otras definiciones que dan idea de un aprovechamiento económico del agua encerrada en un acuífero: aquel estrato o formación geológica que permitiendo la circulación del agua por sus poros o grietas, hace que el hombre pueda aprovecharla en cantidades económicamente apreciables para subvenir a sus necesidades.

**ACUÍFERO CONFINADO:** Acuífero limitado en su parte superior por una capa de permeabilidad muy baja, a través de la cual el flujo es prácticamente inapreciable. El agua contenida en los mismos está sometida a una cierta presión, superior a la atmosférica, y ocupa la totalidad de los poros y huecos de la formación geológica que los contiene.

**ACUÍFERO COSTERO:** Tipología de acuífero en función de su ubicación geográfica, en este caso situado en contacto hidráulico con el mar, y, por tanto, tiene una zona invadida por agua salada.

**ACUÍFERO SALINO ( o salinizado):** Acuífero caracterizado por que sus aguas subterráneas presentan un alto contenido en sales disueltas que impiden su utilización para cualquier uso consuntivo.

**ACUÍFERO SOBREEXPLOTADO:** Se considera un acuífero sobreexplotado cuando se está poniendo en peligro inmediato la subsistencia de los aprovechamientos existentes en el mismo, como consecuencia de venirse realizando extracciones anuales superiores al volumen medio de los recursos anuales renovables, o que se produzca un deterioro grave de la calidad del agua. La existencia de riesgo de sobreexplotación se apreciará también cuando la cuantía de las extracciones referida a los recursos renovables del acuífero genere una evolución de éste que ponga en peligro la subsistencia a largo plazo de sus aprovechamientos. El concepto de sobreexplotación caracteriza una situación en la que se manifiestan efectos indeseables. Estas situaciones no tienen una definición sencilla, el problema radica en que la determinación del óptimo de una explotación no es fácil, ya que son múltiples y diversos (económicos, de calidad, ecológicos) los criterios de aplicación.

**ACUÍFEROS LIBRES:** Acuífero en el que el material permeable se extiende hasta la superficie. En ellos, la superficie libre del agua está en contacto directo con el aire y por lo tanto a presión atmosférica.

**CABALGAMIENTO:** Movimiento tectónico que lleva a un conjunto de materiales a cubrir a otro mediante un contacto anormal poco inclinado (superficie de cabalgamiento). También, recubrimiento resultante de este movimiento (lámina o escama de cabalgamiento).

**DETRÍTICOS (materiales):** Rocas constituidas por la acumulación de fragmentos de diversa naturaleza y tamaño. Las partículas constituyentes reciben distintos nombres según su tamaño, que de menor a mayor diámetro son, **arcilla**, limo, arena y grava, denominaciones válidas también para los sedimentos correspondientes. El comportamiento frente a la circulación hídrica puede variar en las rocas constituidas por los mayores tamaños de grano, que son los que por su permeabilidad presentan interés hidrogeológico, según que los granos estén o no trabados con la presencia de una matriz (constituida por granos de menor tamaño) o cemento (de precipitación química). Las arcillas tienen una permeabilidad muy baja.

**FACIES:** Categoría en la que se puede encuadrar un elemento en función de sus características. Por ejemplo, una roca en función de sus características litológicas, o una muestra de agua en función de sus características físico-químicas.

**INFRALÍAS:** División estratigráfica que comprende al Rhetiense (actualmente situado en el Triás, pero antes en el Jurásico) y el Hettangiense (era secundaria).

**INTRUSIÓN MARINA:** Penetración tierra adentro de la interfase agua dulce-agua salada en los acuíferos costeros por el efecto inducido artificialmente (bombeos) de reducción significativa en el flujo subterráneo de agua dulce que originalmente descargaba al mar

**KEUPER:** Parte del Triásico superior (era secundaria) donde se encuentran generalmente arcillas rojas y verdes con yesos.

**LÍAS:** Parte inferior del Jurásico (era secundaria). Adj. **liásico**.

**MARGAS:** Roca sedimentaria formada por una mezcla de caliza y arcilla. La permeabilidad es muy baja

**PIEZÓMETRO:** Pozo o sondeo utilizado para medir la altura piezométrica en un punto dado del acuífero

**POZO:** Perforación de gran diámetro realizada en el suelo (superior a 1 metro) mediante excavación manual y destinada a la extracción de agua subterránea

**RECARGA ARTIFICIAL:** Es la introducción forzada (no natural) del agua en un acuífero para aumentar la disponibilidad y/o mejorar la calidad del agua subterránea.

**RECURSOS:** Es una cifra equivalente al total de la recarga o alimentación de un acuífero. Sus unidades son las de un caudal y se suelen referir a un tiempo determinado.

**ROCAS CALIZAS:** Rocas sedimentarias constituidas esencialmente por carbonato de calcio. El comportamiento frente a la circulación hídrica está favorecido por la presencia de huecos por disolución de la caliza y por fisuras debidas a la fracturación de la roca.

**ROCAS DOLOMÍTICAS:** Rocas sedimentarias constituidas esencialmente por carbonato de calcio y magnesio. El comportamiento frente a la circulación hídrica está favorecido

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS HIDROGEOLÓGICOS**

**ACUÍFERO:** Rocas o sedimentos cuyos poros, grietas y fisuras pueden ser ocupados por el agua y en los que ésta puede circular libremente, en cantidades apreciables, bajo la acción de la gravedad.

Existen otras definiciones que dan idea de un aprovechamiento económico del agua encerrada en un acuífero: aquel estrato o formación geológica que permitiendo la circulación del agua por sus poros o grietas, hace que el hombre pueda aprovecharla en cantidades económicamente apreciables para subvenir a sus necesidades.

**ACUÍFERO CONFINADO:** Acuífero limitado en su parte superior por una capa de permeabilidad muy baja, a través de la cual el flujo es prácticamente inapreciable. El agua contenida en los mismos está sometida a una cierta presión, superior a la atmosférica, y ocupa la totalidad de los poros y huecos de la formación geológica que los contiene.

**ACUÍFERO COSTERO:** Tipología de acuífero en función de su ubicación geográfica, en este caso situado en contacto hidráulico con el mar, y, por tanto, tiene una zona invadida por agua salada.

**ACUÍFERO SALINO ( o salinizado):** Acuífero caracterizado por que sus aguas subterráneas presentan un alto contenido en sales disueltas que impiden su utilización para cualquier uso consuntivo.

**ACUÍFERO SOBREEXPLOTADO:** Se considera un acuífero sobreexplotado cuando se está poniendo en peligro inmediato la subsistencia de los aprovechamientos existentes en el mismo, como consecuencia de venirse realizando extracciones anuales superiores al volumen medio de los recursos anuales renovables, o que se produzca un deterioro grave de la calidad del agua. La existencia de riesgo de sobreexplotación se apreciará también cuando la cuantía de las extracciones referida a los recursos renovables del acuífero genere una evolución de éste que ponga en peligro la subsistencia a largo plazo de sus aprovechamientos. . El concepto de sobreexplotación caracteriza una situación en la que se manifiestan efectos indeseables. Estas situaciones no tienen una definición sencilla, el problema radica en que la determinación del óptimo de una explotación no es fácil, ya que son múltiples y diversos (económicos, de calidad, ecológicos) los criterios de aplicación.

**ACUÍFEROS LIBRES:** Acuífero en el que el material permeable se extiende hasta la superficie. En ellos, la superficie libre del agua está en contacto directo con el aire y por lo tanto a presión atmosférica.

**CABALGAMIENTO:** Movimiento tectónico que lleva a un conjunto de materiales a cubrir a otro mediante un contacto anormal poco inclinado (superficie de cabalgamiento). También, recubrimiento resultante de este movimiento (lámina o escama de cabalgamiento).

## **ANEXO I**

- 1.-Tabla I. Red de piezometría de la isla de Mallorca
- 2.- Mapa de situación de la red piezométrica (año 2001)
- 3.-Mapa de situación de la red piezométrica (año 2002)

por la presencia de huecos por disolución de la caliza y por fisuras debidas a la fracturación de la roca.

**SONDEO:** Perforación realizada en el suelo por medios mecánicos destinado a la explotación de un acuífero con diámetros inferiores a 1 m

**SUPERFICIE FREÁTICA (o nivel freático):** constituye el límite superior de la zona saturada de un acuífero libre. Es lo mismo que el nivel piezométrico pero para acuíferos libres.

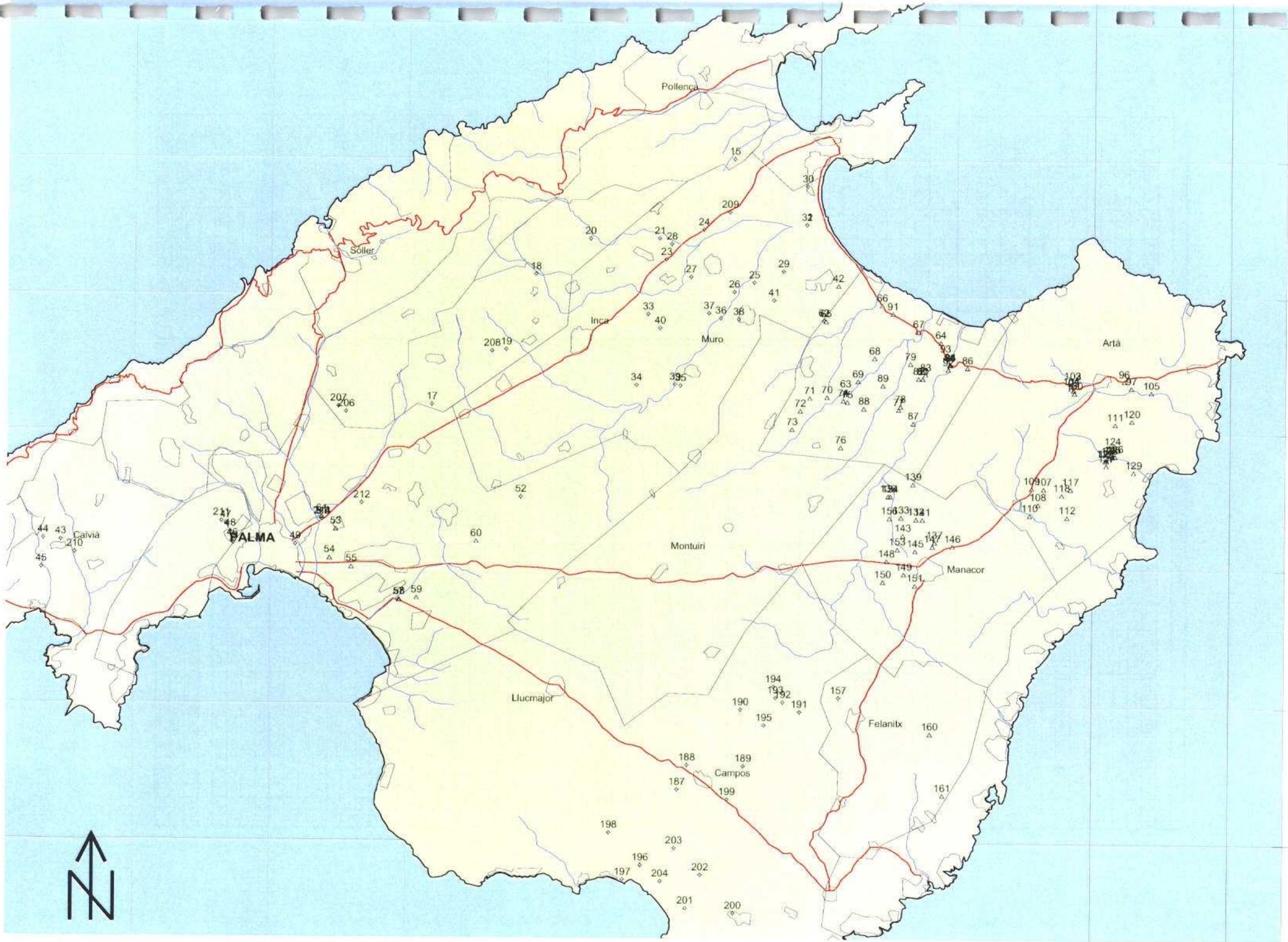
**SUPERFICIE PIEZOMÉTRICA (o nivel piezométrico):** Superficie definida por todos los puntos en los que la presión del agua de un acuífero libre o confinado es igual a la presión atmosférica. Su geometría puede establecerse a partir de las observaciones del nivel piezométrico en un número suficiente de pozos que penetren en la zona saturada del acuífero.

**UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS:** Uno o varios acuíferos agrupados a efectos de conseguir una racional y eficaz administración del agua.

**USO CONSUNTIVO:** Captación de un recurso hídrico de su ubicación natural para utilizarlo con fines domésticos, agrícolas e industriales

**YESOS:** Roca formada por sulfato de calcio hidratado. El comportamiento frente a la circulación hídrica esta condicionado por la baja permeabilidad del yeso excepto cuando existan presencia de huecos por disolución del yeso y por fisuras debidas a la fracturación de la roca

**ZONA SATURADA:** Zona de un acuífero en la que los poros están ocupados en su totalidad por agua.



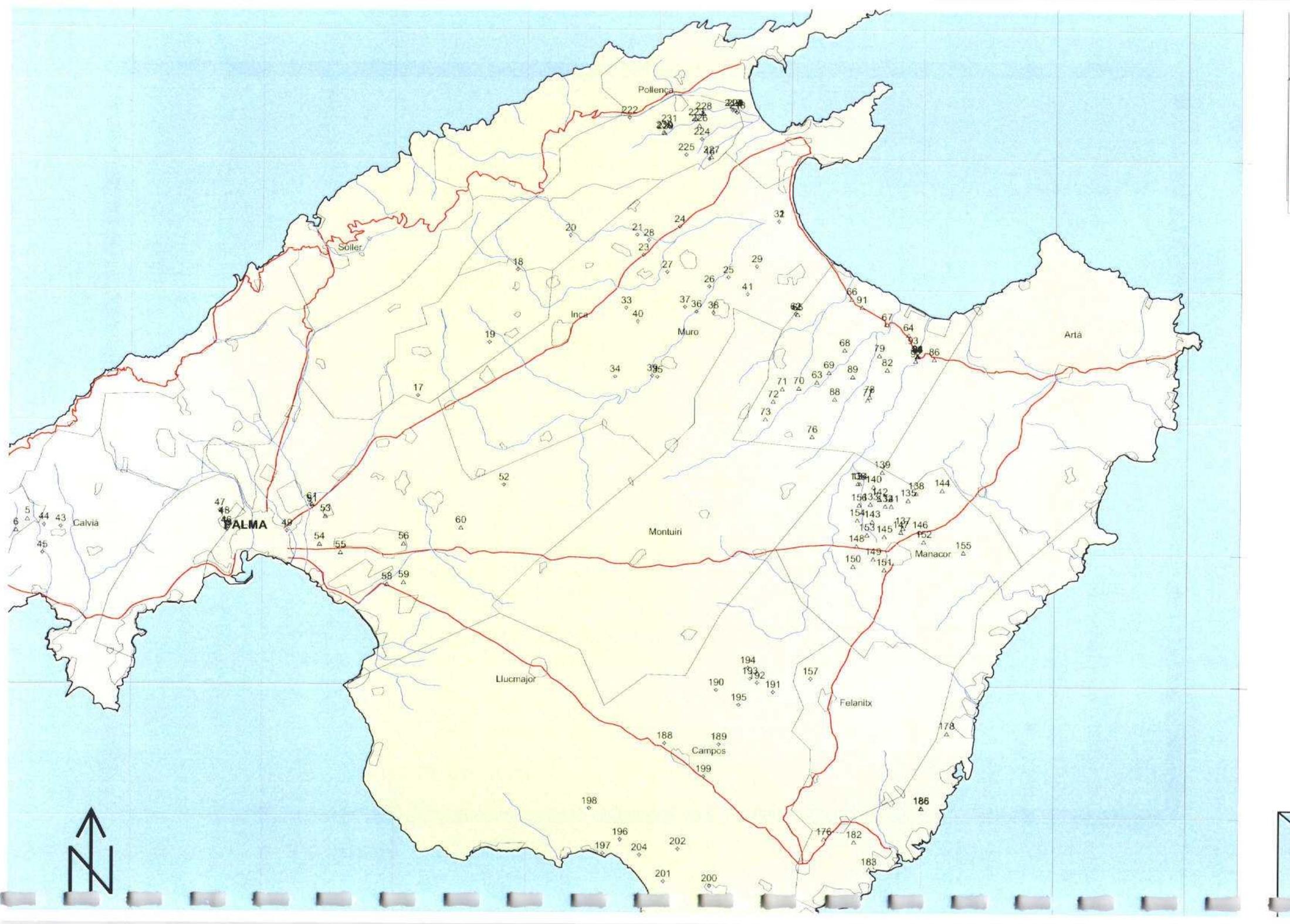
Die

TABLA I. RED DE CONTROL PIEZOMETRICO

MALLORCA														
Nº ID	IGME/DGRH	UH	X UTM	Y UTM	Nº ID	IGME/DGRH	UH	X UTM	Y UTM	Nº ID	IGME/DGRH	UH	X UTM	Y UTM
1	697-8-120	1	448830	4377065	52	392710038	14	488270	4385182	217	SS-E	17	532975	4387225
2	Sondeig A-2	1	447465	4382364	53	A-5	14	474777	4382747	130	700-3-75b	17	531825	4383760
3	Venda Aigua	1	448185	4379230	54	B-7	14	474337	4380632	131	700-3-84	17	532500	4384320
4	697-7-17	1	447595	4377405	55	C-12	14	475934	4379990					
5	Pou Públic-1	1	452085	4382450	56	C-18	14	480712	4380665	132	700-1-A	18	517145	4383673
6	Pou Públic-2	1	451225	4381600	57	C-23	14	479413	4377600	133	700-1-1	18	516037	4383813
7	Pou Públic-3	1	449680	4380400	58	C-23'	14	479458	4377598	134	700-1-7	18	515233	4385354
8	Pou Públic-4	1	450435	4380160	59	C-25	14	480723	4377744	135	700-1-8	18	518889	4384114
9	Pou Públic-5	1	449895	4380435	60	LLP29	14	485041	4381910	136	700-1-14	18	515085	4385358
10	Pou Públic-6	1	449570	4381245	61	S-19 Limni	14	473759	4383658	137	700-1-19	18	518500	4382000
11	Pou Públic-7	1	447925	4381450						138	700-1-21	18	519495	4384650
12	Pou Públic-8	1	447395	4381230	62	392680002	16	510327	4398247	139	700-1-57	18	516913	4386244
13	Pou Públic-9	1	450095	4379985	63	Rotes Velles	16	511950	4393050	140	700-1-61	18	516269	4385125
14	CISE-S3	1	450620	4380000	64	Son Serra	16	518855	4396670	141	700-1-65	18	517606	4383661
					65	S-29	16	510480	4398190	142	700-1-67	18	516733	4384178
15	392570285	5	503749	4410064	66	SM-12	16	514564	4399375	143	700-1-87	18	516183	4382490
218	Almadrava 96	5	505844	4413614	67	SM-10	16	517240	4397460	144	700-2-6	18	521472	4384883
219	Almadrava 97	5	505500	4413800	68	Sa Teulada	16	514040	4395500	145	700-5-76	18	517093	4381361
220	Almadrava 02i	5	505681	4413796	69	SM-8	16	512855	4393785	146	700-5-89	18	519797	4381703
221	Almadrava 02s	5	505677	4413797	70	SM-3	16	510595	4392605	147	700-5-95	18	518344	4381701
222	Can Llobera	5	497705	4413213	71	SM-4	16	509330	4392533	148	700-5-104	18	514995	4380619
223	Can Musqueroles	5	502735	4413081	72	SM-5	16	508649	4391587	149	700-5-120	18	516266	4379654
224	Can Puig	5	503170	4411573	73	S-7	16	508063	4390230	150	700-5-141	18	514740	4379084
225	Can Sureda	5	501993	4410371	74	SM-7 fi	16	511778	4392360	151	CGTCC	18	517089	4378829
226	Golf	5	502982	4412615	75	SM-6	16	512087	4392260	152	Granja	18	520092	4380965
227	S-33	5	503900	4410200	76	AA-2	16	511606	4388920	153	Pere Andreu	18	515781	4381479
228	S-34	5	503300	4413533	77	S-5	16	515802	4391704	154	Pou Nou	18	515053	4382600
229	UF-21	5	500390	4412003	78	SM-13	16	515930	4391955	155	Santa Cirga	18	523091	4380168
230	UF-22	5	500315	4412084	79	SM-14	16	516656	4395090	156	Vivero	18	515182	4383746
231	UF-23	5	500700	4412590	80	SM-9 fi	16	517565	4393995					
					81	SM-9 gruixat	16	517560	4393990	157	392840032	19	511577	4370574
16	382670009	8	475681	4391955	82	SM-9b	16	517258	4394003	158	725-5-15	19	517464	4362740
206	382670036	8	475476	4391368	83	672-5-4	16	517756	4394300	159	725-5-29	19	515487	4363260
207	382670037	8	474924	4391760	84	SM-1	16	519579	4395020	160	725-1-S1	19	518239	4367970
					85	SM-1c	16	519510	4395015	161	725-1-S3	19	519179	4363500
17	382680044	9	481760	4391938	86	SM-15	16	520815	4394820	162	725-1-19	19	518334	4367420
18	392610014	9	489279	4401548	87	700-1-200	16	516887	4390717	163	725-1-9	19	515476	4371410
19	392650134	9	487147	4396003	88	S-6	16	513291	4391780	164	725-2-9c	19	521334	4370490
208	392650164	9	486120	4395890	89	SM-11	16	514650	4393480	165	725-2-6	19	521850	4370275
					90	Son Baulò	16	513100	4400355	166	725-1-E1	19	518429	4365110
20	392620137	10	493278	4404164	91	Son Real	16	515342	4398763	167	725-1-E10	19	518535	4363880
					92	Son Millaret	16	519407	4394680	168	725-1-E12	19	518488	4363330
21	392620001	11	498309	4404214	93	Hort Nou	16	519201	4395670	169	725-1-E2	19	518929	4365110
22	392620002	11	497366	4401674	94	Ses Pastores	16	519542	4395055	170	725-1-E5	19	519512	4364170
23	392630008	11	498795	4402672						171	725-1-E6	19	519464	4364120
209	392630023	11	503430	4406163	95	672-7-18	17	528559	4393230	172	725-1-E8	19	519727	4363980
24	392630031	11	501526	4404864	96	672-7-26	17	532250	4393890	173	725-1-E9	19	518321	4363980
25	392630032	11	505226	4401007	97	672-7-27	17	532773	4393400	174	725-1-7	19	517726	4363550
26	392630035	11	503768	4400308	98	672-7-29	17	528893	4393210	175	725-2-E4	19	519941	4364480
27	392630039	11	500599	4401398	99	672-7-29b	17	534036	4392210					
28	392630047	11	499192	4403807	100	672-7-35	17	528619	4393020	176	724-8-28	20	512650	4358350
29	392640001	11	507375	4401836	101	672-7-36b	17	532420	4393195	205	724-8-37	20	510500	4356150
30	392640003	11	509089	4408085	102	672-7-49	17	528476	4393740	177	724-8-6	20	510730	4355670
31	392640933	11	509047	4405258	103	672-7-50	17	528476	4393740	178	725-2-16	20	521906	4366440
32	392640933	11	509047	4405258	104	672-7-60b	17	528369	4393350	179	725-2-S5	20	521763	4366320
33	392660130	11	497500	4398653	105	672-8-26	17	534226	4393070	180	725-5-22	20	517375	4359775
34	392660131	11	496686	4393434	106	672-8-27	17	534536	4391430	181	725-5-DP	20	515990	4355820
35	392670011	11	499876	4393410	107	700-2-19	17	526428	4385950	182	725-5-S-A	20	514920	4358130
36	392670013	11	502802	4398391	108	700-2-21	17	526024	4384810	183	725-5-S-B	20	516060	4356050
37	392670014	11	501935	4398744	109	700-2-48	17	525547	4385980	184	725-5-S-C	20	515810	4356750
38	392670022	11	504090	4398308	110	700-2-S1	17	525425	4384000	185	725-6-E13	20	520000	4360750
39	392670025	11	499482	4393509	111	700-3-15	17	531607	4390720	186	725-6-E14	20	520030	4360720
40	392670031	11	498376	4397625	112	700-3-23	17	528143	4383880					
41	392680001	11	506684	4399718	113	700-3-3	17	532107	4388190	187	392830013	21	499820	4363839
42	S. Eulalia	11	511375	4400790	114	700-3-32	17	533893	4390670	188	392830161	21	500534	4365626
					115	700-3-44	17	531845	4387310	189	392830181	21	504643	4365559
43	372740027	12	454651	4381889	116	700-3-51	17	528381	4385830	190	392830188	21	504427	4369694
44	372740028	12	453365	4382005	117	700-3-52	17	528381	4385950	191	392840027	21	508740	4369539
45	372780085	12	453238	4379880	118	700-3-6	17	527738	4385500	192	392840043	21	507529	4370241

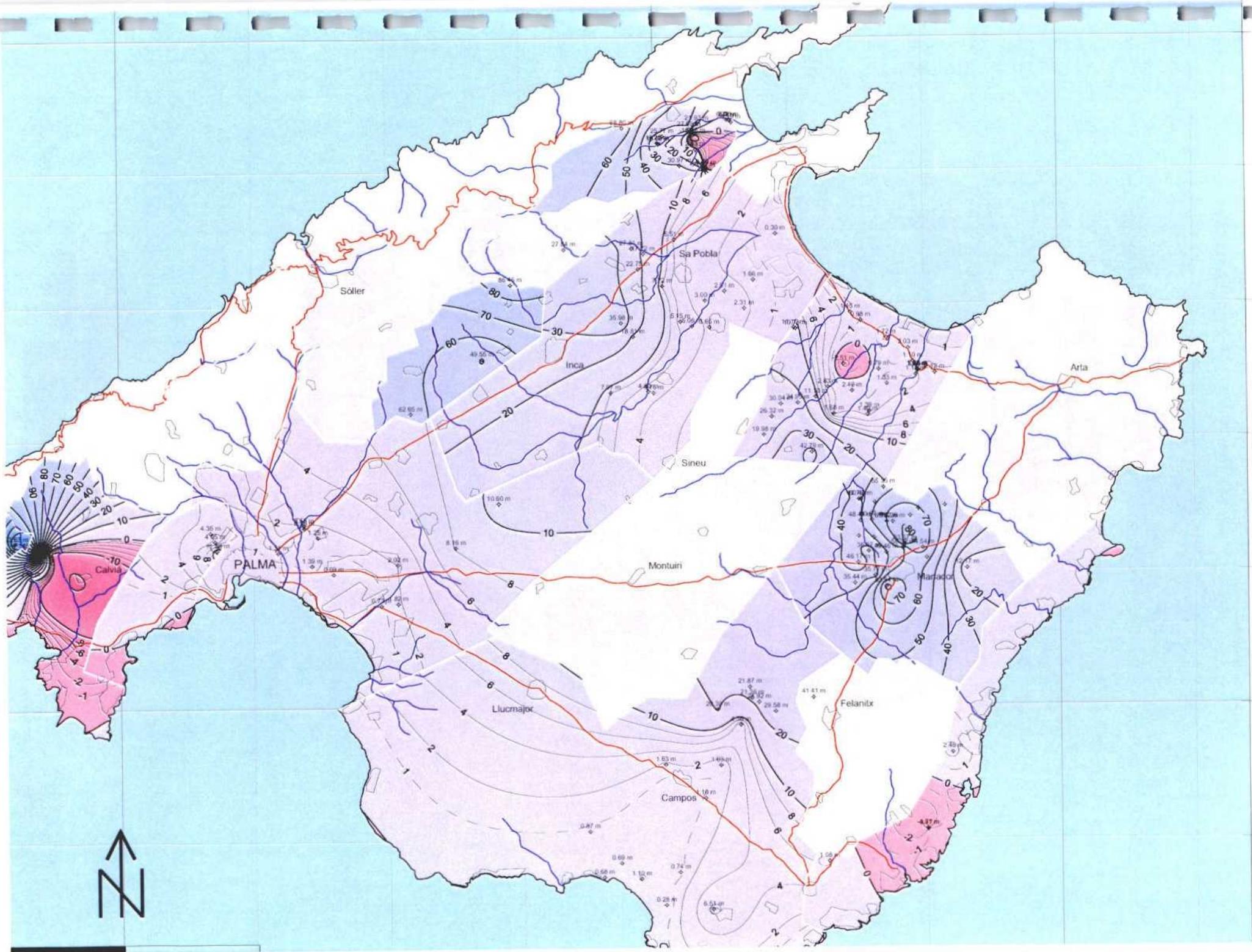
## **ANEXO II**

1. Mapa de piezometría (2º semestre 2001)
2. Mapa de piezometría (2º semestre 2002)



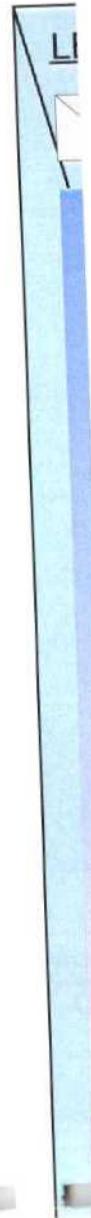
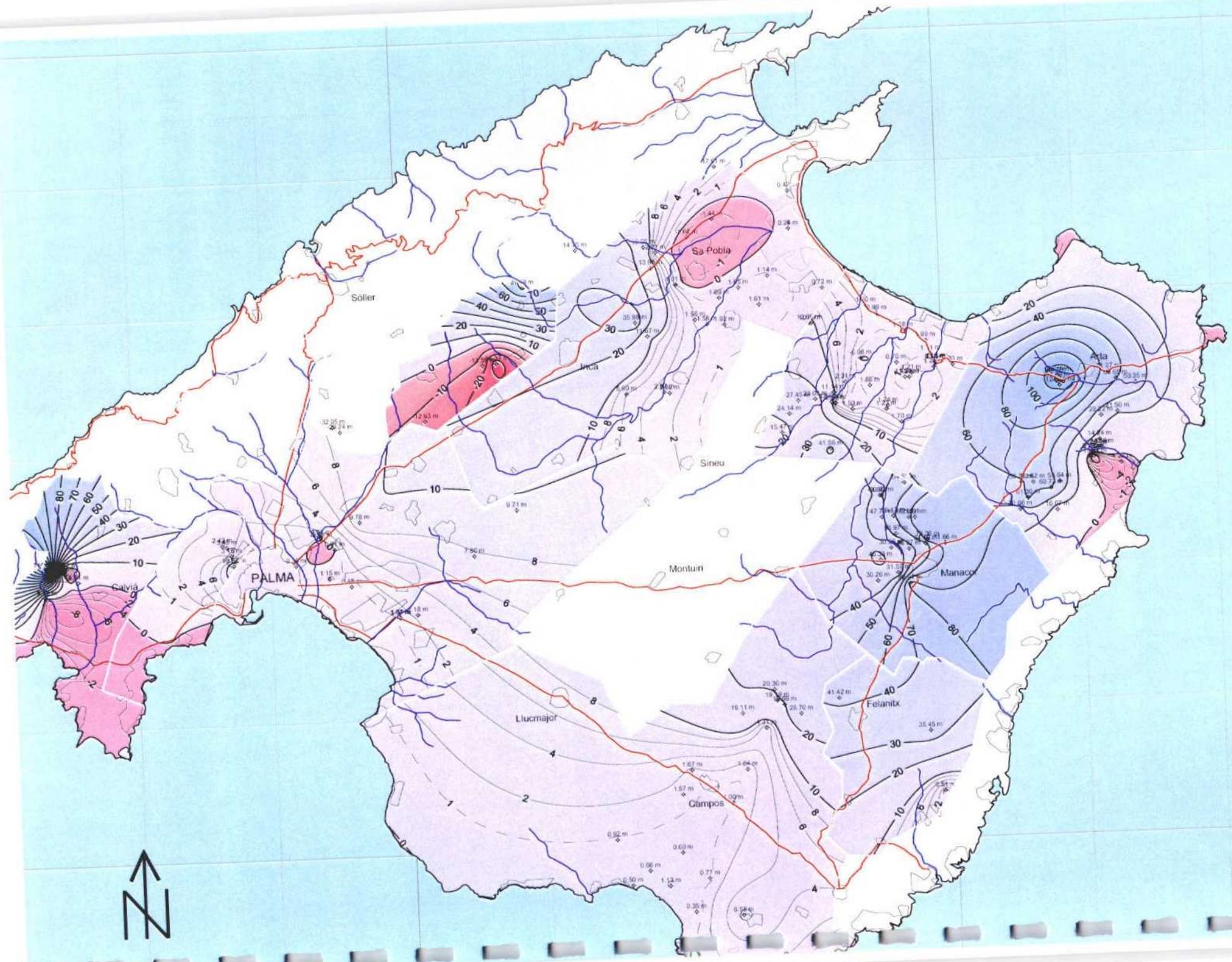
Di





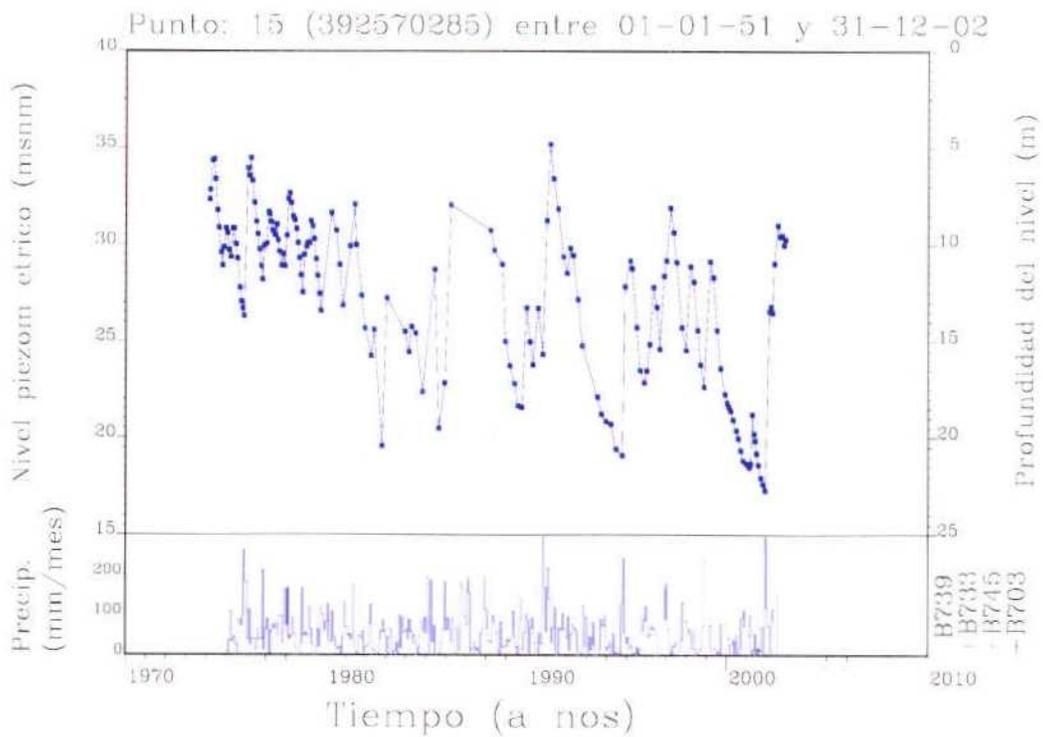
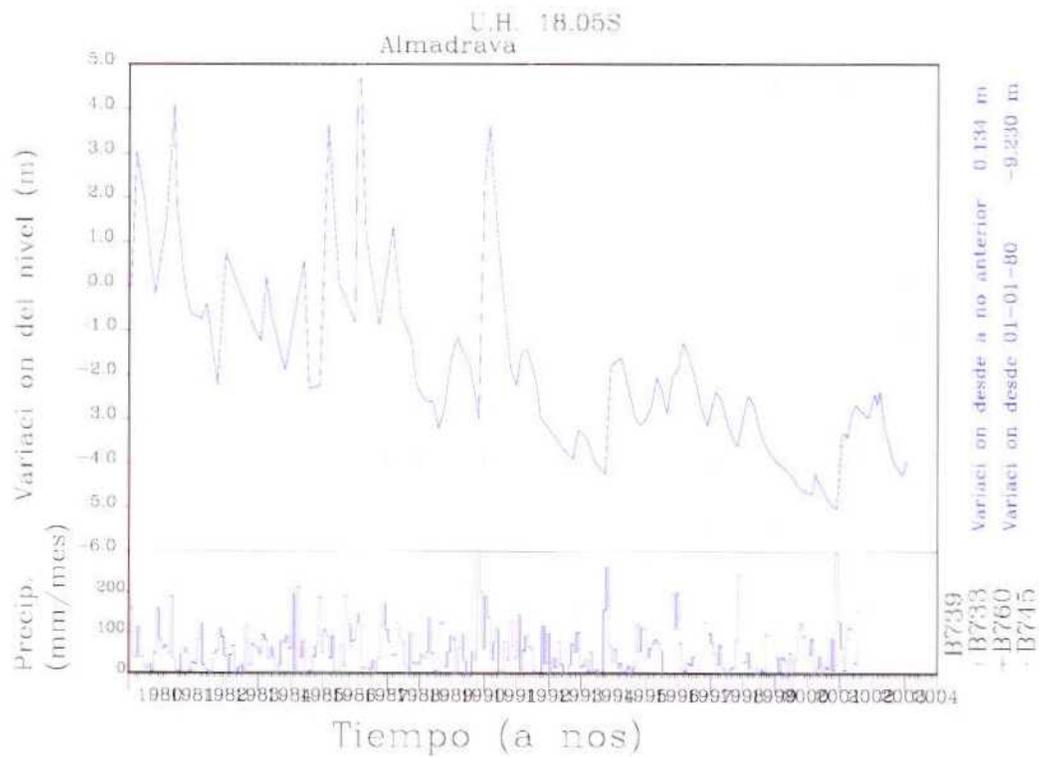
GO  
Direcció

LEY



# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.05

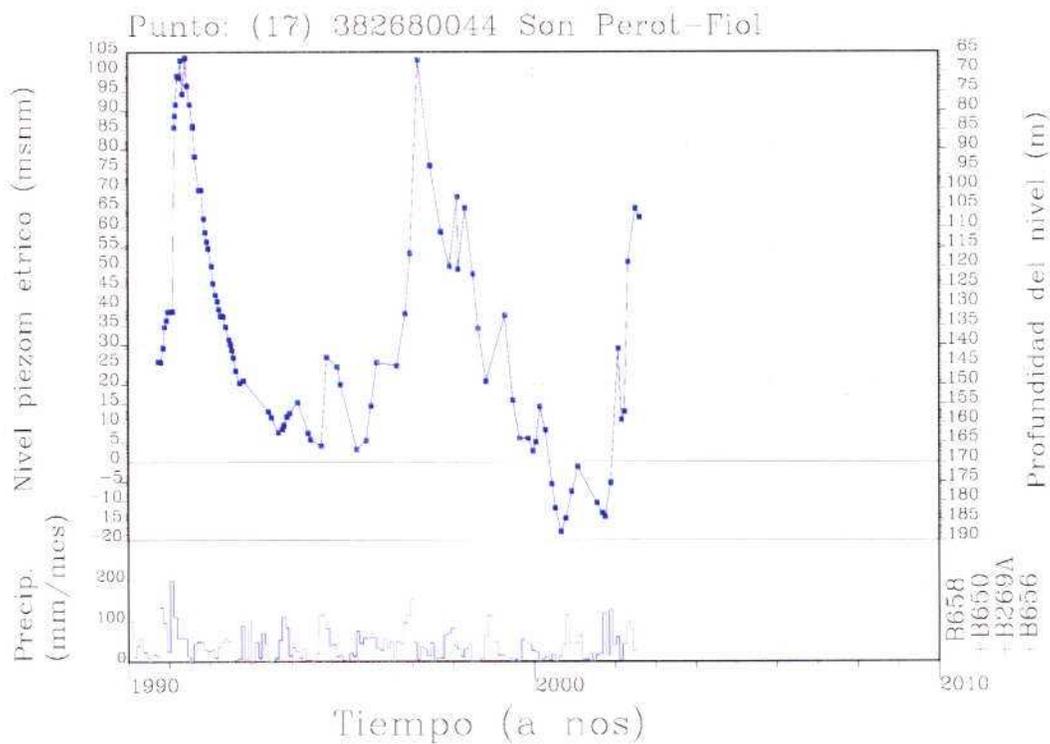
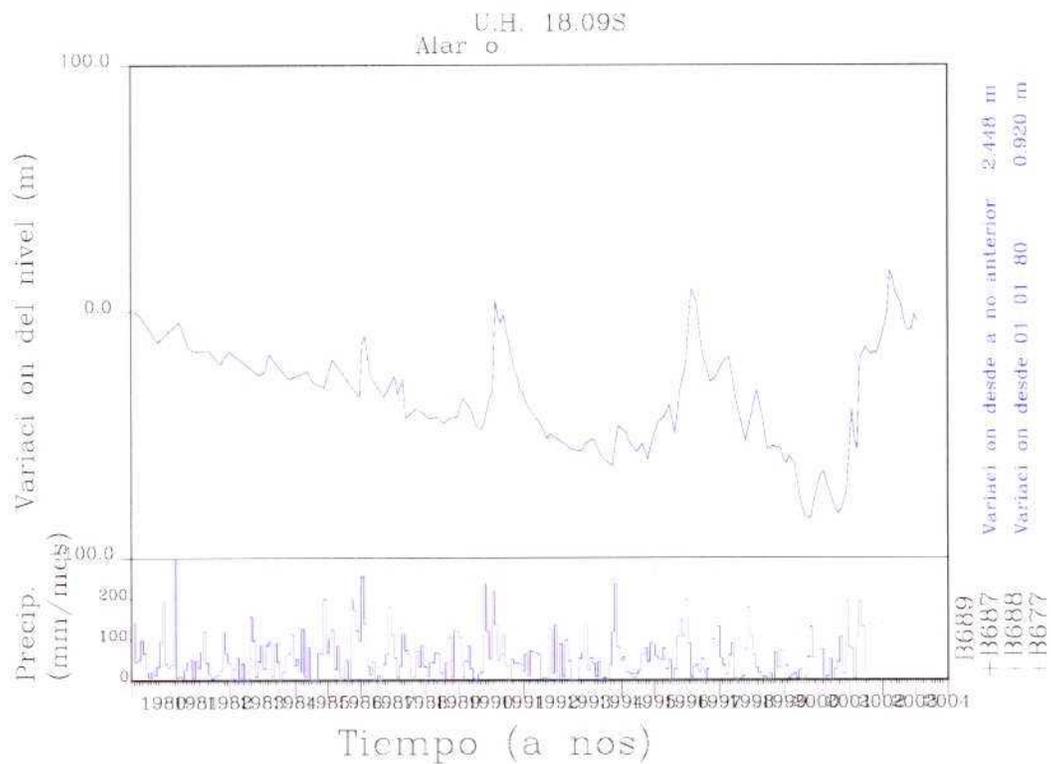


## **ANEXO III**

1- 22. Diagramas de evolución piezométrica

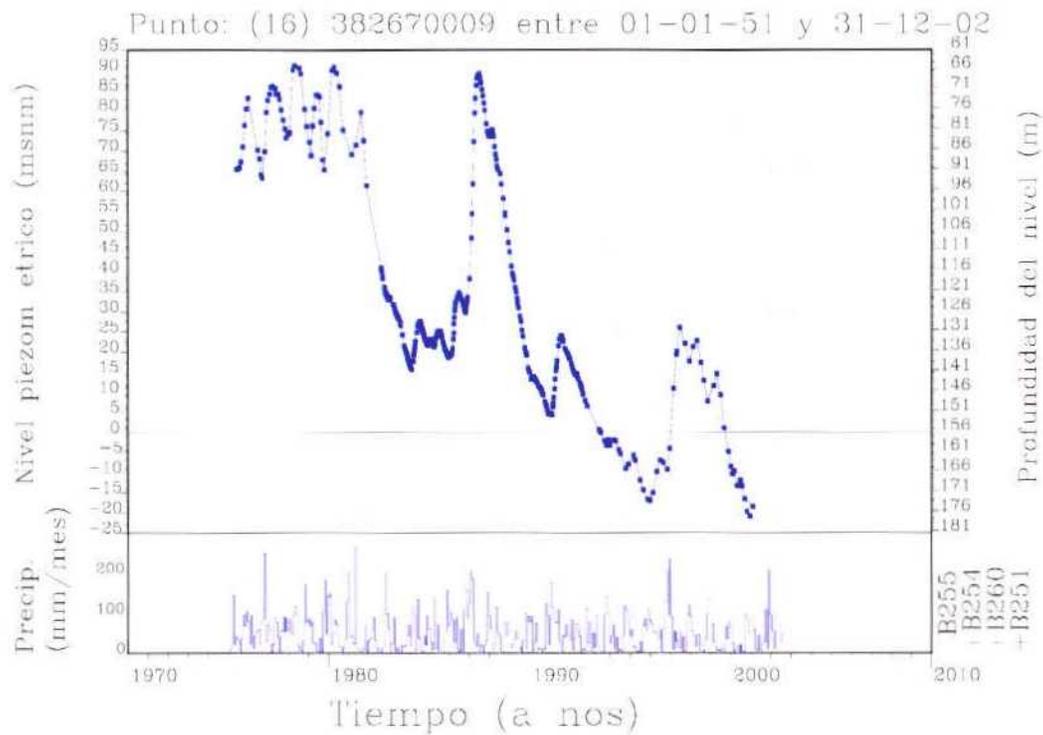
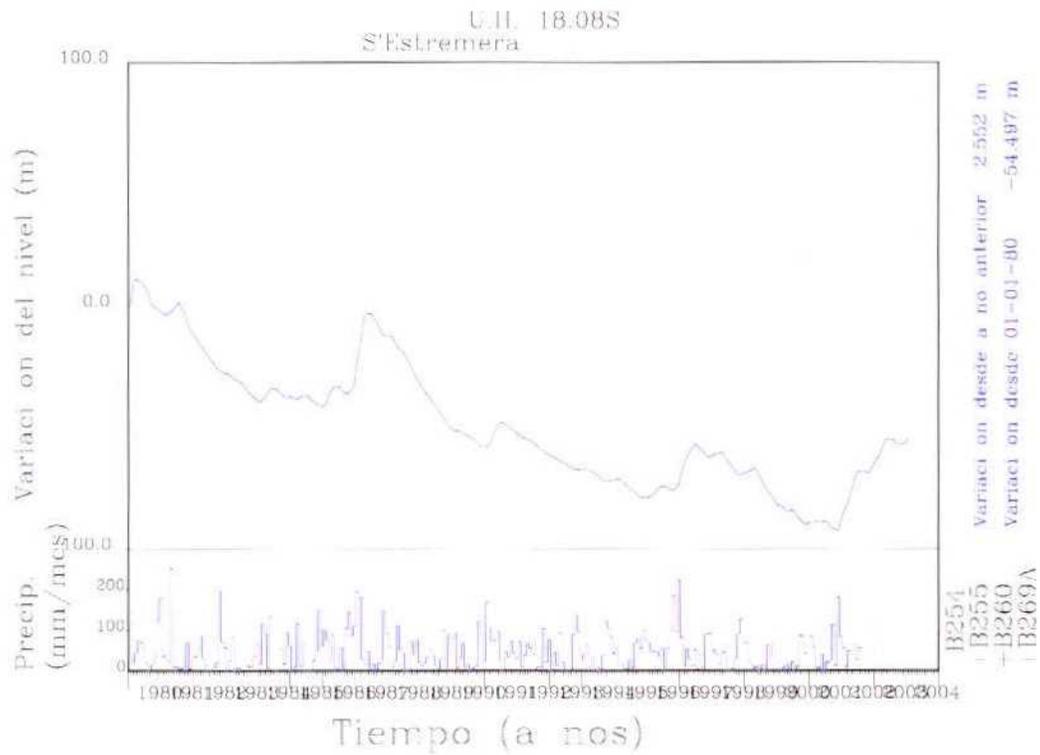
# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.09



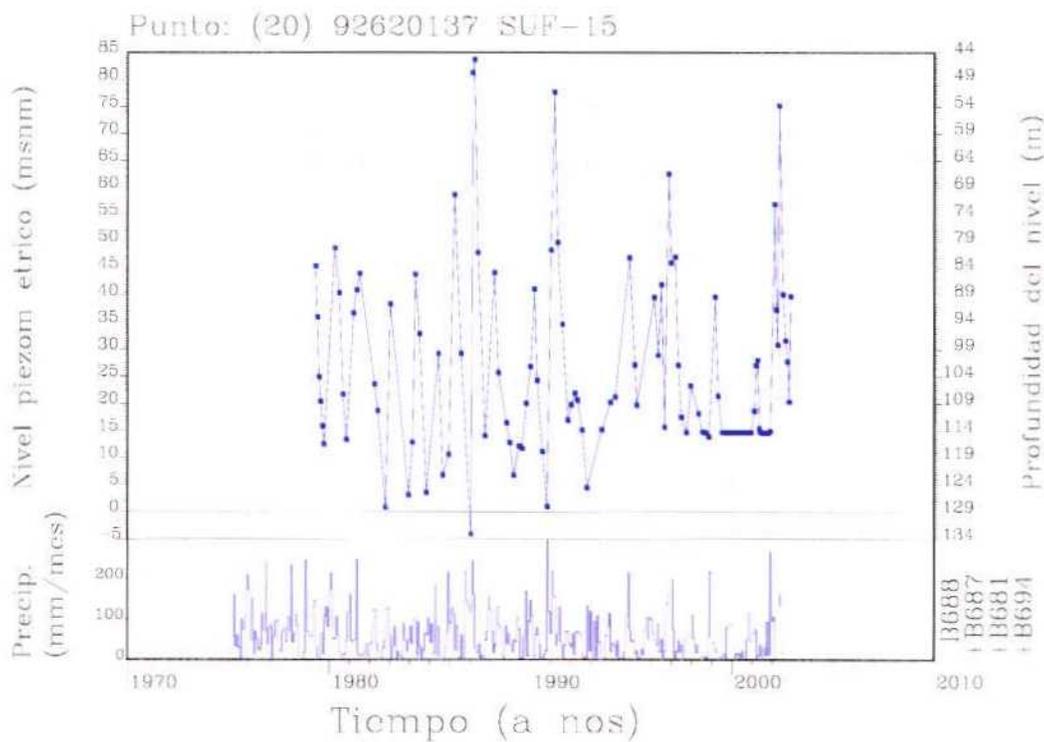
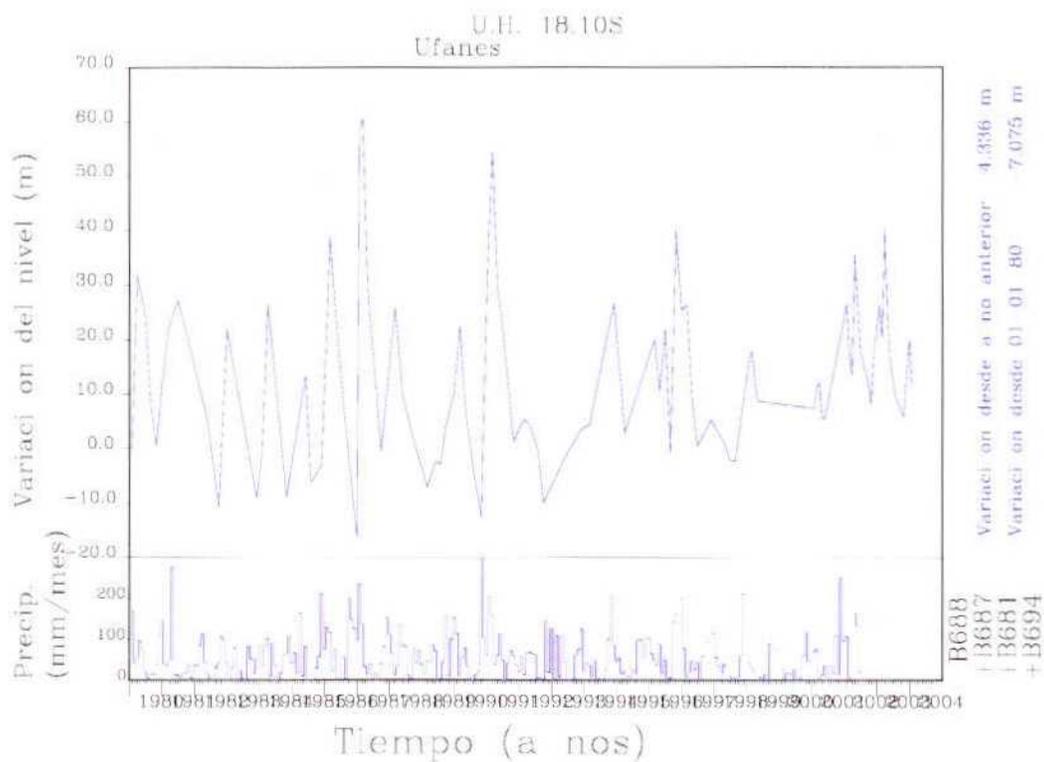
# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.08



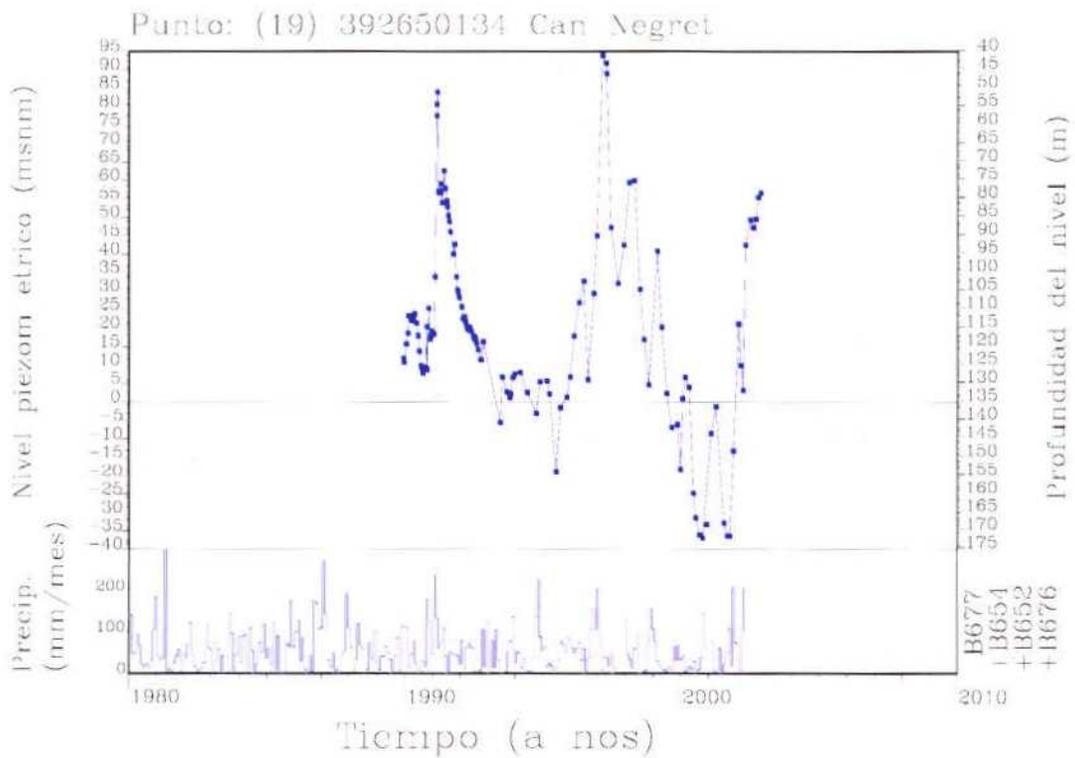
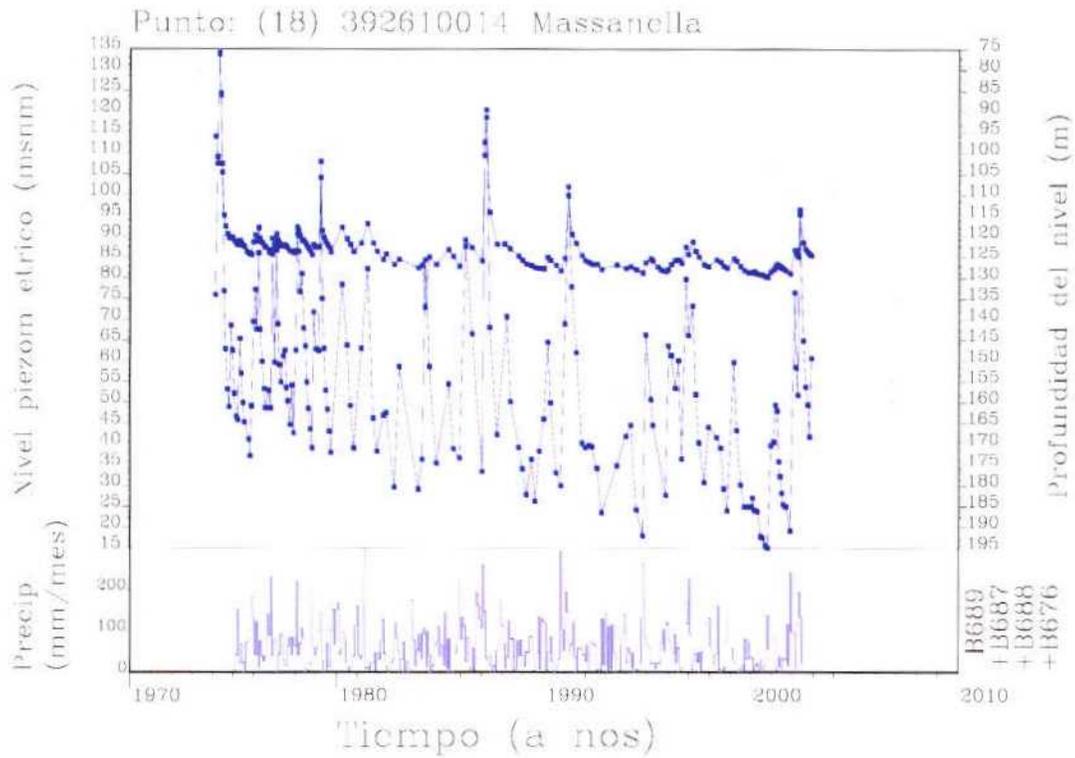
# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.10



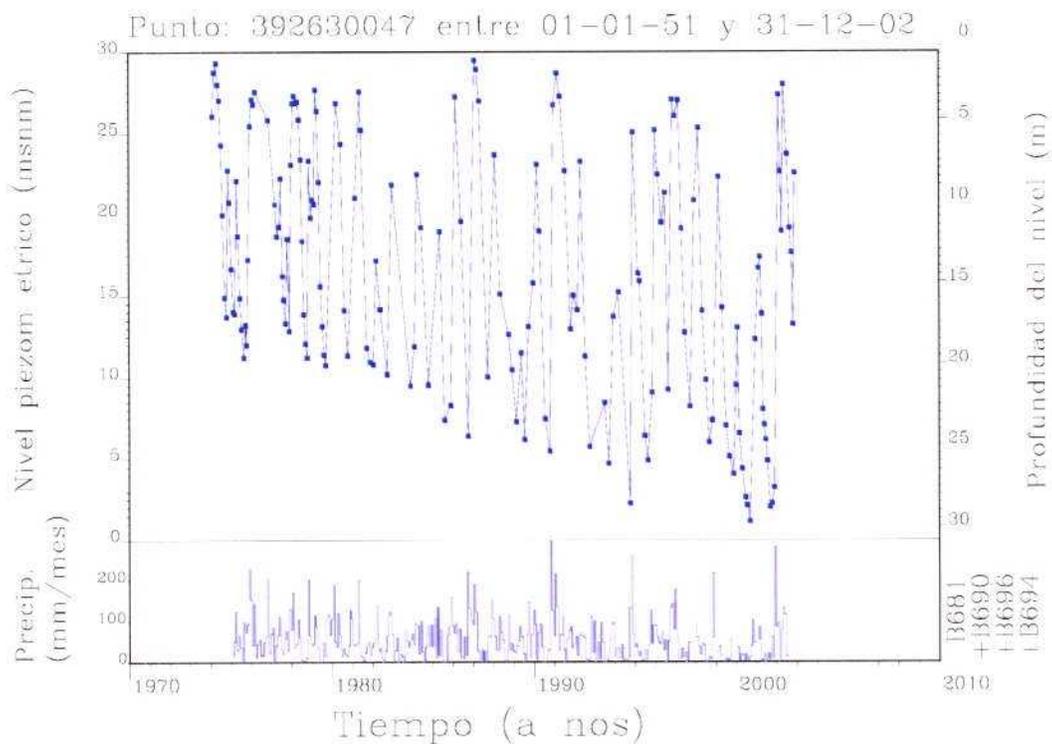
## DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.09 (continuación)

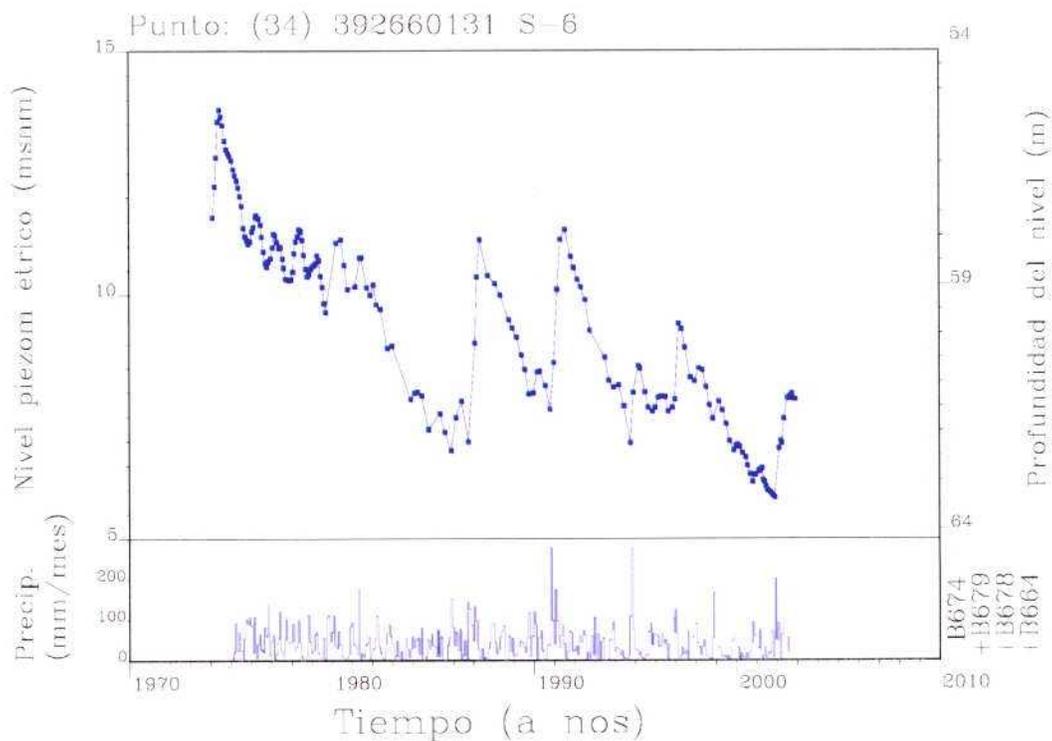


## DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

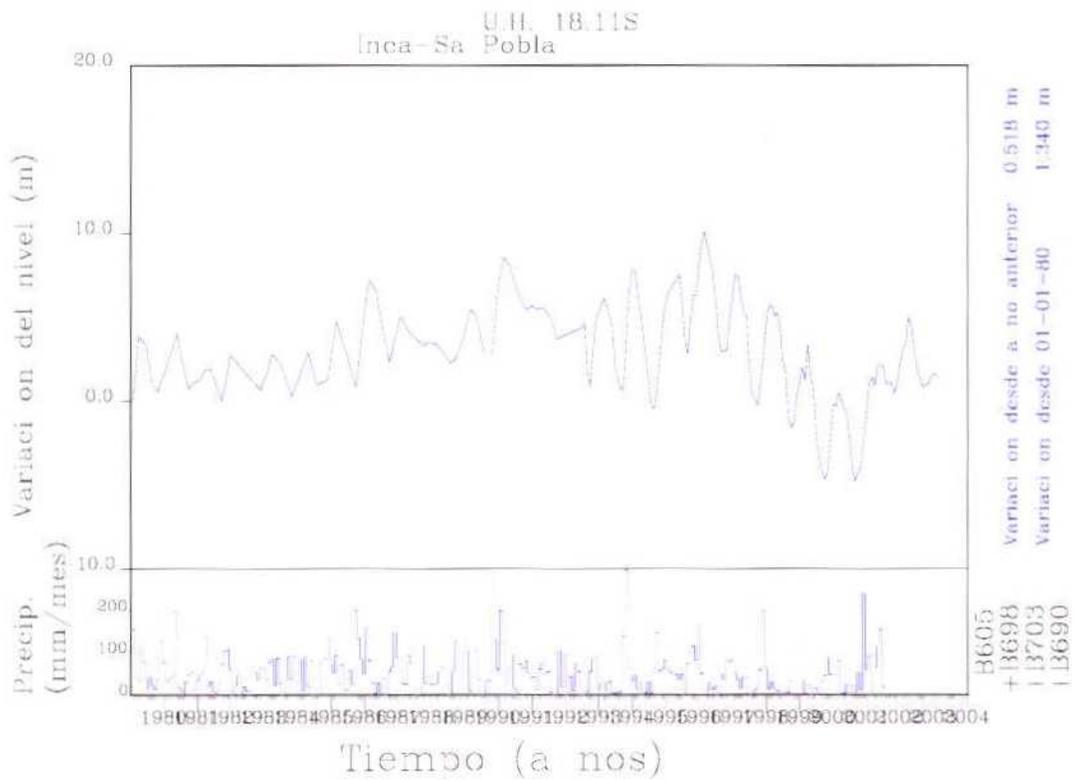
### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.11 (continuación)



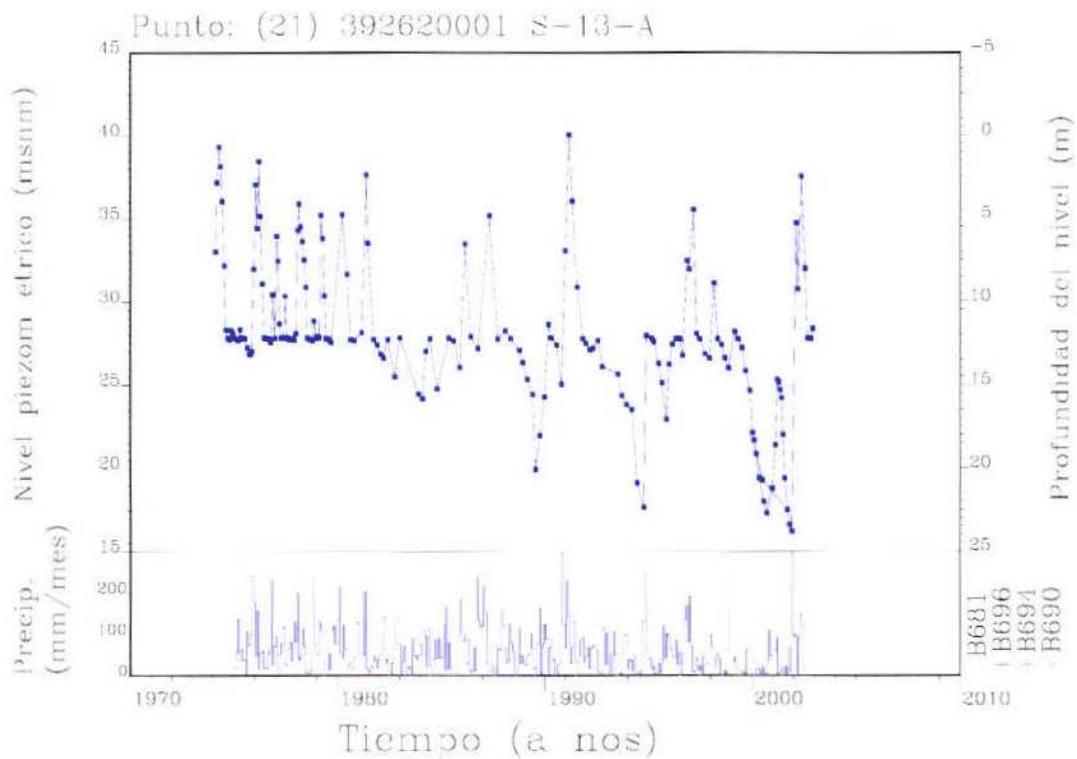
#### Sector Occidental



# UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.11

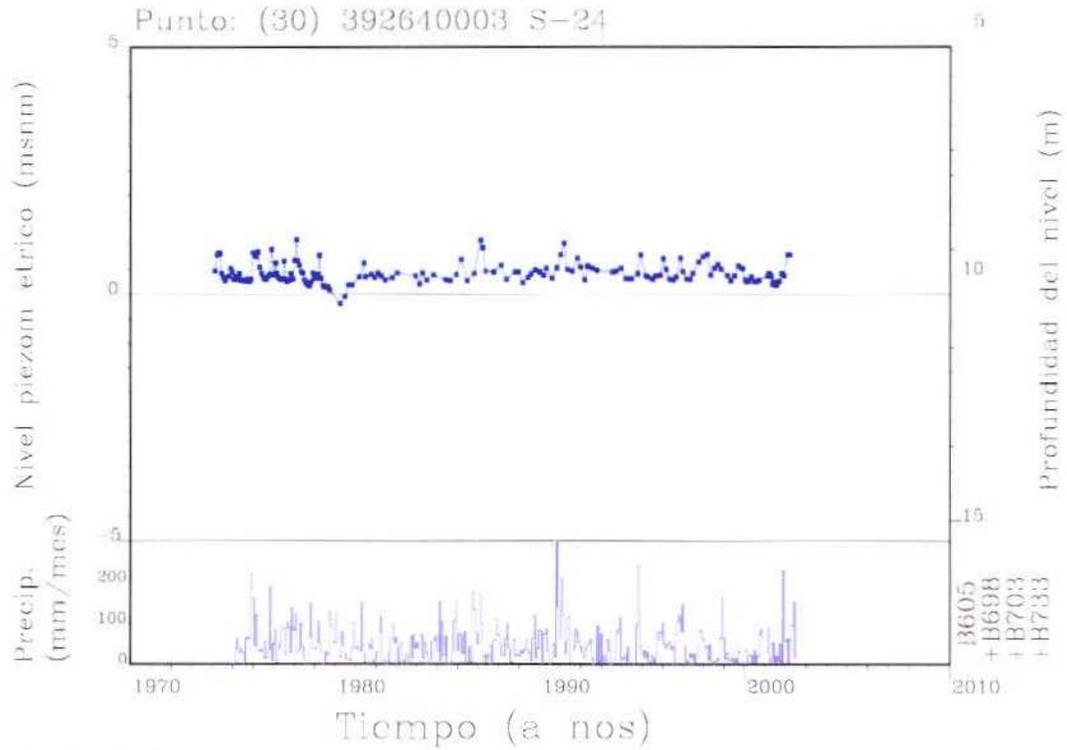


## Sector Norte

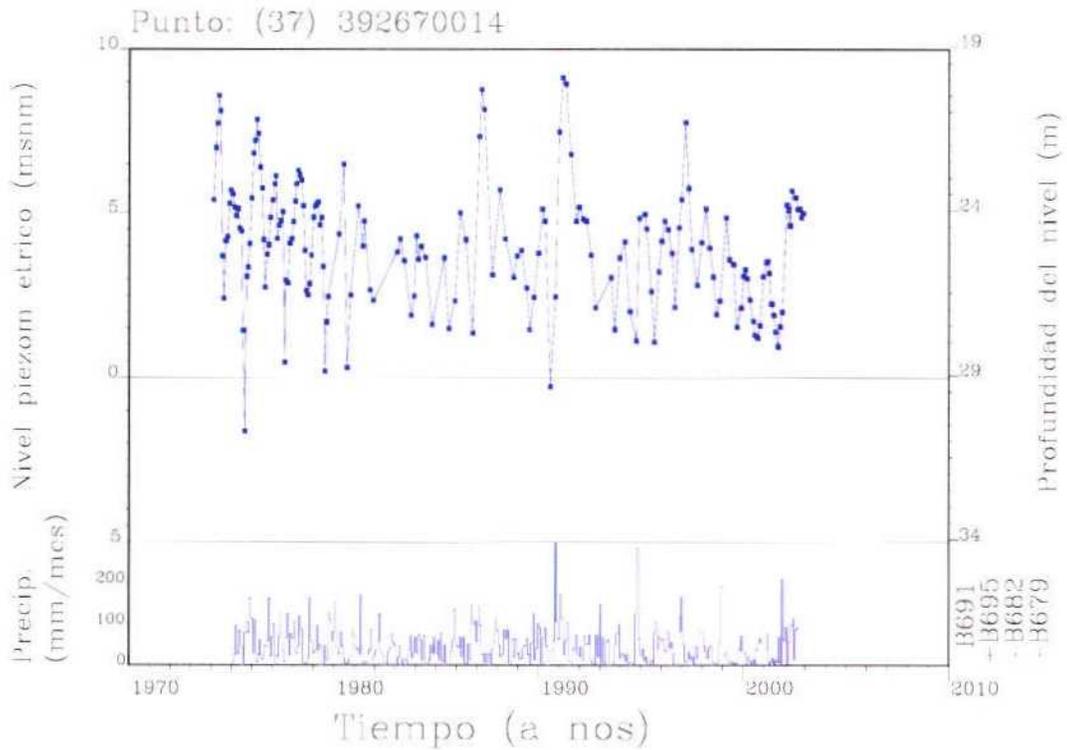


## DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.11 (continuación)

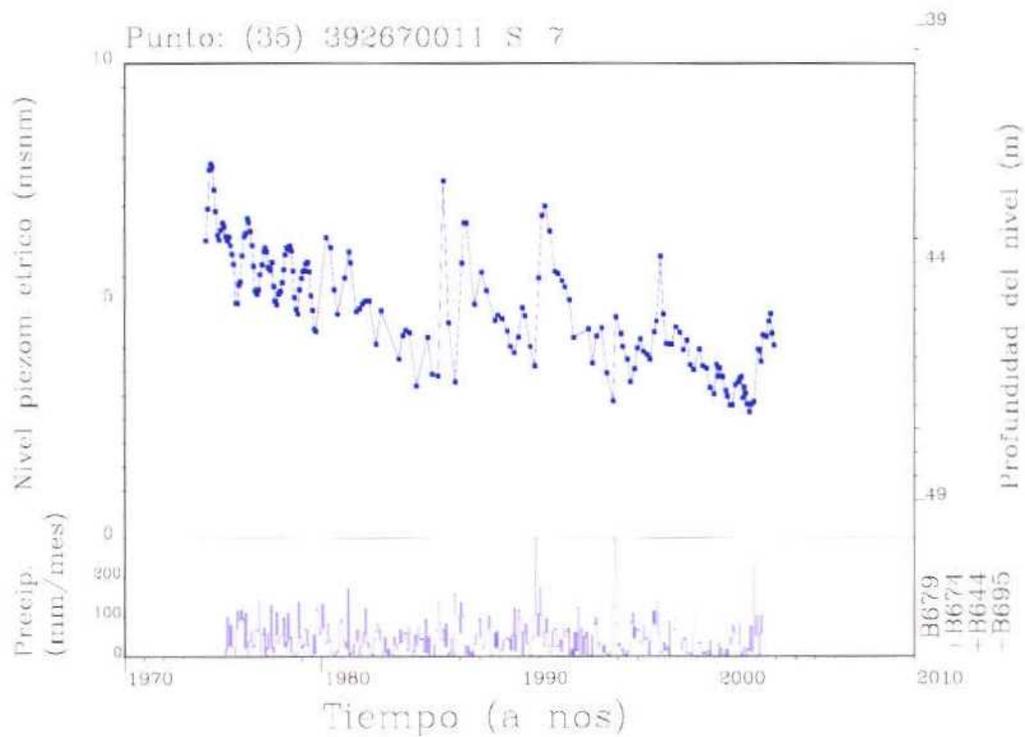


#### Sector Central

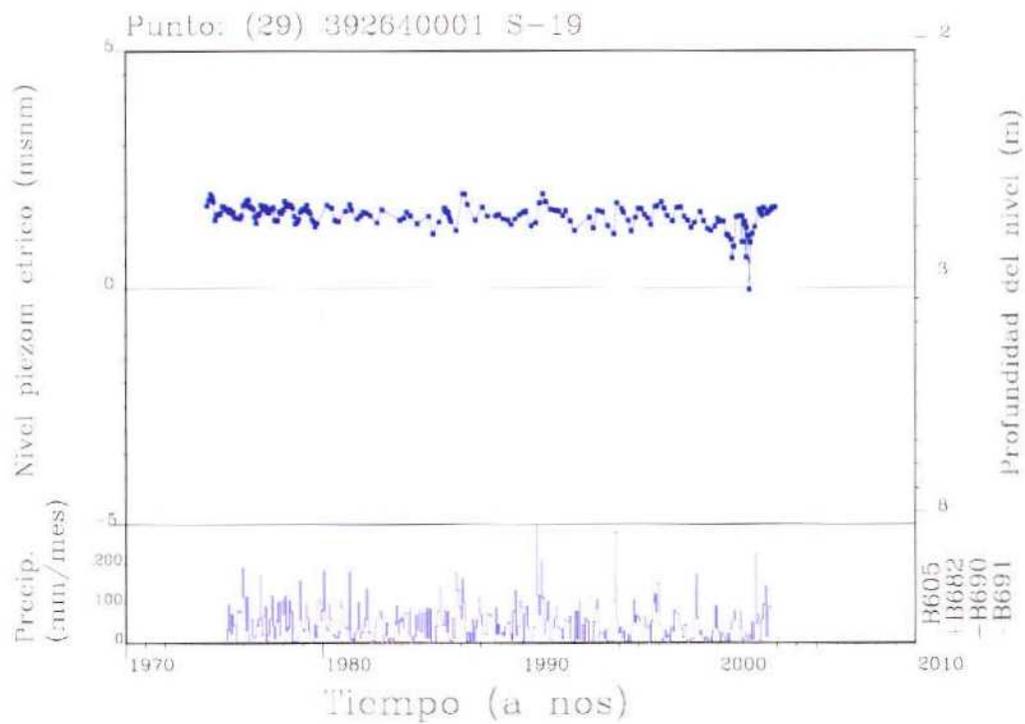


## DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.11 (continuación)

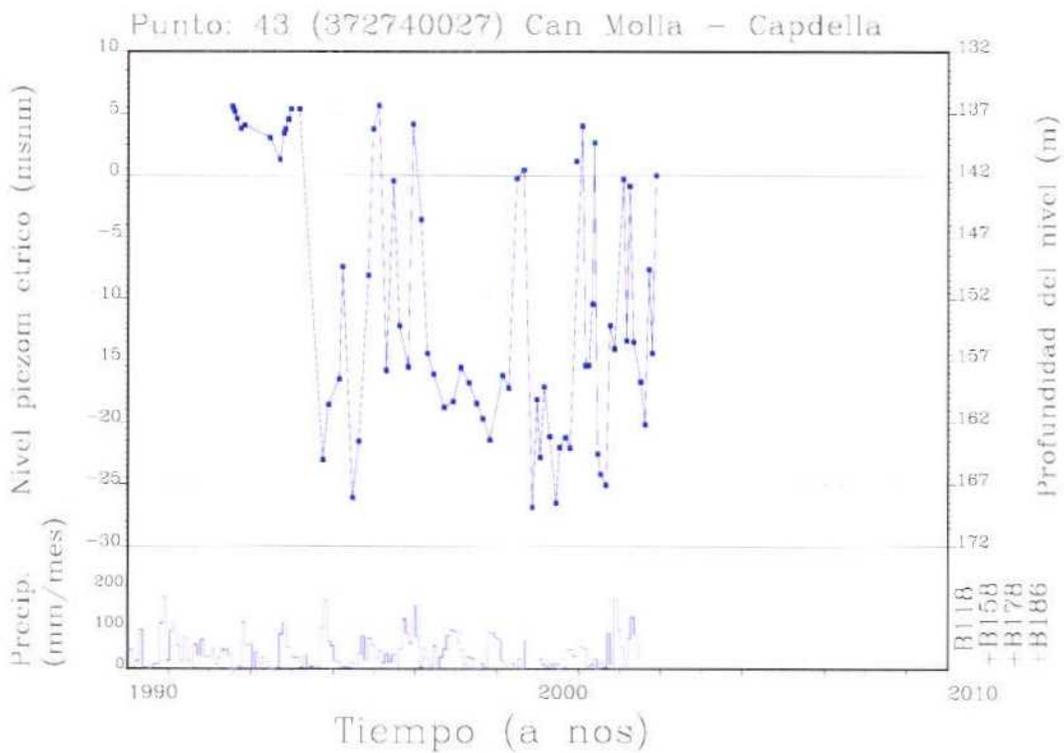
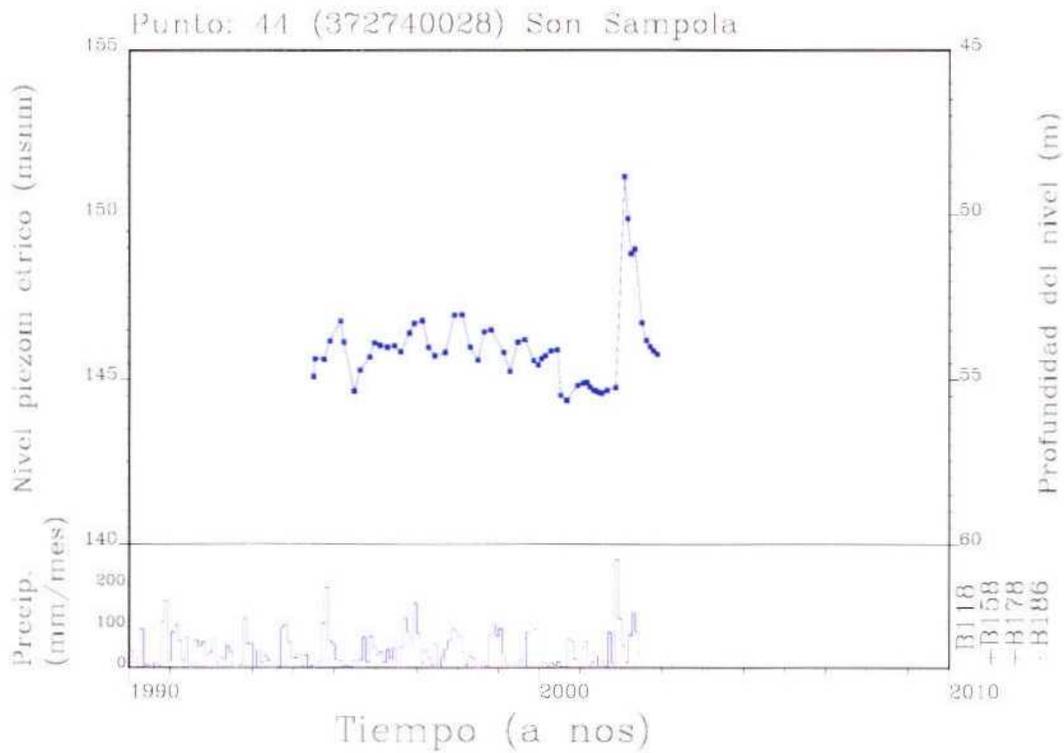


#### Sector Oriental



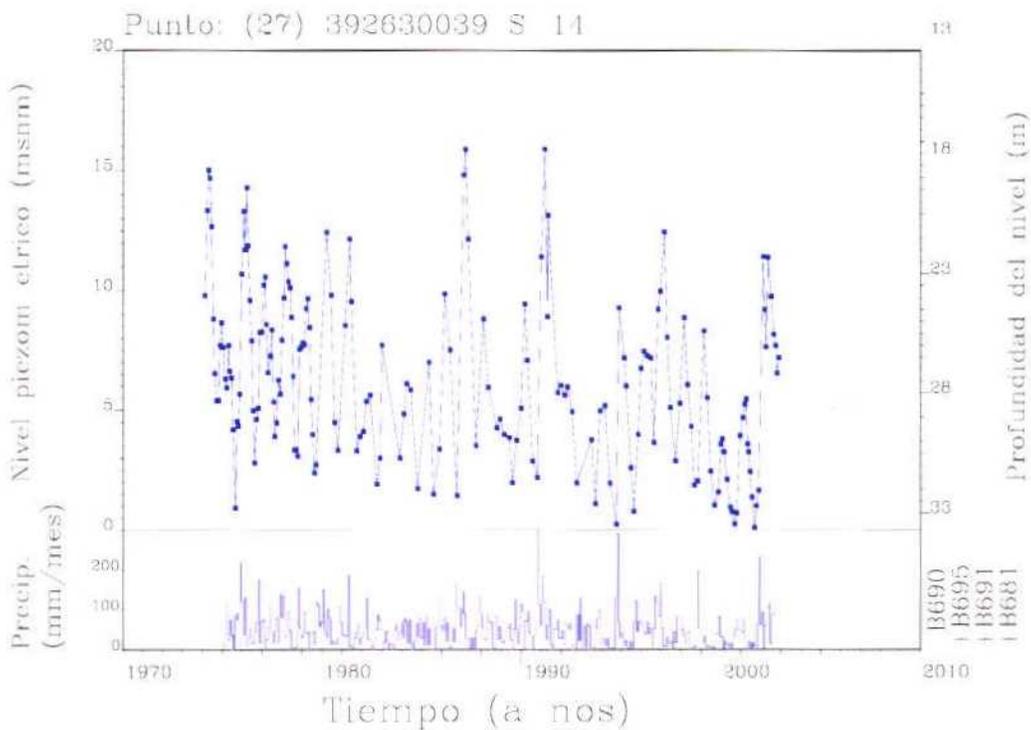
## DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.12 (continuación)

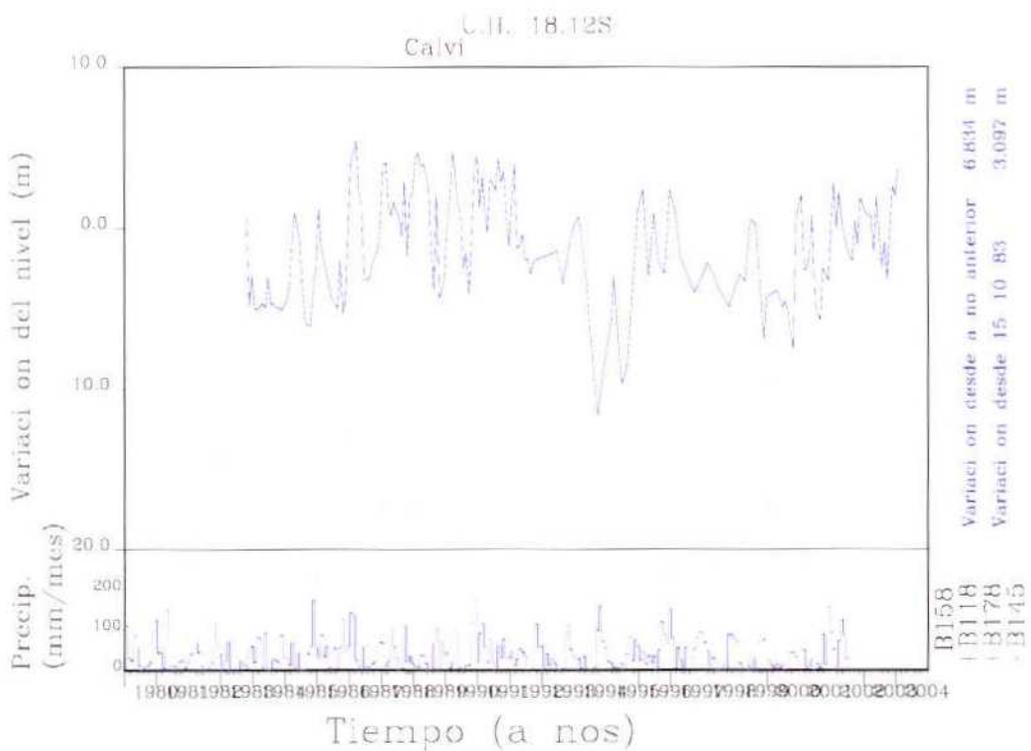


## DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.11 (continuación)

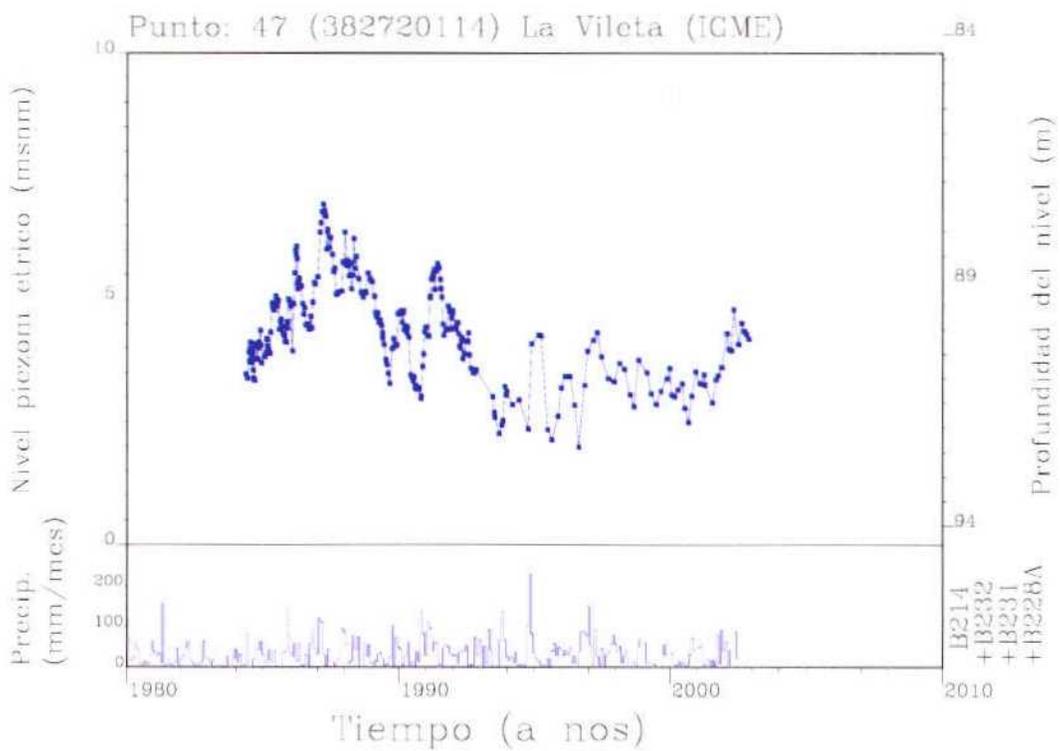
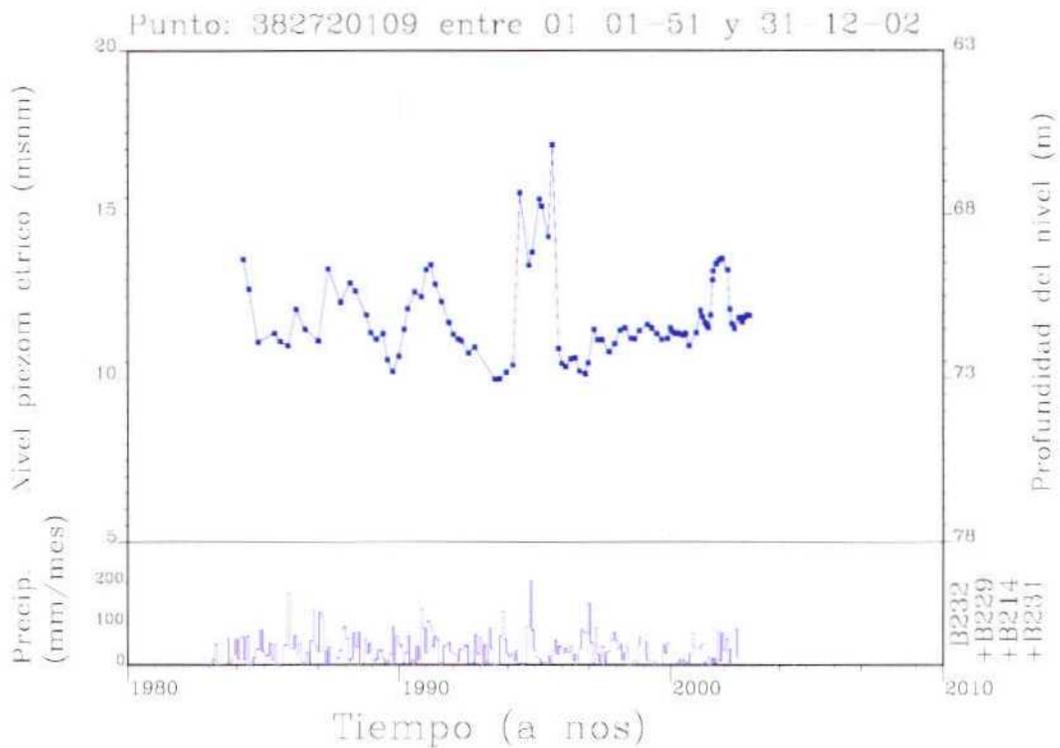


### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.12



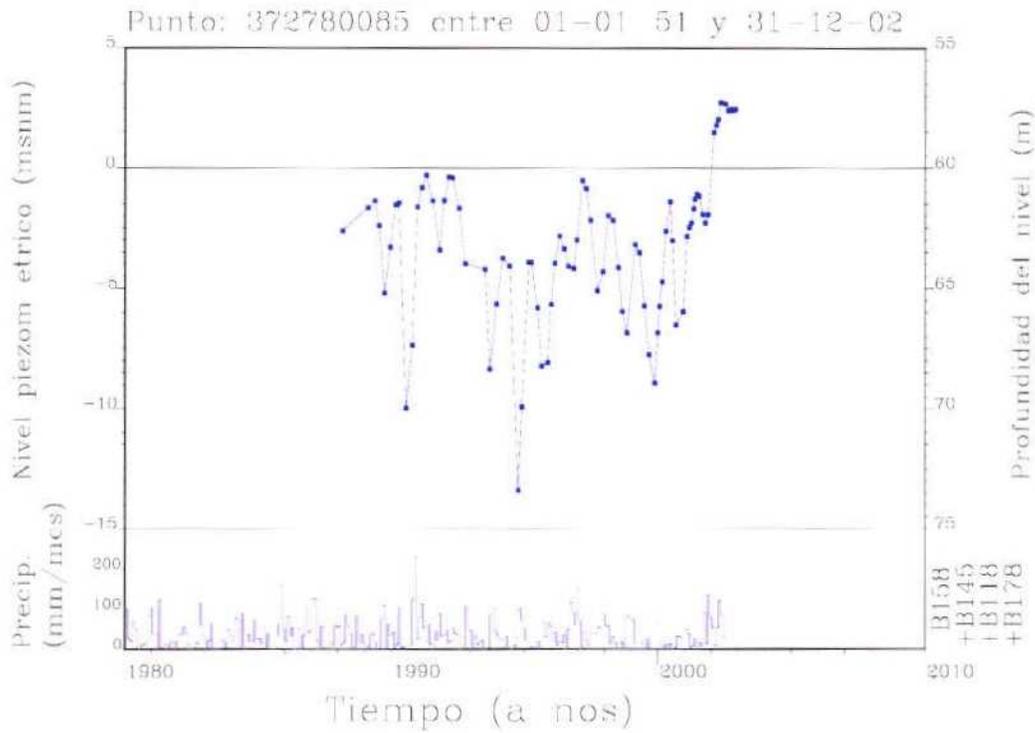
## DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.13 (continuación)

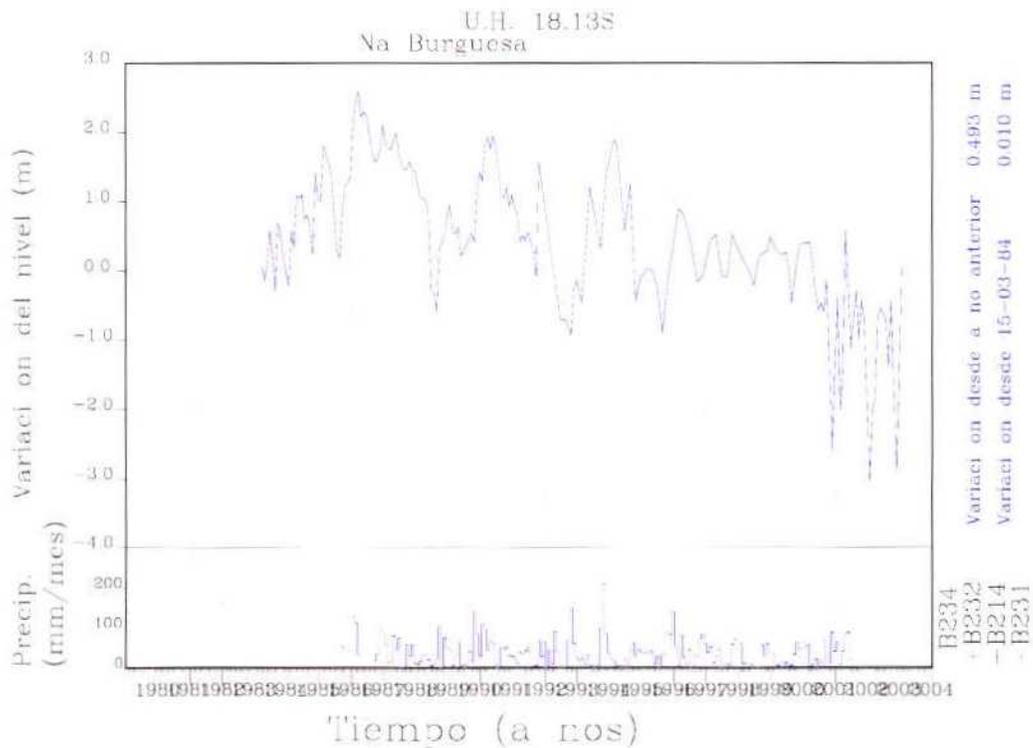


## DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.12 (continuación)

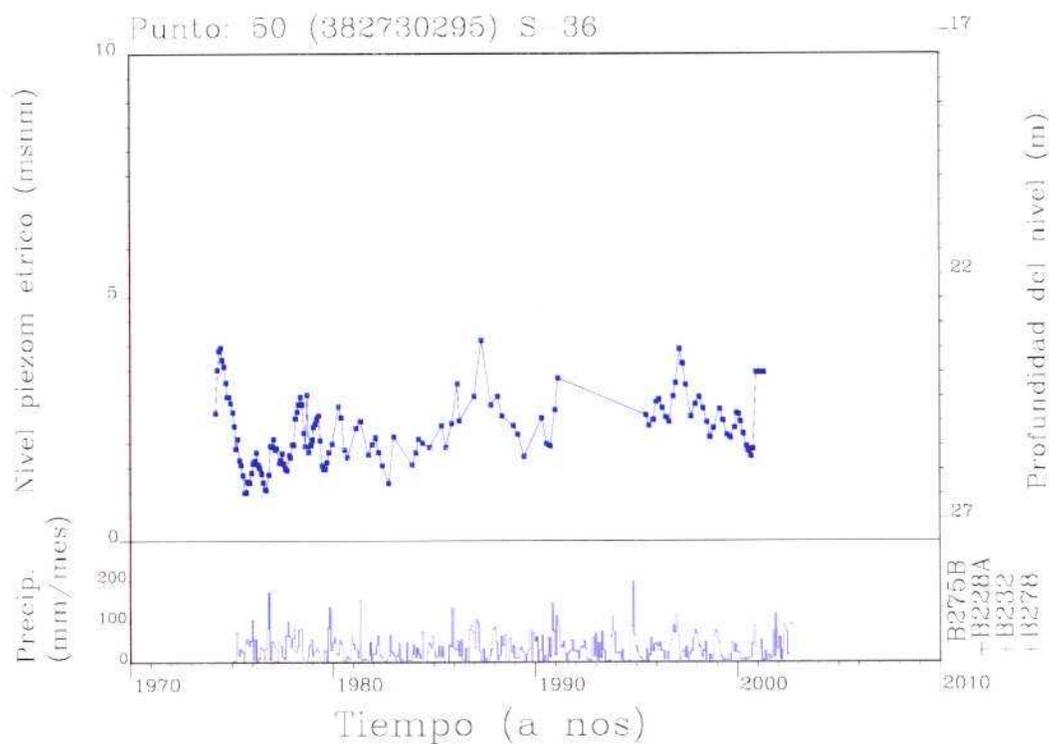
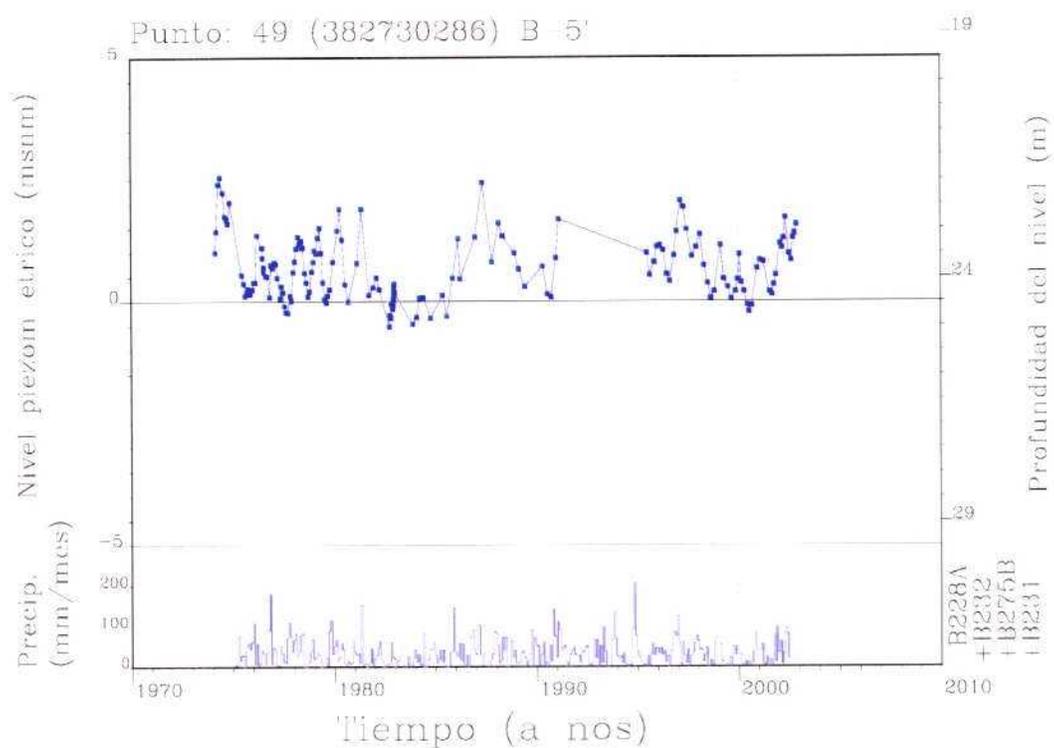


### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.13



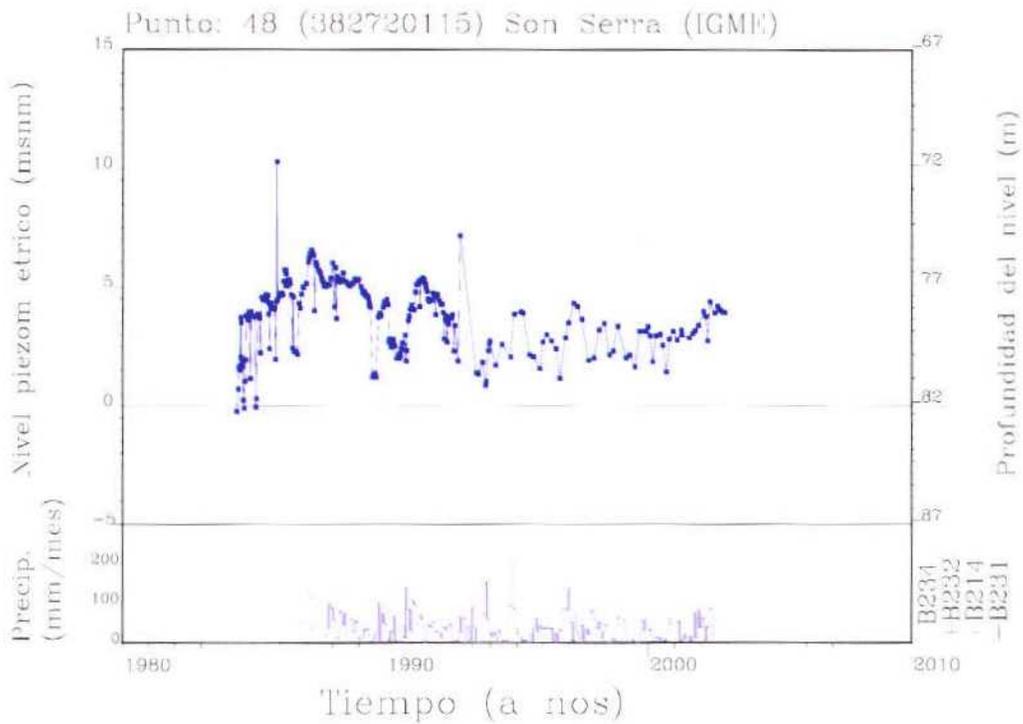
## DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.14 (continuación)

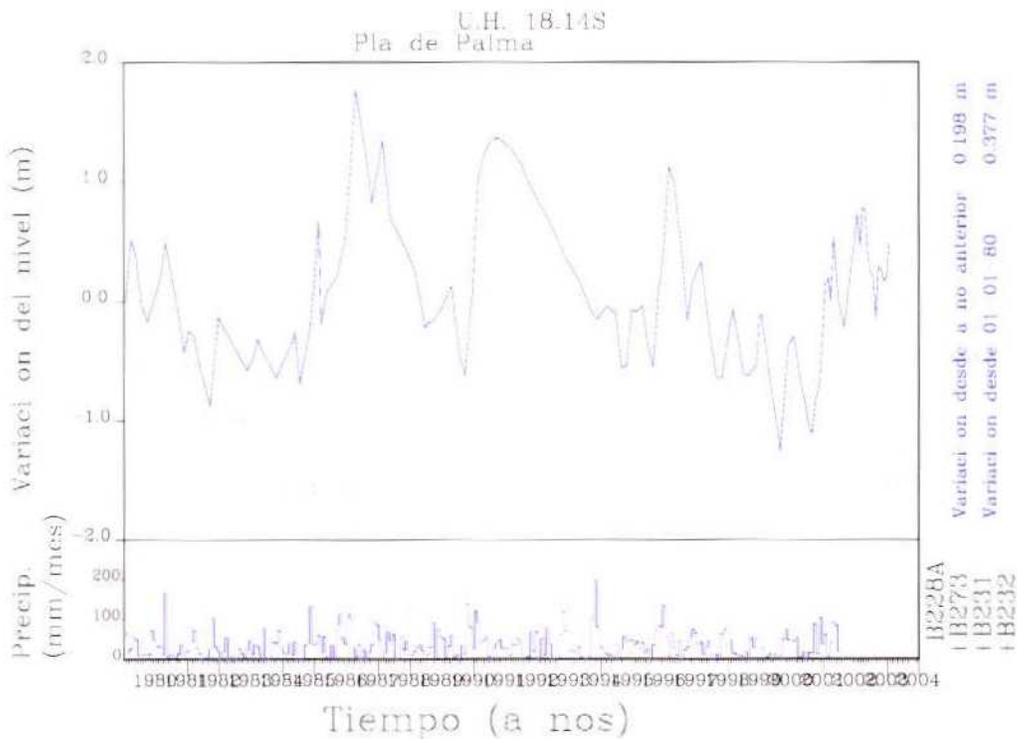


## DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.13 (continuación)

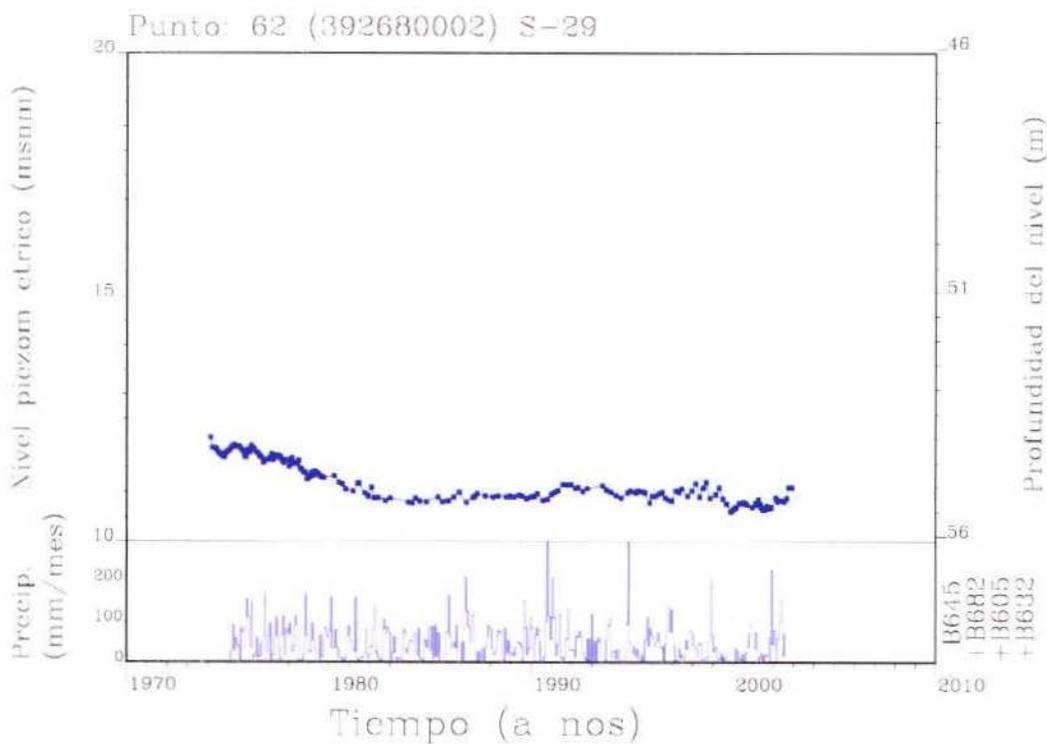
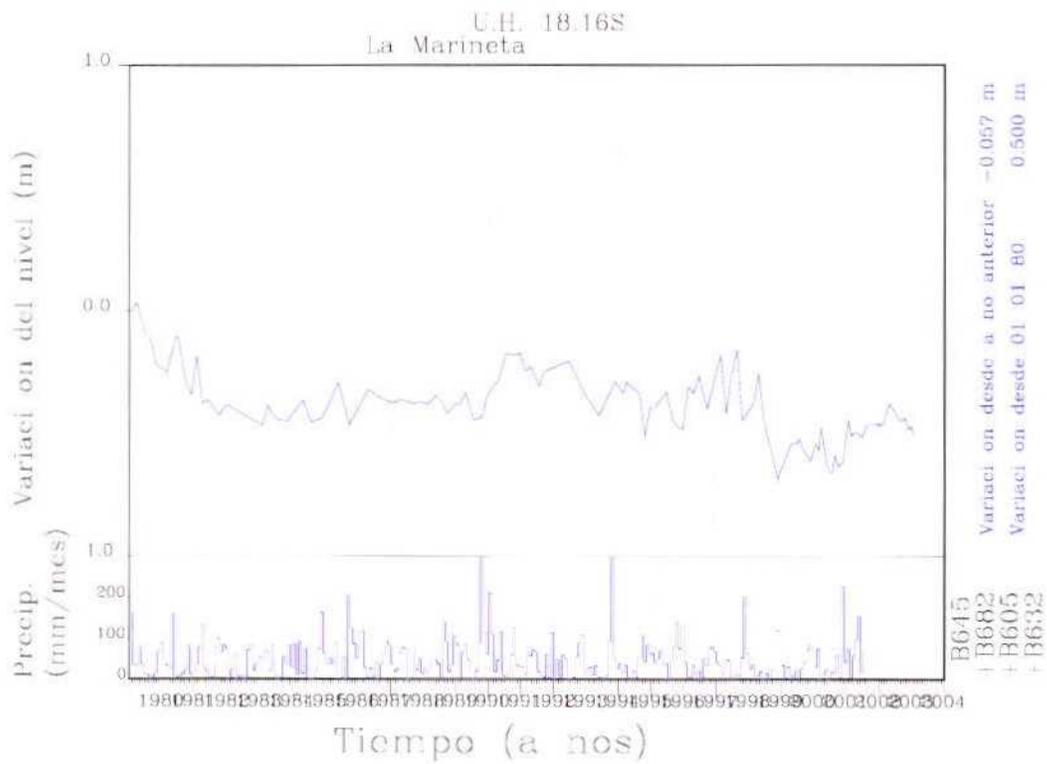


### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.14



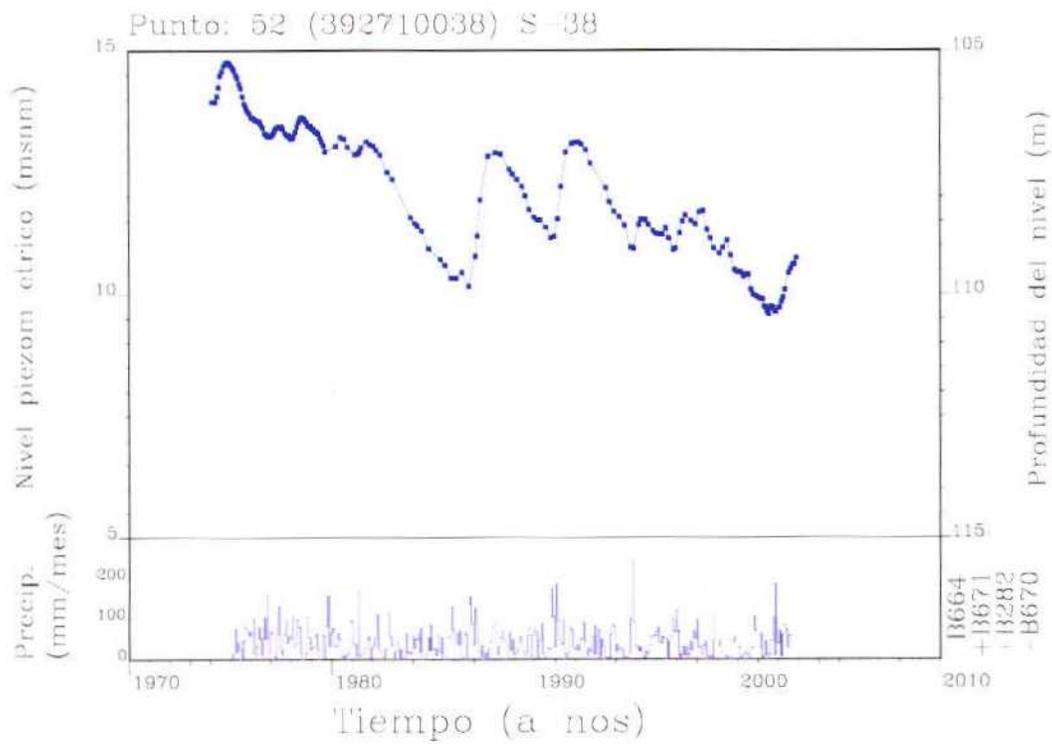
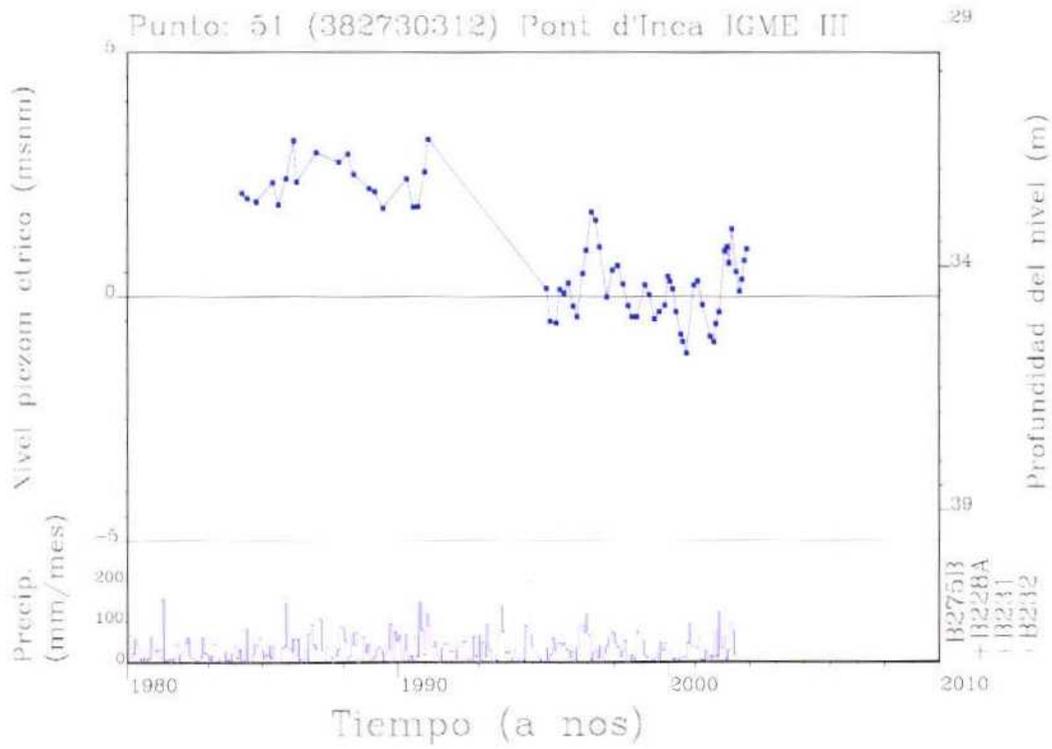
## DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.16



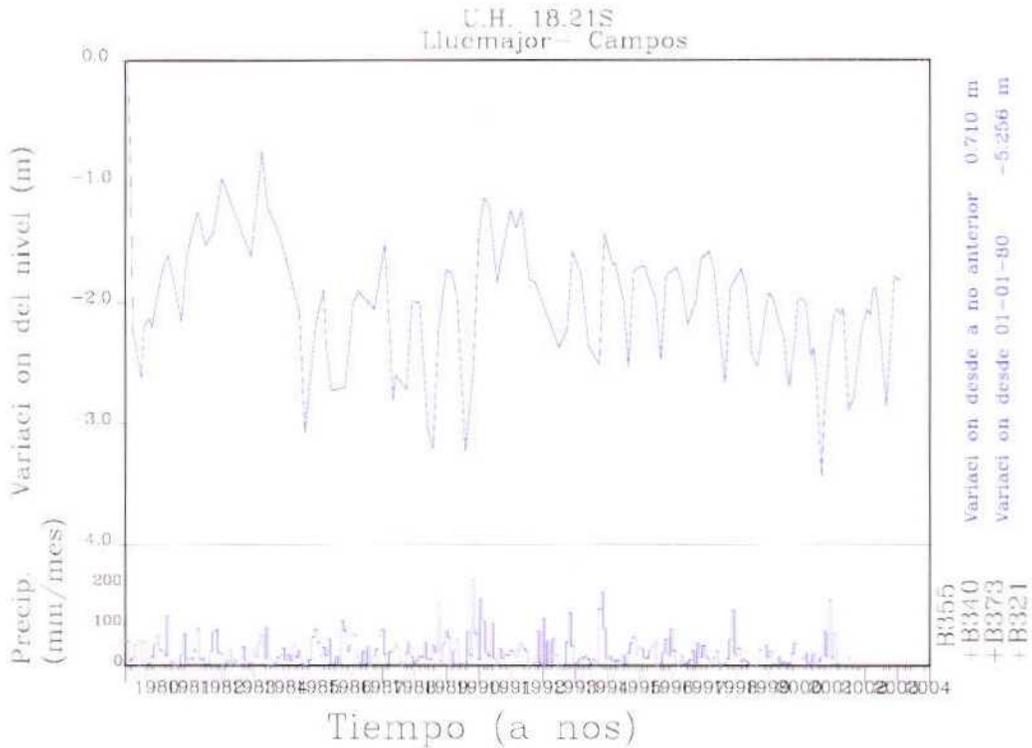
## DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.14 (continuación)

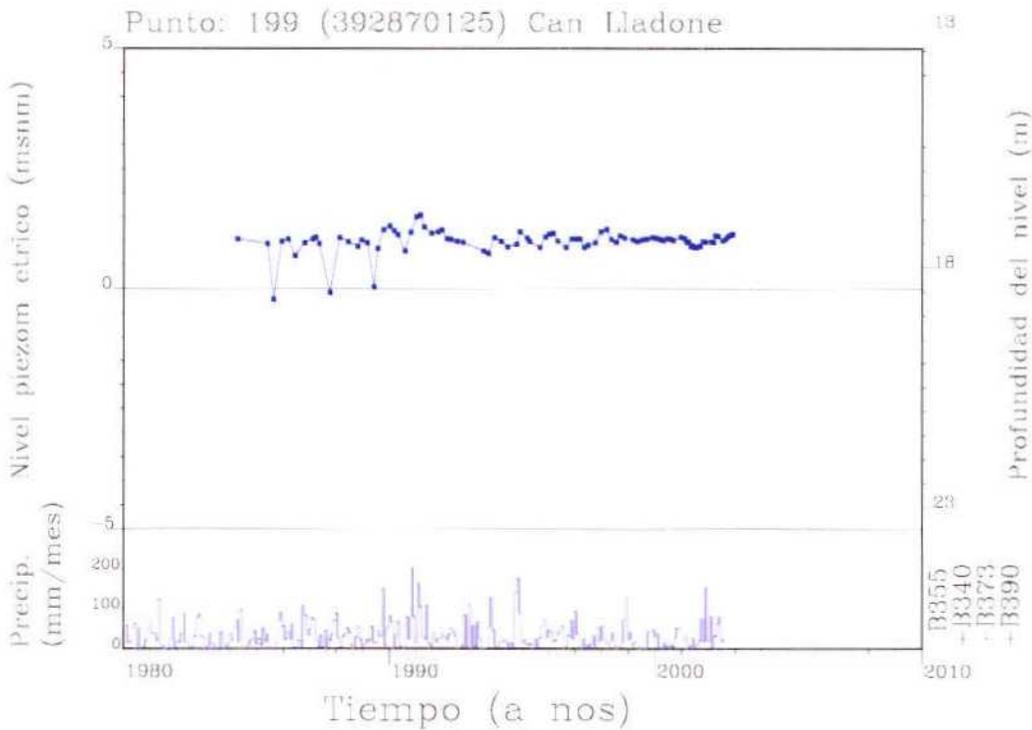


## DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.21

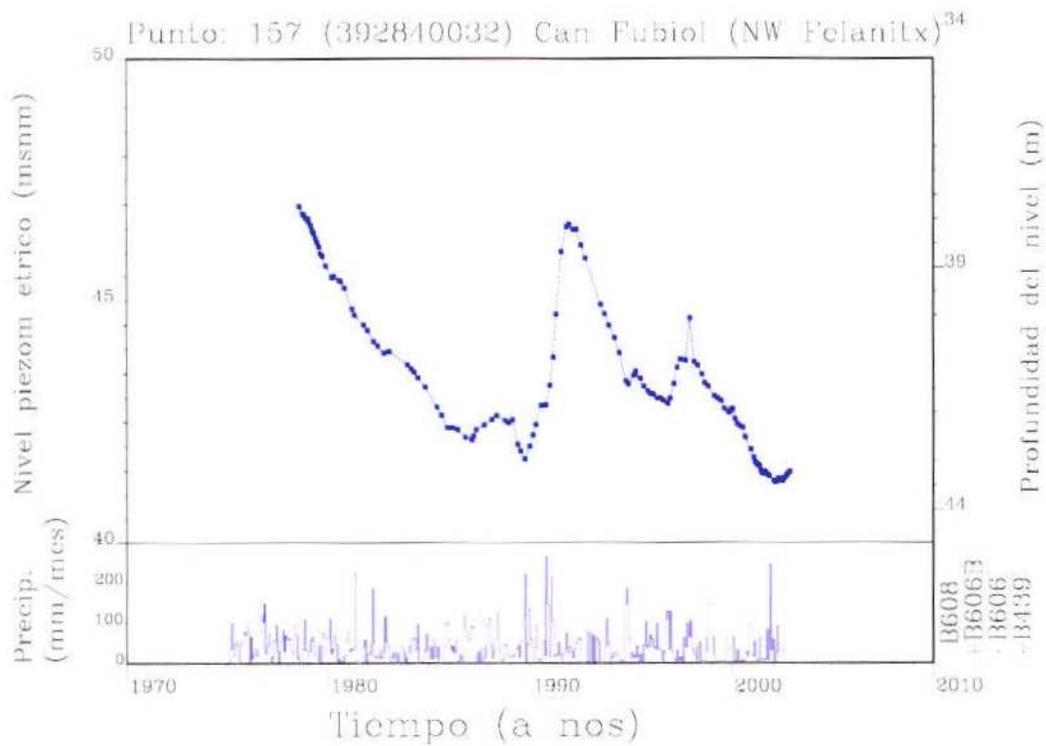
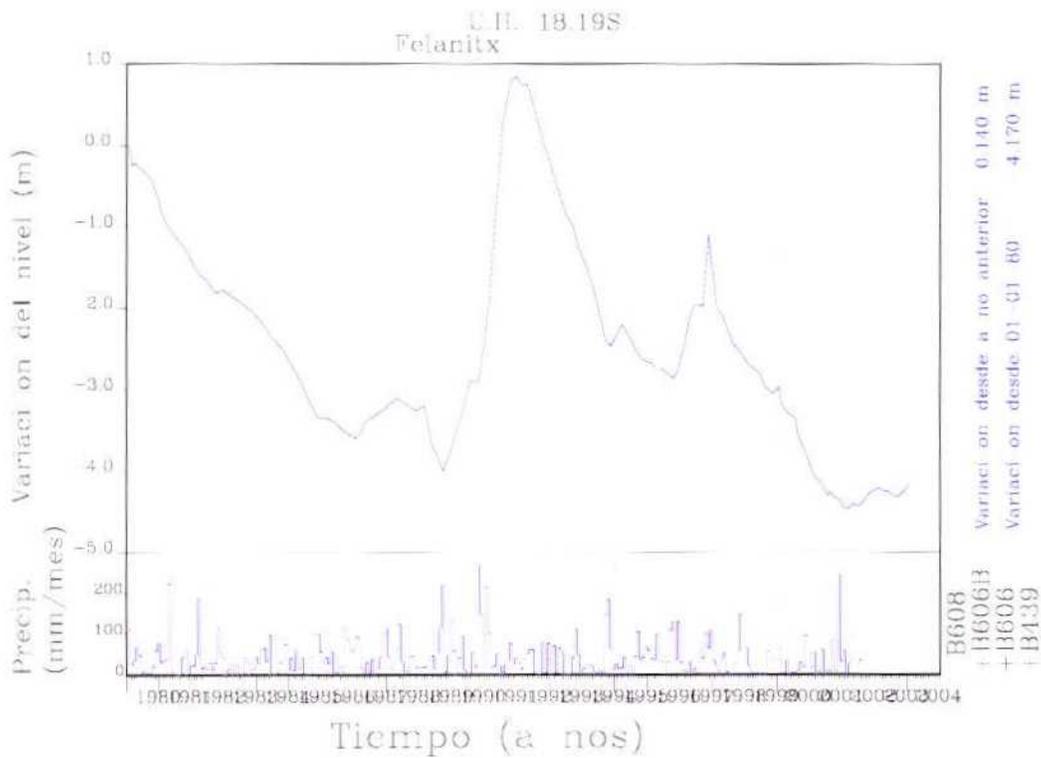


### Sector Campos

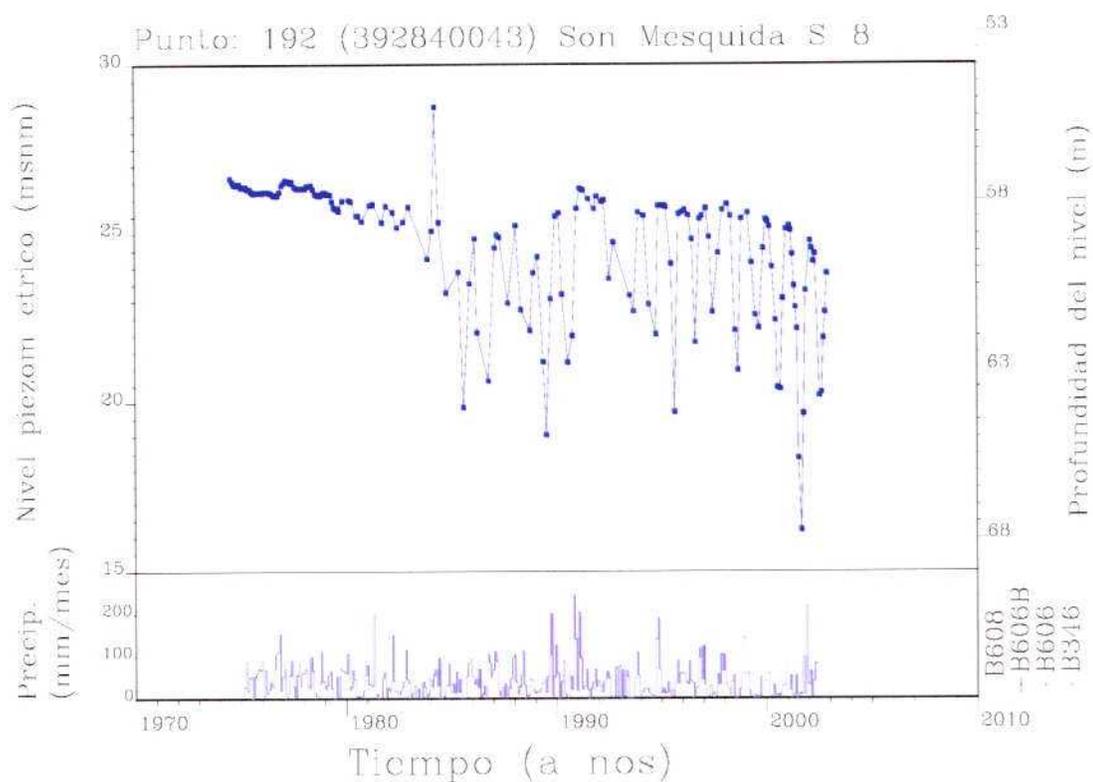


# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

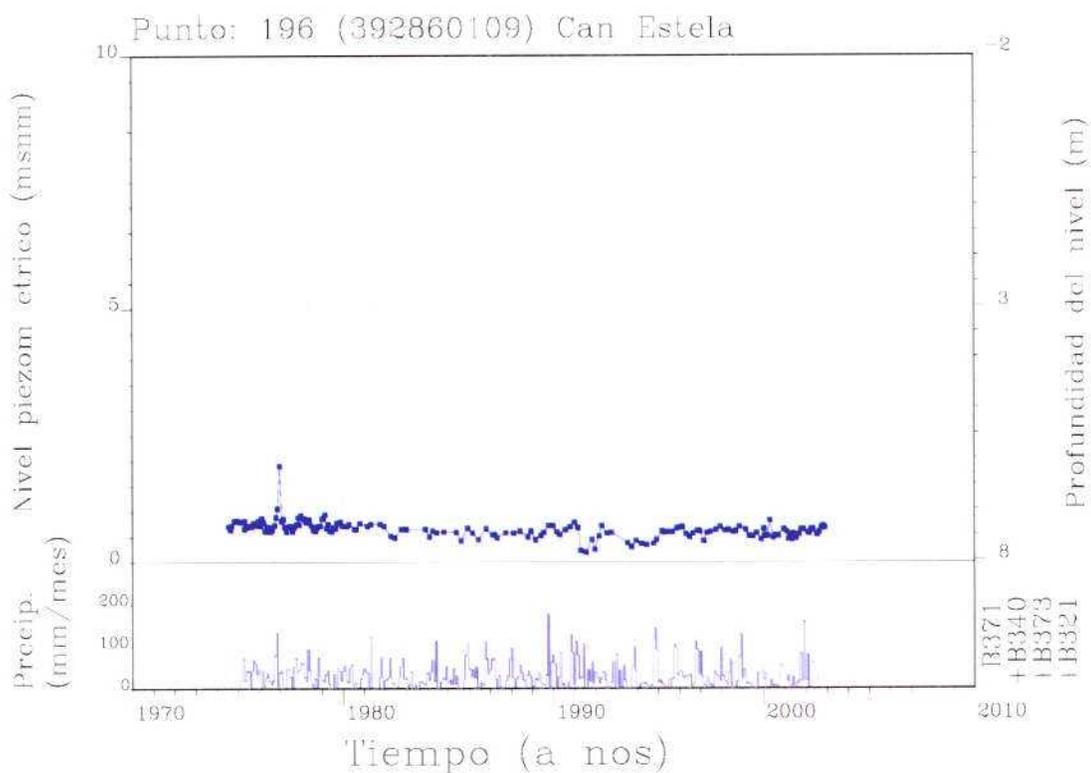
## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.19



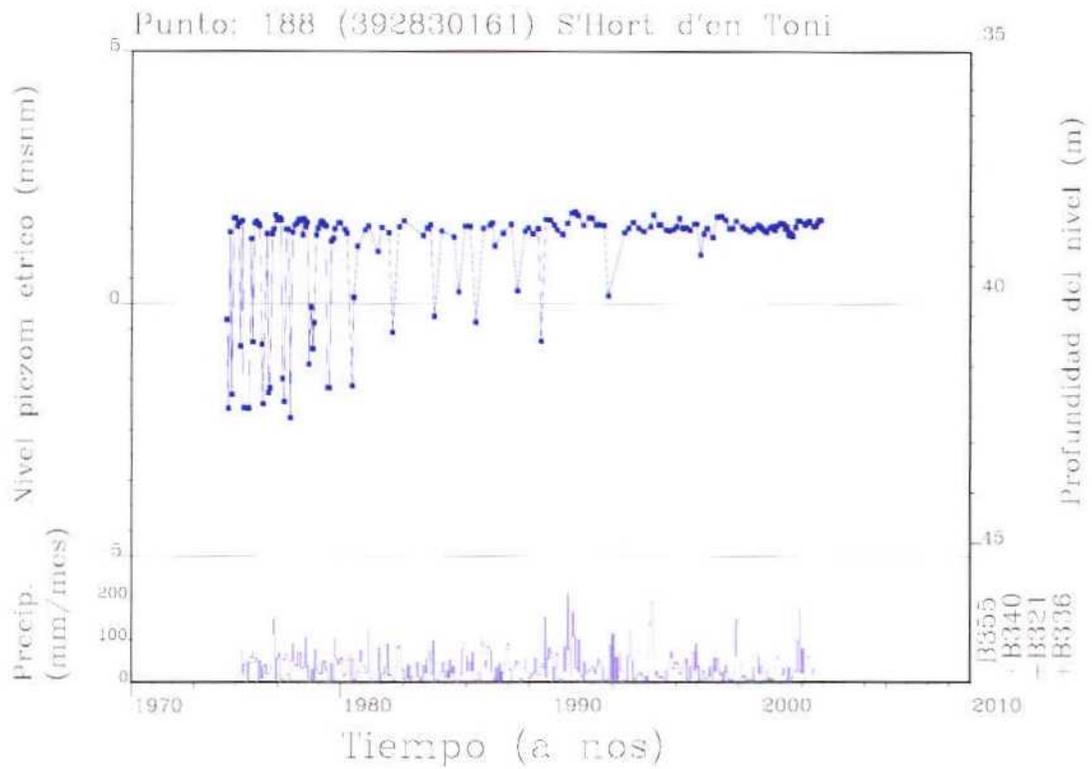
## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.21 (continuación)



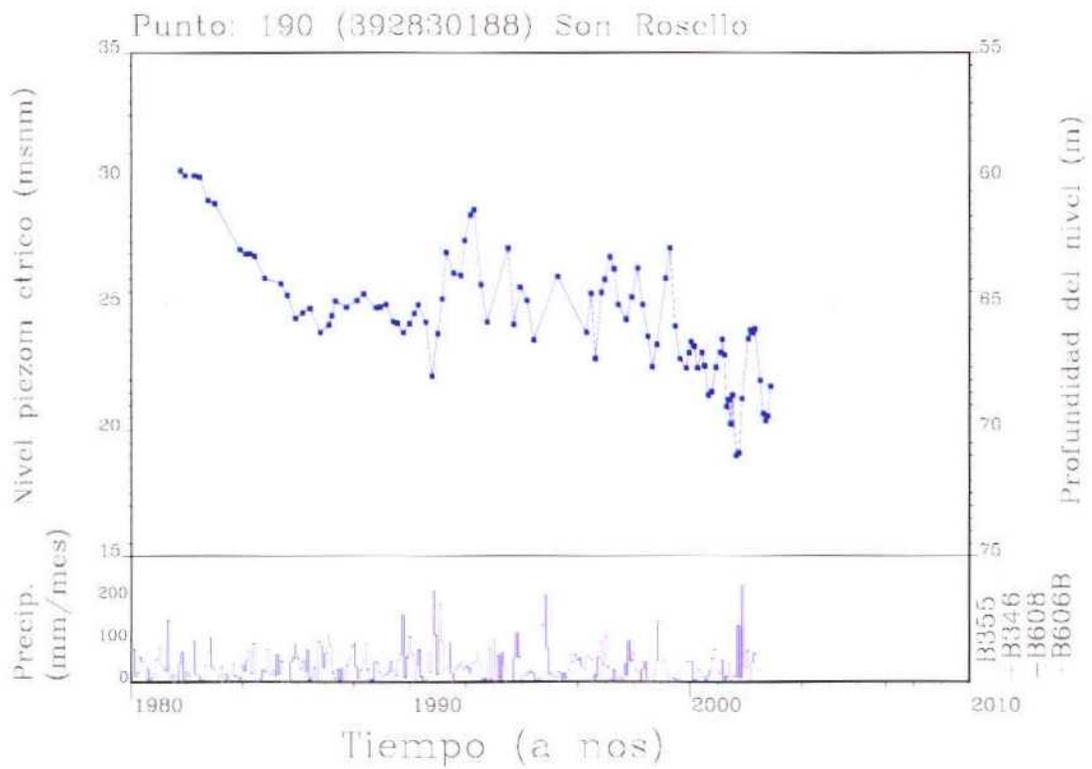
### Sector Ses Salines - Sant Jordi



## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.21 (continuación)



### Sector Norte (Campos-Felanitx)



## **ANEXO IV**

1. Tabla II. Red de calidad de la isla de Mallorca
2. Mapa de situación de la red de calidad de la isla de Mallorca (2001)
3. Mapa de situación de la red de calidad de la isla de Mallorca (2002)

## DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.21 (continuación)

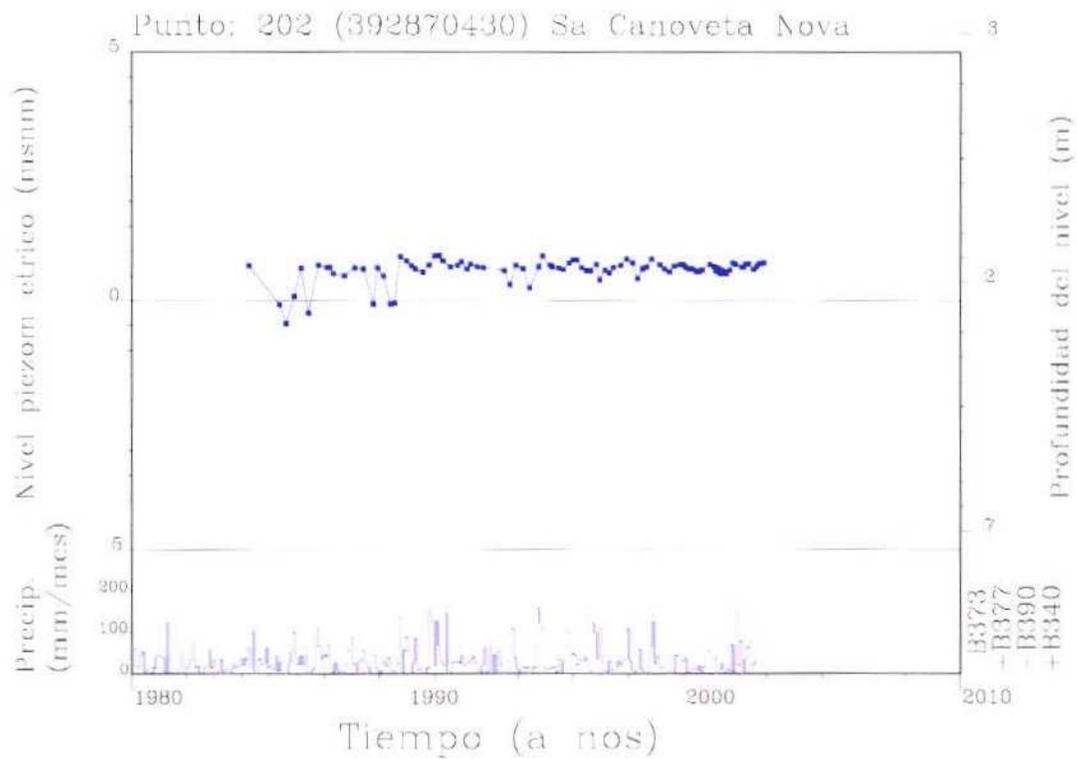
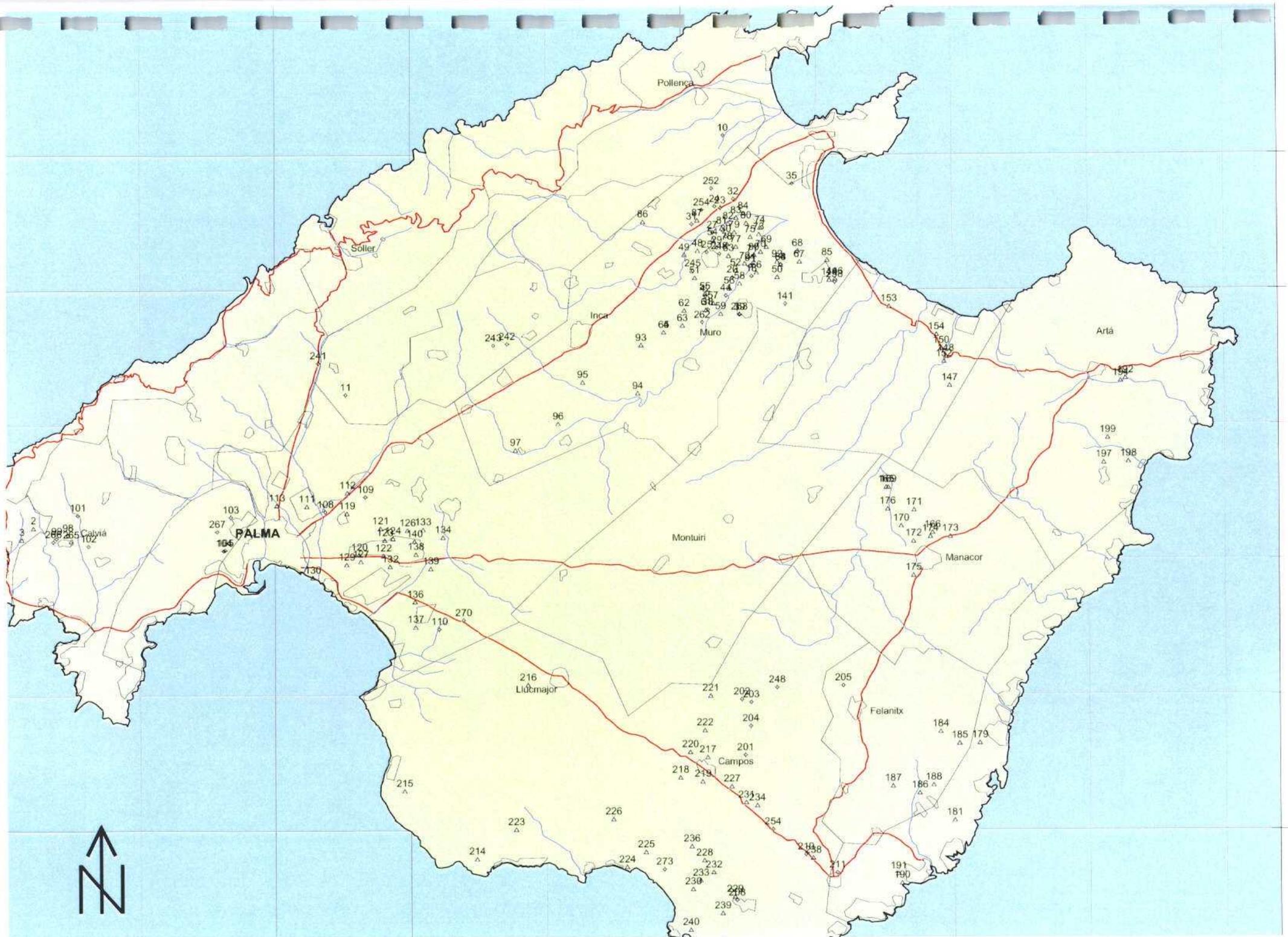
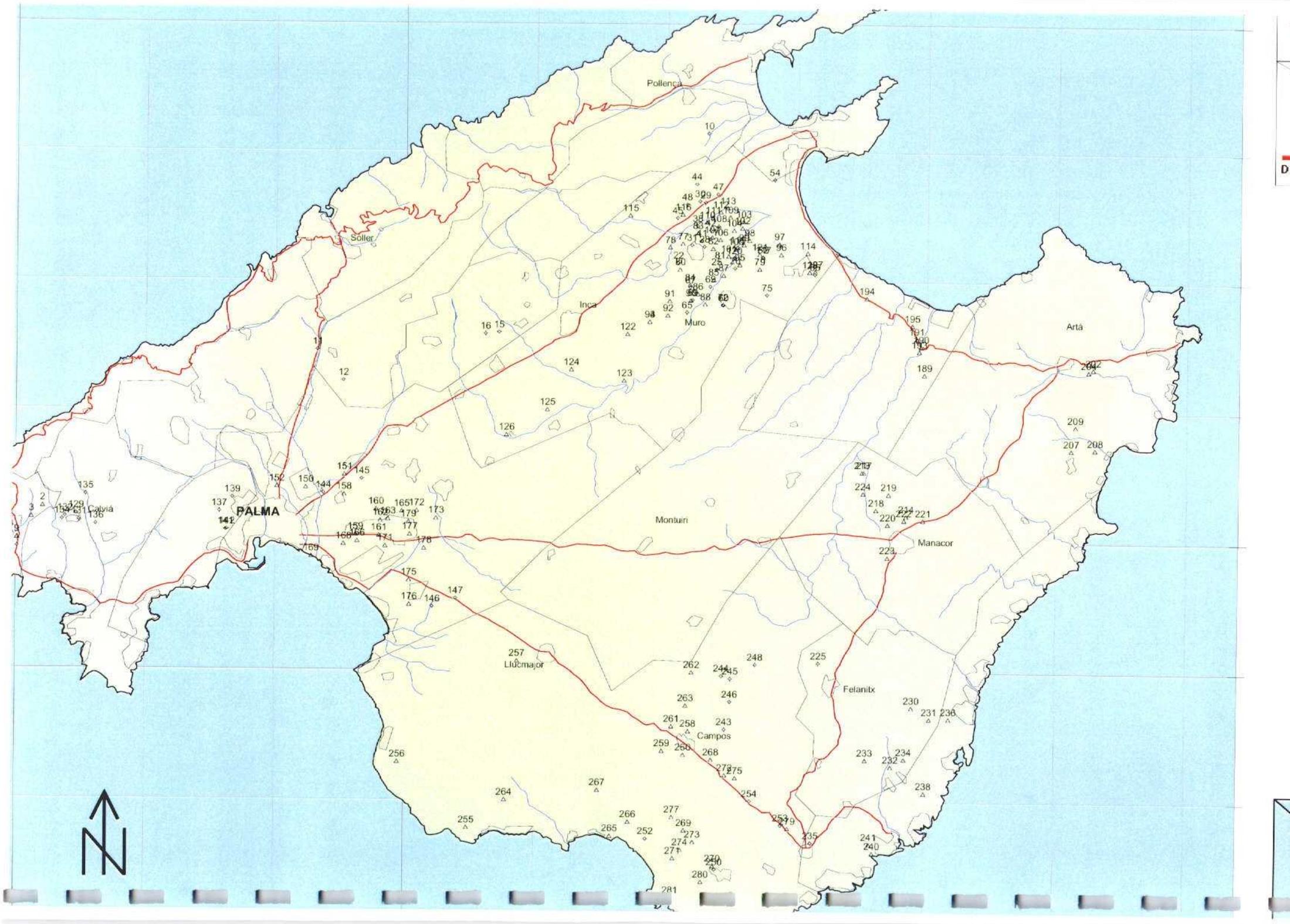


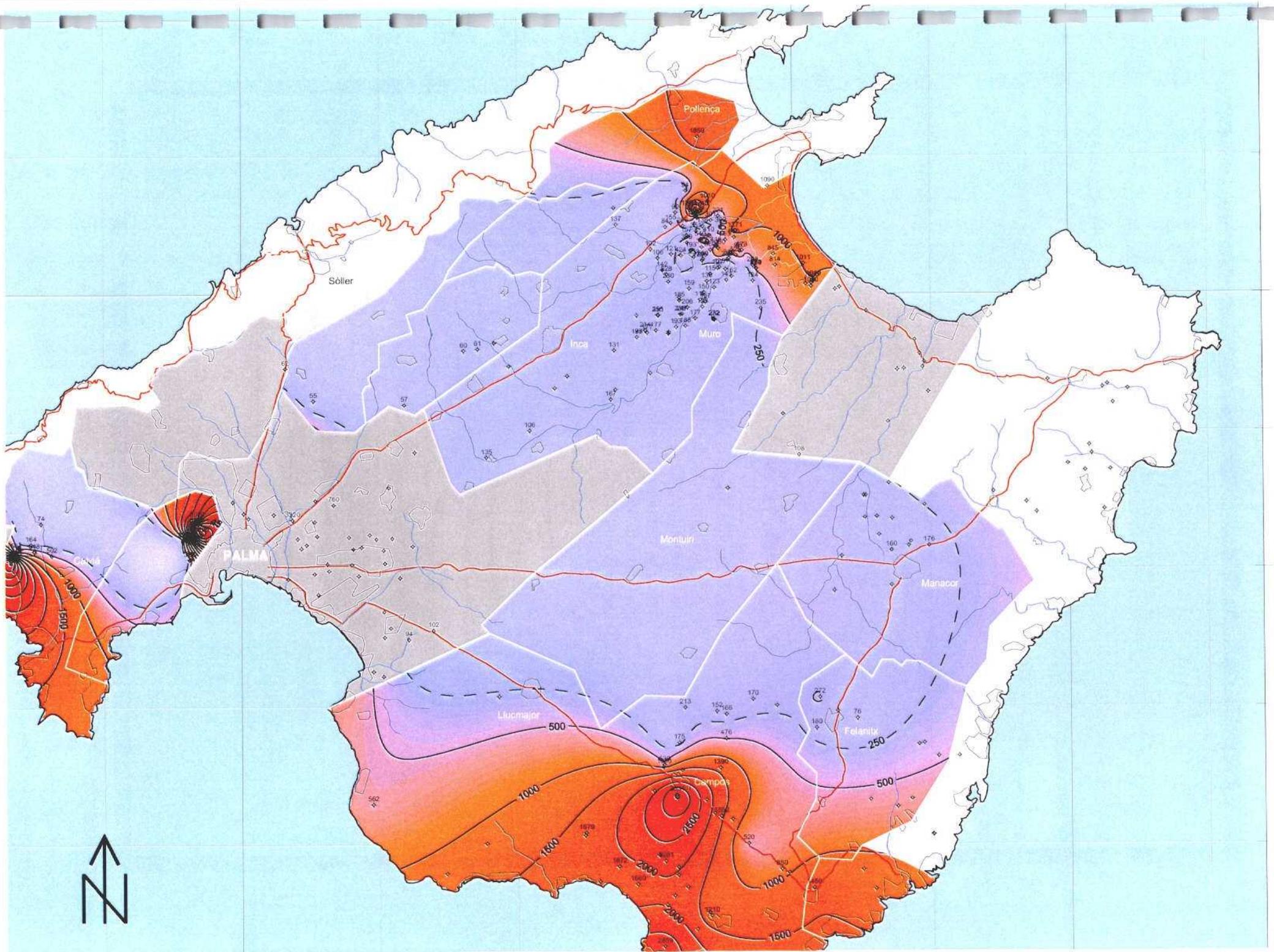
TABLA II. RED DE CONTROL DE CALIDAD (continuación)									
MALLORCA (II)									
Nº ID	IGME/DGRH	UH	X UTM	Y UTM	Nº ID	IGME/DGRH	UH	X UTM	Y UTM
107	382720049	14	468469	4383506	162	402750236	18	512950	4378430
108	382730288	14	473717	4383578	163	402750237	18	513490	4380949
109	382730296	14	476674	4384681	164	700-1-1	18	516037	4383813
110	382780827	14	482115	4374885	165	700-1-14	18	515085	4385358
270	382780832	14	483900	4375537	166	700-1-19	18	518500	4382000
15	382740126	14	482550	4388500	167	700-1-21	18	519495	4384650
16	382740127	14	480672	4385936	168	700-1-57	18	516913	4386244
111	30	14	472361	4383992	169	700-1-7	18	515233	4385354
112	71	14	475348	4385002	170	700-1-87	18	516183	4382490
113	78	14	470139	4384069	171	700-1-A	18	517145	4383673
114	79	14	470484	4383712	172	700-5-76	18	517093	4381361
115	246	14	474085	4382227	173	700-5-89	18	519797	4381703
116	264	14	474354	4381524	174	700-5-95	18	518344	4381701
117	268	14	474724	4381777	175	CGTCC	18	517089	4378829
118	318	14	475474	4382413	176	Vivero	18	515182	4383746
119	326	14	475313	4383469	177	402810005	19	513147	4369705
120	343	14	476216	4380401	178	402810090	19	514571	4369159
121	375	14	477788	4382350	205	392840021	19	511857	4370684
122	395	14	477998	4380337	272	392840059	19	511600	4368460
123	429	14	478104	4381483	M. Llevant				
124	431	14	478695	4381609	183	725-1-32	19	519382	4367370
125	442	14	479285	4382508	184	725-1-49	19	519024	4367280
126	444	14	479764	4382201	185	725-2-1	19	520405	4366420
127	483	14	476338	4379890	186	725-5-15	19	517464	4362740
128	553	14	475557	4378172	187	725-5-29	19	515487	4363260
129	587	14	475289	4379677	188	E-12 Ses Cegues	19	518488	4363330
130	636	14	472798	4378720	211	392880056	20	511356	4356834
131	659	14	473413	4379296	179	725-2-16	20	521906	4366440
132	872	14	478489	4379527	180	E-13 Marselleta 3	20	520000	4360750
133	926	14	480912	4382256	181	E-14 Marselleta 2	20	520030	4360720
134	932	14	482394	4381683	189	Mondragó A Na Xot	20	514950	4358170
135	986	14	469349	4384911	190	Mondragó B Forestales	20	516100	4356050
136	1271	14	480320	4376921	191	Mondragó C Simonet	20	515840	4356750
137	1369	14	480360	4375051	200	392830161	21	500534	4365626
138	1554	14	480384	4380439	201	392830181	21	504643	4365559
139	1617	14	481478	4379373	202	392830187	21	504396	4369676
140	1653	14	480285	4381389	203	392830189	21	505080	4369463
Llucmajor					204	392830190	21	505048	4367700
212	723-4-5	14	480280	4372220	206	392840042	21	508742	4370101
213	723-4-6	14	479550	4372570	207	392860111	21	494855	4360661
106	392730112	15	505240	4385880	208	392870166	21	503977	4354754
271	392740194	16	510420	4388320	209	392870243	21	504234	4362252
47	402610003	16	513426	4400502	273	392870572	21	498652	4357101
142	700-1-200	16	516887	4390717	210	392880028	21	509051	4358185
143	A-7187	16	518066	4394575	214	723-8-2	21	484850	4357890
144	A-7188	16	517585	4394510	215	723-8-5	21	479510	4362940
145	Mont Blanc	16	509277	4391298	216	724-1-2	21	488660	4370750
147	Ses Cabanases	16	519809	4392895	217	724-3-4	21	501869	4365410
148	Ses Pastores	16	519542	4395055	218	724-3-6	21	499850	4363900
150	S'Hort Nou	16	519201	4395670	219	724-3-8	21	501495	4363610
151	Son Bauló	16	513100	4400355	220	724-3-9	21	500578	4365790
152	Son Millaret	16	519407	4394680	221	724-3-10	21	502110	4369950
153	Son Real	16	515342	4398763	222	724-3-72	21	501670	4367400
154	Son Serra	16	518855	4396670	223	724-5-3	21	487755	4360070
155	402670303	17	533172	4392043	224	724-6-5	21	495900	4357300
156	402720077	17	526870	4384860	225	724-6-7	21	497300	4358400
157	402720078	17	524480	4385630	226	724-6-9	21	494908	4360840
160	402730269	17	527610	4384120	227	724-7-1	21	503635	4363240
161	402730270	17	529890	4387630	228	724-7-3	21	501592	4357770
M. Llevant					229	724-7-4	21	503830	4355020
182	700-3-84	17	532500	4384320	230	724-7-5	21	500750	4355600
192	672-7-27	17	532773	4393400	231	724-7-8	21	504689	4362050
193	672-8-26	17	534226	4393070	232	724-7-9	21	502280	4356870
194	672-7-36 b	17	532420	4393195	233	724-7-10	21	501317	4356260
195	672-7-49	17	528476	4393740	234	724-7-11	21	505504	4361830
					235	724-7-12	21	500250	4359210

TABLA II. RED DE CONTROL DE CALIDAD										
MALLORCA (I)										
Nº ID	IGME/DGRH	UH	X UTM	Y UTM	Nº ID	IGME/DGRH	UH	X UTM	Y UTM	
1	372780082	1	450106	4379325	159	392670514	11	499670	4394260	
2	Pou-1	1	452085	4382450	Sa Pobla					
3	Pou-2	1	451225	4381600	48		8	11	501221	4402888
4	Pou-3	1	449680	4380400	49		13	11	500238	4402599
5	Pou-4	1	450435	4380160	50		15	11	507125	4400950
6	Pou-6	1	449570	4381245	51		19	11	501011	4400898
7	Pou-7	1	447925	4381450	52		43	11	504057	4401445
8	Pou-8	1	447395	4381230	53		66	11	503544	4402519
9	Pou-9	1	450095	4379985	54		82	11	502374	4403714
					55		91	11	501791	4399726
10	392570287	5	503148	4411443	56		109	11	503586	4400111
					57		114	11	502392	4399023
241	382670001	7	473221	4394604	58		121	11	504339	4400462
					59		142	11	502951	4398235
11	382670003	8	475221	4392250	60		152	11	501021	4397244
					61		159	11	501863	4398531
12	382680039	9	481802	4391948	62		171	11	500224	4398472
13	392650123	9	488344	4396443	63		173	11	500089	4397358
242	392650134	9	487147	4396003	64		177	11	498711	4396861
243	392650164	9	486120	4395890	65		199	11	498711	4396861
					66		203	11	505583	4401280
14	392620140	10	497030	4406250	67		227	11	508760	4402080
					68		232	11	508628	4402893
17	382780836	11	480800	4375720	69		265	11	506340	4403170
244	392630023	11	503430	4406163	70		267	11	505900	4402812
18	392630144	11	505221	4401007	71		269	11	505279	4402480
19	392630194	11	502520	4400383	72		271	11	504721	4401947
245	392630249	11	500871	4401409	73		294	11	505770	4404107
246	392630294	11	500569	4401727	74		296	11	505862	4404604
247	392630406	11	504598	4401875	75		299	11	505134	4403921
20	392630492	11	503814	4400922	76		301	11	504489	4403533
21	392630672	11	503475	4402422	77		303	11	504077	4403195
22	392630820	11	505494	4402980	78		318	11	503444	4403389
248	392630842	11	502867	4402666	79		320	11	503962	4404261
23	392630890	11	502936	4406068	80		323	11	504841	4404941
24	392630891	11	502513	4406179	81		332	11	503046	4404551
25	392630899	11	501927	4402783	82		334	11	503517	4404910
26	392630963	11	502829	4405975	83		336	11	504106	4405347
249	392631058	11	502073	4404926	84		338	11	504634	4405661
27	392631060	11	502349	4404254	85		358	11	510795	4402209
28	392631149	11	504626	4403318	86	500 Son Ferragut ??		11	497190	4405040
250	392631209	11	503088	4405550	87	501 Son Ferragut 2 ??		11	501200	4405150
29	392631494	11	502666	4403132	Muro 15					
30	392631524	11	503354	4403941	88	13 Fuente Sont San Joan		11	507382	4401866
251	392631540	11	503771	4403755	89	13 Fss Sondo		11	507380	4401860
252	392631626	11	502271	4407501	Muro					
31	392631629	11	500799	4404866	90		6	11	505406	4402603
253	392631690	11	499717	4403247	91		7	11	505144	4401801
32	392631711	11	503886	4406722	92		10	11	507122	4402072
254	392631716	11	501538	4405922	Inca					
255	392640001	11	507375	4401836	93		61	11	497032	4395910
256	392640015	11	511534	4400963	94		79	11	496779	4392339
33	392640017	11	511530	4401049	95		94	11	492729	4393160
34	392640079	11	507382	4401866	96		113	11	490900	4390080
257	392640514	1	506170	4403092	97		122	11	487765	4388126
35	392640935	11	508229	4407857	Marineta					
258	392640941	11	511352	4400563	146	Santa Eulalia		11	511375	4400790
36	392660048	11	497118	4393041	149	S'Hort de'n sacco		11	510950	4400735
37	392660183	11	493630	4394040						
259	392670054	11	502242	4397688	98	372740027		12	454651	4381889
38	392670077	11	501995	4398544	264	372780083		12	453222	4380734
39	392670096	11	504345	4398170	265	372780091		12	454875	4381390
40	392670119	11	503484	4399059	99	372780102		12	453801	4381662
260	392670159	11	503698	4399440	100	372780103		12	453835	4381579
261	392670181	11	499457	4397184	266	372780105		12	453573	4381428
262	392670273	11	501559	4397606	101	382710054		12	455385	4383379
41	392670282	11	501001	4397134	102	382750100		12	456178	4381081
42	392670325	11	501804	4399536						
43	392670356	11	500268	4398456	267	382720016		13	465723	4382134



Direc





GO  
Direcció C

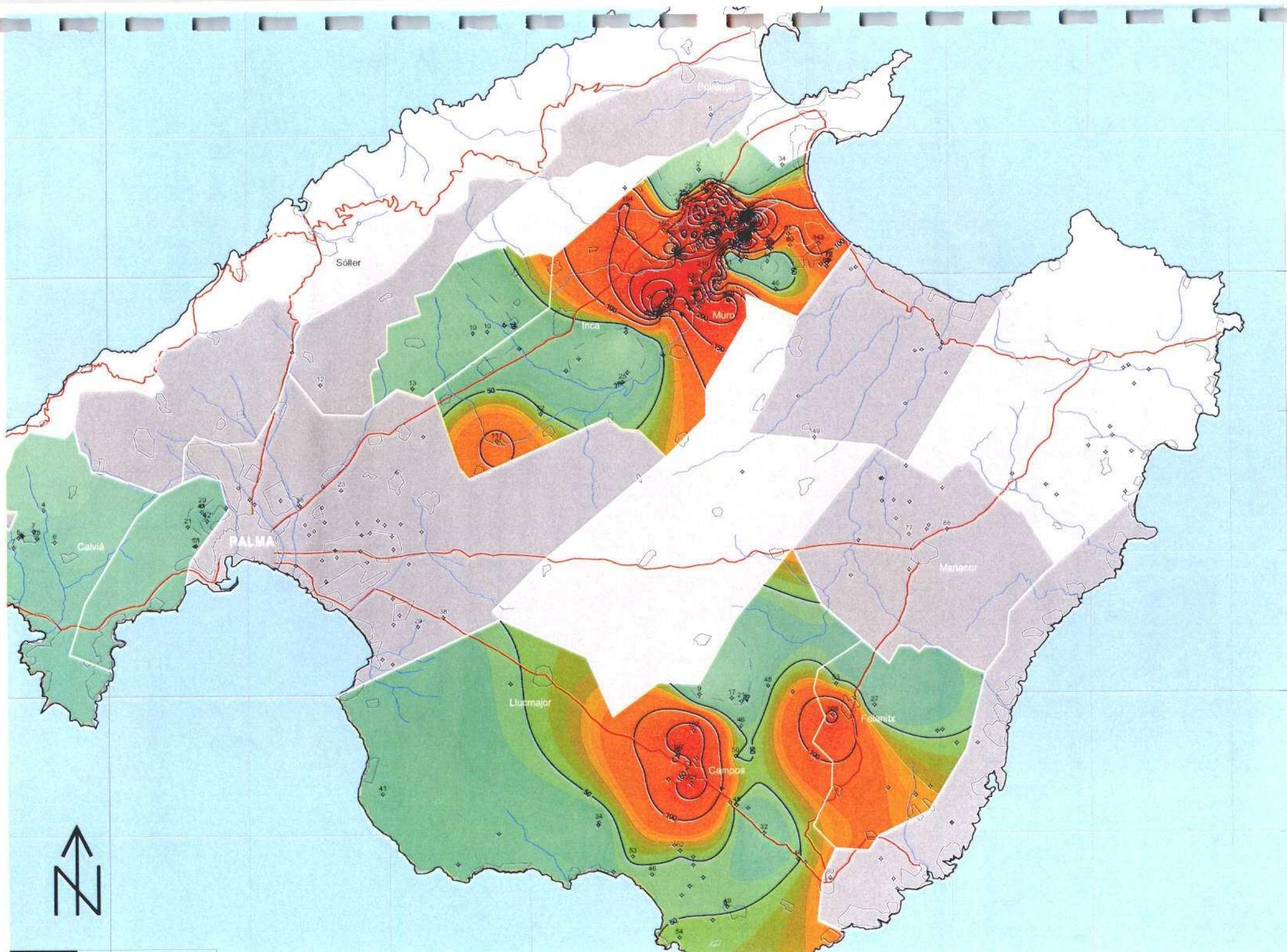
LEYI

Clo



## **ANEXO V**

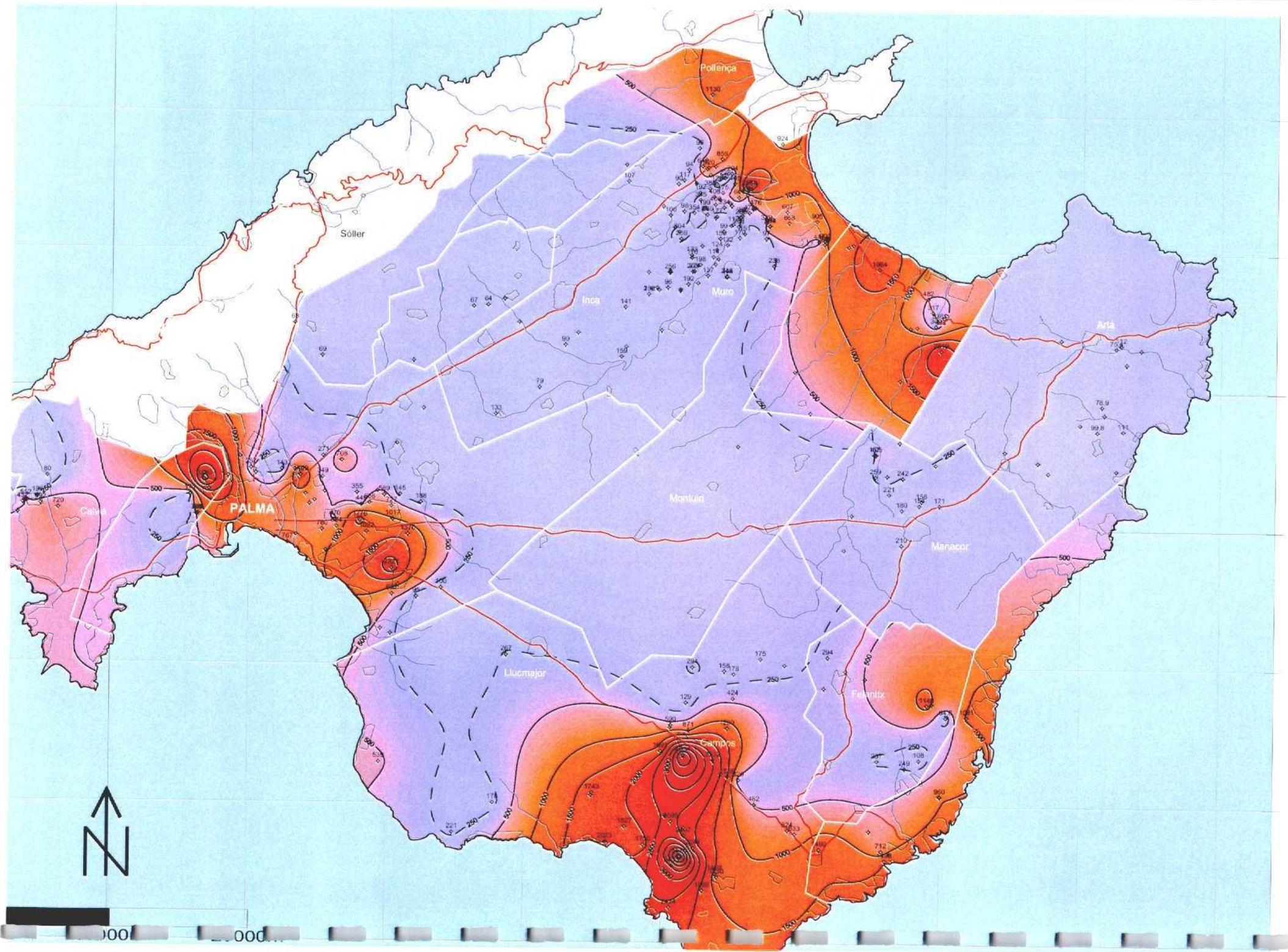
1. Mapa de isocloruros de la isla de Mallorca (2001)
2. Mapa de isocloruros de la isla de Mallorca (2002)
3. Mapa de isonitratos de la isla de Mallorca (2001)
4. Mapa de isonitratos de la isla de Mallorca (2002)
5. Mapa de isosulfatos de la isla de Mallorca (2001)
6. Mapa de isosulfatos de la isla de Mallorca (2002)



GC  
Direcció

LEY  
lón

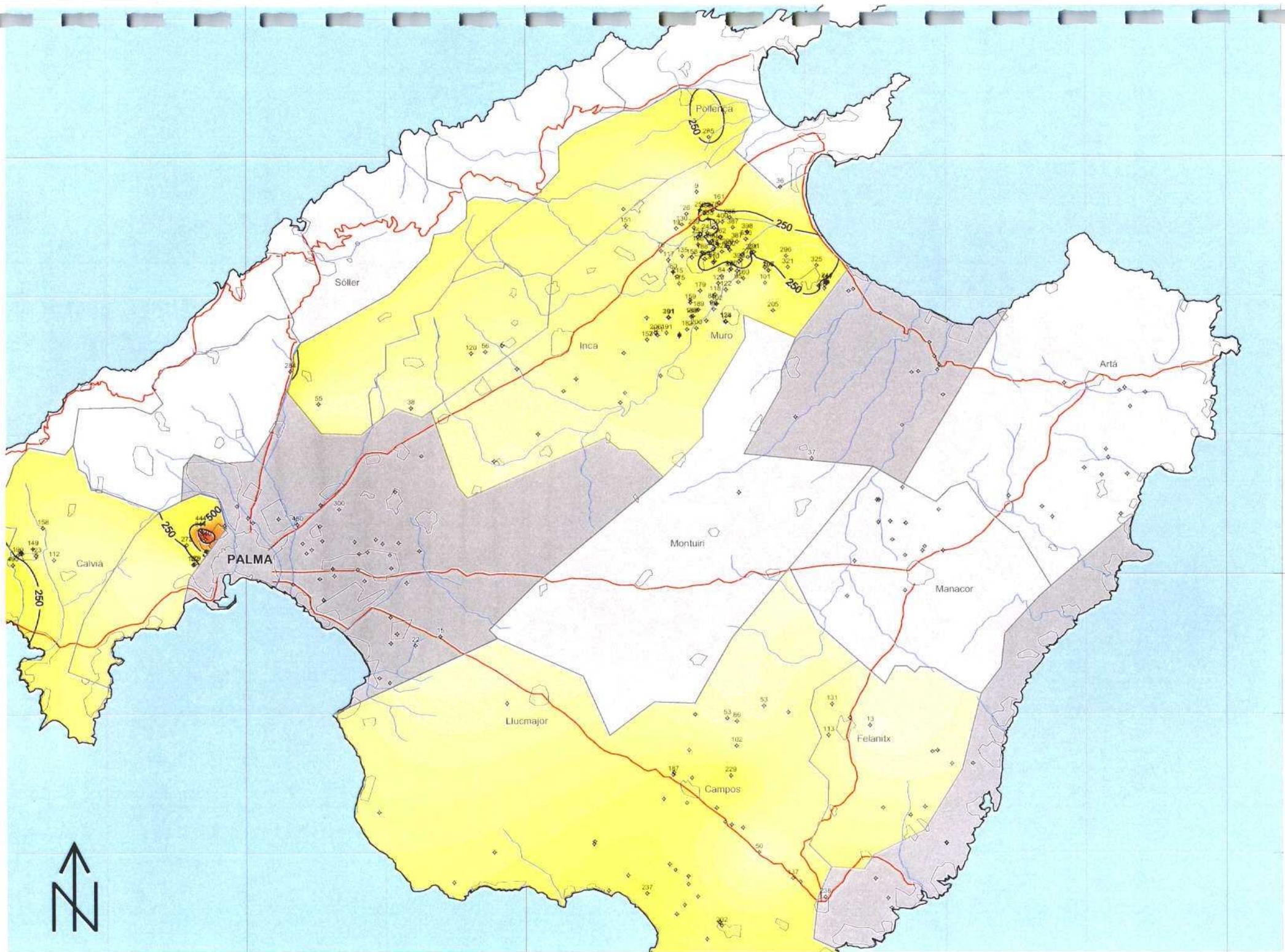




GO  
Direcció

LEV  
cic

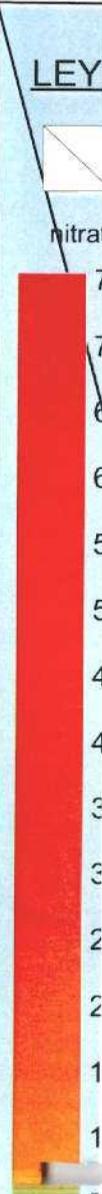
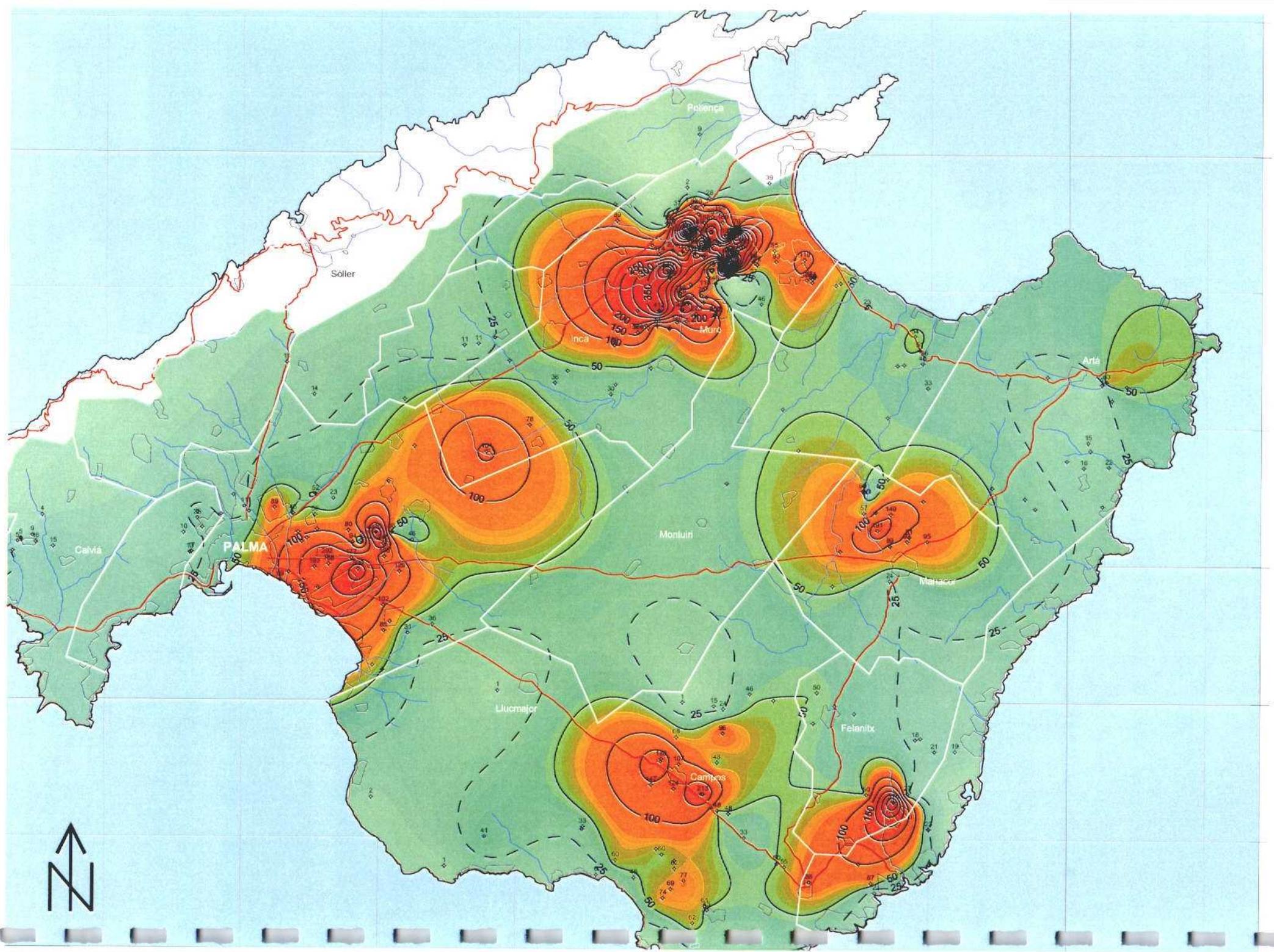




GO  
Direcció

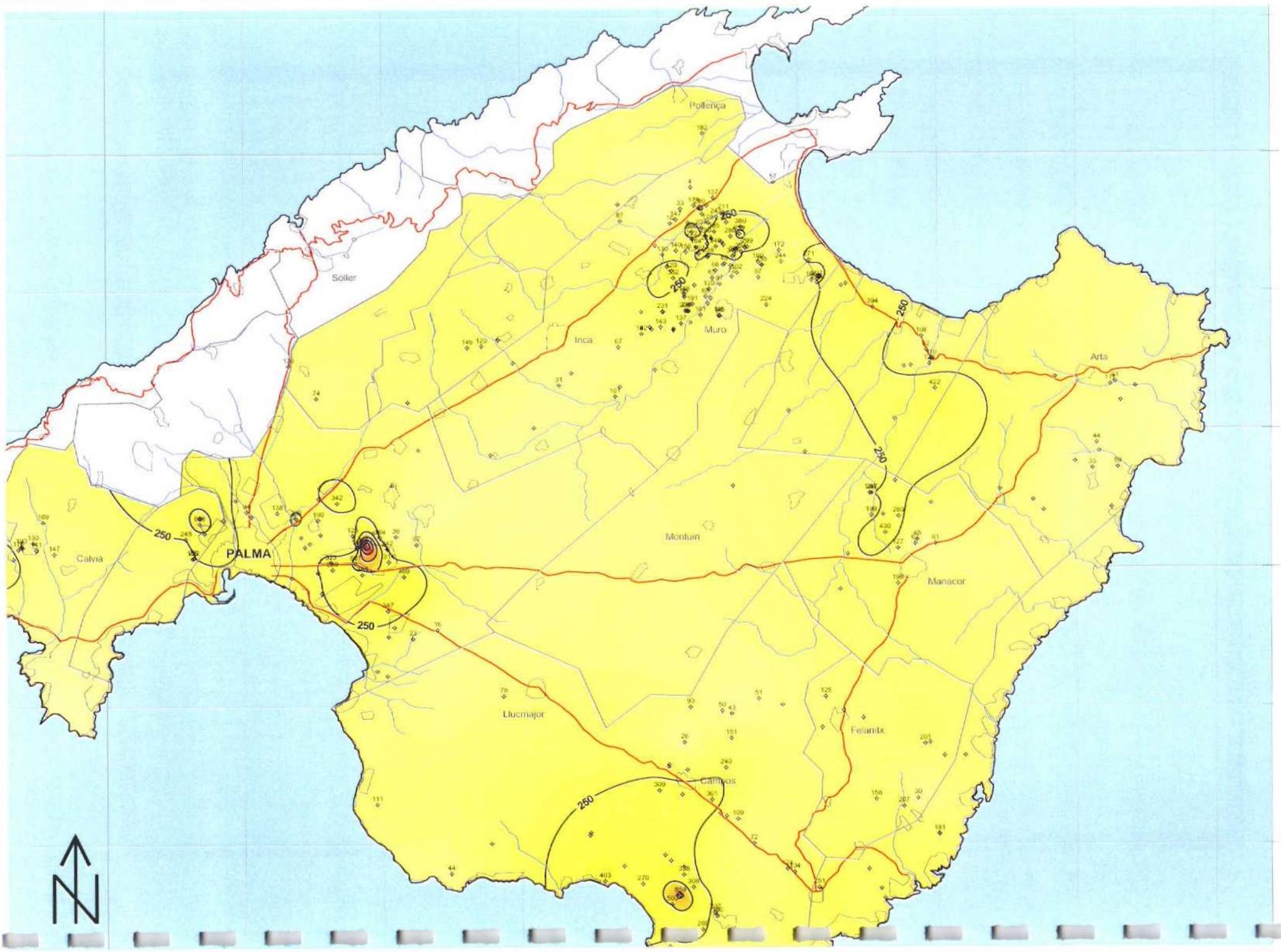
LEV  
sufa





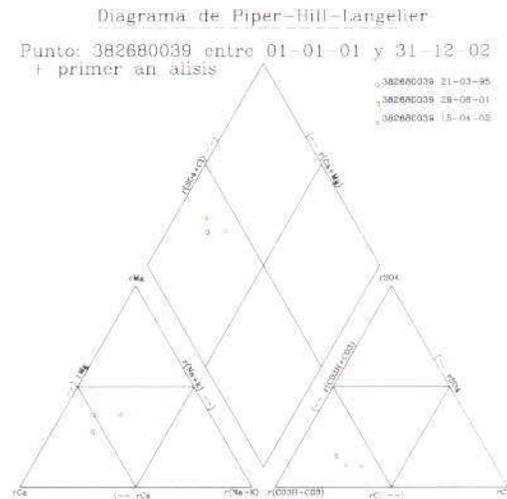
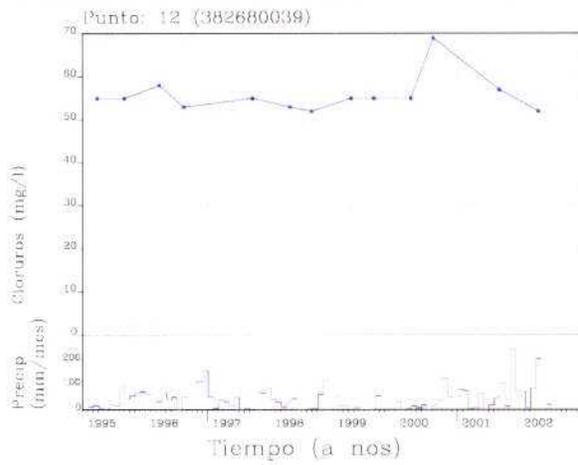
## **ANEXO VI**

1-11. Diagramas de evolución de cloruros y diagramas de Piper

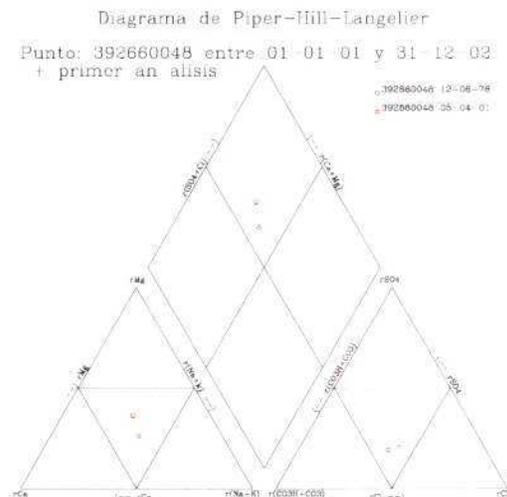
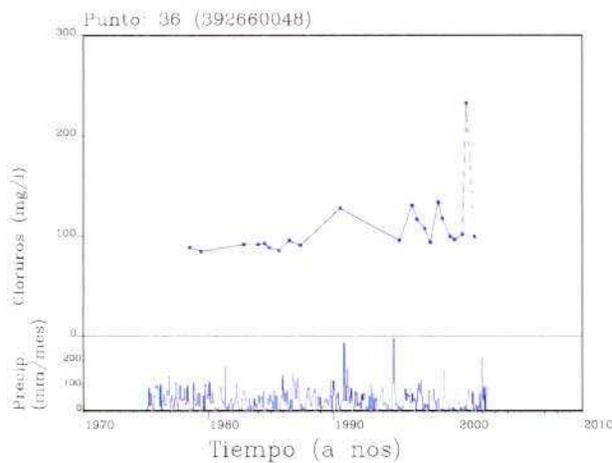
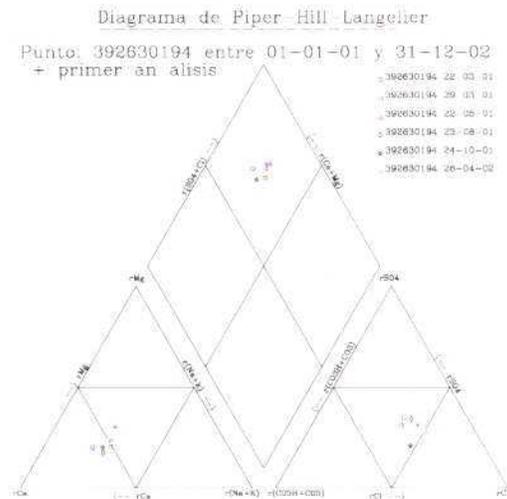
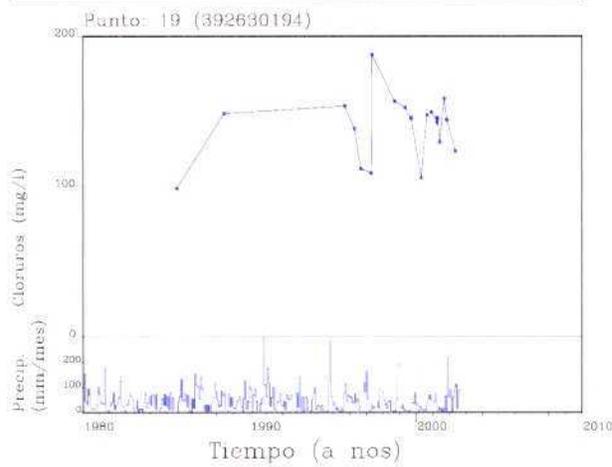


# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.09

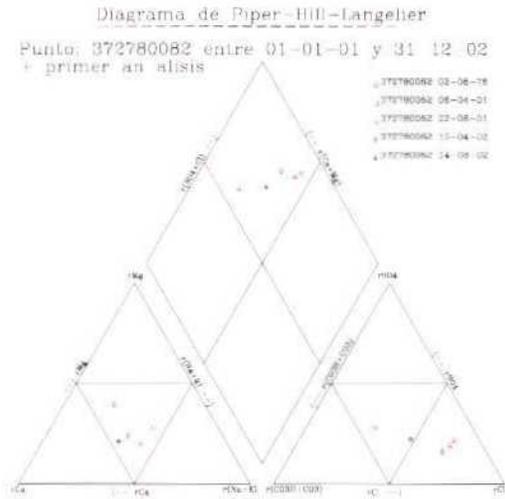
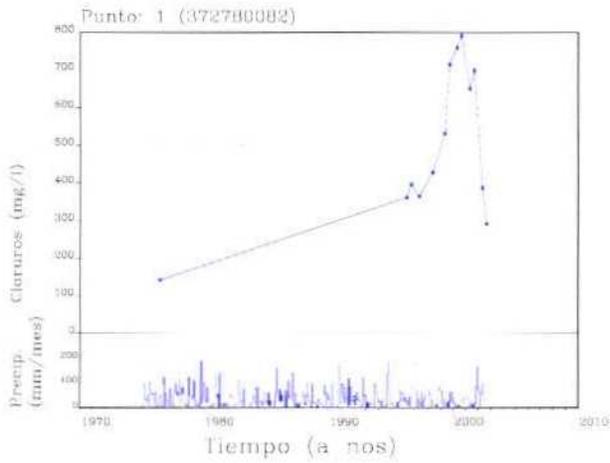


## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.11

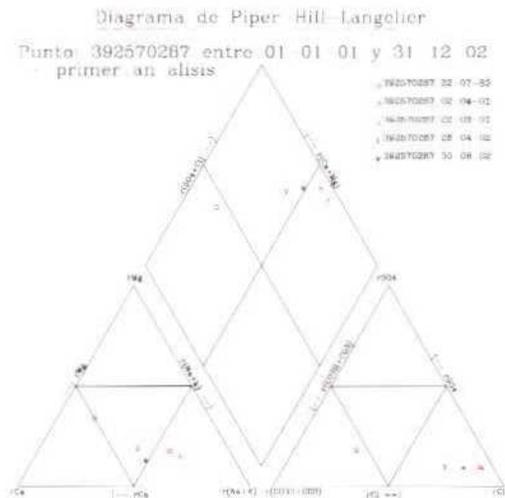
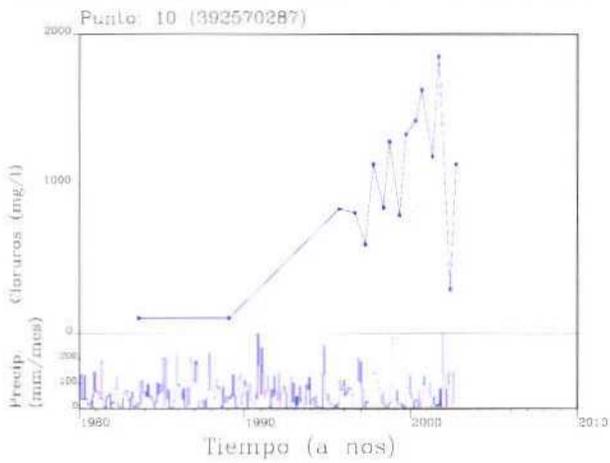


# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA

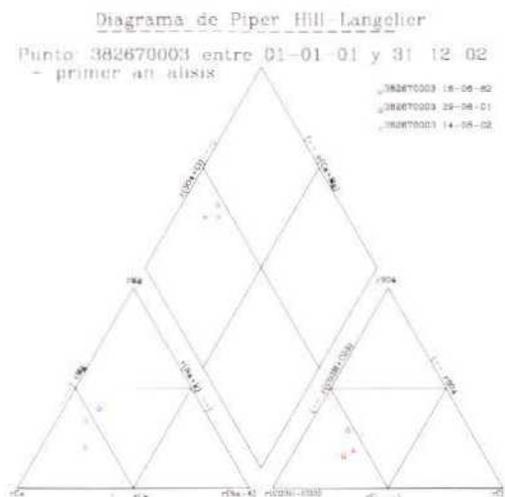
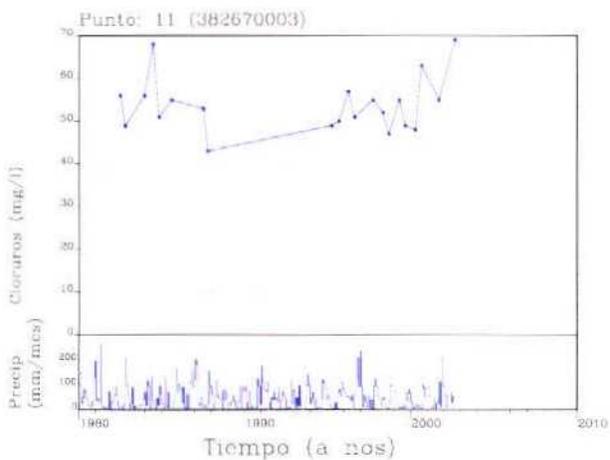
## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.01



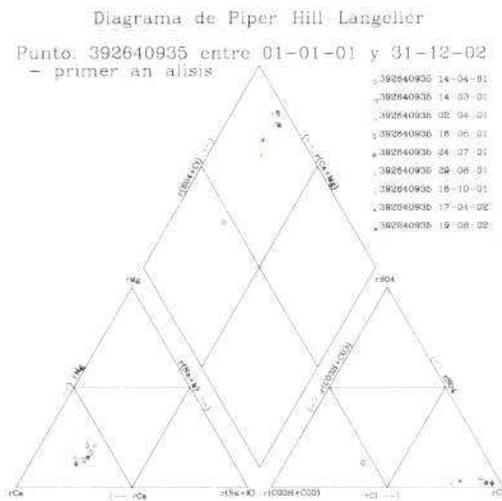
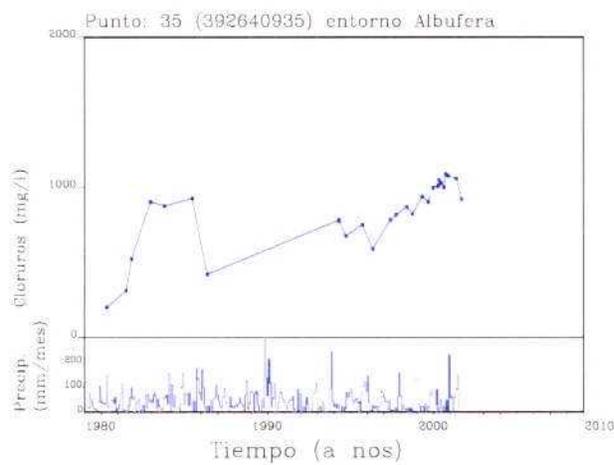
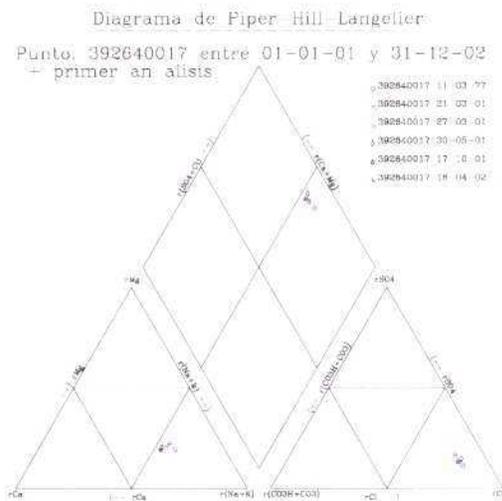
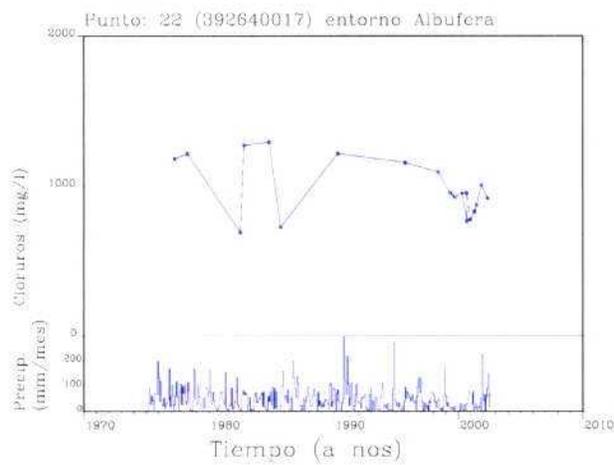
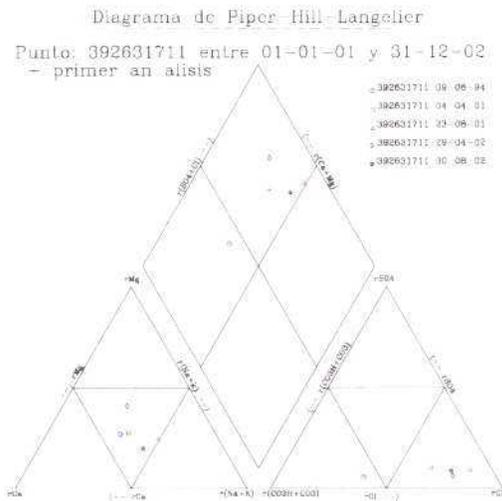
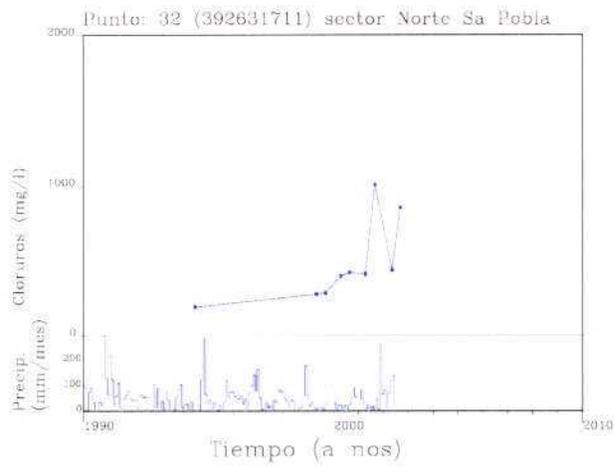
## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.05



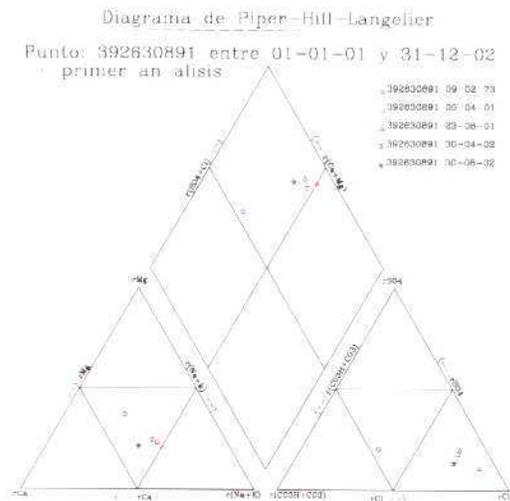
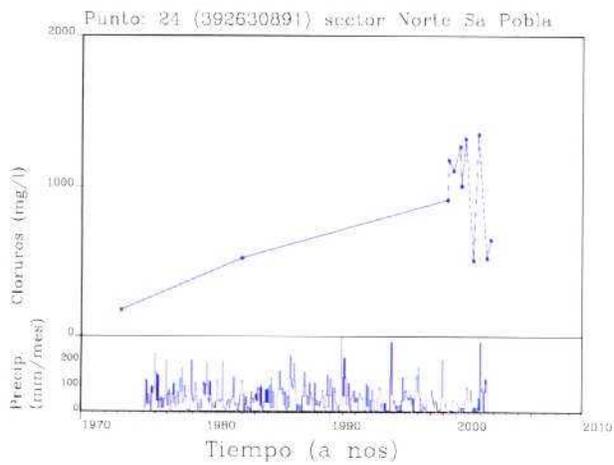
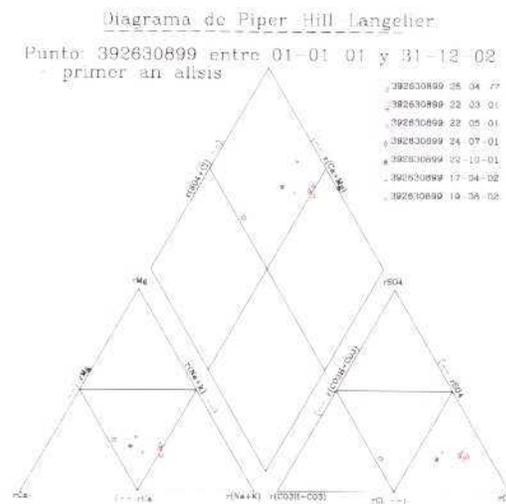
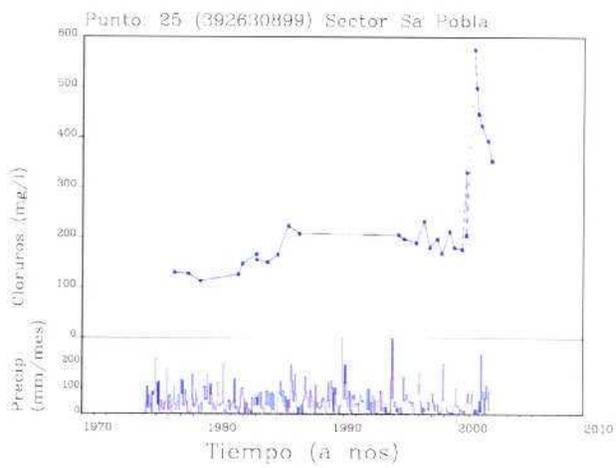
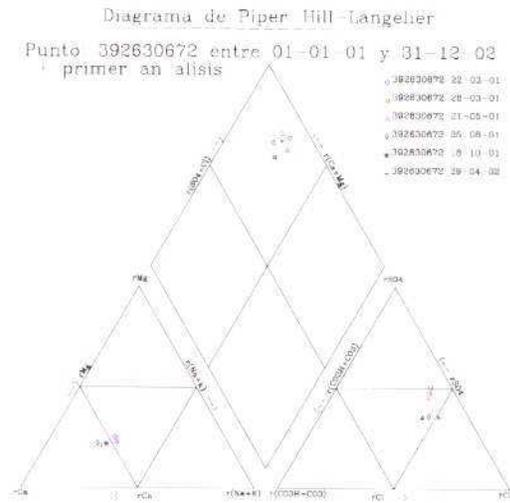
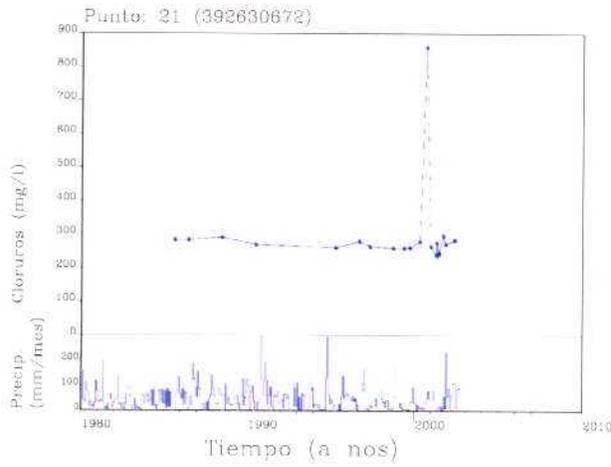
## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.08



# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA

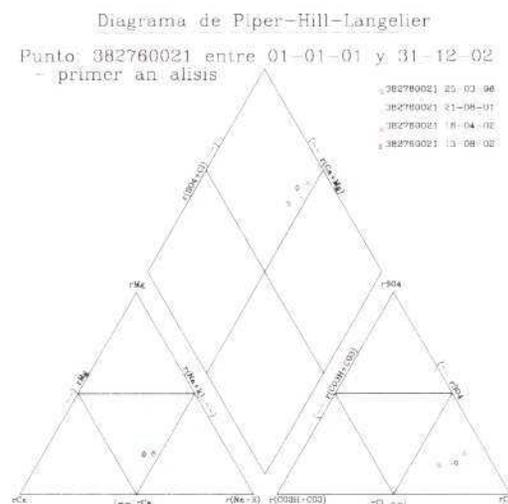
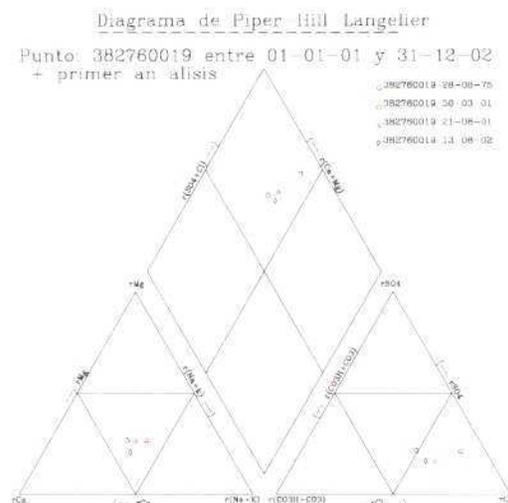
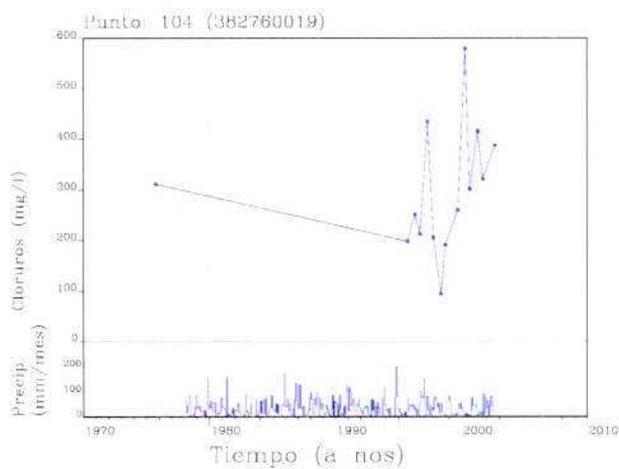
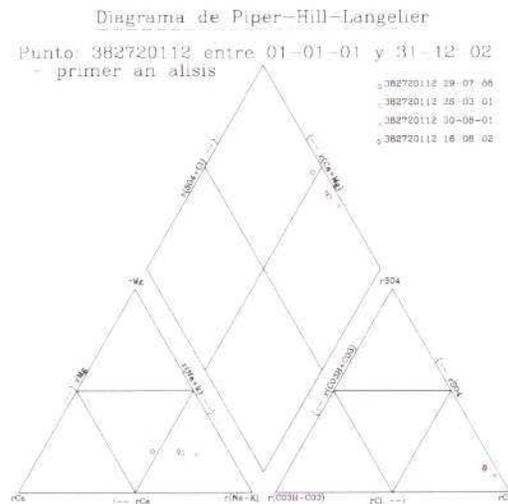
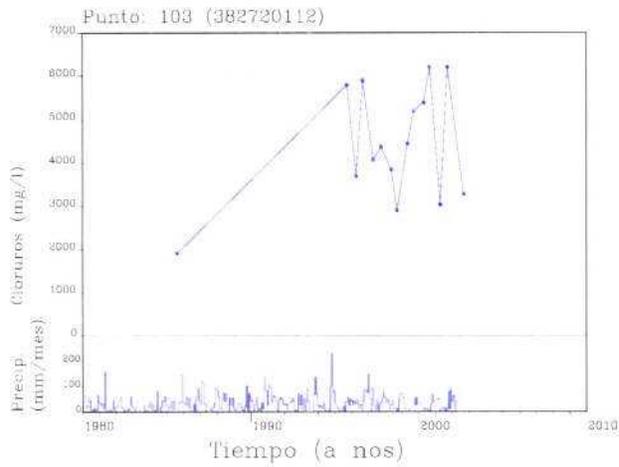


# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA



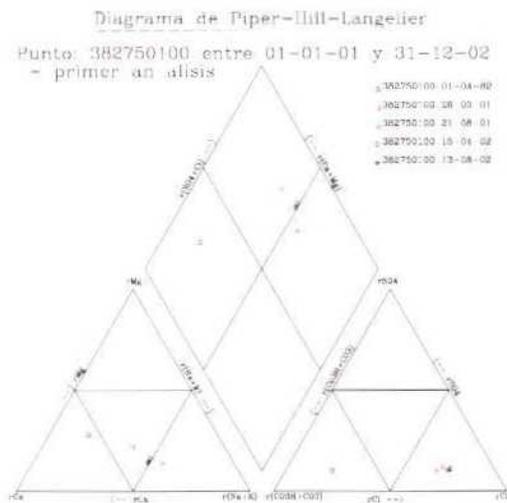
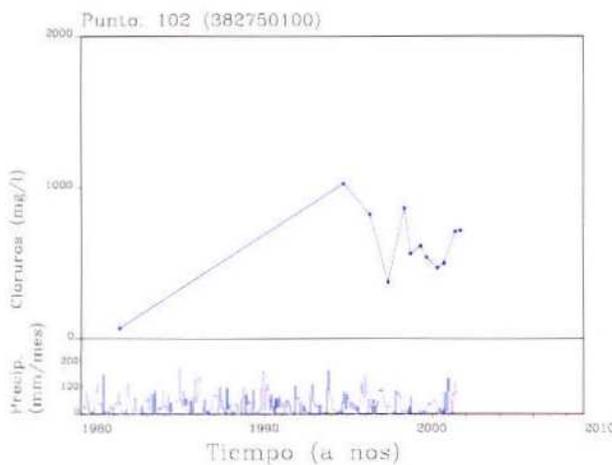
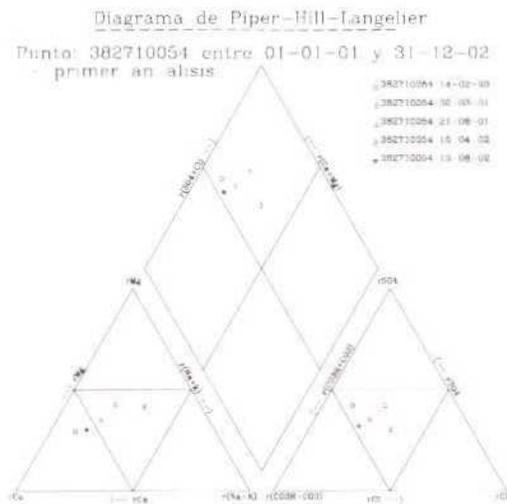
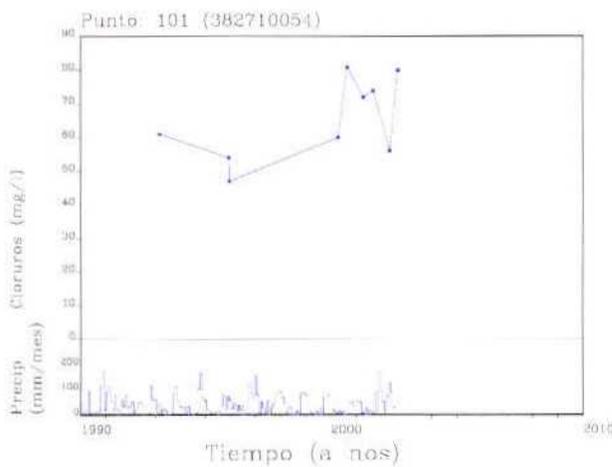
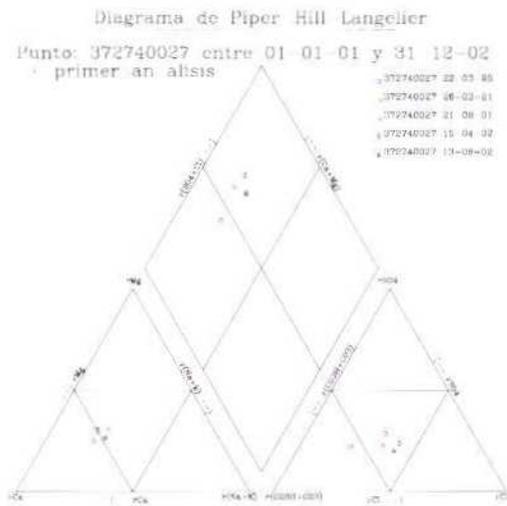
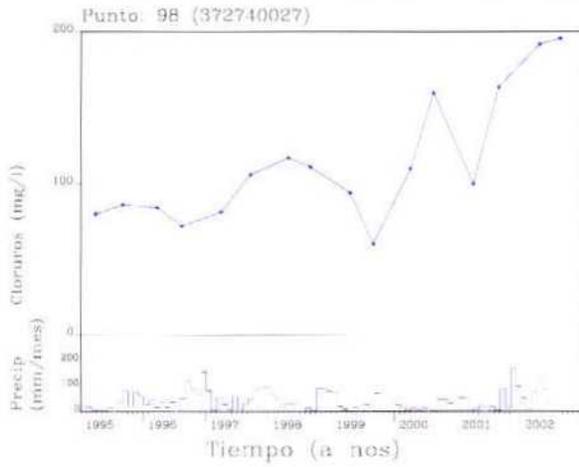
# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.13

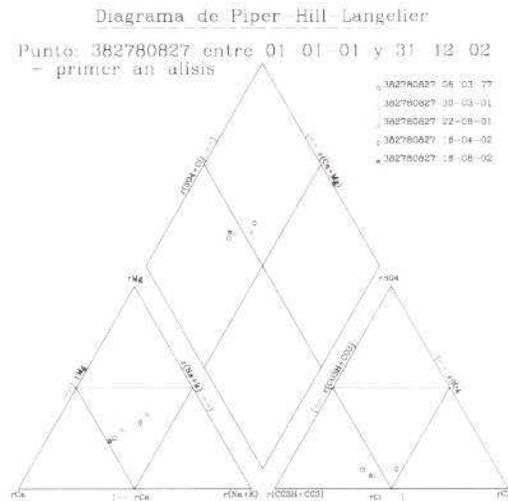
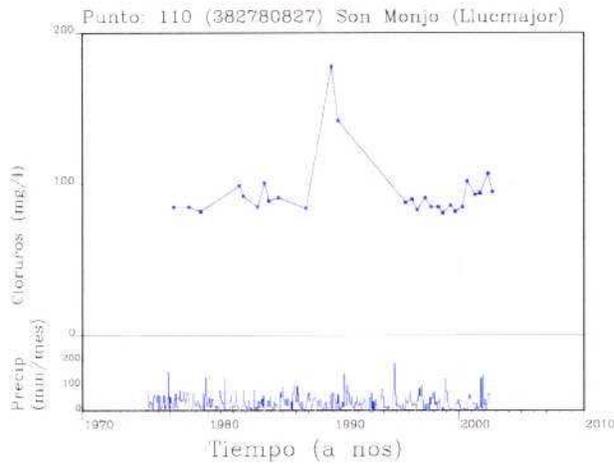


# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA

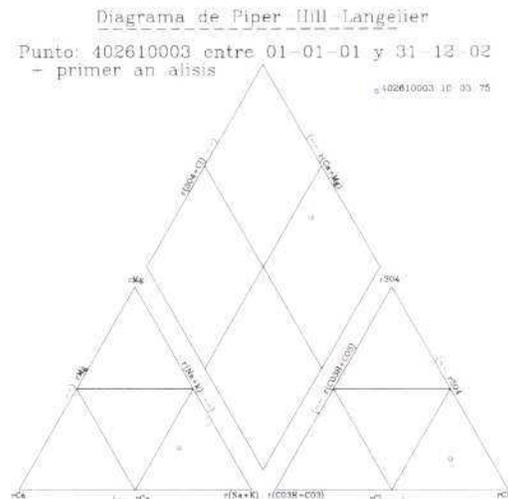
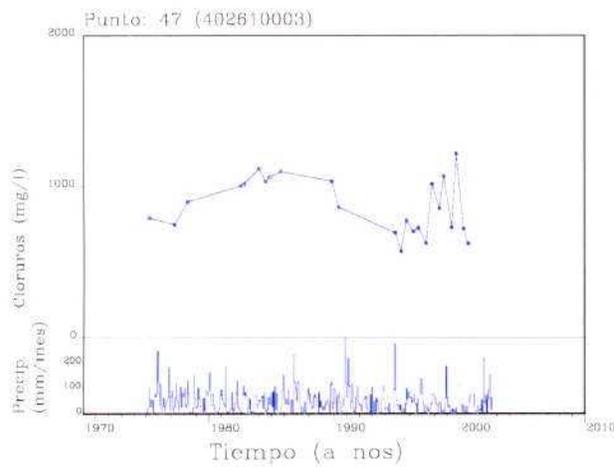
## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.12



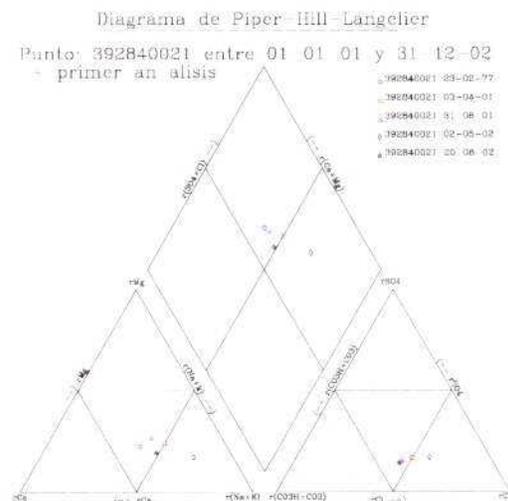
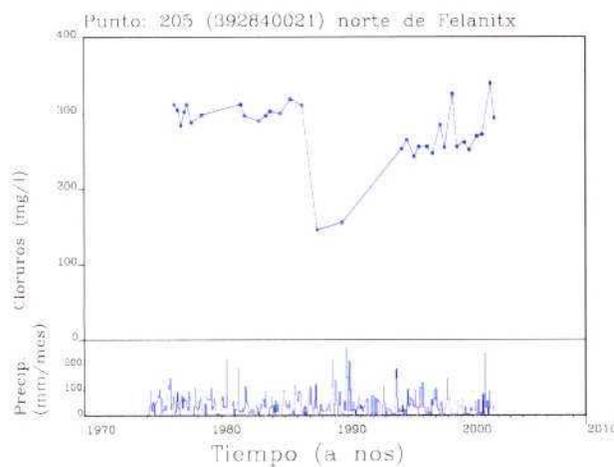
# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA



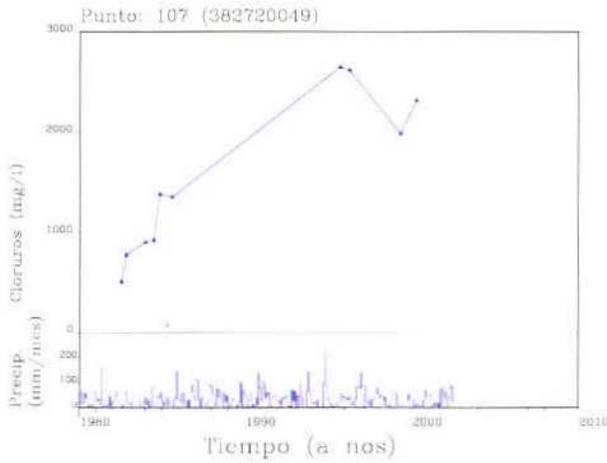
## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.16



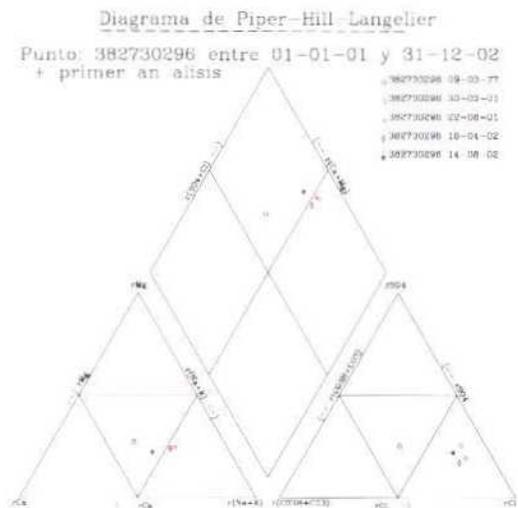
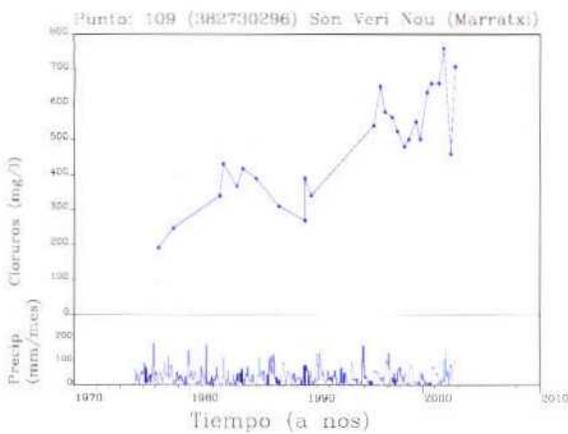
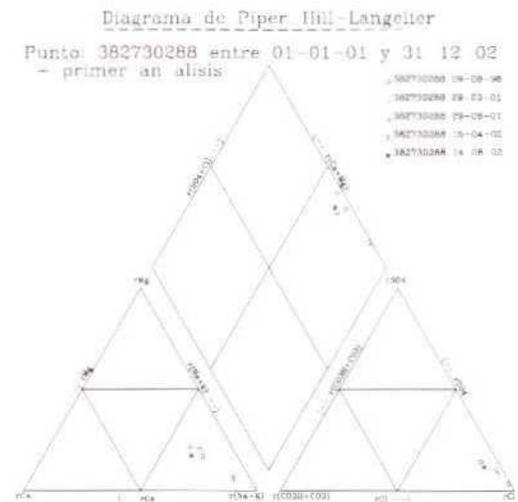
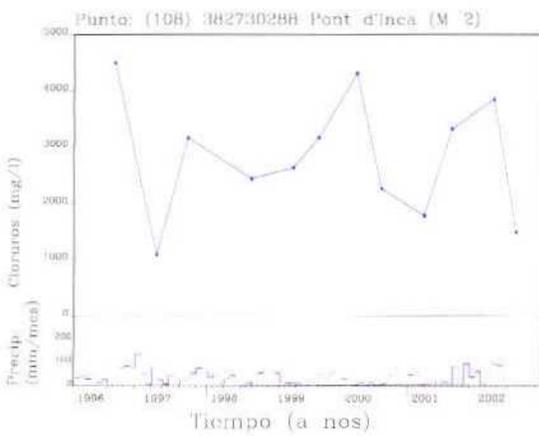
## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.19



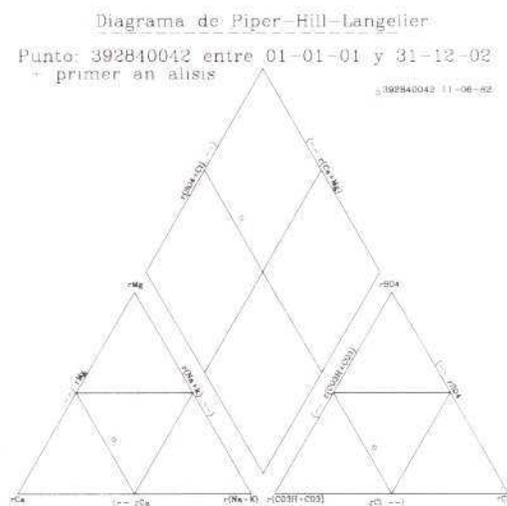
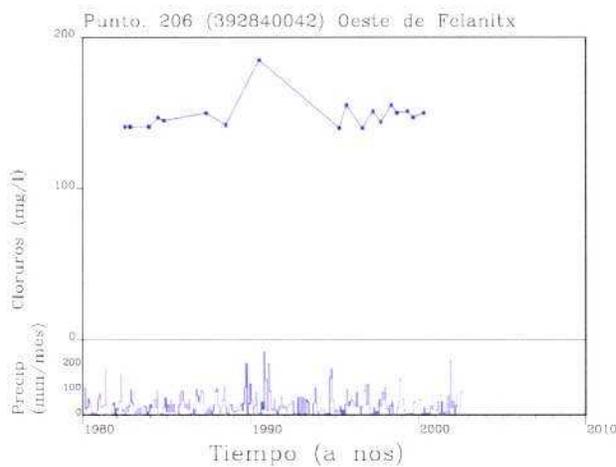
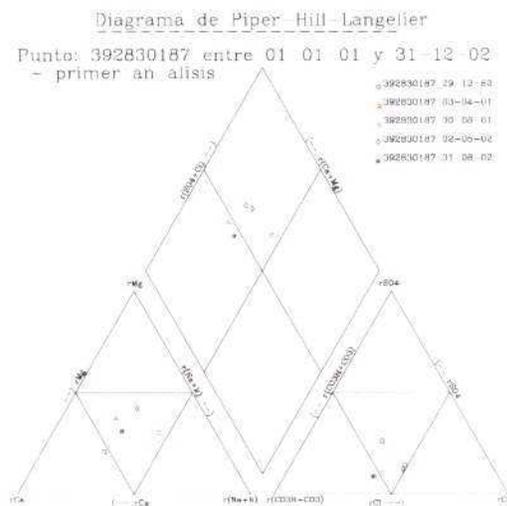
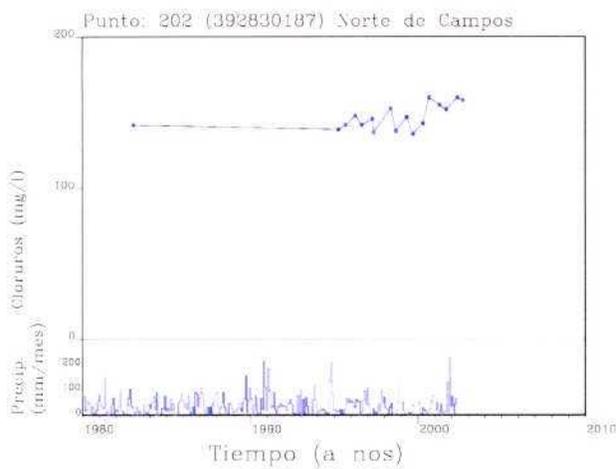
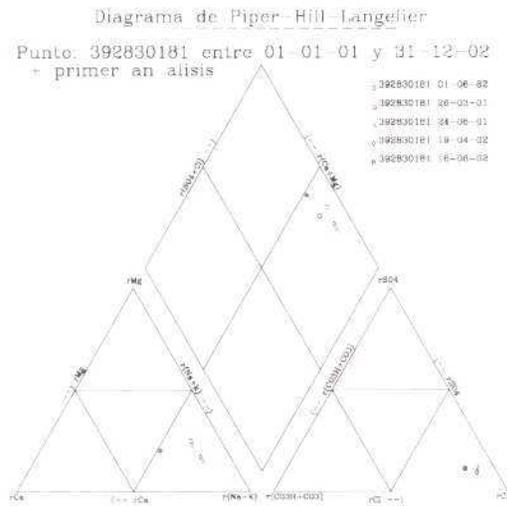
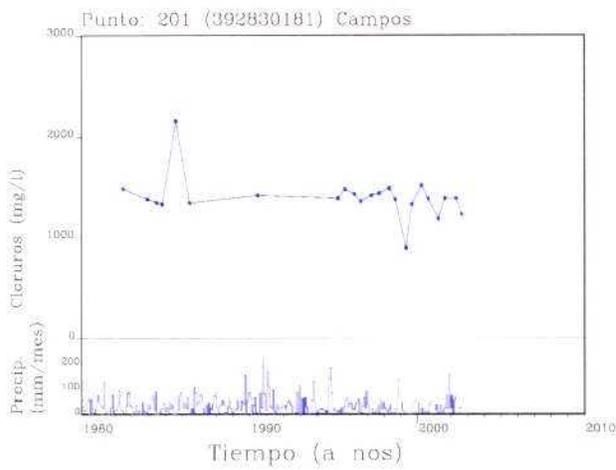
# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA



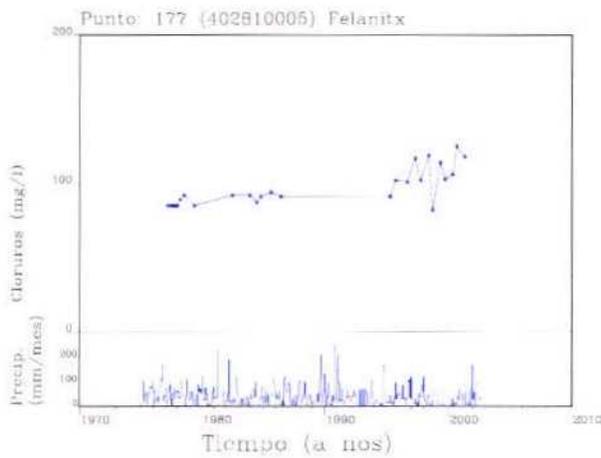
## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.14



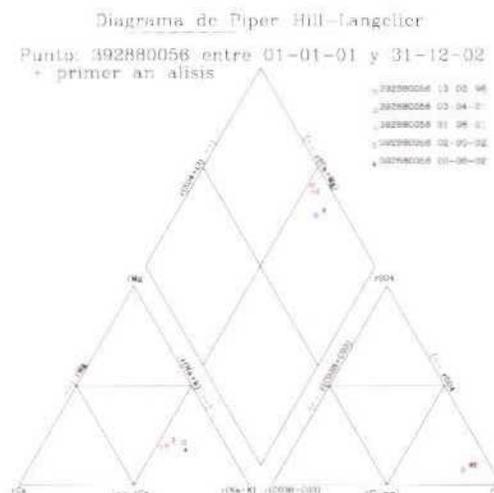
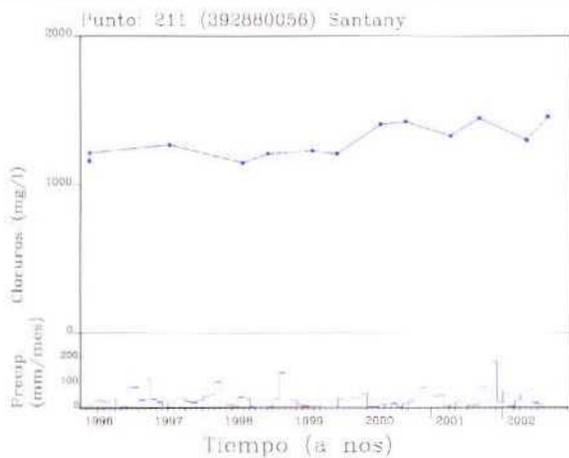
# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA



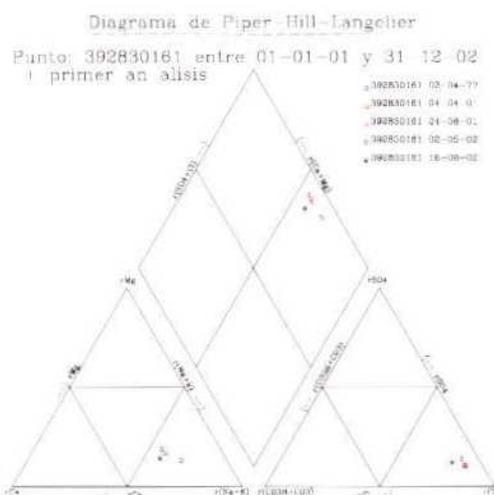
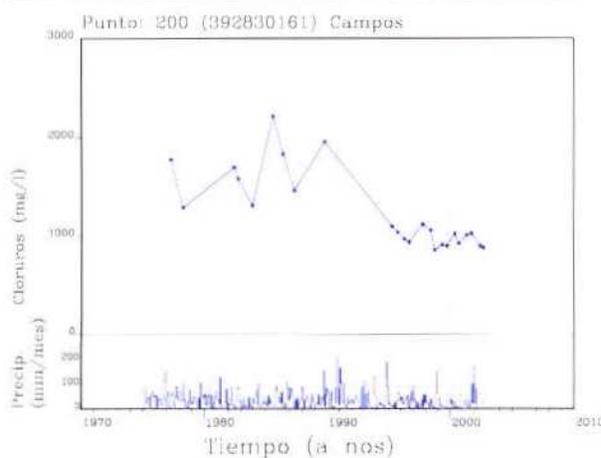
# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA



## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.20



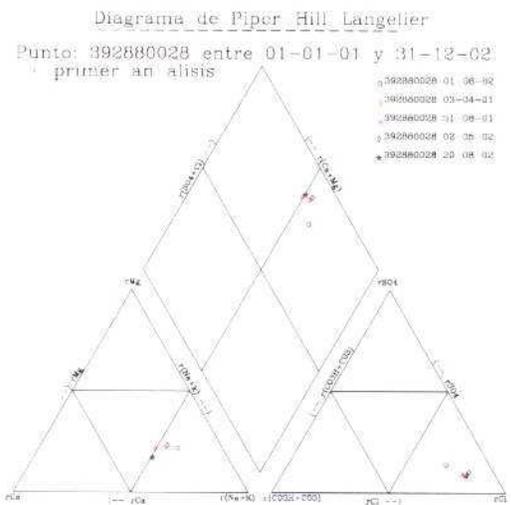
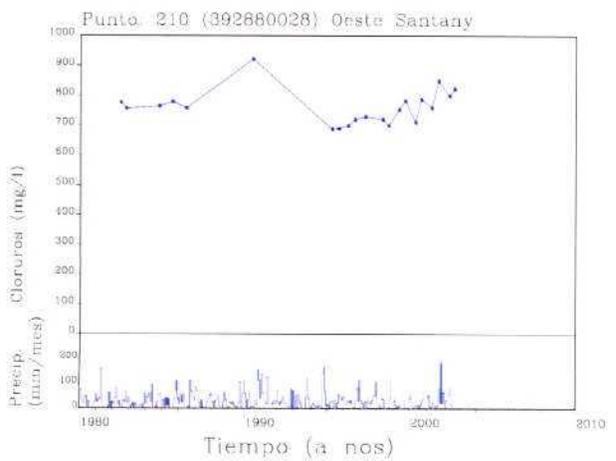
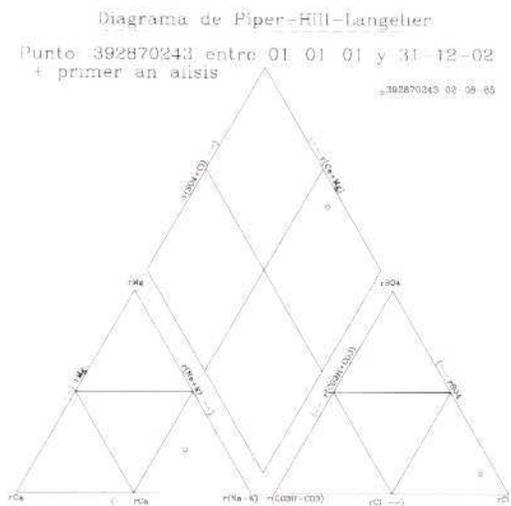
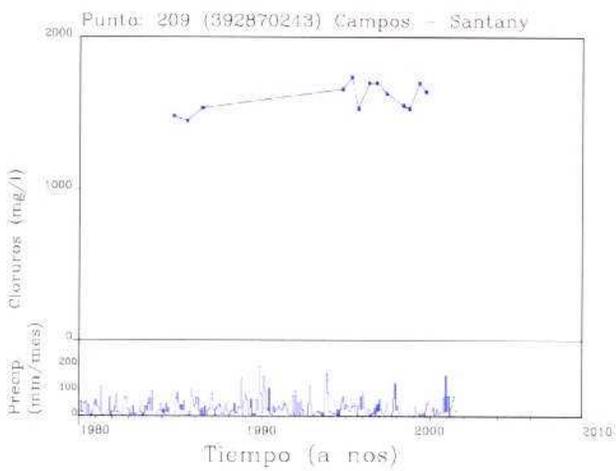
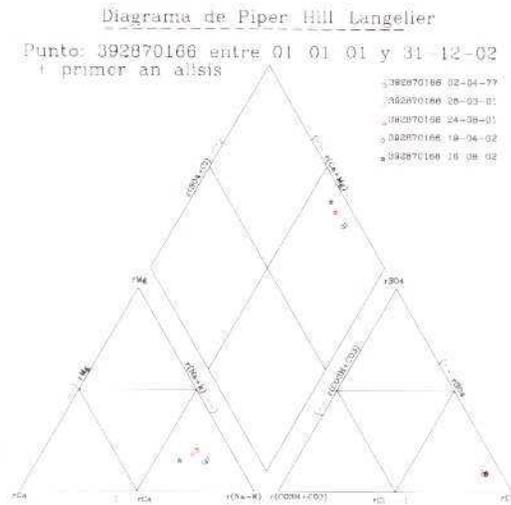
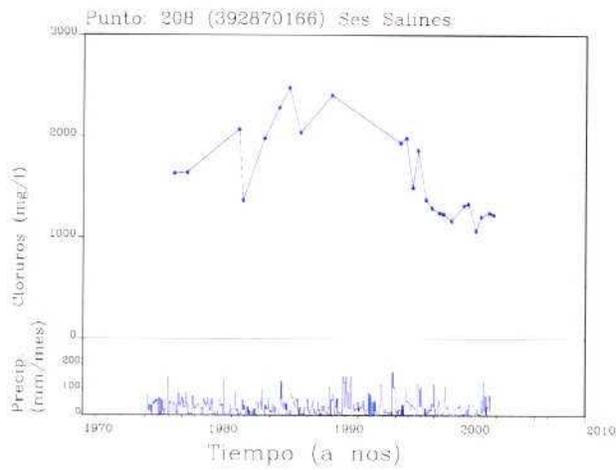
## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.21

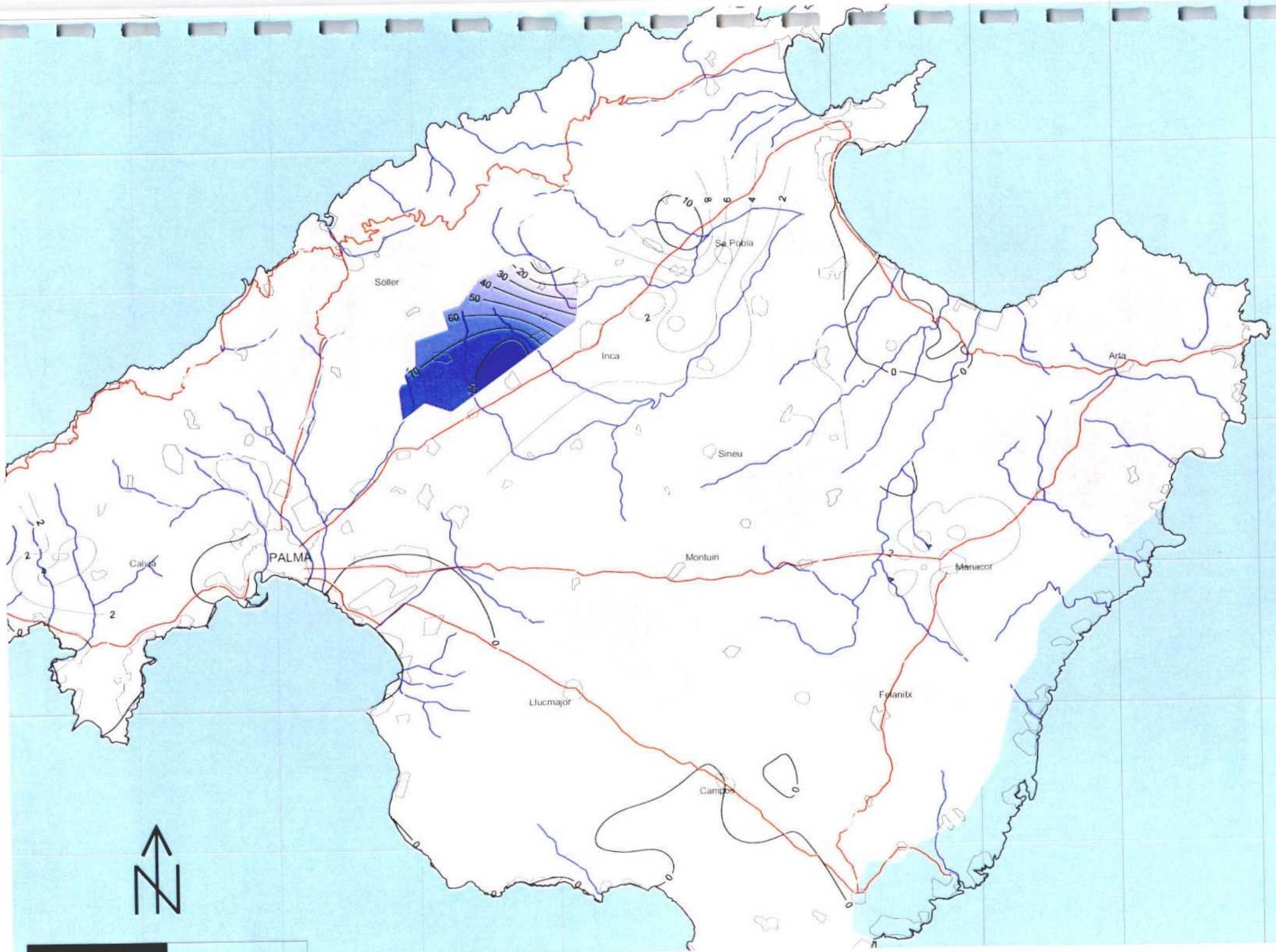


## **ANEXO VII**

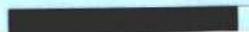
Mapas de variación interanual de piezometría e isocontenidos

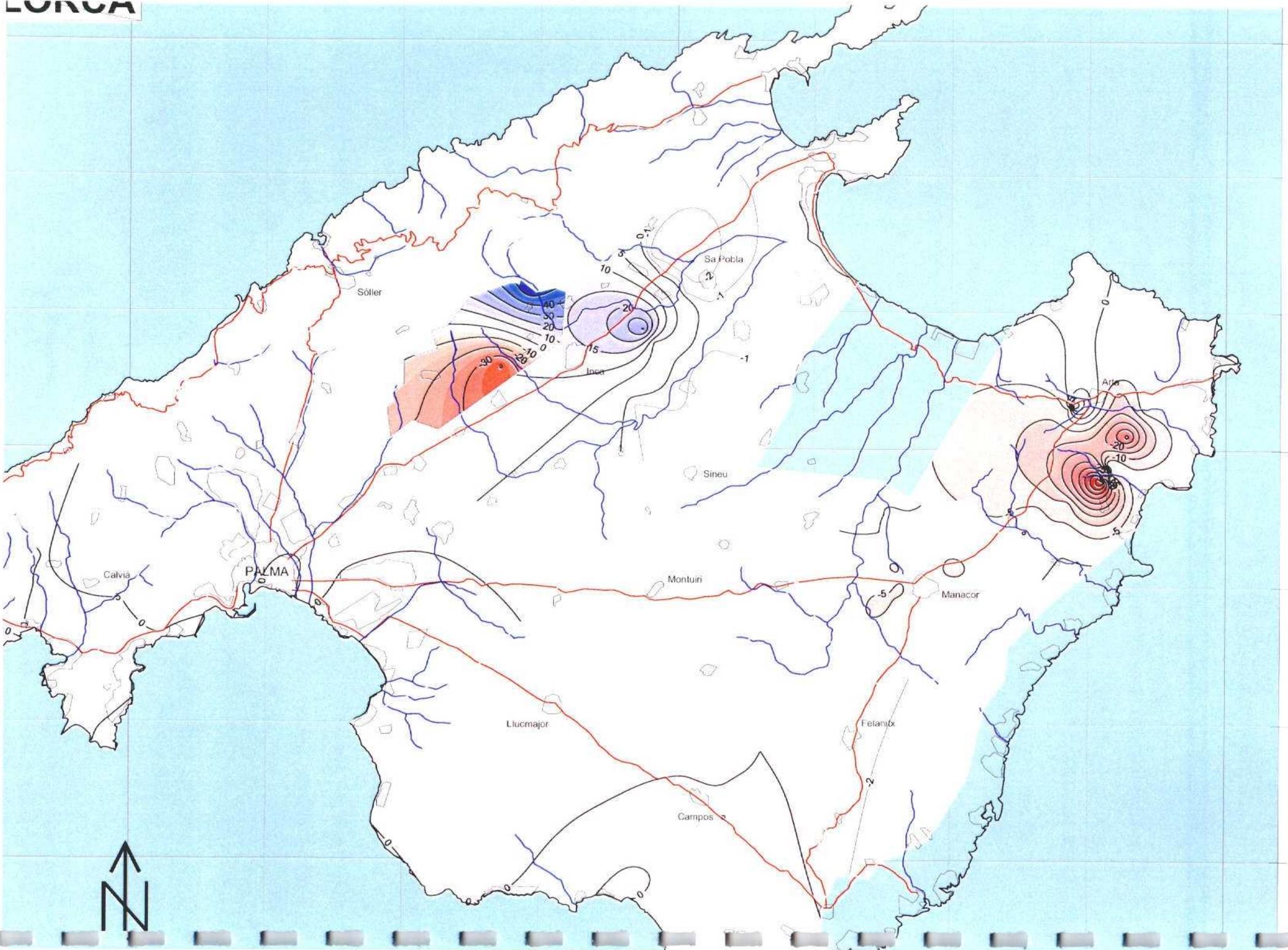
# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA

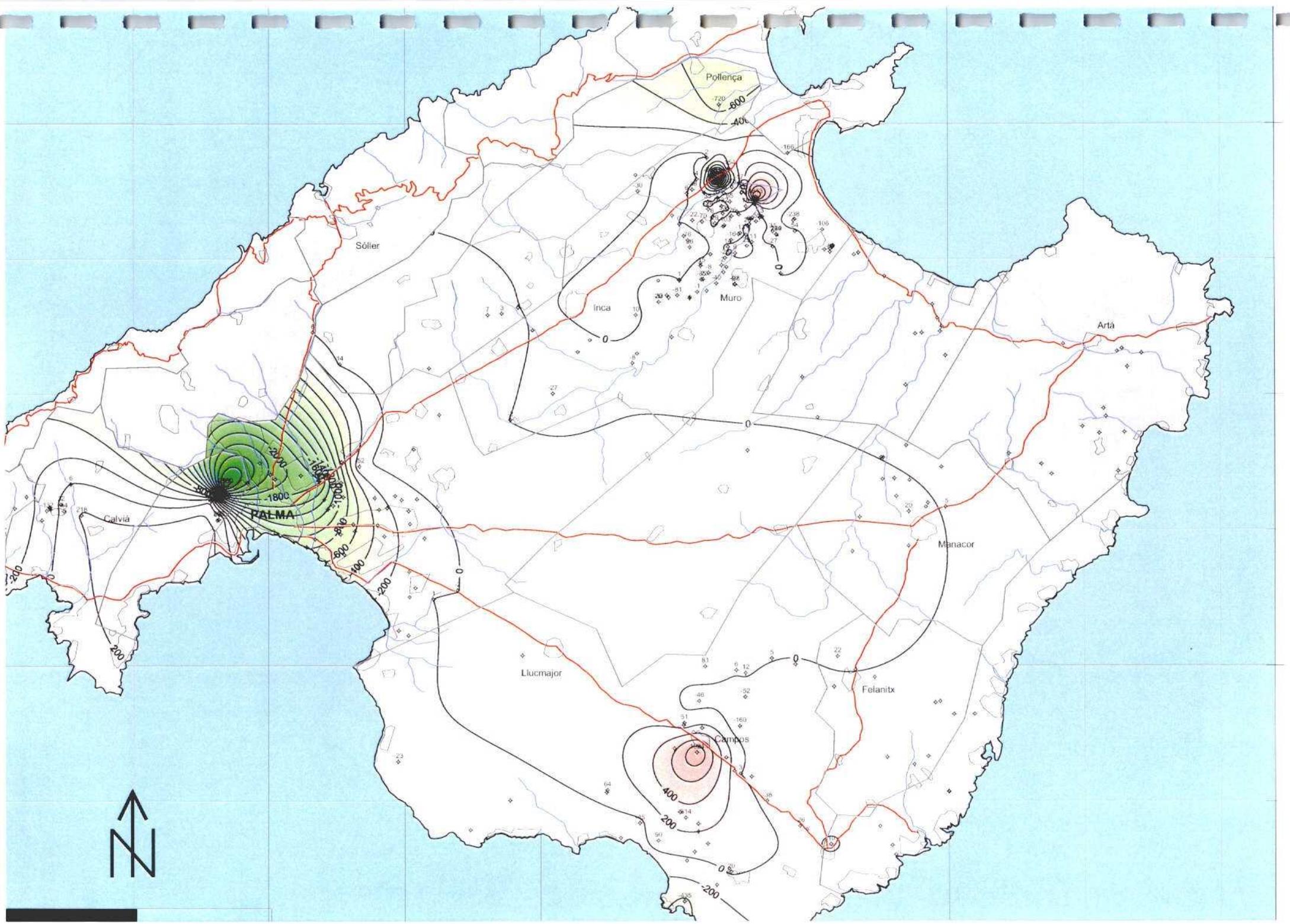




Dire







Dr



0

100

200

300

400

500

600

700

800

900

1000

1100

1200

1300

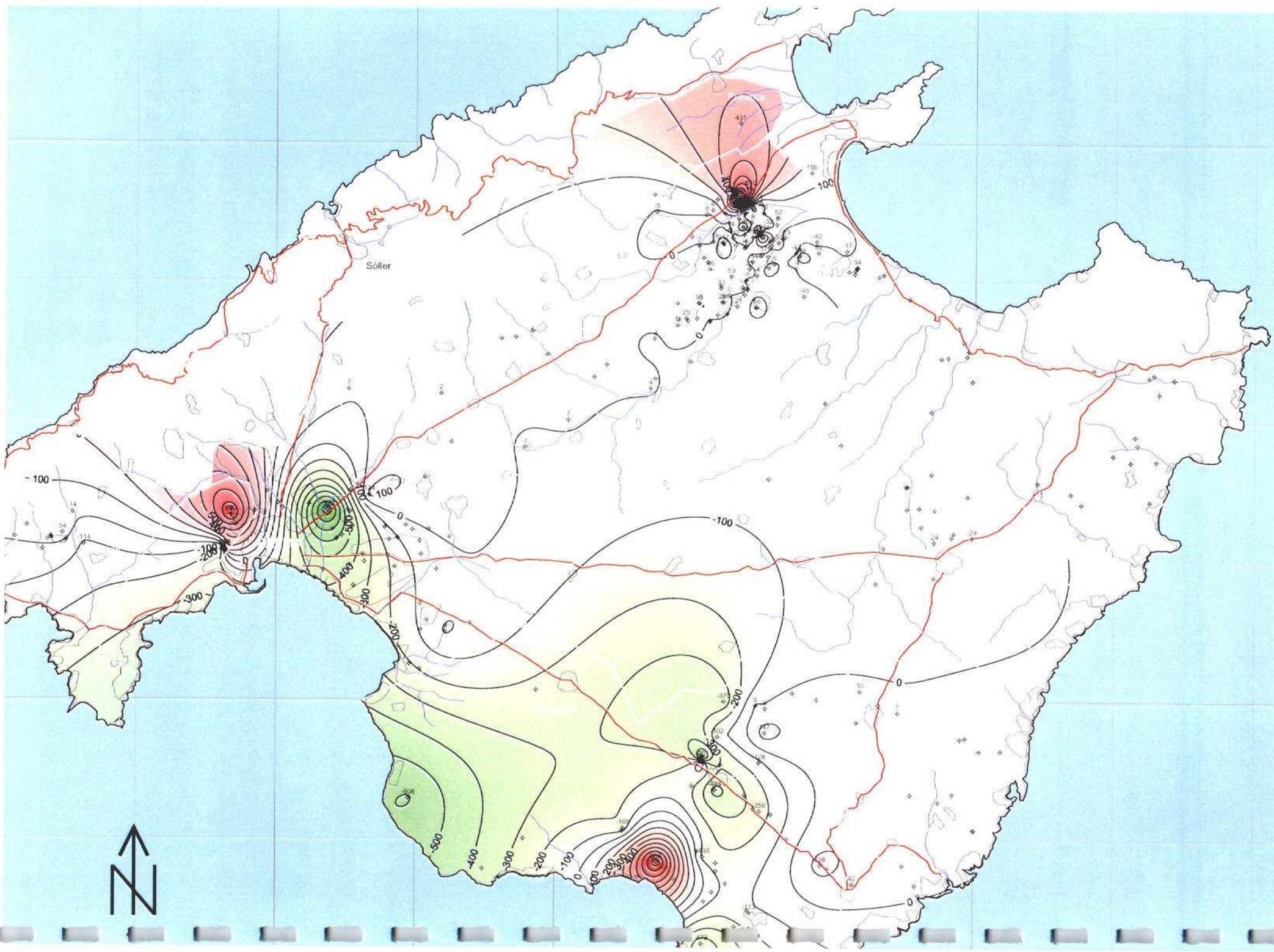
1400

1500

1600

1700

1800

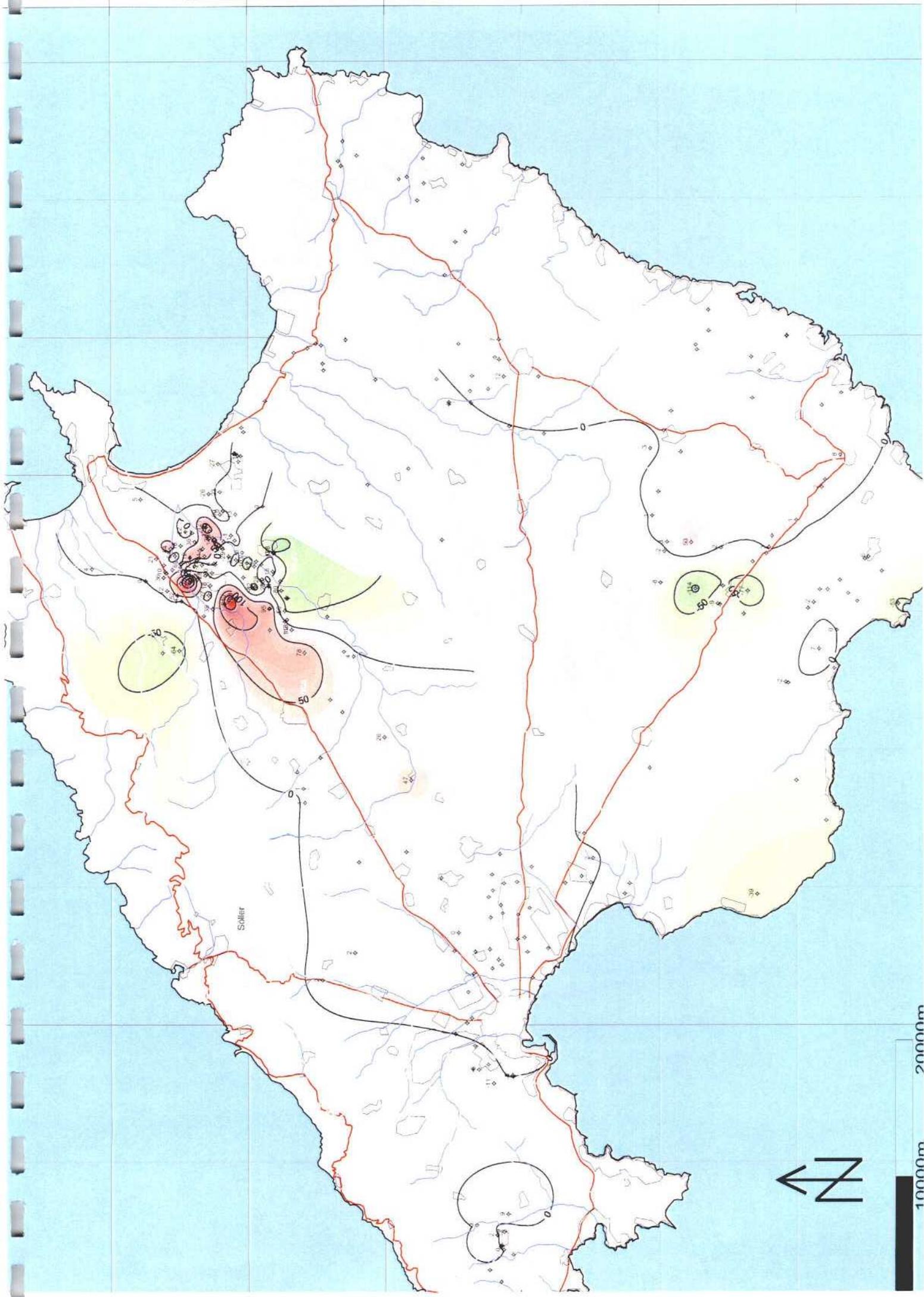


Dir



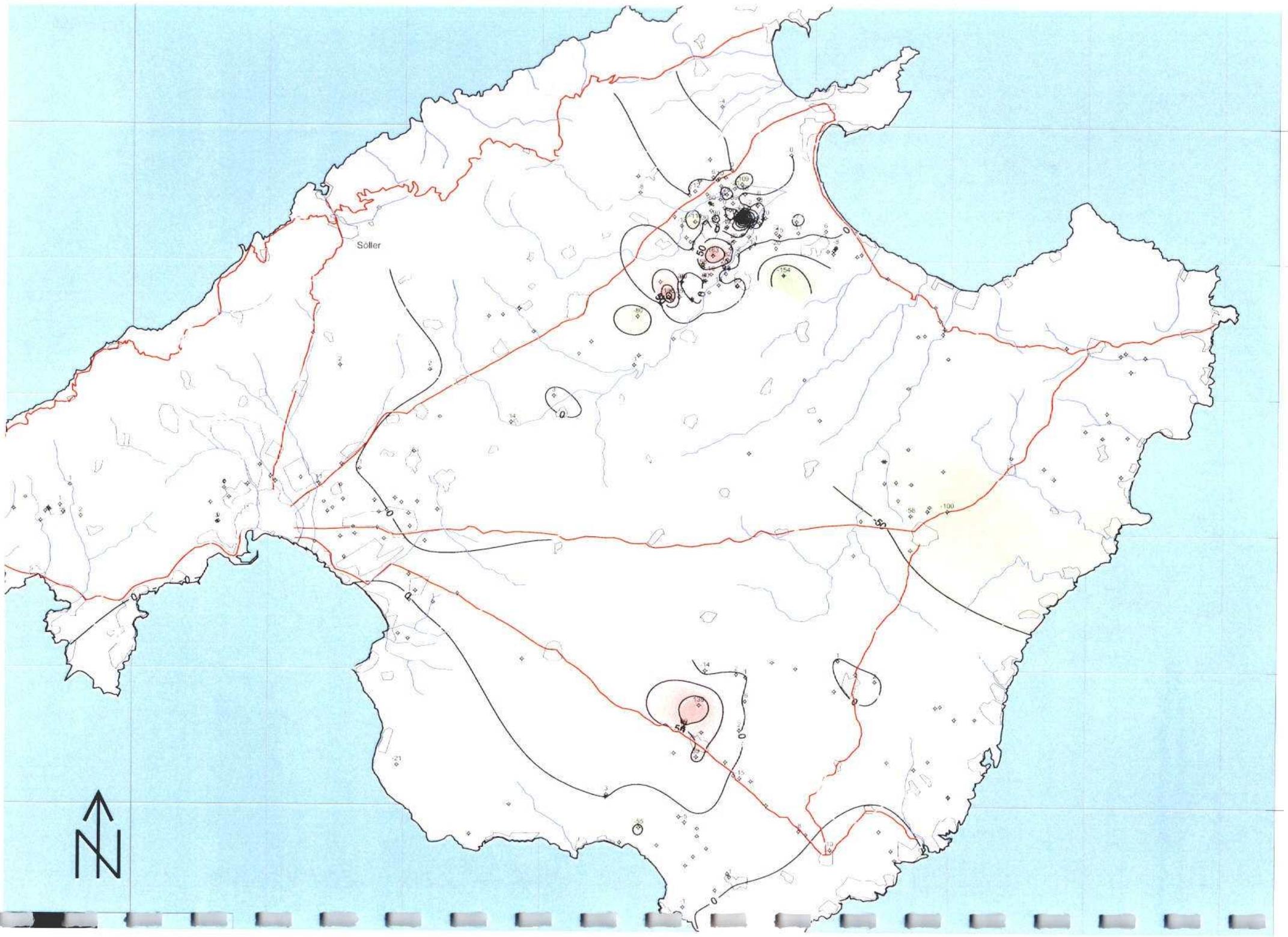
Dit

Ve



10000m 20000m



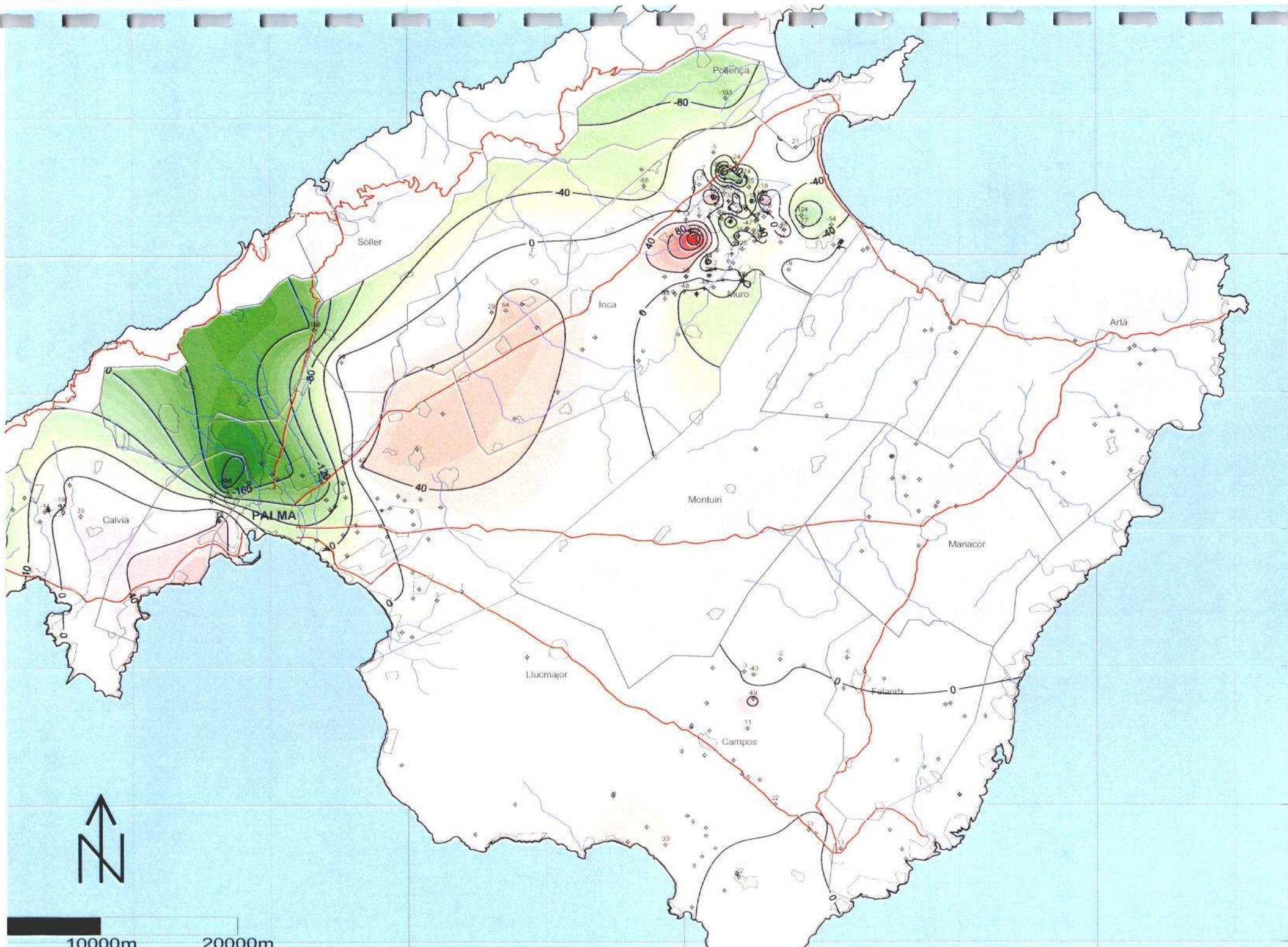


Soller



Direc

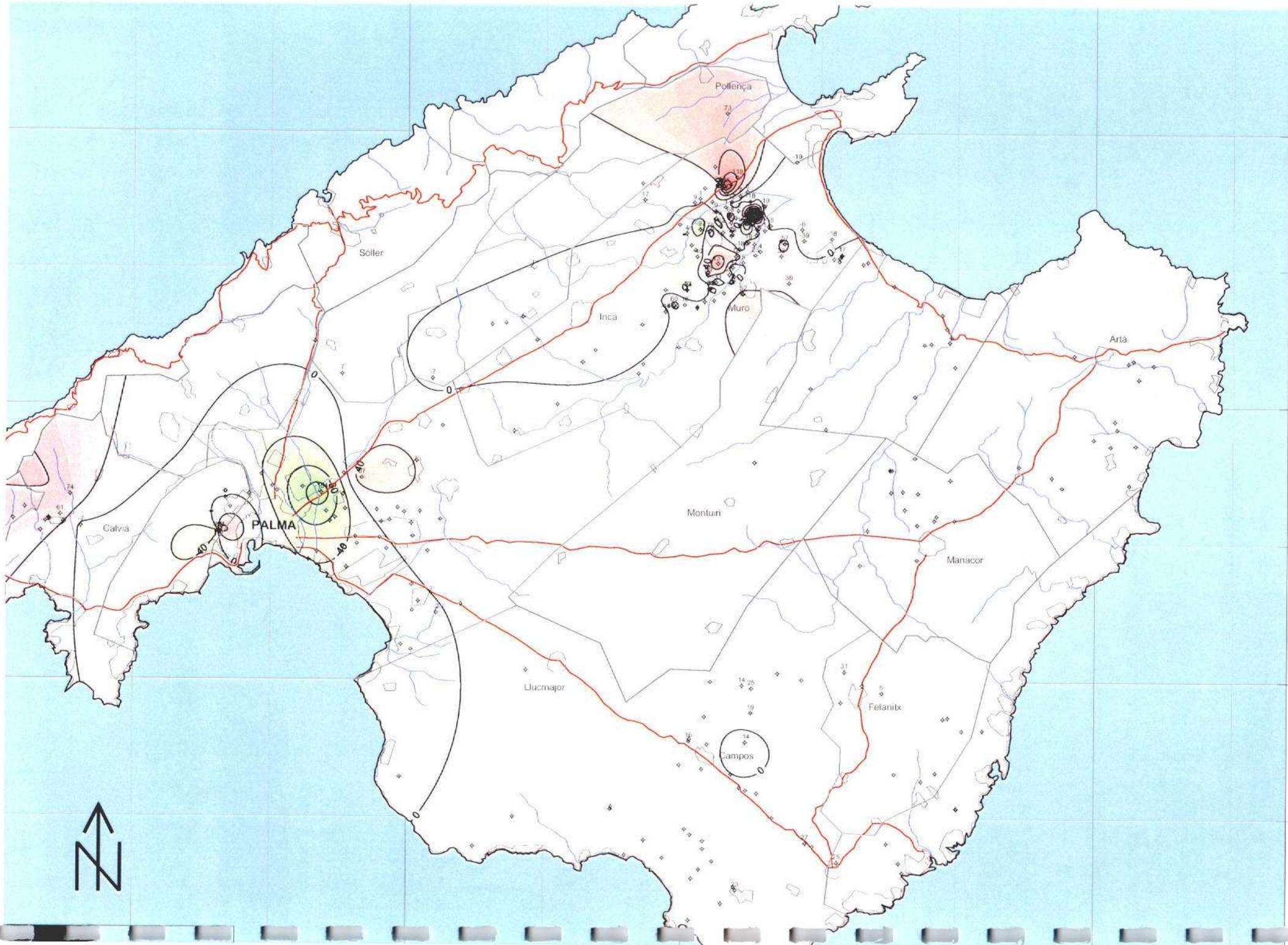
Va



Direcció

Vari

10000m 20000m



**G**  
Direcció

**L**

Vari



Han participado en la elaboración del presente informe los siguientes técnicos:

Por parte del Instituto Geológico y Minero de España:

D. José M<sup>a</sup> López García  
Dña. Rosa M<sup>a</sup> Mateos Ruíz  
D. Francisco Bautista Rodrigo

Por parte de la Direcció General de Recursos Hídrics:

Dña. Concepción González Casanovas

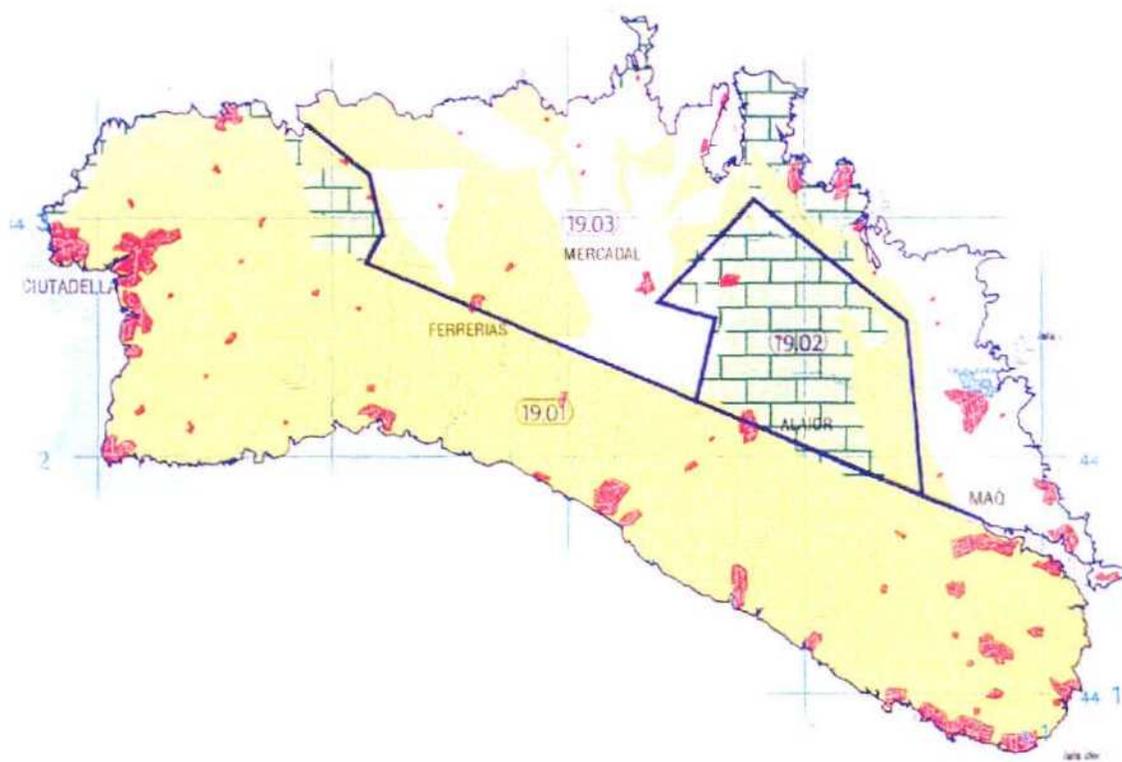


GOVERN BALEAR

Direcció General de Recursos Hidrics

# EL ESTADO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL ARCHIPIÉLAGO BALEAR

## Isla de Menorca – Años 2.001, 2002



MINISTERIO  
DE CIENCIA  
Y TECNOLOGÍA



Instituto Geológico  
y Minero de España

**ANEXOS**

**ANEXO I**

1. Tablas I. Red de piezometría
2. Mapa de situación de la red piezométrica

**ANEXO II**

1. Mapa de piezometría (2001)
2. Mapa de evolución piezométrica (2000-2001)
3. Mapa de piezometría (2002)
4. Mapa de evolución piezométrica (2001-2002)

**ANEXO III**

- 1-5. Diagramas de evolución piezométrica

**ANEXO IV**

1. Tabla II. Red de calidad
2. Mapa de situación de la red de calidad

**ANEXO V**

1. Mapa de isocloruros (2001)
2. Mapa de evolución de isocloruros (2000-2001)
3. Mapa de isocloruros (2002)
4. Mapa de evolución de isocloruros (2001-2002)
5. Mapa de isonitratos (2001)
6. Mapa de evolución de isonitratos (2000-2001)
7. Mapa de isonitratos (2002)
8. Mapa de evolución de isonitratos (2001-2002)
9. Mapa de isosulfatos (2001)
10. Mapa de evolución de isosulfatos (2000-2001)
11. Mapa de isosulfatos (2002)
12. Mapa de evolución de isosulfatos (2001-2002)

**ANEXO VI**

- 1-6. Diagramas de evolución de cloruros
- 1-6. Diagramas de Piper-Hill-Langelier

**ÍNDICE**

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>6</b>
<b>PIEZOMETRÍA DE LA ISLA DE MENORCA (2001-2002)</b> .....	<b>6</b>
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.01 MIGJORN</i> .....	6
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.02 ALBAIDA</i> .....	7
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.03 FORNELLS</i> .....	8
<b>CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA ISLA DE MENORCA (2001-2002)</b> .....	<b>9</b>
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.01 MIGJORN</i> .....	10
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.02 ALBAIDA</i> .....	12
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.03 FORNELLS</i> .....	13
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>14</b>
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.01 MIGJORN</i> .....	14
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.02 ALBAIDA</i> .....	15
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.03 FORNELLS</i> .....	15
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS HIDROGEOLÓGICOS</b> .....	<b>16</b>

## **ANTECEDENTES**

El presente informe constituye la continuación de la serie de informes anuales iniciada en el año 2000 en Menorca, y recoge e integra en un único documento la información obtenida de las redes de control durante los años 2001 y 2002 para la isla de Menorca.

Este analiza directamente la información relativa a la piezometría y a la calidad química de las aguas subterráneas, así como su evolución, en el período considerado, remitiendo al lector interesado al Informe Anual del año 2.000 en lo que se refiere a la caracterización geológica de cada una de las unidades hidrogeológicas en las que se divide la isla de Menorca, y a la evolución histórica de las redes de control desde su puesta en marcha.

## **PIEZOMETRÍA DE LA ISLA DE MENORCA (2001-2002)**

El análisis de la situación de la piezometría para el período de tiempo considerado se ha llevado a cabo a partir de las medidas mensuales de la red de control piezométrico de la DGRH. Se han seleccionado para la elaboración de mapas de isopiezas y de evolución las medidas correspondientes a la campaña de septiembre de los años 2001 y 2002, a fin de poder establecer comparaciones fiables interanuales. En septiembre de 2001 se contaron con un total de 79 piezómetros controlados, de un total de 86, mientras que el mismo mes del año 2002 sólo se obtuvieron medidas en un total de 60 puntos. La distribución de los distintos piezómetros en cada una de las unidades hidrogeológicas es muy irregular (Anexo I), existiendo unidades con una gran densidad de datos (Migjorn) frente a otras en que la información resulta muy escasa (Fornells) debido principalmente a la presencia de acuíferos muy reducidos en extensión y de interés únicamente local, que reducen drásticamente la presencia de pozos o sondeos que pueden ser empleados como piezómetros de control.

A continuación se recoge la situación de los niveles de agua subterránea de cada una de las unidades hidrogeológicas. Para ello, y cuando la densidad de datos así lo permite, se han realizado los correspondientes mapas de isopiezas y de evolución interanual para el período 2000-2001 y 2001-2002 respectivamente, recogidos en el Anexo II.

### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.01 MIGJORN**

El control piezométrico de la unidad Migjorn se lleva a cabo a partir de los datos de 70 piezómetros medidos mensualmente. Para el presente informe se han realizado mapas de piezometría para el mes de septiembre de 2001, y durante el mismo período de 2002, así como dos mapas de variación de niveles para el período 2000-2001 y 2001-2002. Además se han realizado gráficos de evolución histórica de la piezometría para el conjunto de la unidad y para varios puntos representativos de la misma (Anexo III).

El mapa de isopiezas correspondiente al segundo semestre del año 2001 (Anexo II.1) indica valores positivos para casi todo el conjunto de la unidad hidrogeológica, con cotas

## INTRODUCCIÓN

En el Archipiélago Balear las aguas subterráneas son el principal recurso hídrico, constituyendo un bien público de máximo interés que es necesario conservar. La realización de estudios periódicos que permitan conocer las características hidrogeológicas e hidroquímicas de las aguas subterráneas, así como su evolución en el tiempo, son indispensables para la correcta gestión de este recurso natural.

Dentro de este marco, por parte de la Direcció General de Recursos Hídrics (DGRH) del Govern Balear y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), adscrito al Ministerio de Ciencia y Tecnología, se han diseñado y puesto en explotación distintas redes de control de niveles piezométricos y calidad química de los acuíferos situados en las Islas Baleares que, en ocasiones, proceden de antiguas redes establecidas por organismos e instituciones ya extintas, y que cuentan con registros periódicos que se remontan a la primera mitad de la década de los 70.

El estudio de estas redes se ha ido potenciando con el tiempo, especialmente a raíz de la definición de las diferentes Unidades Hidrogeológicas realizado por el DGOH-ITGE en el año 1.989 y actualizado en 1.998 dentro de la Propuesta del Plan Hidrológico de las Islas Baleares. De este modo, se viene controlando periódicamente la piezometría, calidad química e intrusión marina en los sistemas acuíferos situados en el Archipiélago Balear.

A partir de la puesta en marcha del ACUERDO ESPECÍFICO ENTRE LA CONSELLERÍA DE MEDI AMBIENT, ORDENACIÓ DEL TERRITORI I LITORAL DEL GOVERN BALEAR Y EL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1.999, 2.000, 2.001) publicado en el BOE nº 78, Resolución de 20 de marzo de 2.000 con carácter de Convenio Específico de colaboración entre el Instituto Geológico y Minero de España y la Comunidad Autónoma de las Illes Balears, se contempló dentro de la definición de los trabajos, entre otros, la *“Realización de un Informe anual sobre el Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear. Se recopilará la información disponible de las redes de control de acuíferos de ambos Organismos, y al final de cada año se emitirá un informe que recoja de forma sencilla la evolución piezométrica y la calidad química de los diferentes acuíferos que constituyen el Archipiélago”*.

En este contexto se encuadra el presente informe referente al *“ESTADO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL ARCHIPIÉLAGO BALEAR. ISLA DE MENORCA”*, donde se refleja la situación de los niveles piezométricos y calidad de las aguas subterráneas de los sistemas acuíferos de esta isla para los años 2.001 y 2002, así como un análisis de su evolución histórica en los últimos 30 años, las variaciones sufridas con respecto al año 2000 en el que se realizó el informe inicial, y un planteamiento crítico de los problemas existentes y las propuestas de medidas adecuadas para su corrección.

## Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

la piezometría realizados para el mes de septiembre de los años 2001 y 2002, y los correspondientes mapas de variación interanual para los periodos 2000-2001 y 2001-2002 (Anexo II).

El mapa de isopiezas representativo del segundo semestre del año 2001 (Anexo II.1) presenta valores extremos de la cota piezométrica que oscilan entre los 15 m.s.n.m. en el sector limítrofe con la vecina unidad de Migjorn, y cerca de 70 m.s.n.m. en el sector septentrional de la unidad. El mapa de variación con respecto al año 2000 (Anexo II.2) indica un descenso general en la unidad que alcanza los 3,5 m en el sector septentrional. Únicamente el sector colindante con la vecina unidad de Migjorn registra un incremento en el nivel de 1,8 m.

Para el año 2002, la piezometría es similar (Anexo II.3), modificándose ligeramente los valores extremos que pasan de máximas superiores a los 78,5 m en el sector norte, a mínimas de 13,4 m en el límite meridional. El mapa de evolución interanual (Anexo II.4) es en este caso positivo para el conjunto de la unidad, con incremento de entre 1 y 2,5 m, a excepción de variaciones negativas puntuales en el sector septentrional y meridional que pueden obedecer a las extracciones por bombeo que se realizan.

Los gráficos de evoluciones históricas de los niveles (Anexo III) indican para el conjunto de la unidad un incremento medio de 0,37 m con respecto al año anterior, y una tendencia estable con respecto al año 1999. El punto nº 69 (Santa Bárbara), representativo de la unidad, presenta una evolución ligera hacia el descenso desde el año 1999 hasta finales de 2001, donde las fuertes precipitaciones registradas marcan el inicio de un proceso ligero de recuperación de niveles, si bien la tendencia general es estable.

### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.03 FORNELLS.**

Esta unidad hidrogeológica cuenta únicamente con 7 piezómetros de control, de los cuales sólo 2 tienen registros durante el período considerado, lo cual es insuficiente para la realización de mapas de isopiezas representativos. Algunos puntos aislados, muy cercanos a la línea de costa en el sector septentrional (Arenal d'en Castell) y en la zona de S'Albufera indican valores muy próximos a la cota cero.

Los gráficos de evoluciones medias para el conjunto de la unidad y de algunos puntos representativos (Anexo III) indican una tendencia general estable.

inferiores a 1 m sobre el nivel del mar en los sectores cercanos a la línea de costa y valores máximos que alcanzan los 70 m.s.n.m. en el sector central de la misma. Con cotas fuertemente negativas destaca la presencia de un cono de bombeo que desciende a 35 m por debajo del nivel del mar, localizado al Este de Ciutadella y que corresponde a las fuertes extracciones que se realizan en los sondeos de Es Caragolí para el abastecimiento a Ciutadella. Este cono de bombeo registraba valores sensiblemente inferiores durante el mismo período del año 2000, por lo que se ha producido una ligera recuperación (1,41 m) que se refleja en el mapa de evolución de la piezometría para el período 2000-2001 (Anexo II.2). Esta ligera recuperación es la única que se registra en el conjunto de la unidad para este período, ya que en el resto se registra un ligero descenso de los niveles, generalmente inferior a 1 m de diferencia de cota, excepto en el sector central de la unidad donde se registran descensos de nivel de hasta 9 m, similares a los que se presentan en el sector costero de Punta Prima, al sur de la localidad de Sant Lluís.

El mapa de isopiezas para el mismo mes del año 2002 (Anexo II.3) presenta valores extremos similares a los registrados en años anteriores, mientras que el mapa de variación de niveles para el período 2001-2002 marca claramente las diferencias más notables con respecto al mapa de isopiezas del año 2001. Así, en general se produce una ligera mejoría en buena parte de la unidad, desapareciendo las cotas negativas registradas en el sector de Punta Prima, que tornan a valores normales a la proximidad de la línea de costa (ligeramente inferior a 2 m de cota). Otra parte de la unidad registra ligeros descensos en los niveles, siempre inferiores a 0.5 m de diferencia, destacando de forma puntual un incremento de los descensos debido a las extracciones que se realizan en los sondeos de Es Caragolí, donde se alcanza para el año 2002 valores de cota que superan los 35 m bajo el nivel del mar, lo que supone un descenso de nivel de 3 m con respecto al mismo período del año anterior. Lo más destacable del mapa de variación de nivel para el período 2001-2002 (Anexo II.4) es la presencia de un incremento puntual positivo de los niveles al sureste de la localidad de Ciutadella (Binigarba, punto nº 20), donde se registra un incremento de cota de 20 m, pasando de valores iniciales en torno a los 10 m a recogerse valores próximos a 30 m.s.n.m.

Los gráficos de evolución de la piezometría (Anexo III) indican un descenso medio para el conjunto de la unidad de Migjorn de 0,04 m, es decir, prácticamente estable, mientras que con respecto a las medidas iniciales de la serie histórica en el año 1995 se ha producido un incremento medio de niveles de 0,43 m. Los gráficos de puntos representativos indican como el sector de Es Caragolí, próximo a Ciutadella, presenta valores negativos que se mantienen en torno a los -35 m de cota, con ligeras fluctuaciones (punto nº 2) o próximo a los 5 m.s.n.m. (punto nº 3) de manera prácticamente estable durante los últimos 3 años. Esta misma estabilidad interanual se refleja en el sector de Maó (punto nº 58), correspondiendo las mayores oscilaciones de nivel al sector central, en el que la tendencia interanual no queda claramente definida.

## **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.02 ALBAIDA**

El análisis de la piezometría en la unidad de Albaida se realiza a partir de 10 piezómetros de control con medidas mensuales (Anexo I), y de los mapas de isopiezas y de evolución de

Langelier (Anexo VI), basada en los iones mayoritarios presentes en el agua subterránea; así como los mapas de contenido en ion cloruro, indicativos del proceso de intrusión marina en la unidad hidrogeológica, así como los mapas de isocontenido en ión nitrato y sulfato para los años 2001 y 2002 (ver mapas del Anexo V). También se han realizado mapas de variación interanual para cada uno de los elementos descritos, con el fin de discriminar de forma rápida y fácil las áreas que han sido objeto de un incremento o un descenso en la concentración del parámetro considerado.

## **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.01 MIGJORN**

La unidad hidrogeológica 19.01 Migjorn, cuenta con un total de 87 puntos de control de la calidad, de los cuales 63 se han medido semestralmente durante el período 2001-2002. Cubren toda la extensión de la unidad, con especial concentración en los alrededores de las localidades de Maó y Ciutadella (Anexo IV).

### Cloruros

El análisis de contenido en ion cloruro (Anexo V) permite identificar las zonas afectadas por intrusión marina. Así se observa claramente en el mapa de isocloruros para el año 2001 (Anexo V.1), la presencia de concentraciones de ión cloruro que alcanzan los 2.800 mg/L en la zona costera más oriental de la isla, al Sur de Maó, entre las localidades de Villacarlos y S'Algar, y los 1180 mg/L al Sur de San Luis en las inmediaciones de Punta Prima. Igualmente se registran concentraciones elevadas en toda la línea costera de los alrededores de Ciutadella, en la costa occidental de la isla, con una fuerte entrada hacia el interior en las inmediaciones de la Cala Santandria, donde se registran valores que alcanzan los 1650 mg/L. Estas concentraciones quedan muy reducidas en magnitud cuando se comparan con el marcado cono de intrusión marina que se registra habitualmente al Este de la localidad de Ciutadella, donde el ión cloruro llega a alcanzar concentraciones que superan ampliamente los 4.000 mg/L. Ello es debido a las extracciones que se realizan en Es Caragolí para el abastecimiento urbano a la localidad de Ciutadella, y que en el presente mapa de isocloruros del año 2001 no queda reflejado en toda su extensión debido a la falta de analítica en este punto en el período considerado. El resto de la unidad presenta concentraciones de ión cloruro que oscilan entre los 100 y los 450 mg/L.

El mapa de variación de la concentración de ion cloruro entre los años 2000 y 2001 (Anexo V.2) indica un fuerte incremento de la concentración en el sector sur de Maó, con subidas de la concentración que rozan los 1800 mg/L. Igualmente, los focos de intrusión marina del sector occidental de la unidad muestran un claro incremento al sur y oeste de Ciutadella, con aumentos de la concentración de ion cloruro de 650 y 820 mg/L.

Para el año 2002 (Anexo V.3) la situación se muestra muy similar, con ligeros descensos en los sectores de Maó (-160 mg/L) y Ciutadella (-270 mg/L) y fuertes incrementos en el sector de Punta Prima (+686 mg/L) tal y como se recoge en el mapa de variación para el período 2001-2002 (Anexo V.4). El resto de la unidad se mantiene sin cambios notables.

**ESTADO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA ISLA DE MENORCA (2001-2002)**

El control de la calidad del agua en los acuíferos de la isla de Menorca se lleva a cabo mediante la analítica que se realiza en las muestras de agua procedentes de un total de 98 puntos que constituyen la red de calidad del IGME (Anexo IV). A estas muestras, que se toman como mínimo con periodicidad semestral, el IGME añade aquellas que puntualmente se recogen durante la realización de ensayos de bombeo, informes preceptivos, estudios locales, etc., y que son incluidas por su interés en la base de datos que al respecto posee la Oficina de Proyectos del IGME en Palma de Mallorca. A los parámetros fisicoquímicos principales, el IGME incorpora, en los casos en que lo considera necesario, el análisis de elementos menores que pueden ser de gran interés por motivos técnicos y científicos. De esta manera, la caracterización de la calidad de las aguas subterráneas en los acuíferos de la isla cuenta con un amplio respaldo de información disponible para la realización de estudios específicos en los elementos mayoritarios e incluso minoritarios que se encuentran presentes en las mismas.

De todos los parámetros analizados, a continuación se recoge la evolución de aquellos más representativos de las aguas subterráneas propias de los acuíferos de la isla. Los cationes e iones mayoritarios (calcio, sodio, magnesio, bicarbonato, cloruro y sulfato) permiten una clasificación del tipo de agua mediante el empleo de un diagrama trilinear (Piper), que permite asignar un sello de identidad al agua procedente de un acuífero y su estado evolutivo (ver Anexo VI).

Por otra parte, el análisis del contenido en ión cloruro es fundamental en los acuíferos conectados con la línea de costa para determinar el grado de intrusión de agua de mar en los mismos, sirviendo como criterio indirecto para determinar el grado de sobreexplotación de este tipo de acuíferos. Su presencia en acuíferos desconectados, aislados del mar, permite determinar la presencia de contaminantes naturales (presencia de sales en el subsuelo) o inducidos por el hombre (en el caso del empleo de aguas residuales, depuradas o no).

A este último aspecto contribuye también el control de la presencia de ión nitrato, muy frecuente como contaminante en zonas de regadío intensivo, y aportado al acuífero a partir de la aplicación incontrolada de fertilizantes nitrogenados. Este último es también analizado en el presente informe dada la presencia de concentraciones anómalas por encima de los niveles máximos marcados por la legislación actual en materia de aguas potables, en algunos sectores de la isla, que actualmente son objeto de estudio y control por parte de la Direcció General de Recursos Hídrics en colaboración con el IGME.

El resto de parámetros químicos analizados presenta valores normales, con excepciones puntuales, como elevadas concentraciones de sulfatos de origen natural (por presencia de yesos en el subsuelo).

A continuación se describe para cada una de las unidades hidrogeológicas de la isla de Menorca la caracterización hidrogeoquímica de acuerdo con la clasificación de Piper-Hill-

### Sulfatos

El análisis del mapa de isocontenido en sulfatos para el año 2001 (Anexo V.9) indica concentraciones medias en la unidad de 45 mg/L, superándose tan sólo el valor de referencia de 250 mg/L en tres puntos del sector oriental de la unidad de Migjorn: al suroeste (1860 mg/L), al sureste (332 mg/L) y al norte (610 mg/L) de Maó. Para el año 2002 (Anexo V.11) sólo se mantienen dos de estos puntos con concentraciones superiores a 250 mg/L (norte y sureste de Maó), siendo el descenso de la concentración de sulfatos casi generalizada en toda la unidad de Migjorn, excepto en el sector sureste de Maó donde se registra un incremento superior a los 1200 mg/L.

### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.02 ALBAIDA**

La unidad hidrogeológica 19.02 Albaida, cuenta con una red de calidad formada por 9 puntos de control, de los cuales 6 se han medido semestralmente durante el año 2001 y 8 durante el año 2002 (Anexo IV).

### Facies hidroquímica (Diagrama de Piper-Hill-Langelier)

En su mayor parte se trata de aguas de facies mixta, tal y como refleja el diagrama trilinear del punto 75 (Anexo VI) representativo de esta facies. En el sector central (punto 74) la facies fluctúa entre mixta a netamente sulfatada cálcica, debido a que existe una conexión con facies del Keuper con alto contenido yesífero, que contaminan el acuífero con sulfatos procedentes de su disolución cuando las extracciones son muy intensas. .

### Cloruros

En esta unidad la concentración de ión cloruro, recogida en el mapa de isocloruros (Anexo V.1) apenas rebasa los 250 mg/L (278 mg/L) tanto para los años 2001 como para el 2002 (Anexo V.2). La evolución de la concentración que se recoge en los mapas de evolución interanual para el período 2000-2001 (Anexo V.3) y 2001-2002 (Anexo V.4) indican fluctuaciones poco representativas, lo que indica que no existen problemas de contaminación por intrusión marina en esta unidad.

### Nitratos

La concentración en ión nitrato es muy baja en casi toda la unidad, tal y como muestra el mapa de isnitratos (Anexo V.5), oscilando ente 8 y 19 mg/L, siempre muy por debajo del máximo tolerable para aguas de consumo humano. En el sector noreste se registra un valor puntual que supera los 50 mg/L, llegando a alcanzar los 58 mg/L, constituyendo la única anomalía reconocible en esta unidad. Para el año 2002 (Anexo V.7) se registra un incremento de hasta 50 mg/L en todo el sector centro y noreste de la unidad (ver mapa de variación de la concentración de ion nitrato para el período 2001-2002, Anexo V.8), encontrándose concentraciones que superan el límite de 50 mg/L en buena parte del sector centro-norte de la unidad, con valores que llegan a alcanzar los 108 mg/L.

**Facies hidroquímica (Clasificación de Piper-Hill-Langelier)**

La variación de la concentración de ion cloruro a lo largo del tiempo es la principal responsable de la modificación de la tipología de las aguas subterráneas. Así, la representación sobre un diagrama de Piper de los registros históricos (ver Informe Anual año 2000, Anexo III) mostraba un conjunto de aguas mixtas en la unidad de Migjorn, evolucionando desde las netamente bicarbonatadas sódico-cálcicas hasta las marcadamente cloruradas sódicas, predominando estas últimas. En el Anexo VI se recogen los gráficos de evolución de la concentración de ion cloruro a lo largo de toda la serie histórica, así como la representación en un diagrama de Piper de las muestras correspondientes a los años 2001 y 2002. Las variaciones registradas en los últimos años son mínimas, existiendo un claro predominio de la facies clorurada sódica en los sectores con problemas de intrusión marina (Maó, Ciutadella), mientras que en el resto de la unidad se recogen facies mixtas a bicarbonatadas calco-sódicas. Únicamente el punto 57, situado en el sector oriental de la unidad presenta una evolución desde la facies mixta que se registraba en el año 2000 a netamente clorurada sódica en el año 2002, indicando un claro avance del proceso de intrusión en el sector.

**Nitratos**

En cuanto a la concentración de ión nitrato, en el año 2001 (Anexo V.5) se registran las dos áreas principales en las cuales se supera la concentración máxima admisible para aguas de consumo humano (50 mg/L) que ya fueron identificadas en informes anteriores: por un lado el sector oriental de la isla, concretamente en una franja que une las localidades de Villacarlos y San Clemente, lugar este último donde se llegan a alcanzar valores de 124 mg/L de ión nitrato, y cuyo origen podría estar relacionado con una contaminación de tipo industrial/urbano dado el poco desarrollo agrícola del sector; y por otro lado el extremo occidental de la isla donde se encuentran tres focos principales. Los dos primeros al Noreste y Sureste de la localidad de Ciutadella, presentan concentraciones que alcanzan los 92 mg/L de ión nitrato y que pueden obedecer a la actividad ganadera. Un tercer punto que destaca con concentraciones similares en la línea de costa junto a la urbanización “Los Delfines” y cuya concentración, también de 92 mg/L, puede obedecer a la actividad urbana. El resto de la unidad presenta valores inferiores a los 50 mg/L. El mapa de variación de la concentración de ion nitrato para el período correspondiente a los años 2000-2001 (Anexo V.6) se muestra muy variable con aumentos puntuales en los sectores al sur de Maó y Ciutadella del orden de 18 mg/L, así como en algunos sectores del centro de la unidad. Igualmente se registran descensos de concentración en varios puntos al sureste y suroeste de Maó, y al norte de Ciutadella. Para el año 2002 la concentración de ion nitrato permite obtener el mapa del Anexo V.7 en el cual se registran importantes variaciones, no tanto en la distribución de las áreas contaminadas como en la extensión y concentración que se registra en las mismas. El mapa de variación para el período 2001-2002 (Anexo V.8) muestra claramente como se ha producido un descenso casi generalizado de la concentración en los sectores contaminados de Maó y Ciutadella, con bajadas que pueden superar los 30 mg/L. De igual forma se localizan incrementos en puntos aislados, denotando el carácter puntual que muchas veces presenta este tipo de contaminante, con fuertes oscilaciones temporales.

## CONCLUSIONES

A continuación se describe brevemente el estado que presentan actualmente cada una de las unidades hidrogeológicas en que se divide la isla de Menorca, destacando aquellas características que presentan anomalías de importancia y las posibles actuaciones tendentes a su corrección o recuperación.

### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.01 MIGJORN.**

La unidad hidrogeológica de Migjorn mantiene aguas de calidad media, con aguas de tipo mixto en la mayor parte del sector central de la unidad, empeorando notablemente en los extremos oriental y occidental junto a las localidades de Maó y Ciutadella, donde la facies clorurada sódica es representativa de amplios sectores de la franja costera y áreas del interior (sector Este de Ciutadella). En ambos extremos existen concentraciones elevadas de ión cloruro debido a la intrusión marina generada por los bombeos, para el abastecimiento principalmente, alcanzándose concentraciones superiores a los 4 g/L al Este de la localidad de Ciutadella y 2,8 g/L en las proximidades de Maó. La tendencia interanual es hacia el aumento progresivo en la concentración de cloruros en ambos sectores. La distribución de ión nitrato sigue pautas similares, con focos que superan los 50 mg/L en los alrededores de Maó y San Clemente (donde se registra el máximo de 124 mg/L) y Ciutadella, debido a la actividad industrial y ganadera. El sector central de la unidad no presenta problemas de intrusión marina, dada la elevada piezometría que se registra en los alrededores de Mercadal, con valores que superan los 60 m.s.n.m., frente a los registros inferiores a 5 m.s.n.m. que se extienden ampliamente en el extremo oriental y especialmente en el extremo occidental de la unidad. La presencia de concentraciones ligeramente elevadas en ión sulfato son de carácter puntual y asociadas a la litología propia del acuífero, por lo que no son significativas del estado general de la unidad, si bien en las extracciones para el abastecimiento de Ciutadella las aguas analizadas llegan a marcar una facies de tipo clorurado-sulfatado. No existen otros indicios de alteración de la calidad en la unidad.

La tendencia actual parece indicar un progresivo aumento en la extensión del proceso de intrusión marina en los alrededores de las localidades de Maó y especialmente de Ciutadella, tal y como recogen los gráfico de evolución de la concentración de ion cloruro.

En el sector occidental de la unidad se registran concentraciones elevadas de ión cloruro que dan lugar a facies cloruradas sódicas en amplios sectores al Sur (puntos 24 y 25), al Este (puntos 16 y 13), al N (punto 9) y NO (punto 8) de la localidad de Ciutadella. En algunos casos, como los que registran los gráficos de evolución de la concentración de ión cloruro de los puntos 13 y 16, situados en las inmediaciones de la zona de bombeo para abastecimiento urbano de Es Caragolí, el incremento en ión cloruro es destacable en los últimos años, pasando de valores inferiores a los 200 mg/L a principios de los años 80 hasta alcanzar los 700 mg/L en el entorno del punto de extracción, lugar en el que se superan los 4.000 mg/L. Este aumento de concentración ha dado lugar éste último a la evolución de la facies hidroquímica en algunos sectores donde inicialmente era de tipo mixto hacia facies cada vez más cloruradas. Una evolución similar se registra en el punto 8, ubicado en la zona cercana a la línea de costa al Oeste de la localidad de Ciutadella

### Sulfatos

El mapa de contenido en ión sulfato para el año 2001 (Anexo V.9) no presenta anomalías destacables, existiendo una concentración ligeramente superior a los 250 mg/L en sólo dos puntos situados en el centro y este de la unidad. El mapa de evolución interanual (Anexo V.10) muestra un acusado descenso en el contenido en sulfatos en el sector central de la unidad, donde se registraba una fuerte anomalía (1670 mg/L) en el año 2000. Esta anomalía vuelve a mostrarse en el año 2002, donde se registra una concentración de sulfatos de 1380 mg/L (Anexo V.11). Esta fuerte oscilación puede reflejar la presencia de sulfatos durante los períodos de bombeo más intenso, debido a la presencia de la facies Keuper cargada de yesos en la base de la perforación.

### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.03 FORNELLS**

La red de control en esta unidad está formada únicamente por dos puntos de muestreo, siendo muy reducida su representatividad para el conjunto de la unidad (Anexo IV).

### Facies hidroquímica (Diagrama de Piper-Hill-Langelier)

La facies deducida de los diagramas de Piper de la serie histórica indica que se trata de un agua de tipo mixto clorurada-sulfatada sódico-magnésica. No existen análisis químicos suficientes para actualizar esta información durante el período considerado.

### Cloruros

Existe un único análisis puntual situado al norte de la localidad de Ferreries que indica una concentración ligeramente elevada de ion cloruro (817 mg/L) y que puede deberse a la presencia de sales en el sustrato rocoso, ya que se encuentra muy al interior y los acuíferos de esta unidad son de reducidas dimensiones y escasa permeabilidad, descartándose su conexión hidráulica con el mar.

### Nitratos

El único punto con analítica antes descrito presenta una muy reducida concentración de ion nitrato (3 mg/L).

### Sulfatos

Los sulfatos presentan en este punto valores de concentración normales, situándose en 120 mg/L.

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS HIDROGEOLOGICOS**

**ACUÍFERO:** Rocas o sedimentos cuyos poros, grietas y fisuras pueden ser ocupados por el agua y en los que ésta puede circular libremente, en cantidades apreciables, bajo la acción de la gravedad.

Existen otras definiciones que dan idea de un aprovechamiento económico del agua encerrada en un acuífero: aquel estrato o formación geológica que permitiendo la circulación del agua por sus poros o grietas, hace que el hombre pueda aprovecharla en cantidades económicamente apreciables para subvenir a sus necesidades.

**ACUÍFERO CONFINADO:** Acuífero limitado en su parte superior por una capa de permeabilidad muy baja, a través de la cual el flujo es prácticamente inapreciable. El agua contenida en los mismos está sometida a una cierta presión, superior a la atmosférica, y ocupa la totalidad de los poros y huecos de la formación geológica que los contiene.

**ACUÍFERO COSTERO:** Tipología de acuífero en función de su ubicación geográfica, en este caso situado en contacto hidráulico con el mar, y, por tanto, tiene una zona invadida por agua salada.

**ACUÍFERO SALINO ( o salinizado):** Acuífero caracterizado por que sus aguas subterráneas presentan un alto contenido en sales disueltas que impiden su utilización para cualquier uso consuntivo.

**ACUÍFERO SOBREEXPLOTADO:** Se considera un acuífero sobreexplotado cuando se está poniendo en peligro inmediato la subsistencia de los aprovechamientos existentes en el mismo, como consecuencia de venirse realizando extracciones anuales superiores al volumen medio de los recursos anuales renovables, o que se produzca un deterioro grave de la calidad del agua. La existencia de riesgo de sobreexplotación se apreciará también cuando la cuantía de las extracciones referida a los recursos renovables del acuífero genere una evolución de éste que ponga en peligro la subsistencia a largo plazo de sus aprovechamientos. . El concepto de sobreexplotación caracteriza una situación en la que se manifiestan efectos indeseables. Estas situaciones no tienen una definición sencilla, el problema radica en que la determinación del óptimo de una explotación no es fácil, ya que son múltiples y diversos (económicos, de calidad, ecológicos) los criterios de aplicación.

**ACUÍFEROS LIBRES:** Acuífero en el que el material permeable se extiende hasta la superficie. En ellos, la superficie libre del agua está en contacto directo con el aire y por lo tanto a presión atmosférica.

**CABALGAMIENTO:** Movimiento tectónico que lleva a un conjunto de materiales a cubrir a otro mediante un contacto anormal poco inclinado (superficie de cabalgamiento). También, recubrimiento resultante de este movimiento (lámina o escama de cabalgamiento).

### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.02 ALBAIDA**

Se trata de una unidad con aguas de calidad aceptable, fundamentalmente de tipo bicarbonatado cálcico y mixto, si bien puntualmente se registran aguas de calidad deficiente debido a problemas de contaminación natural por la presencia de materiales yesíferos del Triásico superior en algunas de las perforaciones, dando lugar a aguas de tipo sulfatado cálcico y mixto (punto 74, Anexo VI). Aparte de la elevada concentración de ión sulfato, que puede superar los 1.300 mg/L en el sector central y nororiental, se han registrado en los últimos dos años la presencia de concentraciones elevadas de ion nitrato, que llegan a duplicar los máximos permitidos por la legislación vigente para aguas de consumo humano.

Los niveles piezométricos se muestran muy elevados en el sector septentrional de la unidad, superándose la cota +70 m, lo que unido a la desconexión con la vecina unidad de Fornells impide que se produzcan procesos de intrusión marina en todo este sector. La piezometría desciende progresivamente hacia la unidad vecina de Migjorn, con la cual la conexión hidráulica es poco clara. En la línea de unión se registra el mínimo piezométrico que se sitúa en torno a los 15 m.s.n.m.

### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.03 FORNELLS**

Debido a la alta compartimentación de los acuíferos que constituyen esta unidad, y a la reducida explotación que de los mismos se efectúa en la actualidad, no existe una red de amplitud suficiente para caracterizar el conjunto de la misma, obteniéndose únicamente indicios puntuales de la calidad de la misma.

por la presencia de huecos por disolución de la caliza y por fisuras debidas a la fracturación de la roca.

**SONDEO:** Perforación realizada en el suelo por medios mecánicos destinado a la explotación de un acuífero con diámetros inferiores a 1 m

**SUPERFICIE FREÁTICA (o nivel freático):** constituye el límite superior de la zona saturada de un acuífero libre. Es lo mismo que el nivel piezométrico pero para acuíferos libres.

**SUPERFICIE PIEZOMÉTRICA (o nivel piezométrico):** Superficie definida por todos los puntos en los que la presión del agua de un acuífero libre o confinado es igual a la presión atmosférica. Su geometría puede establecerse a partir de las observaciones del nivel piezométrico en un número suficiente de pozos que penetren en la zona saturada del acuífero.

**UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS:** Uno o varios acuíferos agrupados a efectos de conseguir una racional y eficaz administración del agua.

**USO CONSUNTIVO:** Captación de un recurso hídrico de su ubicación natural para utilizarlo con fines domésticos, agrícolas e industriales

**YESOS:** Roca formada por sulfato de calcio hidratado. El comportamiento frente a la circulación hídrica esta condicionado por la baja permeabilidad del yeso excepto cuando existan presencia de huecos por disolución del yeso y por fisuras debidas a la fracturación de la roca

**ZONA SATURADA:** Zona de un acuífero en la que los poros están ocupados en su totalidad por agua.

**DETRÍTICOS (materiales):** Rocas constituidas por la acumulación de fragmentos de diversa naturaleza y tamaño. Las partículas constituyentes reciben distintos nombres según su tamaño, que de menor a mayor diámetro son, **arcilla**, limo, arena y grava, denominaciones válidas también para los sedimentos correspondientes. El comportamiento frente a la circulación hídrica puede variar en las rocas constituidas por los mayores tamaños de grano, que son los que por su permeabilidad presentan interés hidrogeológico, según que los granos estén o no trabados con la presencia de una matriz (constituida por granos de menor tamaño) o cemento (de precipitación química). Las arcillas tienen una permeabilidad muy baja.

**FACIES:** Categoría en la que se puede encuadrar un elemento en función de sus características. Por ejemplo, una roca en función de sus características litológicas, o una muestra de agua en función de sus características físico-químicas.

**INFRALÍAS:** División estratigráfica que comprende al Rhetiense (actualmente situado en el Triás, pero antes en el Jurásico) y el Hettangiense (era secundaria).

**INTRUSIÓN MARINA:** Penetración tierra adentro de la interfase agua dulce-agua salada en los acuíferos costeros por el efecto inducido artificialmente (bombeos) de reducción significativa en el flujo subterráneo de agua dulce que originalmente descargaba al mar

**KEUPER:** Parte del Triásico superior (era secundaria) donde se encuentran generalmente arcillas rojas y verdes con yesos.

**LÍAS:** Parte inferior del Jurásico (era secundaria). Adj. liásico.

**MARGAS:** Roca sedimentaria formada por una mezcla de caliza y arcilla. La permeabilidad es muy baja

**PIEZÓMETRO:** Pozo o sondeo utilizado para medir la altura piezométrica en un punto dado del acuífero

**POZO:** Perforación de gran diámetro realizada en el suelo (superior a 1 metro) mediante excavación manual y destinada a la extracción de agua subterránea

**RECARGA ARTIFICIAL:** Es la introducción forzada (no natural) del agua en un acuífero para aumentar la disponibilidad y/o mejorar la calidad del agua subterránea.

**RECURSOS:** Es una cifra equivalente al total de la recarga o alimentación de un acuífero. Sus unidades son las de un caudal y se suelen referir a un tiempo determinado.

**ROCAS CALIZAS:** Rocas sedimentarias constituidas esencialmente por carbonato de calcio. El comportamiento frente a la circulación hídrica está favorecido por la presencia de huecos por disolución de la caliza y por fisuras debidas a la fracturación de la roca.

**ROCAS DOLOMÍTICAS:** Rocas sedimentarias constituidas esencialmente por carbonato de calcio y magnesio. El comportamiento frente a la circulación hídrica está favorecido

TABLA I - RED DE CONTROL PIEZOMÉTRICO DE LA ISLA DE MENORCA

Nº ID	DGRH	IGME	UH	X UTM	Y UTM	Nº ID	DGRH	IGME	UH	X UTM	Y UTM
1	Binigafull	422450028	1	576524	4431387	39	22 Hort Timoner	422580045	1	596178	4415915
2	3 Es Caragolí	422450029	1	574935	4429452	40	6 Cala'n Porter	422580046	1	597011	4415332
3	13 Es Caragolí	422450030	1	575224	4429721	41	19 Cala'n Porter	422580047	1	596785	4414508
4	15 Son Bernardi	422450031	1	572661	4432805	42	20 Cala'n Porter	422580048	1	596842	4414403
5	14 Son Salomó	422450032	1	571047	4431003	43	27 Torre d'en Gaumes	422580049	1	595590	4417874
6	7 Matadero	422450033	1	573327	4428783	44	4 La Troitxa	432510027	1	598178	4420753
7	27 Son Planas	422460012	1	579350	4430565	45	6 Turó Amagat	432550095	1	604994	4415761
8	11 Son Olivaret	422510033	1	571247	4421815	46	3 Militars	432550096	1	605104	4416433
9	16 Son Vell	422510034	1	573971	4420710	47	18 Monple	432550097	1	601726	4416783
10	9 Parella Vell	422510035	1	572648	4424083	48	19 Bini Calaf	432550098	1	600148	4414251
11	17 Es Pinaret	422510036	1	572179	4426015	49	20 Depu. Sant Climent	432550099	1	602683	4414604
12	18 San Juan de Missa	422510037	1	575211	4424786	85		432550100	1	603667	4411670
13	Son Alzina	422510038	1	575831	4422808	50	7 Son Dominget	432550101	1	598485	4415501
14	24 Macarella	422520013	1	580123	4421655	51	26 Torralba d'en Salort	432550102	1	599722	4418962
15	25 Macarella	422520014	1	580052	4421943	52	1 Malbúguer	432560137	1	607449	4414468
16	26 Macarella	422520015	1	580142	4422065	53	16 Malbúguer	432560138	1	607560	4415164
17	22 Cala Galdana	422520016	1	582111	4421727	54	1 Trepucó	432560139	1	609029	4414763
18	23 Cala Galdana	422520017	1	582336	4421842	55	2 Torre Nova	432560140	1	610635	4414071
19	19 Cala Galdana	422520018	1	582234	4422276	56	3 Torraixa nou	432560141	1	609645	4412999
20	Binigarba	422520019	1	577279	4427798	57	4 Binissaida de sa creu	432560142	1	610899	4412572
78		422520020	1	580582	4425768	58	5 Depuradora	432560143	1	608536	4411521
79		422520021	1	580320	4427651	86		432560144	1	609860	4410800
21	28 Bella Ventura	422520022	1	578665	4425525	59	9 Binibequer	432620029	1	607193	4408484
22		422530050	1	585590	4425020	60	7 Binibequer	432620030	1	605476	4409212
23	2 Ajuntament	422530053	1	589366	4422631	61	11 Sant Domingo	432620031	1	609315	4408890
24	7 Sant Tomás	422530054	1	589285	4419396						
25	1 Federico Moll	422530055	1	589918	4423285	62		422540012	2	597000	4426938
26	9 Son Xuda	422530056	1	589918	4423356	63	9 Sa Roca	422540013	2	597692	4426739
27	10 Son Xuda	422530057	1	590032	4423446	64	1 L'Enzell	422540015	2	595811	4427325
28	11 Son Xuda	422530058	1	590008	4423360	87		422540017	2	597019	4423340
29	5 Font Rodones	422530059	1	590575	4424065	65	30 Binimasoc	432510021	2	602164	4425529
30	2 Son Telm	422530060	1	585781	4425762	66	28 Binifabini	432510022	2	600900	4427381
80		422530061	1	587648	4423020	67	8 Sa Roca	432510023	2	598115	4427241
81		422540014	1	594409	4420243	68	31 Bella Ventura	432510024	2	600131	4421217
31	18 Depuradora	422540016	1	596784	4420476	69	32 Santa Barbara	432510025	2	600374	4423432
32	29 Sant Tomás	422540017	1	597019	4423340	70	33 Santa Rosa de Lima	432510026	2	601744	4419716
33	24 Ses Canessies	422570003	1	591005	4418600						
34	25 Son Benet	422570004	1	590555	4418435	71	6 Son Parc	432450012	3	599026	4431916
82		422570005	1	590867	4418065	72	7 Son Parc	432450013	3	599082	4431301
83		422570006	1	590552	4418280	73	12 Albufera d'es Grau	432520001	3	608112	4422797
35	8 Torre Soli	422580037	1	591182	4418537	74	13 Albufera d'es Grau	432520002	3	608073	4422908
36	23 Ses Canessies	422580038	1	591225	4418752	75	14 Albufera d'es Grau	432520003	3	608046	4423078
37	9 Torre Soli	422580039	1	591248	4418101	76	9 Platja d'es Grau	432520004	3	608235	4423023
84		422580042	1	591301	4417715	77	11 Platja d'es Grau	432520005	3	608238	4423098
38	21 Hort Rosselló	422580044	1	596451	4415097						

## **ANEXO I**

- 1.-Tabla I. Red de control piezométrico
- 2.-Mapa de situación de la red piezométrica

## **ANEXO II**

- 1.-Mapa de Isopiezas (2001)
- 2.-Mapa de evolución piezométrica (2000-2001)
- 3.-Mapa de Isopiezas (2002)
- 4.-Mapa de evolución piezométrica (2001-2002)

# MAPA DE PIEZOMETRÍA (2º semestre 2001)

## MENORCA

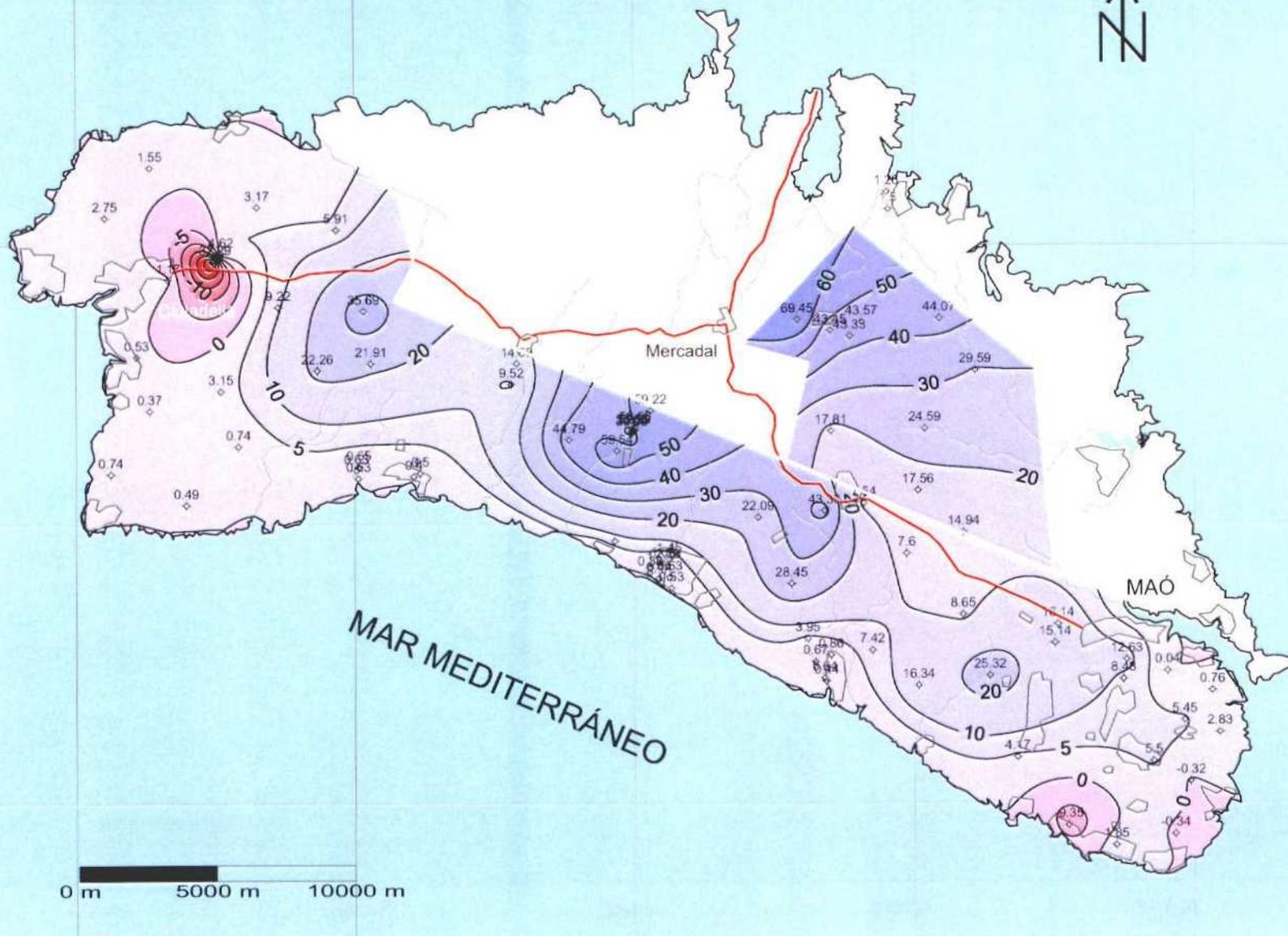
4440000

4430000

4420000

4410000

Anexo II.1



0 m 5000 m 10000 m

570000

580000

590000

600000

610000



Instituto Geológico y Minero de España



GOVERN BALEAR

Direcció General de Recursos Hídrics

### LEYENDA

Cota de nivel (m)



# EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA (2º sem. 2001-1º sem. 2000)

4440000

## MENORCA

4430000

4420000

4410000

Anexo II.2

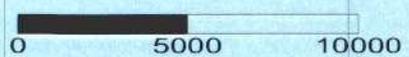
570000

580000

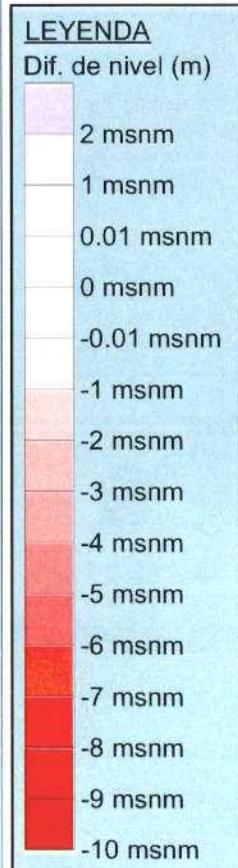
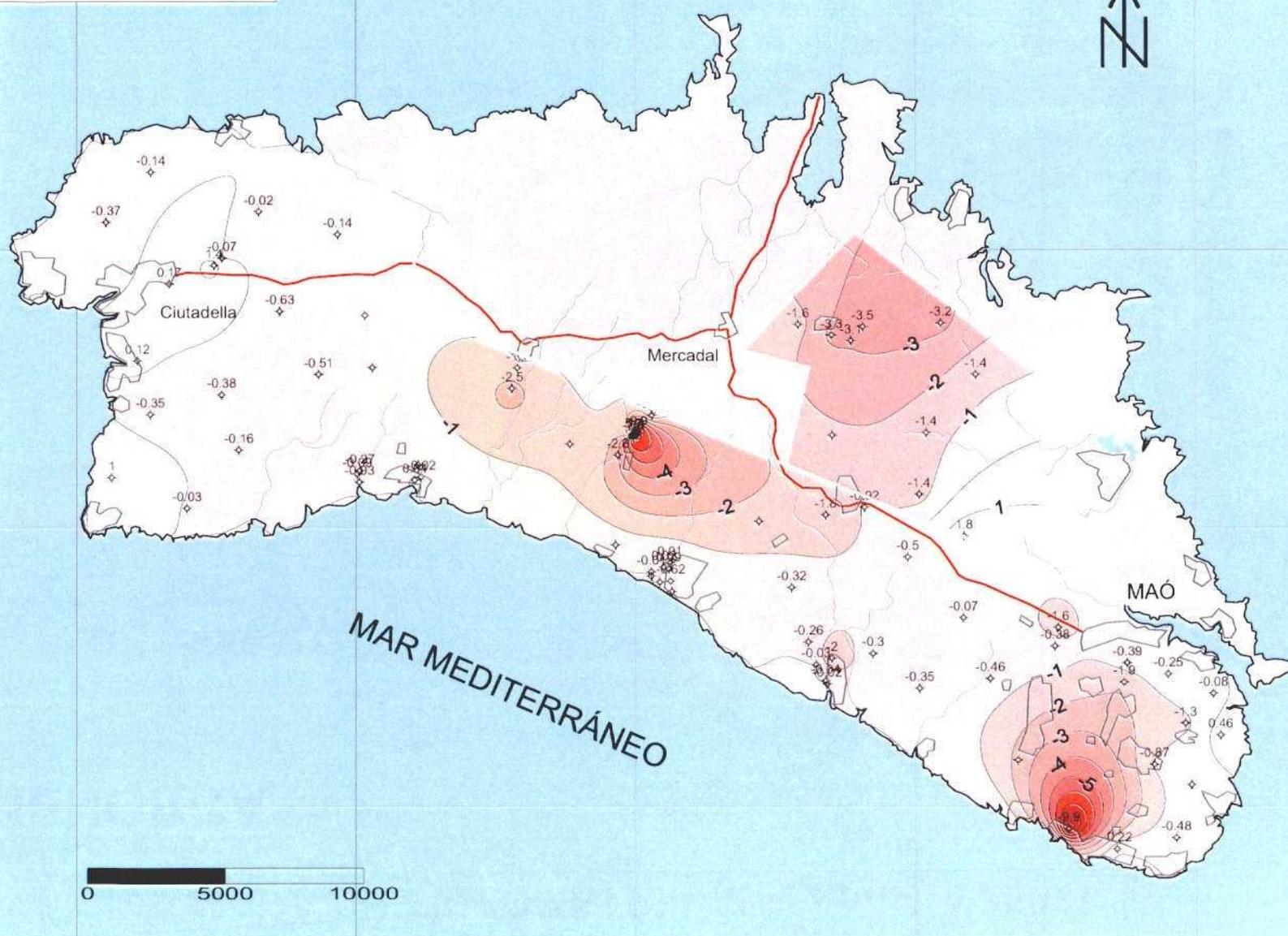
590000

600000

610000

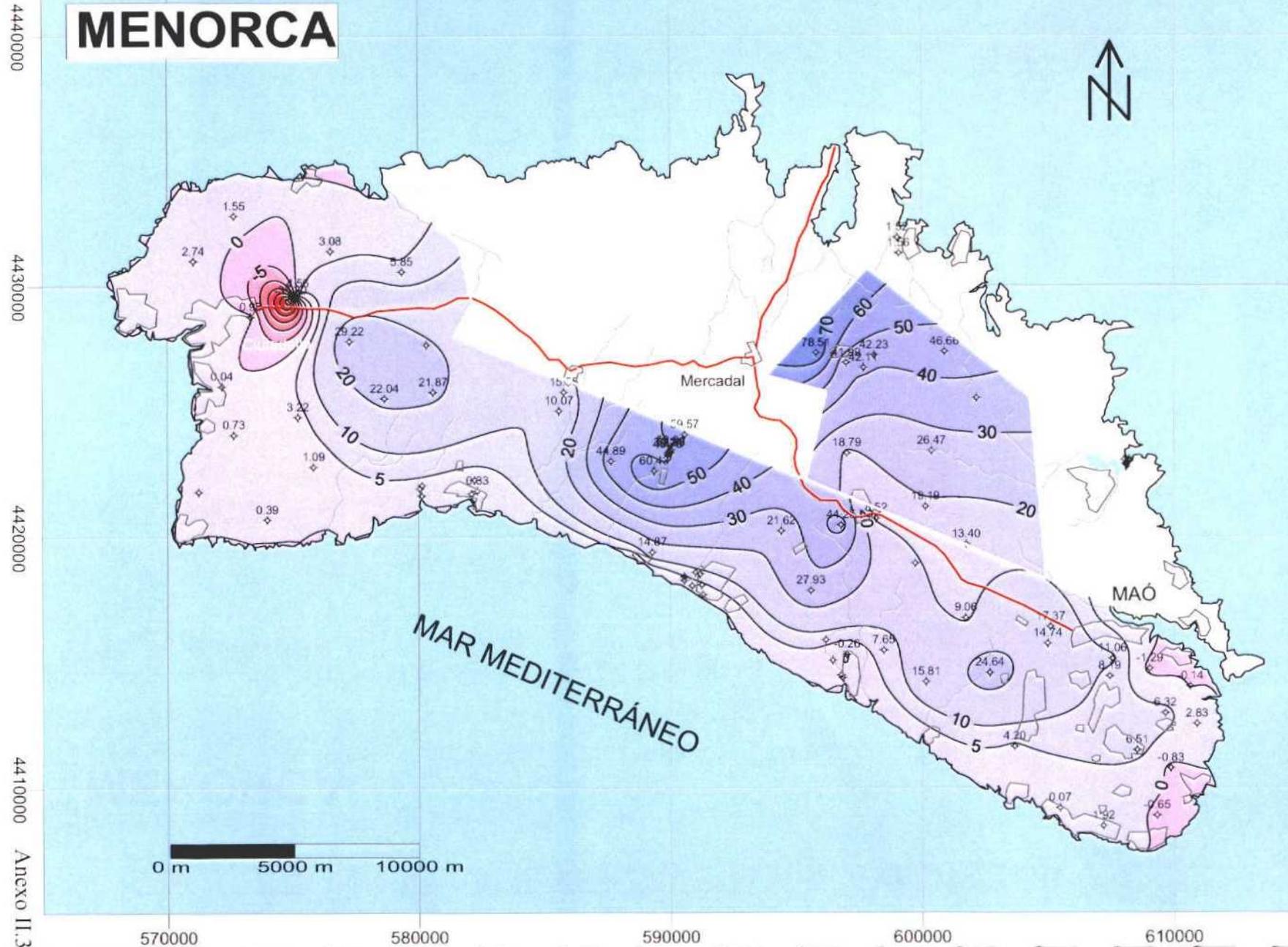


MAR MEDITERRÁNEO



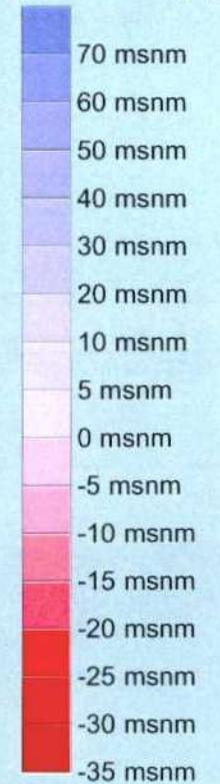
# MAPA DE PIEZOMETRÍA (2º semestre 2002)

## MENORCA



### LEYENDA

Cota de nivel (m)



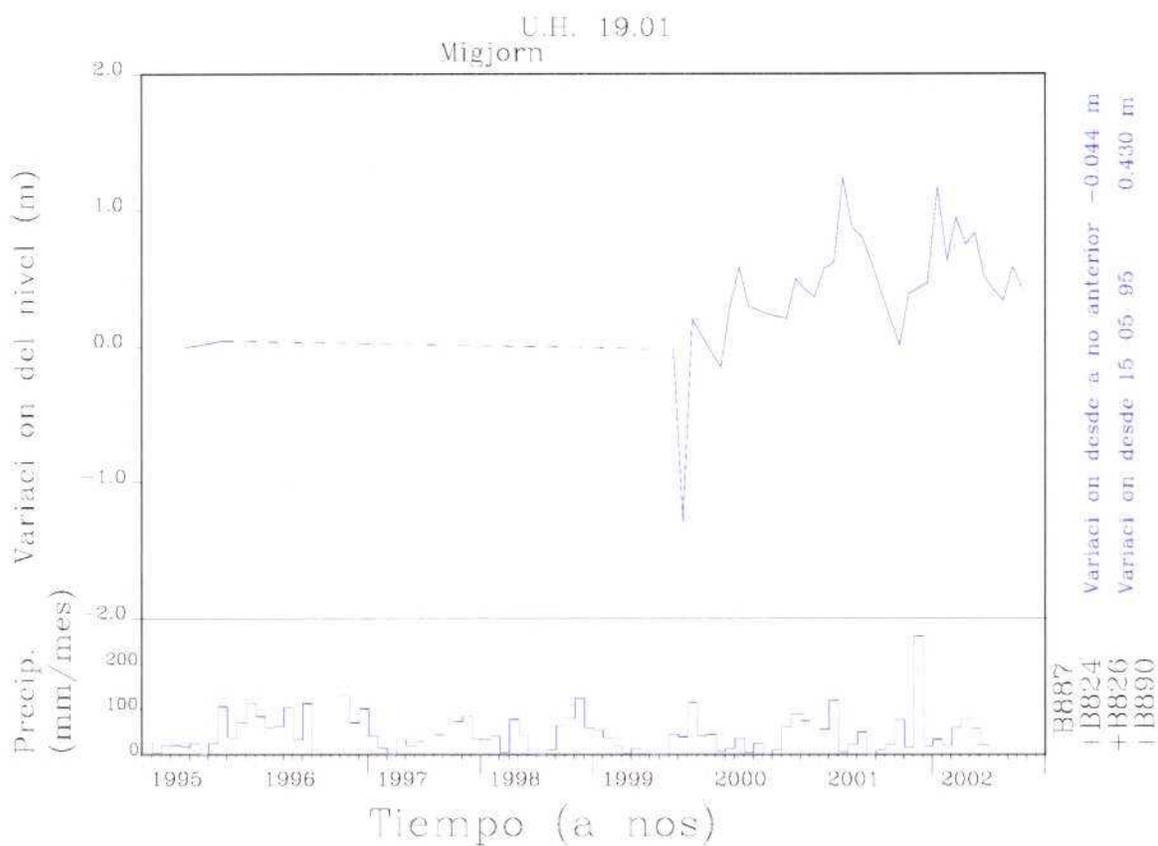


## **ANEXO III**

1-5. Diagramas de evolución piezométrica

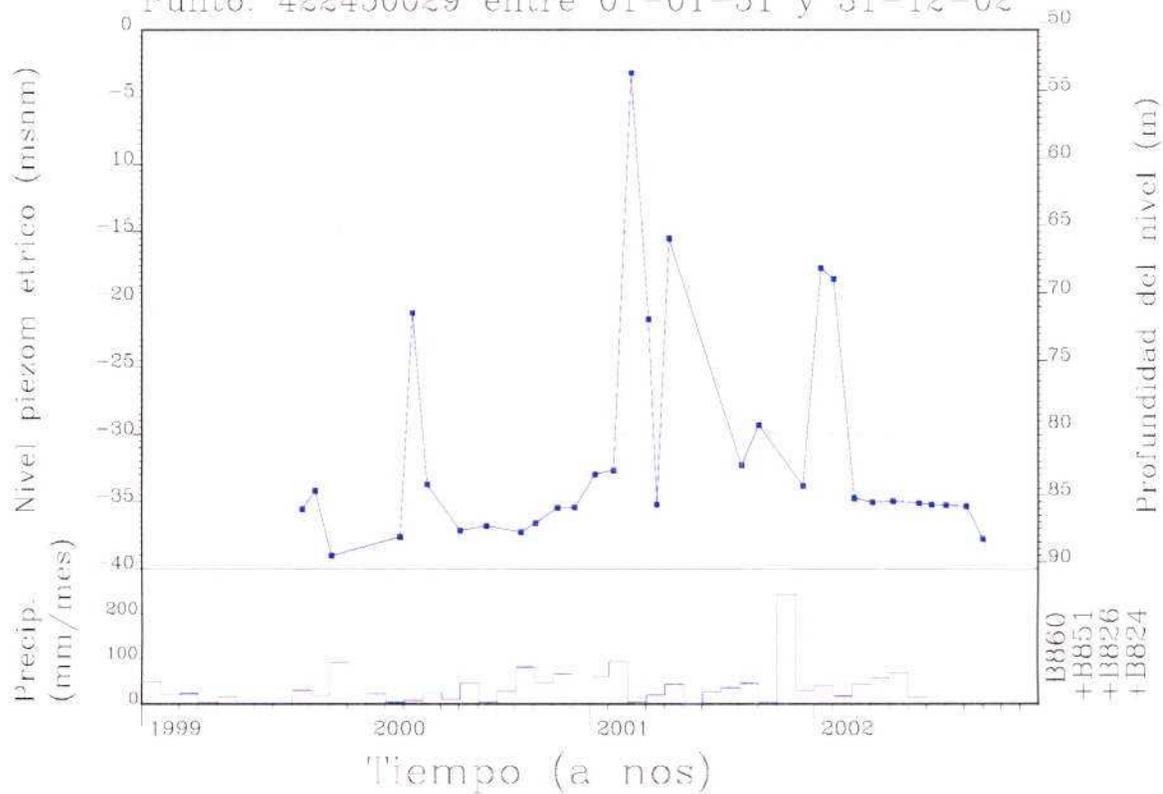
# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.01 MIGJORN



Punto nº 2 (Es Caragolí - Ciutadella)

Punto: 422450029 entre 01-01-91 y 31-12-02

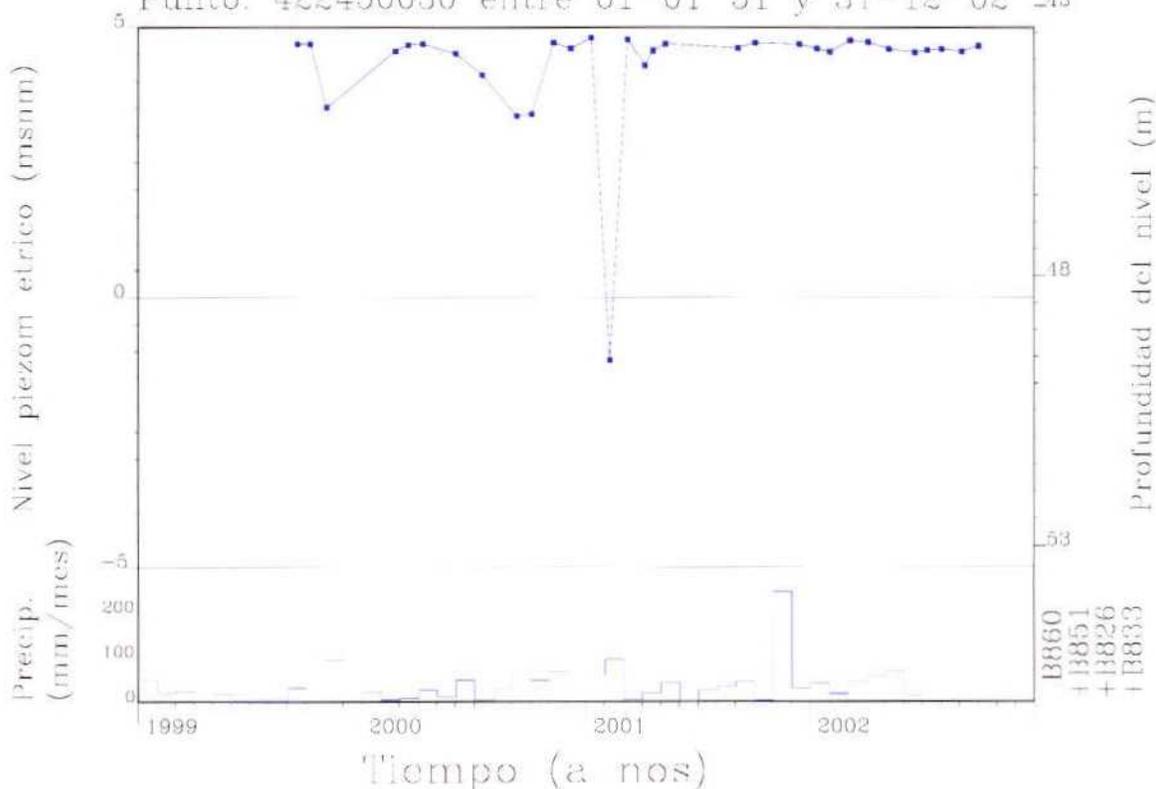


# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.01 MIGJORN (continuación)

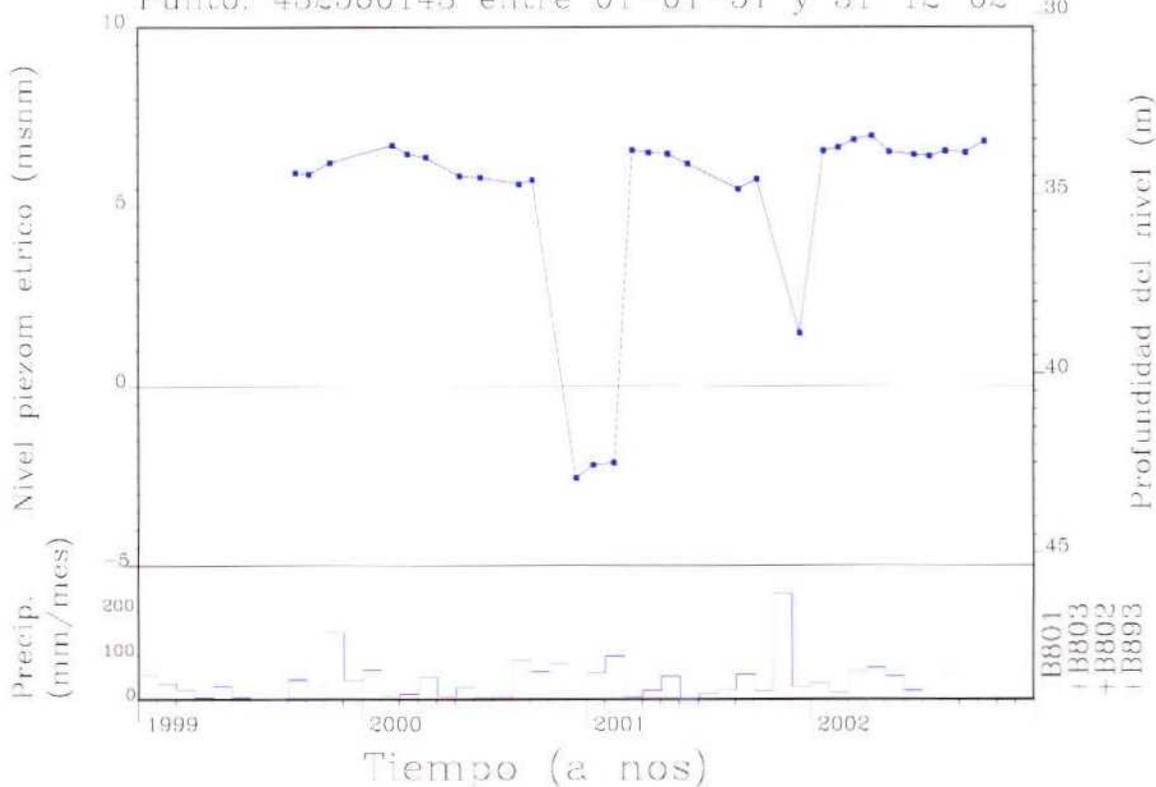
Punto nº 3 (13 Es Caragolí - Ciutadella)

Punto: 422450030 entre 01-01-51 y 31-12-02



Punto nº 58 (5 Depuradora - Maó)

Punto: 432560143 entre 01-01-51 y 31-12-02

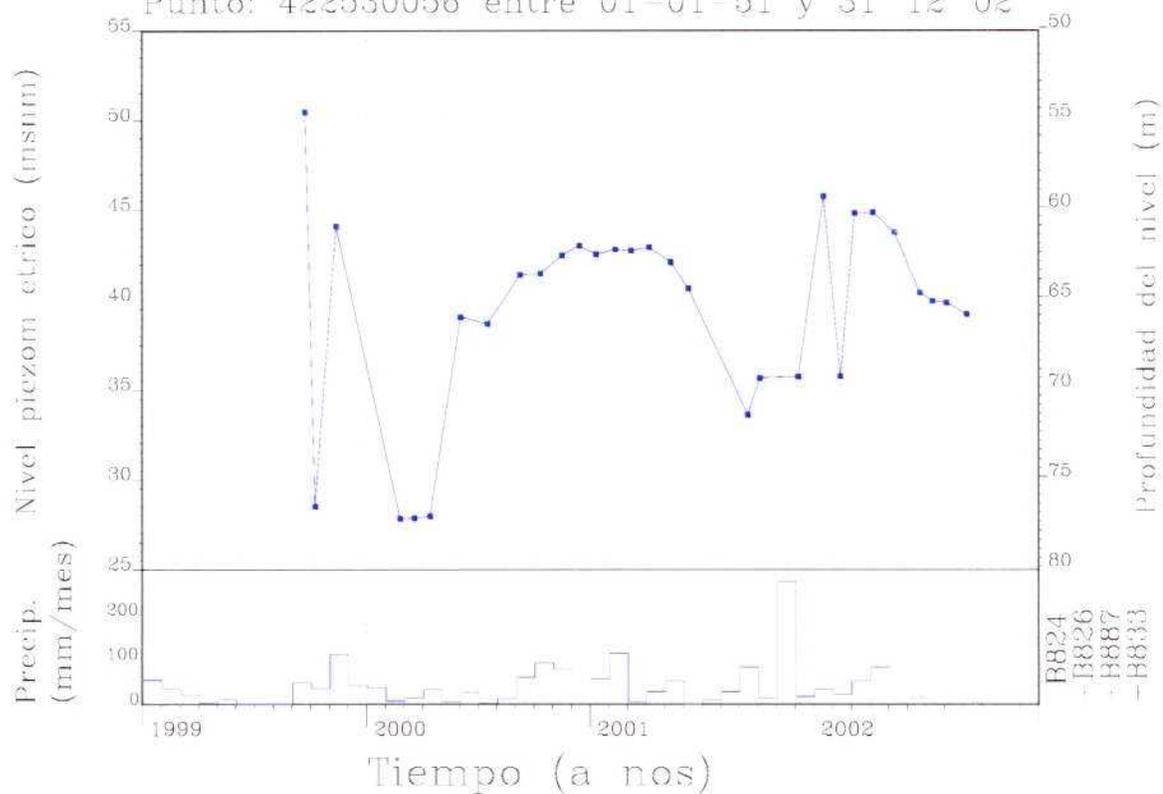


## DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.01 MIGJORN (continuación)

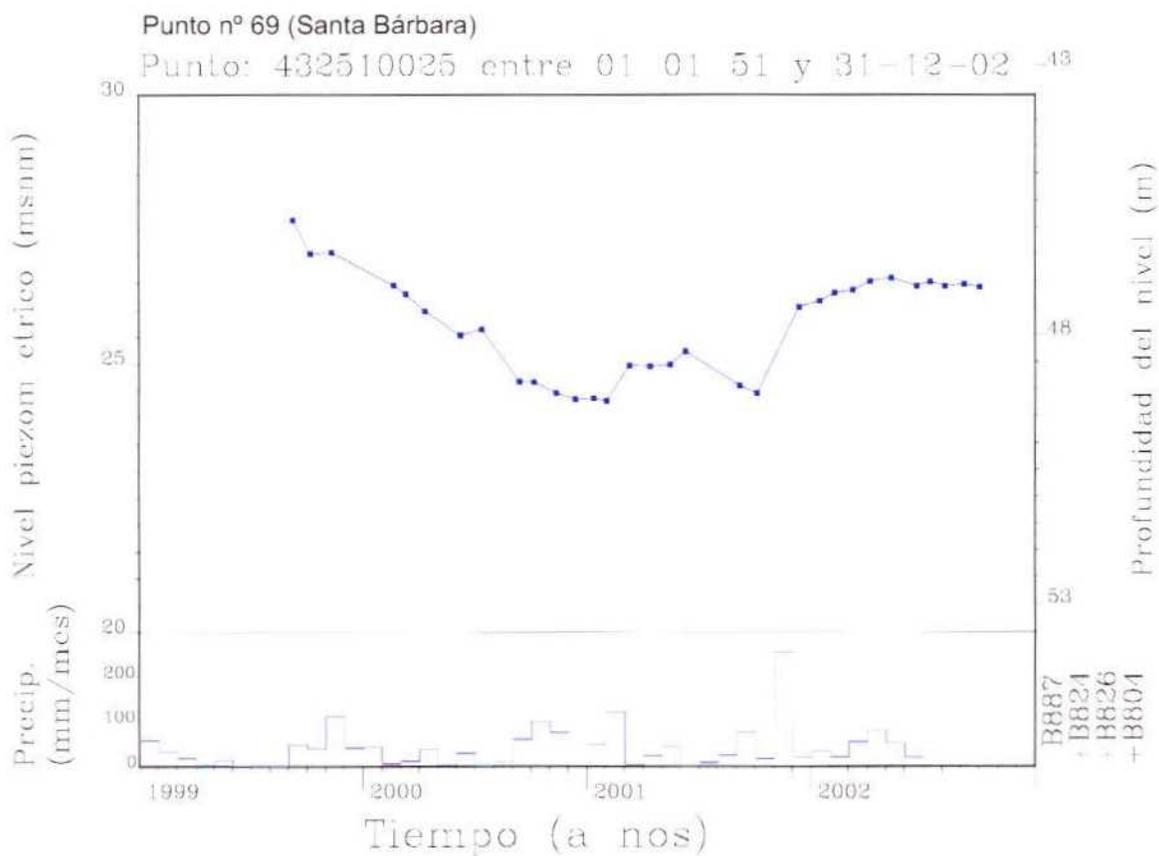
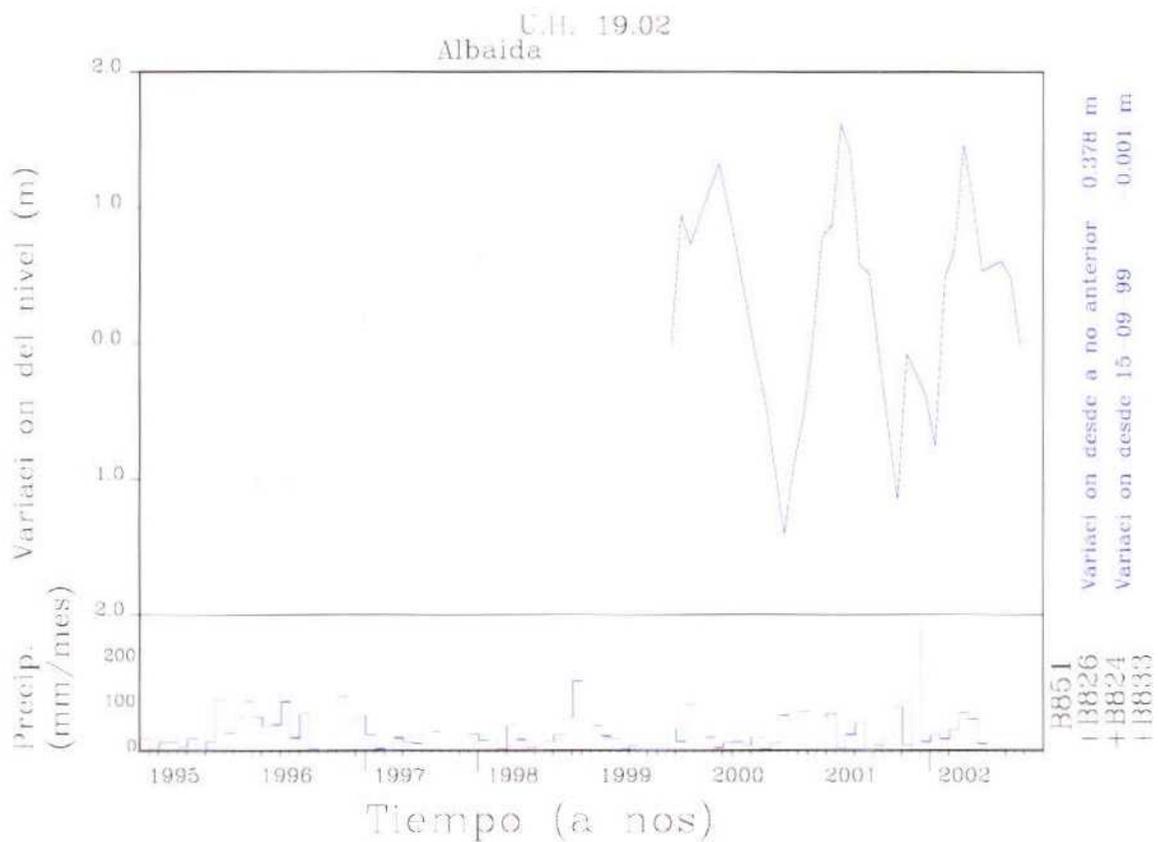
Punto n° 26 (9 Son Xuda - Sector central)

Punto: 422530056 entre 01-01-51 y 31 12 02



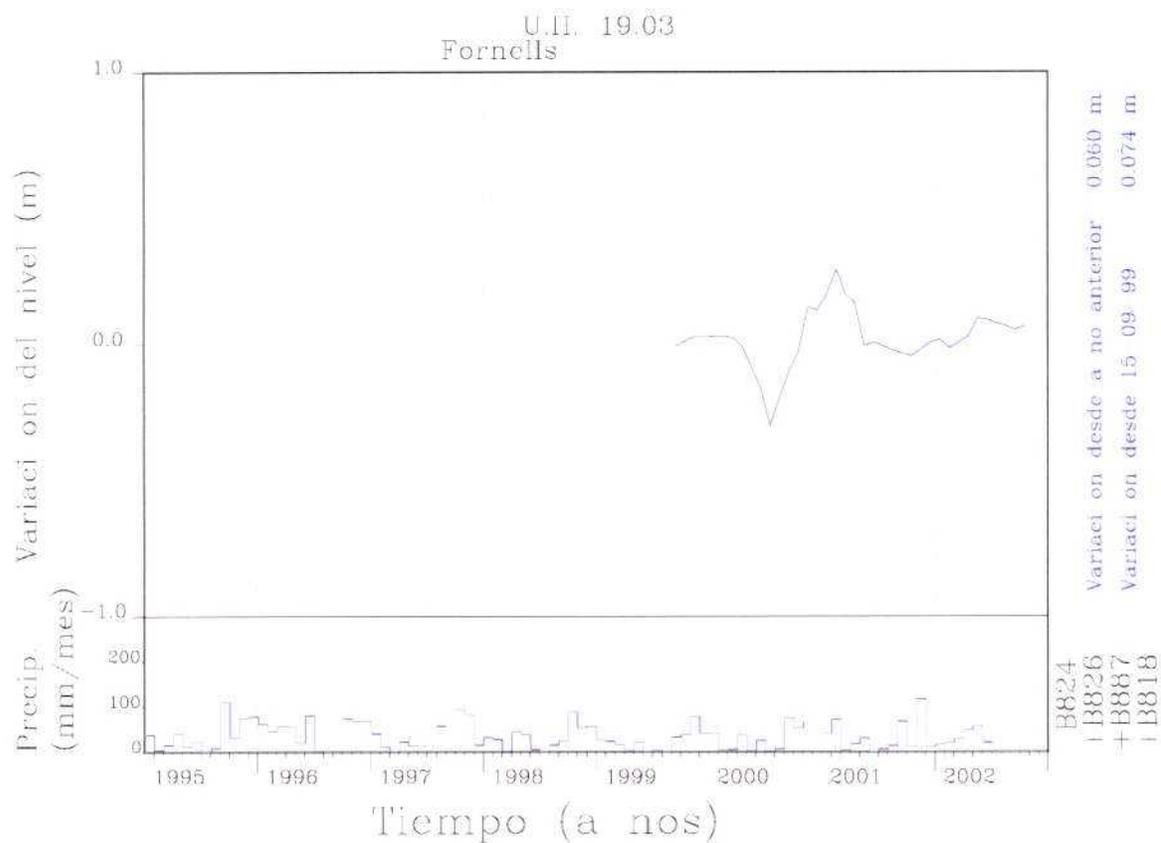
# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.02 ALBAIDA



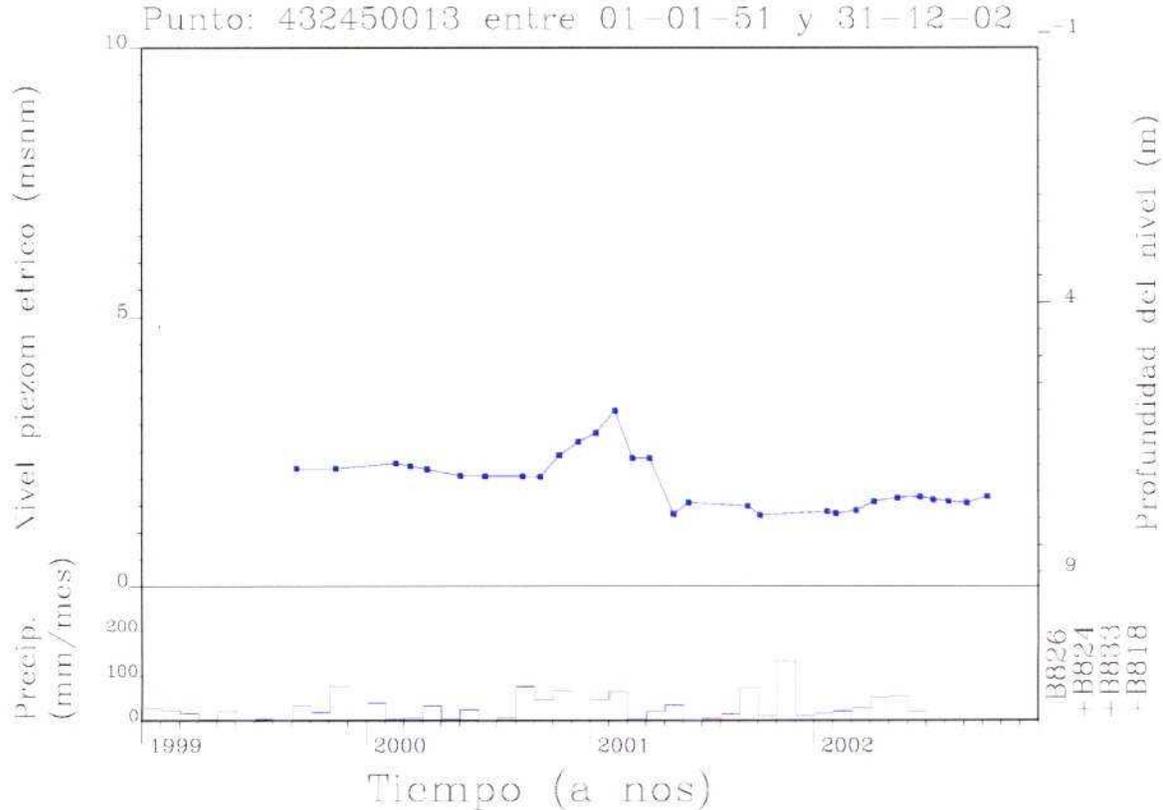
# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.03 FORNELLS



Punto nº 72 (7 Son Parc)

Punto: 432450013 entre 01-01-51 y 31-12-02



## **ANEXO IV**

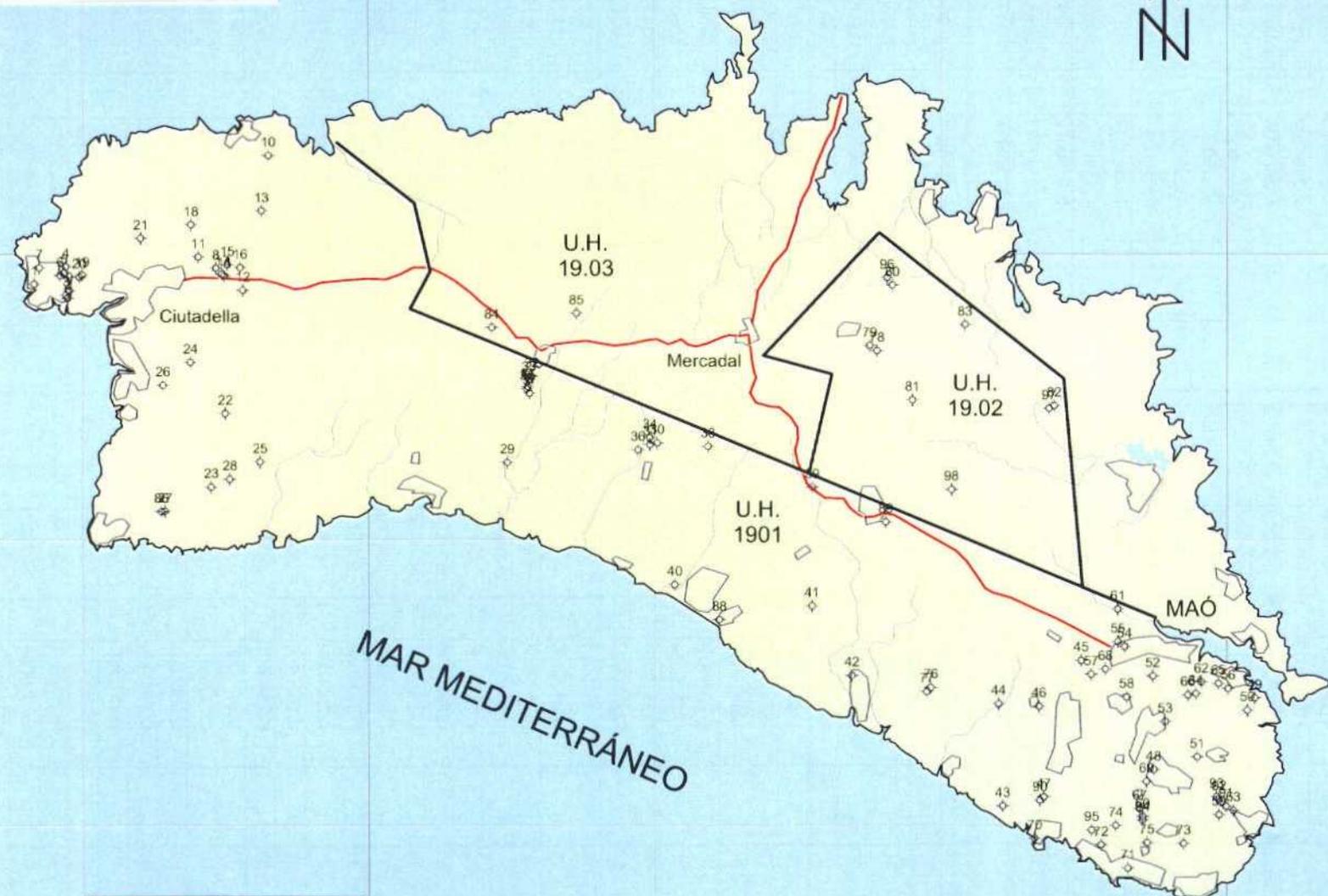
- 1.-Tabla II. Red de control de calidad
- 2.-Mapa de situación de la red de calidad

TABLA II - RED DE CONTROL DE CALIDAD DE LA ISLA DE MENORCA											
Nº ID	DGRH	IGME	UH	X UTM	Y UTM	Nº ID	DGRH	IGME	UH	X UTM	Y UTM
1		412480001	1	568296	4428967	46		432550081	1	603439	4414198
2		412480004	1	569474	4428480	47		432550087	1	603610	4411030
3		412480005	1	569422	4428584	48		432560001	1	607451	4411998
4		412480008	1	569406	4429579	49		432560003	1	610971	4414503
5		412480009	1	569360	4429371	50		432560004	1	610713	4414071
6		412480010	1	569212	4429272	51		432560006	1	608960	4412442
7		412480011	1	568470	4429540	52		432560008	1	607415	4415263
8		422450002	1	574662	4429521	53		432560009	1	607848	4413676
9		422450004	1	569536	4428741	54		432560011	1	606438	4416286
10		422450005	1	576513	4433470	55		432560017	1	606199	4416454
11		422450006	1	574040	4429918	56		432560018	1	610042	4414823
12		422450007	1	575608	4428749	57		432560020	1	605261	4415316
13		422450009	1	576267	4431532	58		432560022	1	606506	4414525
14		422450013	1	574943	4429250	59		432560023	1	609729	4410411
15		422450015	1	575061	4429646	91		432560026	1	609972	4410714
16		422450016	1	575515	4429541	92		432560028	1	609730	4410963
17		422450018	1	574876	4429318	93		432560029	1	609646	4411040
18		422450021	1	573782	4431047	60		432560031	1	607074	4410347
19		422450026	1	569980	4429280	94		432560032	1	607065	4410227
20		422450027	1	569880	4429220	61		432560037	1	606192	4417589
21		422450034	1	572020	4430570	62		432560075	1	609104	4415055
22		422510005	1	574981	4424429	63		432560112	1	610232	4410564
23		422510006	1	574486	4421855	64		432560113	1	608913	4414648
24		422510011	1	573762	4426225	65		432560114	1	609702	4415001
25		422510013	1	576208	4422733	66		432560115	1	608638	4414598
26		422510014	1	572796	4425421	67		432560128	1	606964	4410626
86		422510021	1	572744	4420998	68		432560134	1	605760	4415500
27		422510022	1	572865	4421009	69		432560136	1	607200	4411580
28		422510029	1	575140	4422130	95		432610002	1	605281	4409867
29		422530030	1	584837	4422703	70		432610004	1	603292	4409572
30		422530032	1	590087	4423381	71		432620001	1	606556	4408528
31		422530033	1	589842	4423329	72		432620002	1	605614	4409350
32		422530035	1	585707	4425730	73		432620005	1	608488	4409400
33		422530036	1	585607	4425606	74		432620024	1	606130	4410030
34		422530037	1	589830	4423570	75		432620028	1	607220	4409430
87		422530038	1	585569	4425358	76		432550093	1	599650	4414850
35		422530039	1	585533	4425281	77		432550094	1	599510	4414710
36		422530048	1	589420	4423140						
37		422530049	1	585630	4425130	78		422540008	2	597768	4426622
38		422540005	1	591856	4423263	79		422540009	2	597521	4426801
39		422540006	1	595512	4421839	96		432450004	2	598122	4429184
40		422570001	1	590690	4418430	80		432450005	2	598302	4428920
88		422580001	1	592254	4417211	81		432510002	2	599004	4424894
41		422580006	1	595500	4417690	97		432510006	2	603789	4424601
42		422580007	1	596904	4415265	82		432510007	2	603967	4424698
89		432510008	1	598069	4420626	83		432510012	2	600839	4427542
43		432550004	1	602164	4410719	98		432510028	2	600370	4421760
44		432550005	1	602020	4414283						
45		432550013	1	604913	4415796	84		422530051	3	584300	4427440
90		432550023	1	603473	4410913	85		422530062	3	587270	4427940

# SITUACIÓN DE LA RED DE CALIDAD

## MENORCA

4440000  
4430000  
4420000  
4410000  
Anexo IV.2



0m 5000m 10000m

570000 580000 590000 600000 610000

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
Instituto Geológico y Minero de España

GOVERN BALEAR  
Direcció General de Recursos Hídrics

**LEYENDA**

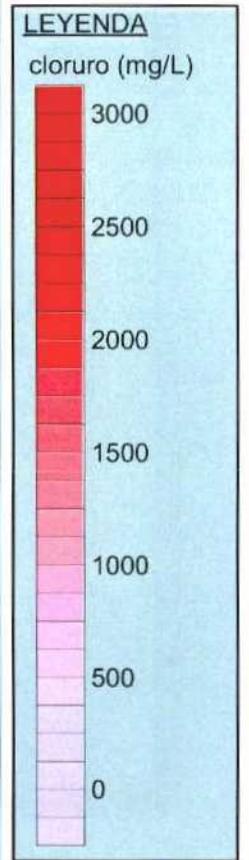
△ D.G.R.H.  
⊗ I.G.M.E.

## **ANEXO V**

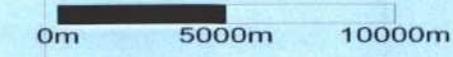
- 1.-Mapa de Isocloruros (2001)
- 2.-Mapa de evolución de isocloruros (2000-2001)
- 3.-Mapa de Isocloruros (2002)
- 4.-Mapa de evolución de isocloruros (2001-2002)
- 5.-Mapa de Isonitratos (2001)
- 6.-Mapa de evolución de isonitratos (2000-2001)
- 7.-Mapa de Isonitratos (2002)
- 8.-Mapa de evolución de isonitratos (2001-2002)
- 9.-Mapa de Isosulfatos (2001)
- 10.-Mapa de evolución de isosulfatos (2000-2001)
- 11.-Mapa de Isosulfatos (2002)
- 12.-Mapa de evolución de isosulfatos (2001-2002)

# MAPA DE ISOCLORUROS (2º sem. 2001)

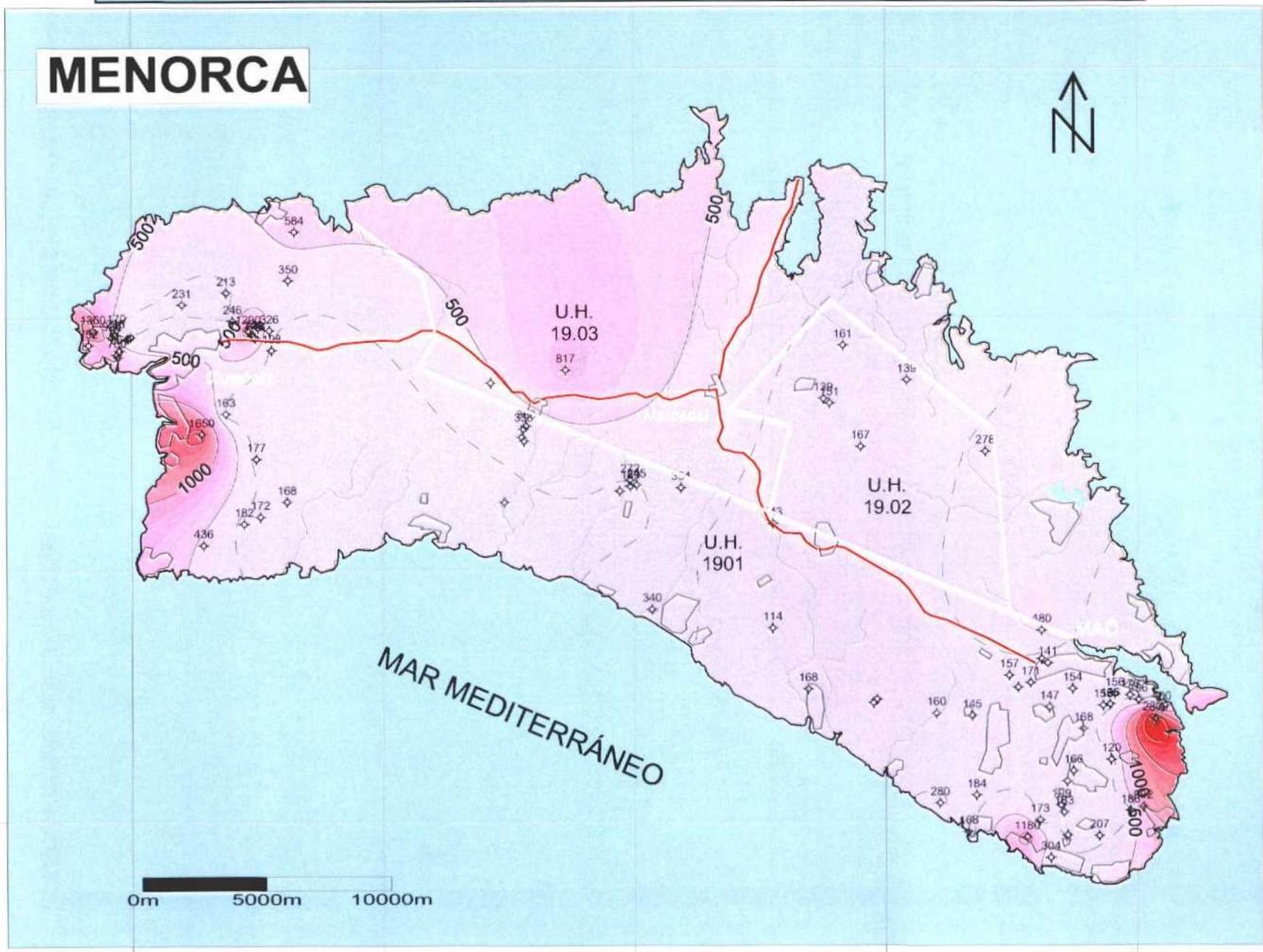
## MENORCA



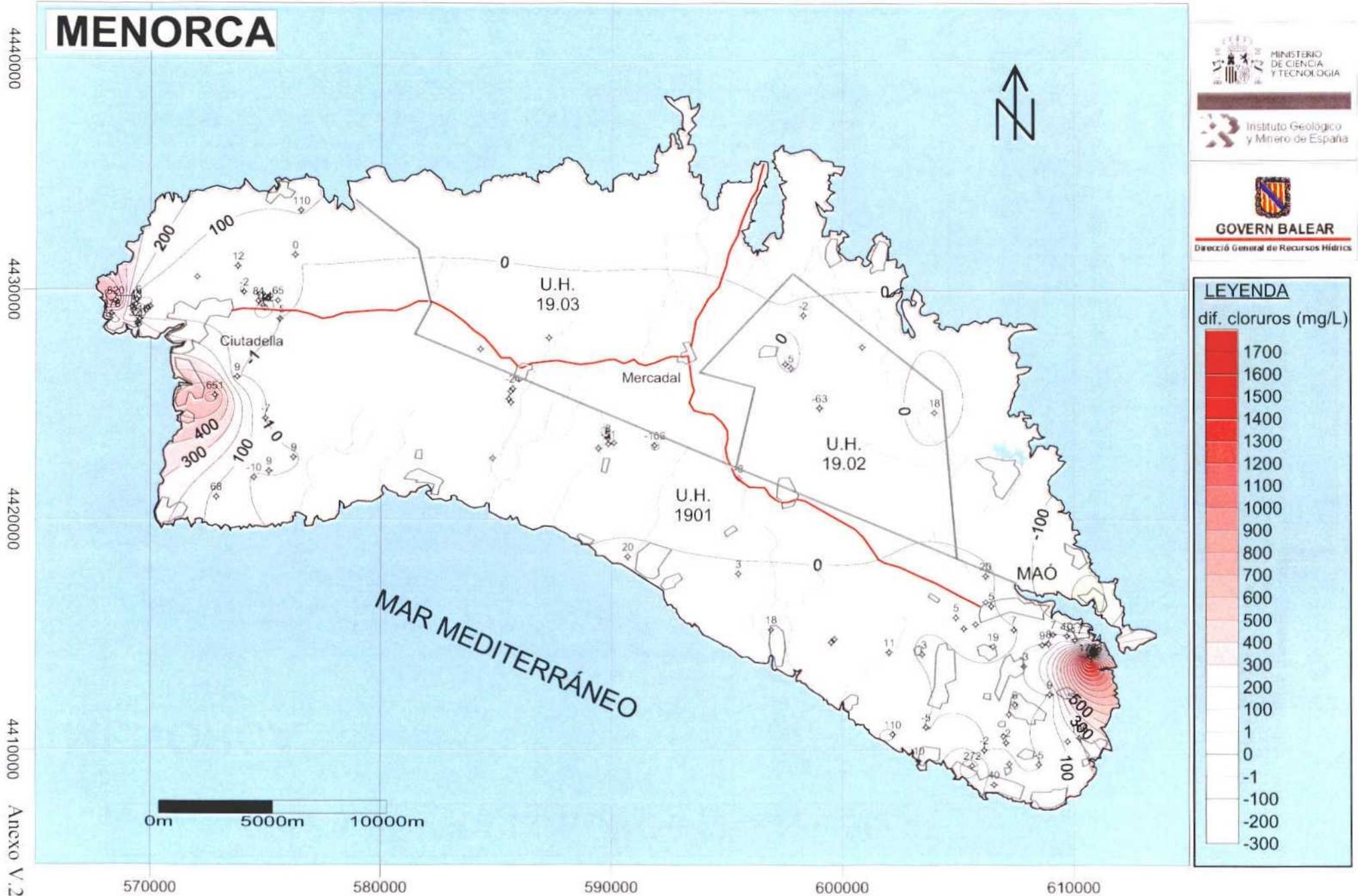
4440000  
4430000  
4420000  
4410000  
Anexo V.1



570000 580000 590000 600000 610000



# EVOLUCIÓN ISOCLORUROS (1º sem 2000-2º sem. 2001)





# EVOLUCIÓN ISOCLORUROS (2º sem 2002-2º sem. 2001)

## MENORCA

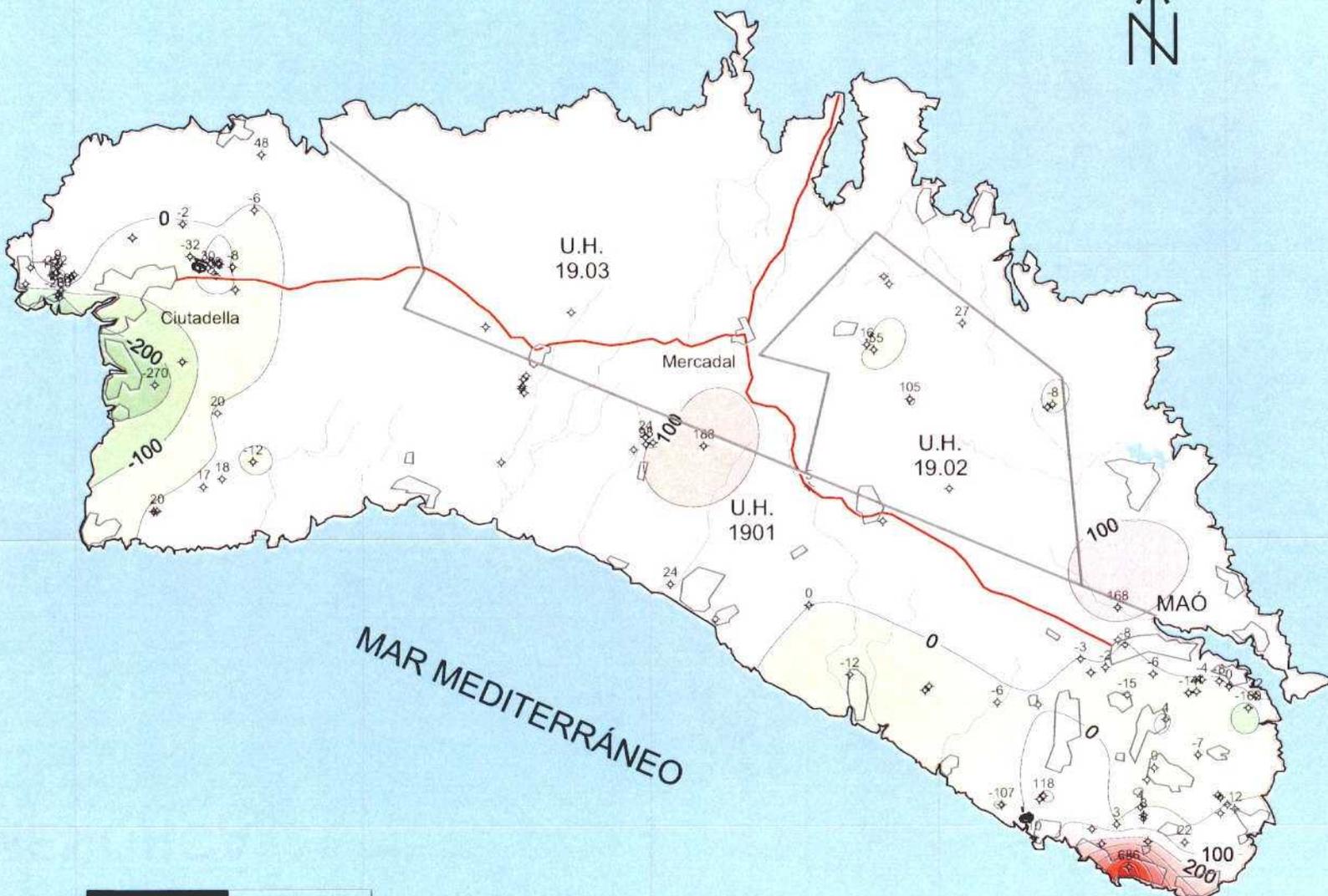
4440000

4430000

4420000

4410000

Anexo V/4



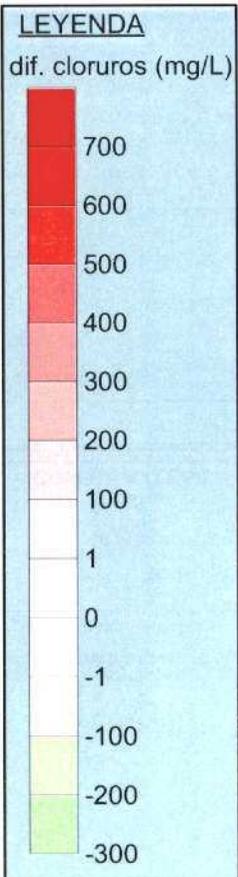
570000

580000

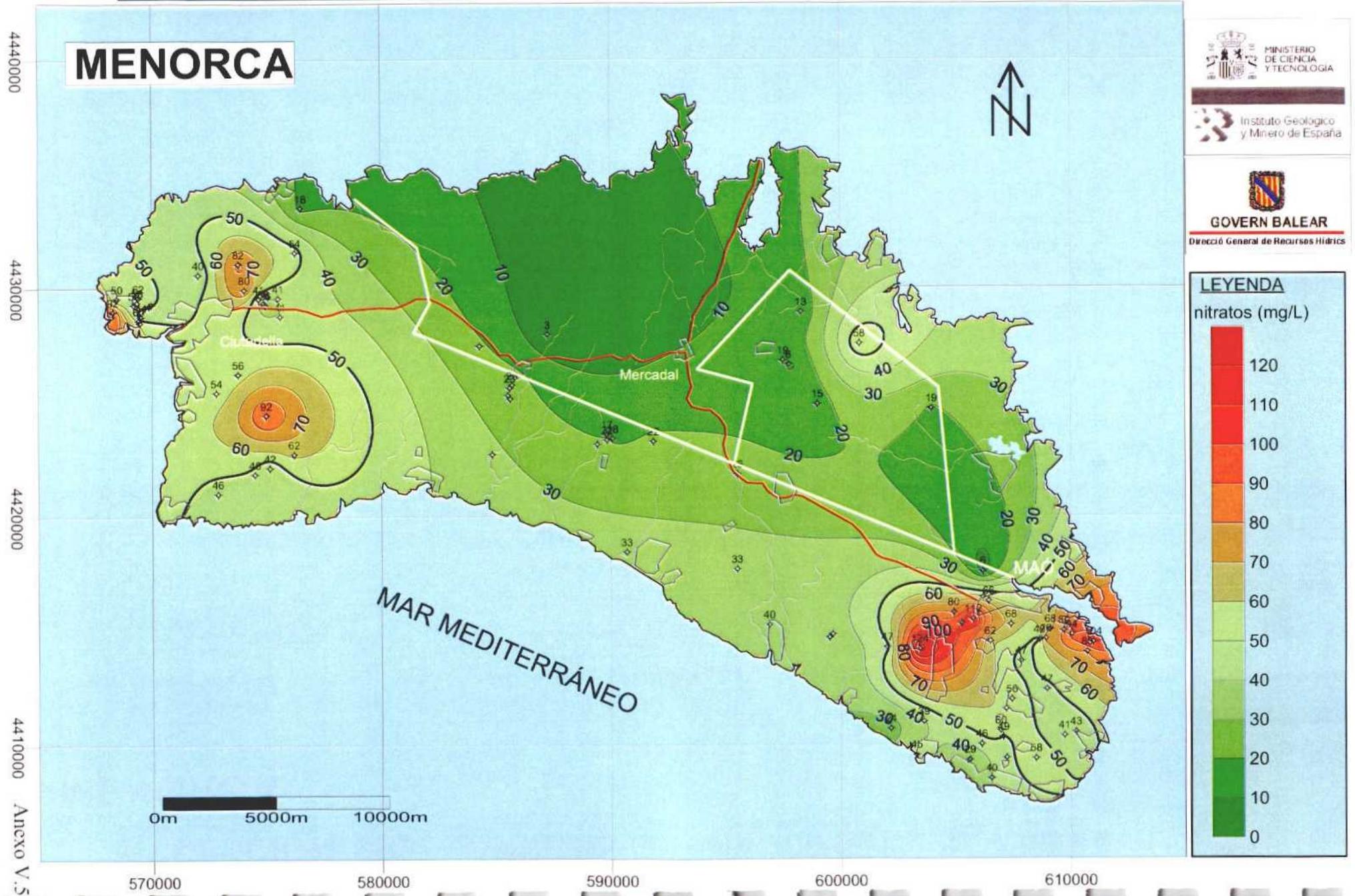
590000

600000

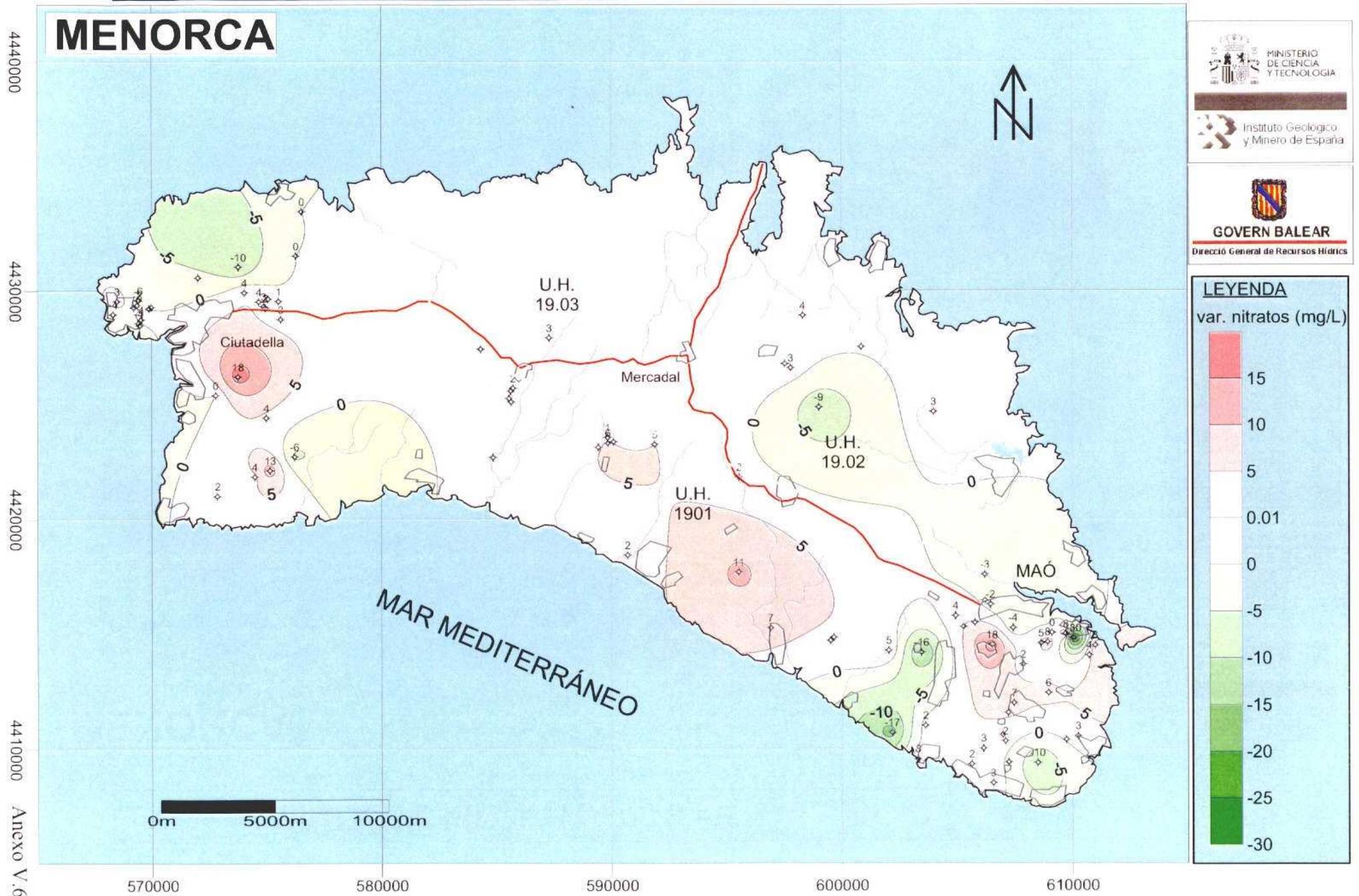
610000



# MAPA DE ISONITRATOS (2º sem. 2001)



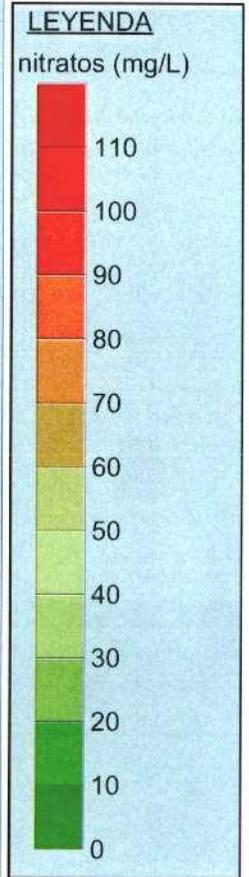
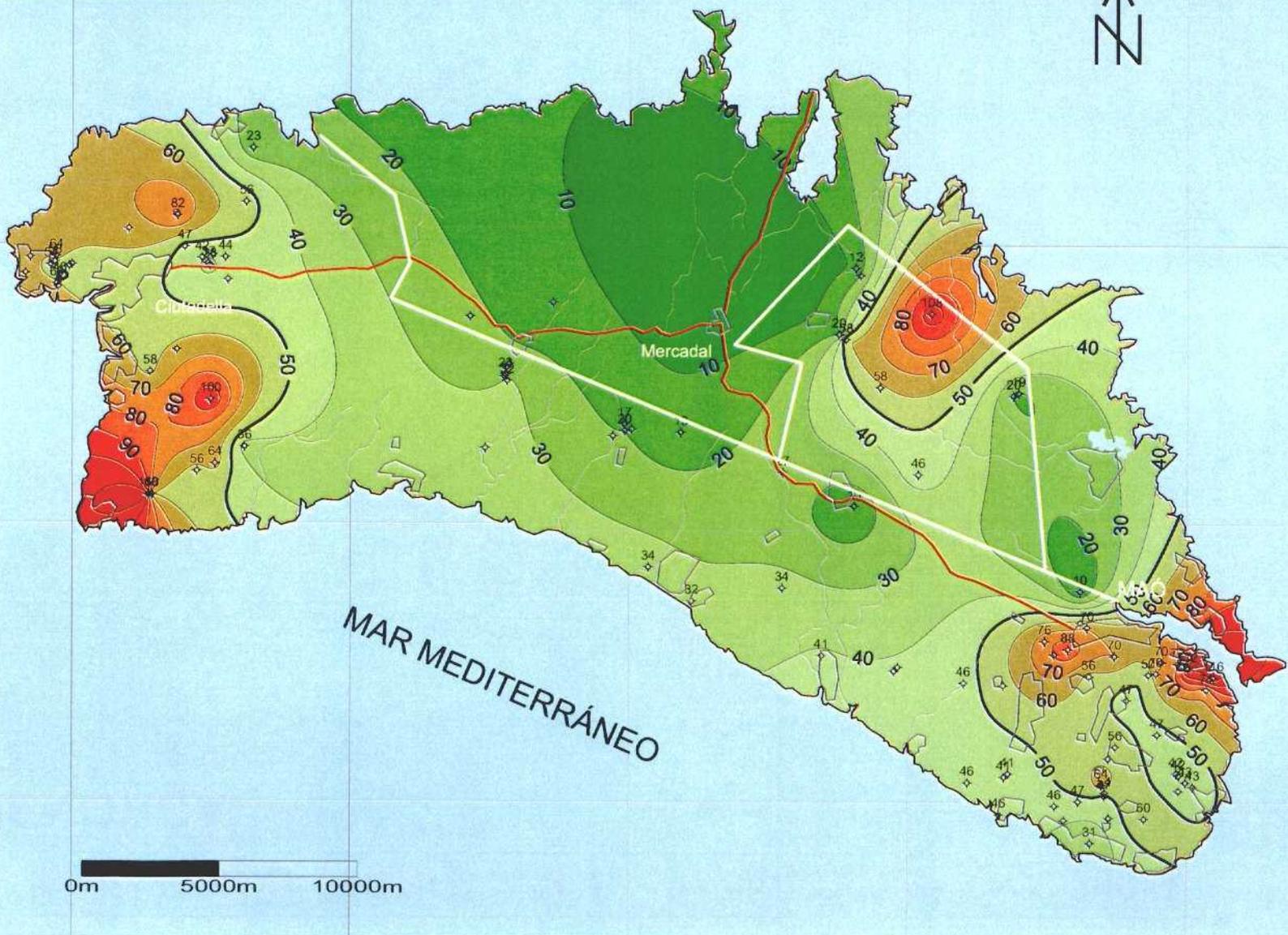
# EVOLUCIÓN ISONITRATOS (1º sem 2000-2º sem. 2001)



# MAPA DE ISONITRATOS (2º sem. 2002)

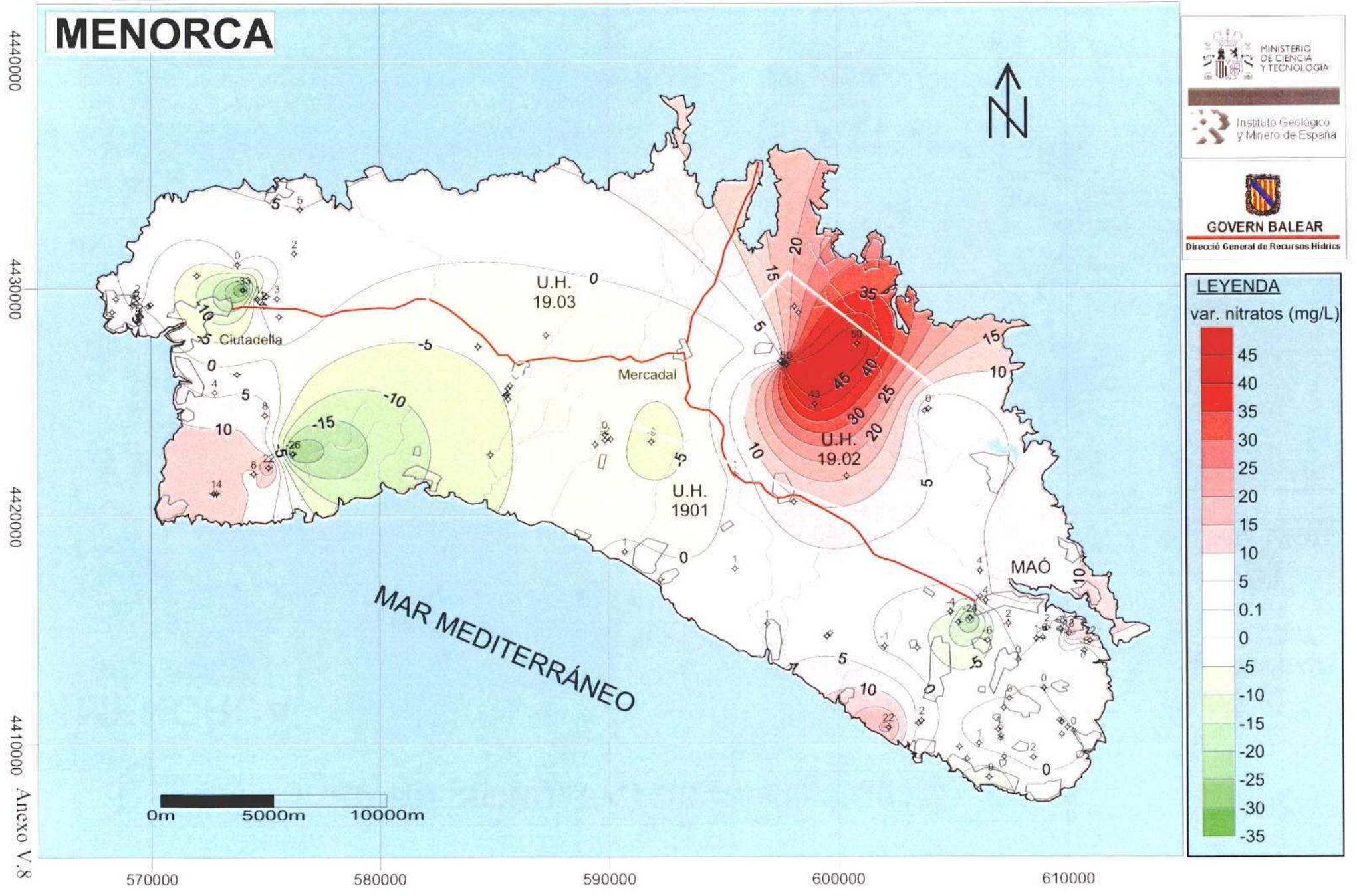
## MENORCA

4440000  
4430000  
4420000  
4410000  
Anexo V.7



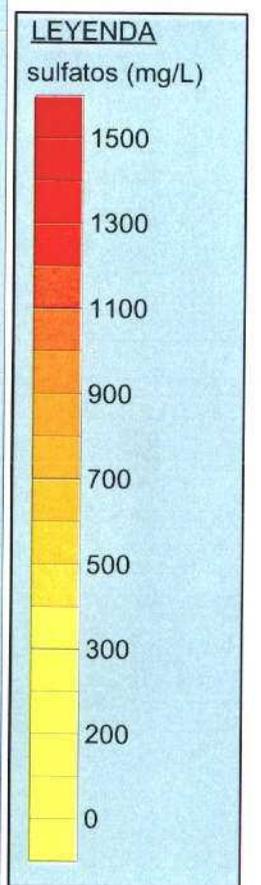
570000 580000 590000 600000 610000

# EVOLUCIÓN ISONITRATOS (2º sem 2002-2º sem. 2001)



# MAPA DE ISOSULFATOS (2º sem. 2001)

## MENORCA



4440000

4430000

4420000

4410000

Anexo V.9

570000

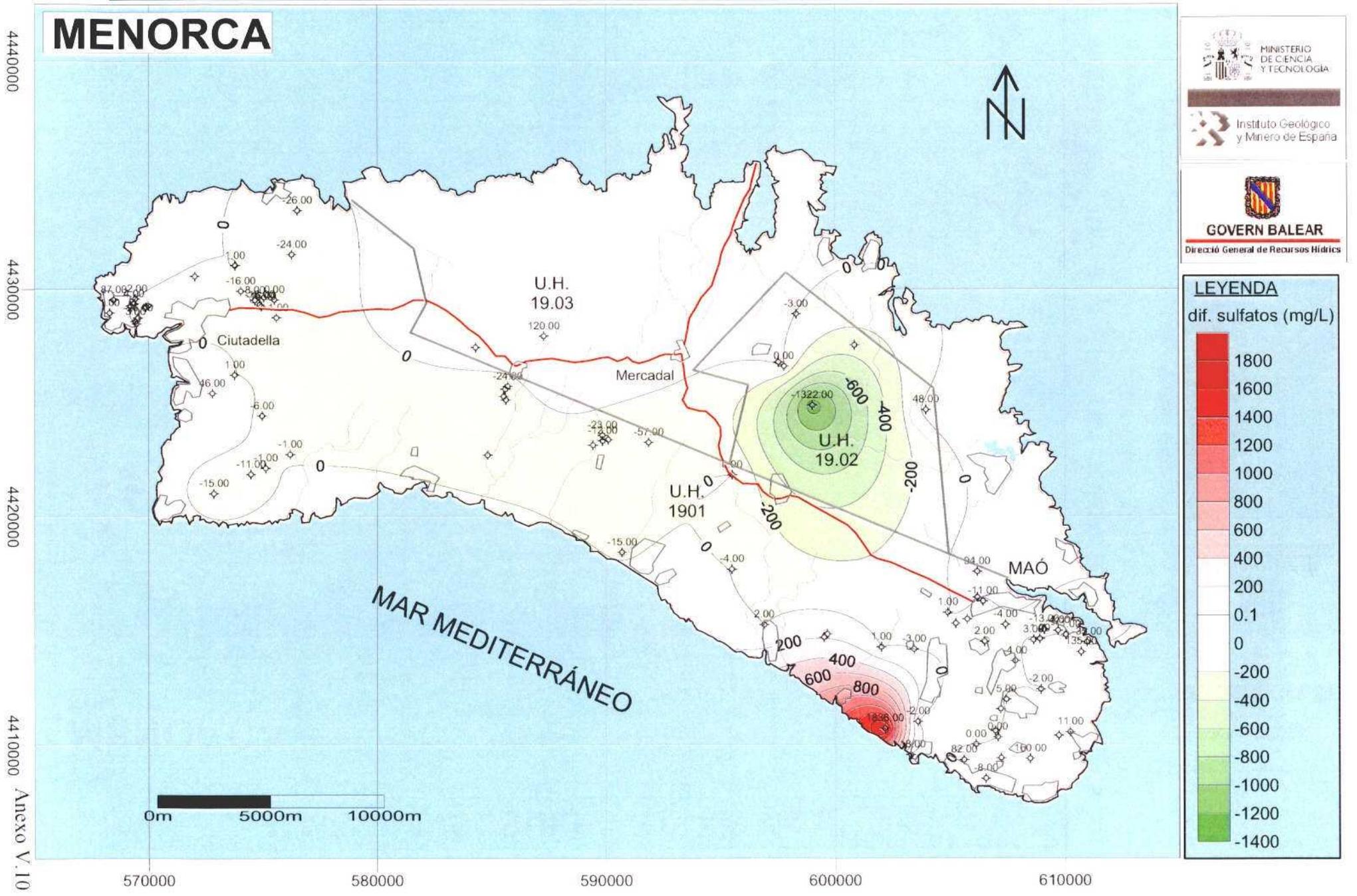
580000

590000

600000

1000

# EVOLUCIÓN ISOSULFATOS (1º sem 2000-2º sem. 2001)



Anexo V.10

# MAPA DE ISOSULFATOS (2º sem. 2002)

## MENORCA

4440000

4430000

4420000

4410000

Anexo V.1

0m 5000m 10000m

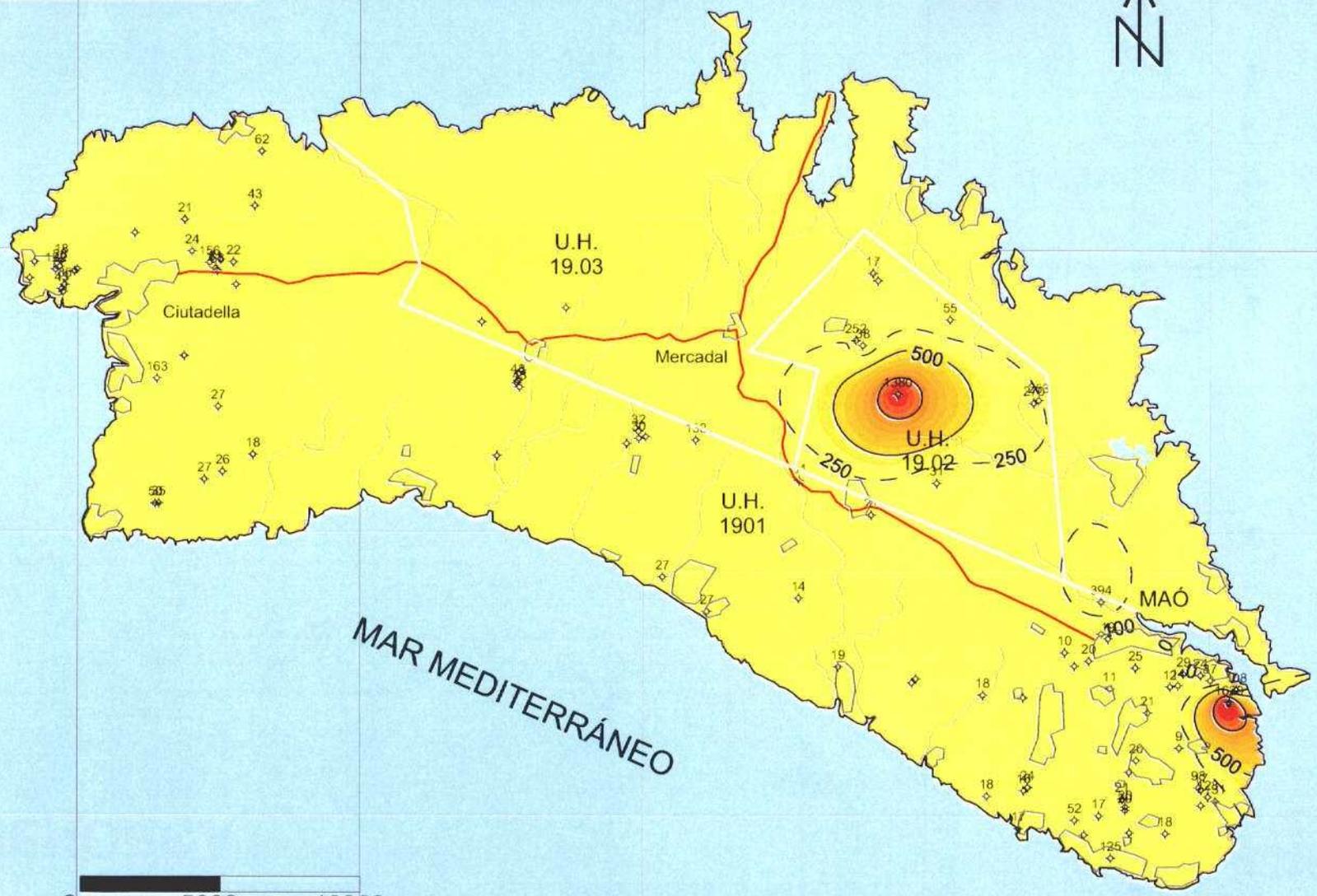
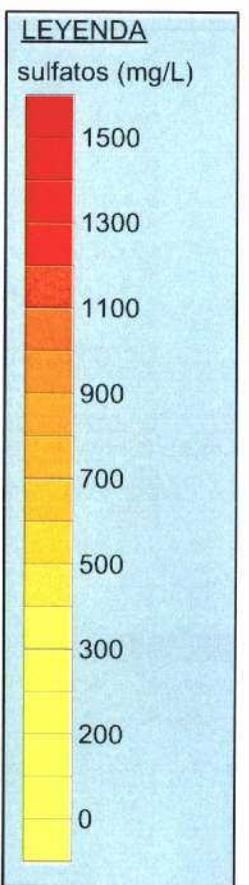
570000

580000

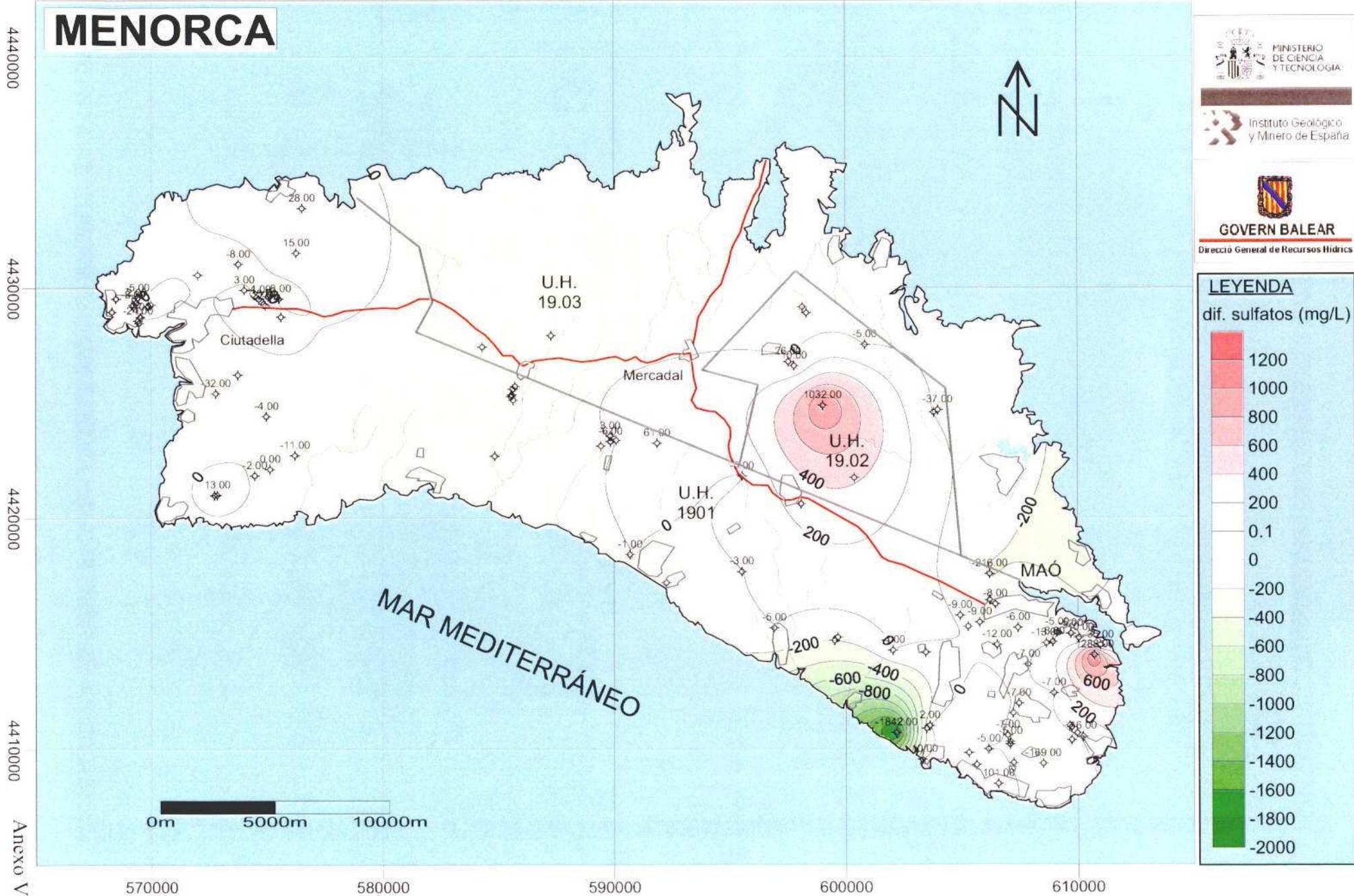
590000

600000

610000



# EVOLUCIÓN ISOSULFATOS (2º sem 2002-2º sem. 2001)



## **ANEXO VI**

1-6. Diagramas de evolución de cloruros  
1-6. Diagramas de Piper-Hill-Langelier

# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.01

## SECTOR ORIENTAL (MAÓ)

### Punto 59

Punto: 432560112 entre 01-01-51 y 31-12-02

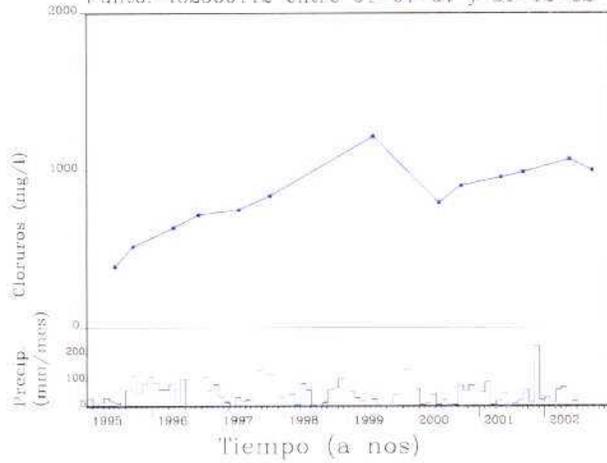
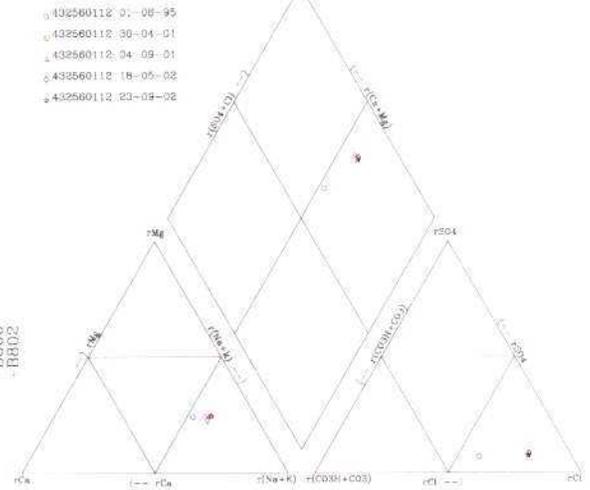


Diagrama de Piper-Hill-Langelier

Punto: 432560112



### Punto 66

Punto: 432620002 entre 01-01-51 y 31-12-02

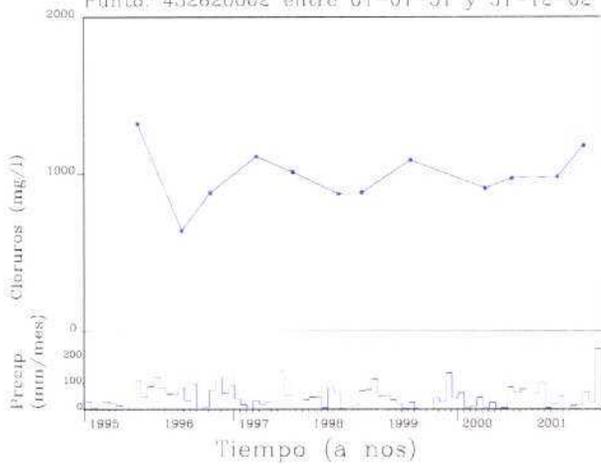
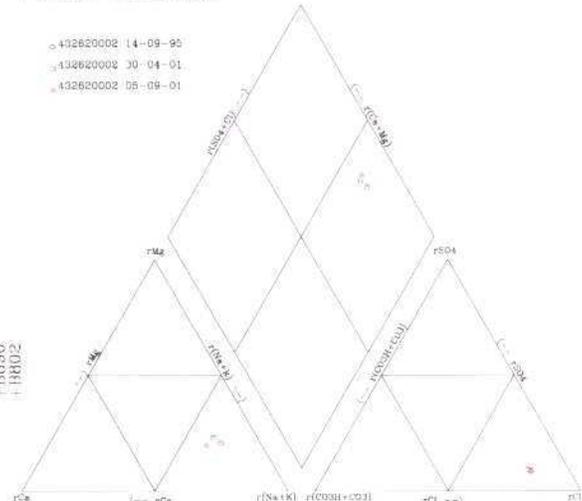


Diagrama de Piper-Hill-Langelier

Punto: 432620002



### Punto 47

Punto: 432560004 entre 01-01-51 y 31-12-02

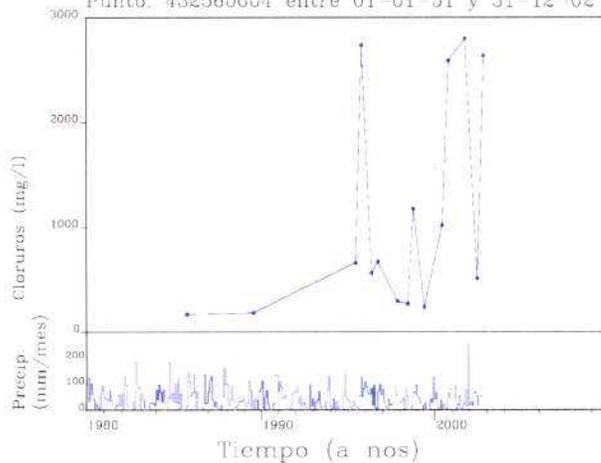
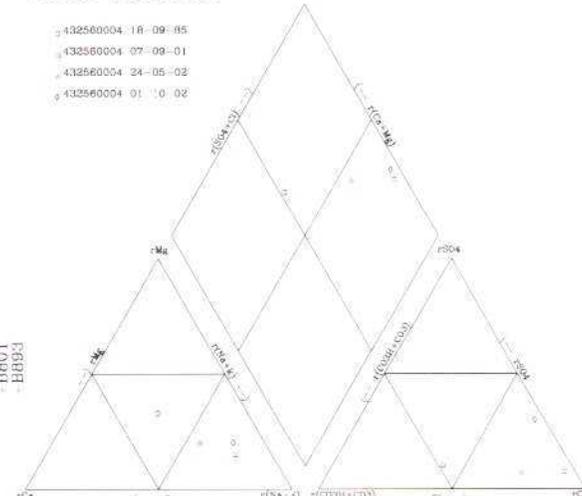


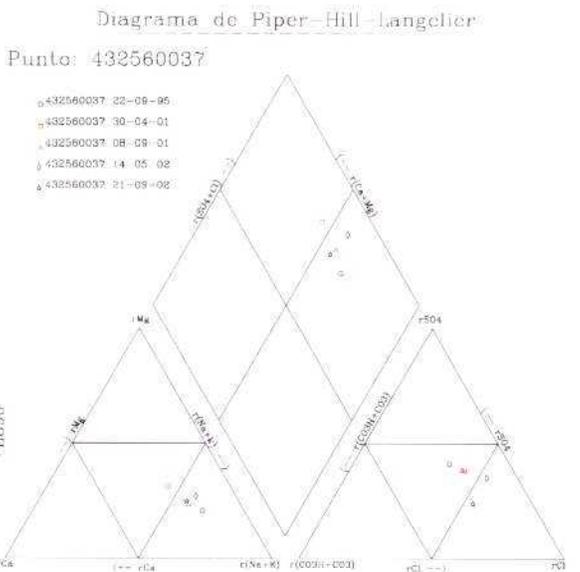
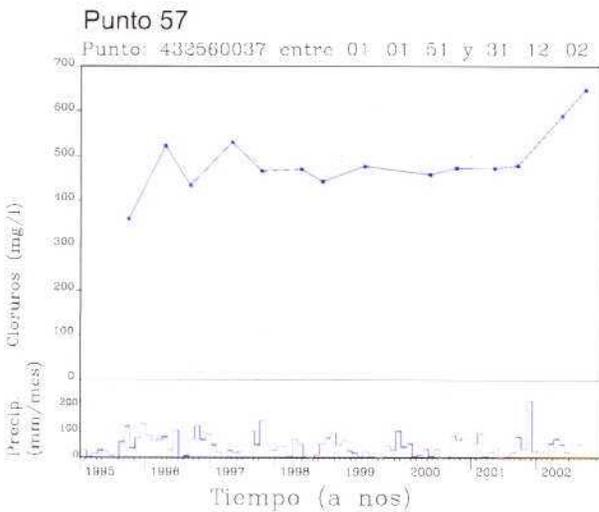
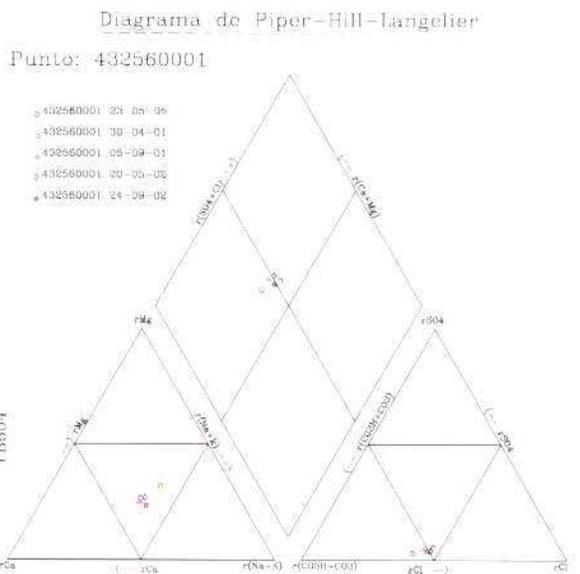
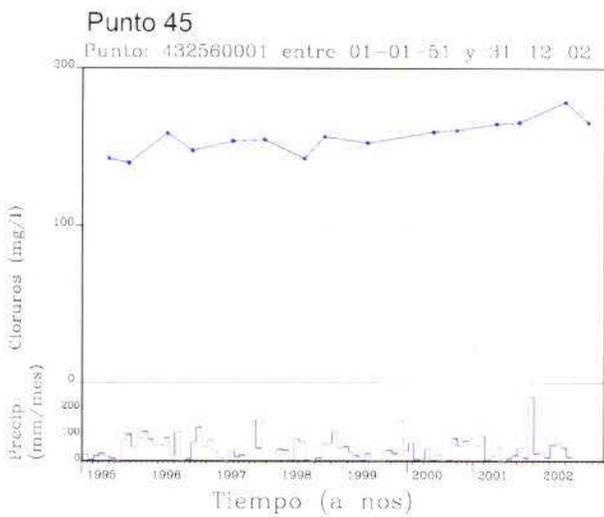
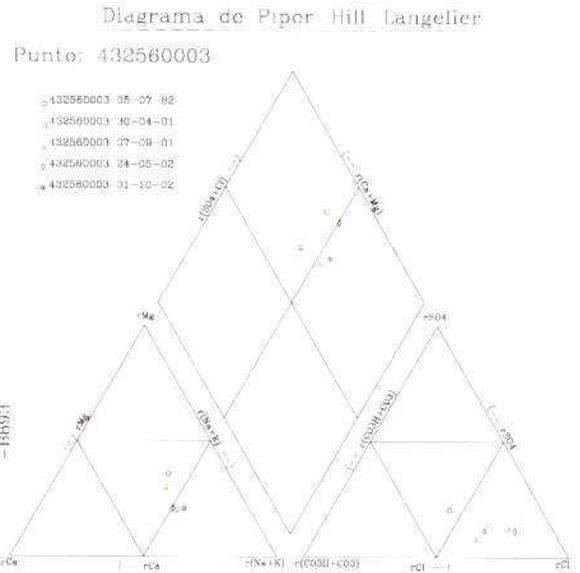
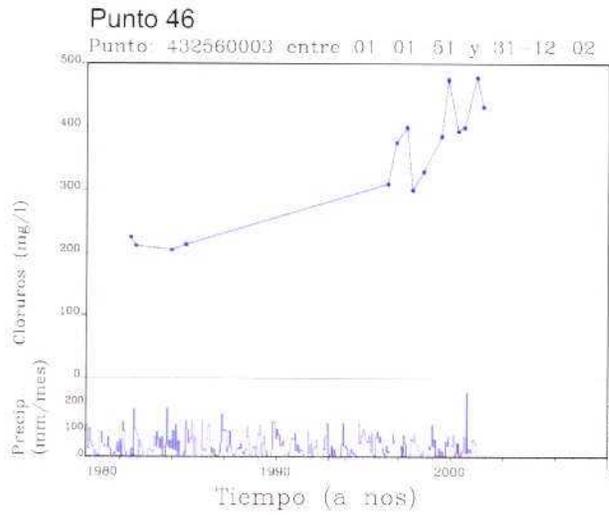
Diagrama de Piper Hill Langelier

Punto: 432560004



# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.01

## SECTOR ORIENTAL (MAÓ) (continuación)



# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.01

## SECTOR CENTRAL (Es Migjorn Gran)

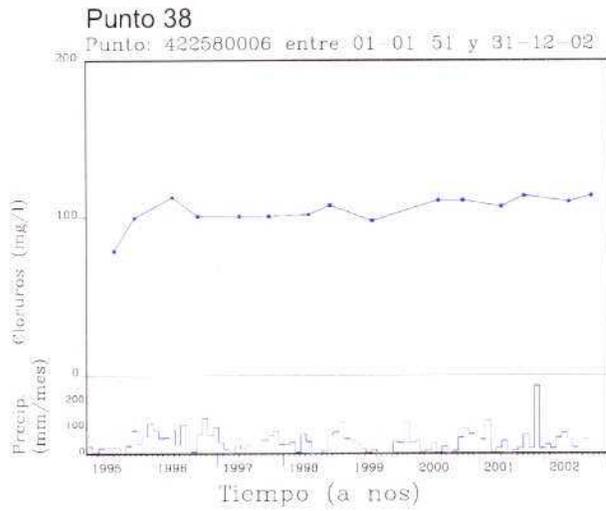


Diagrama de Piper Hill Langelier

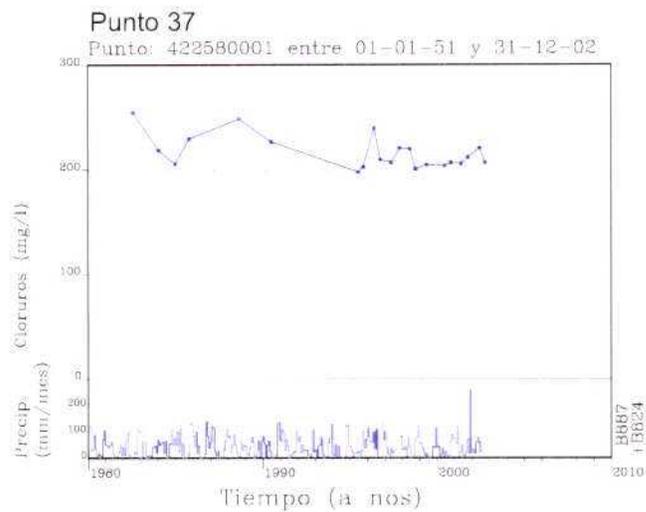
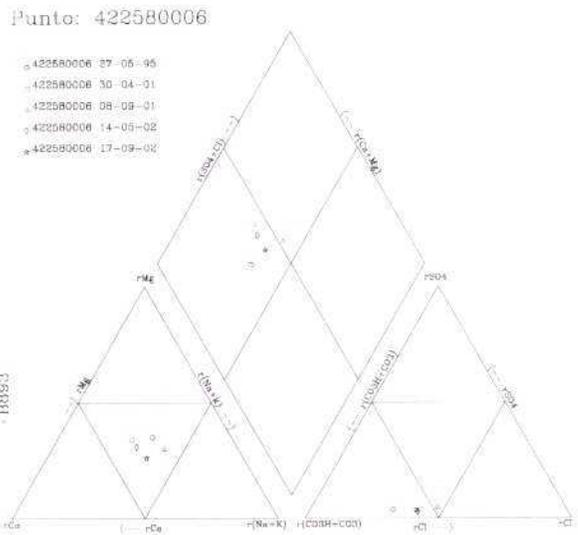


Diagrama de Piper-Hill Langelier

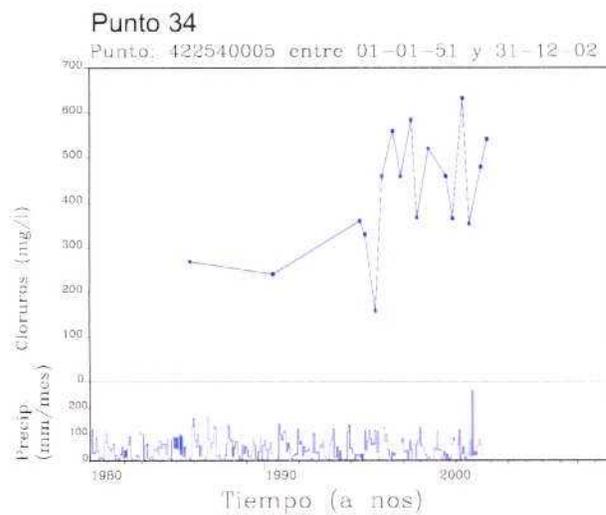
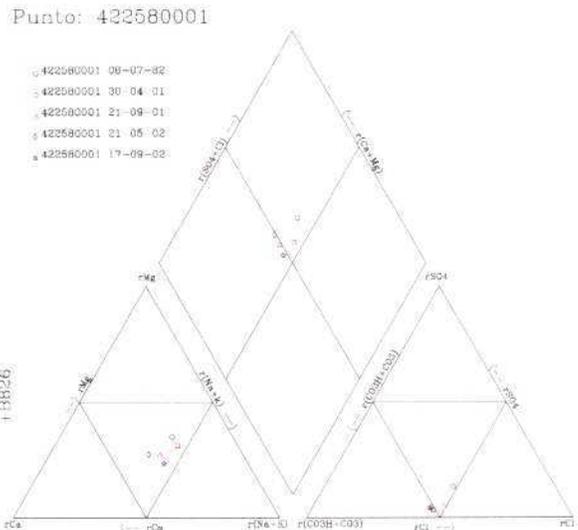
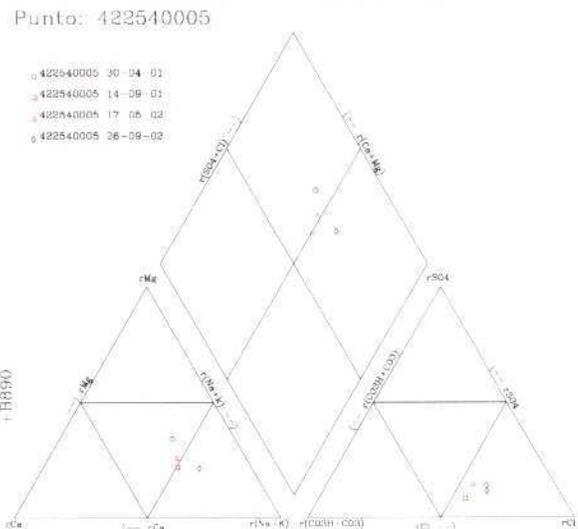
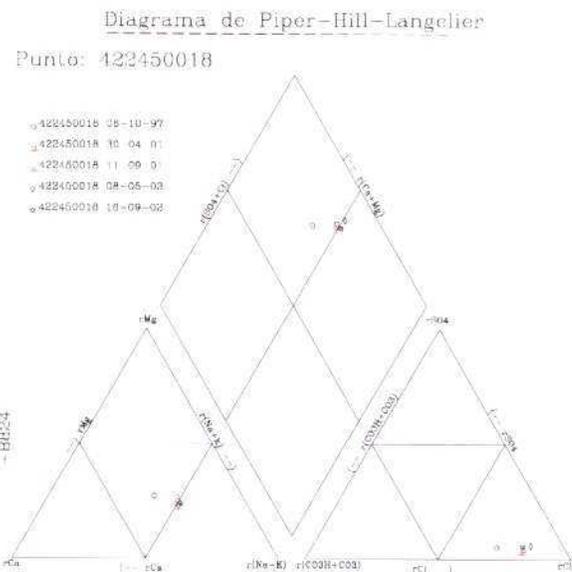
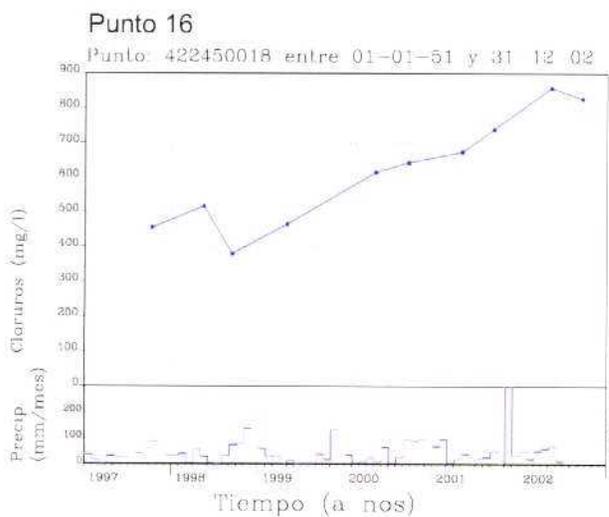
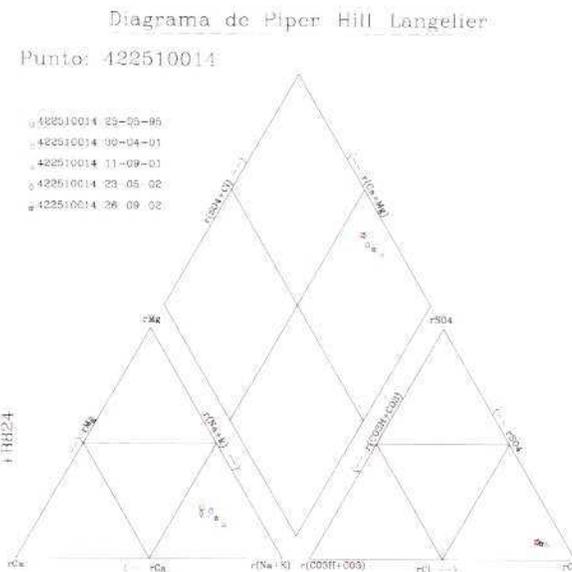
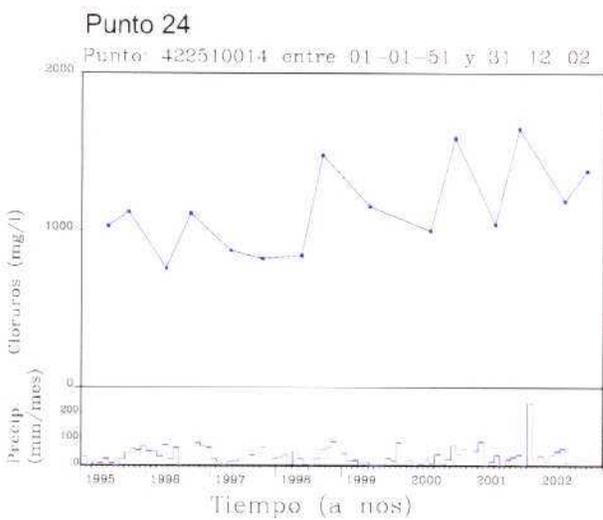
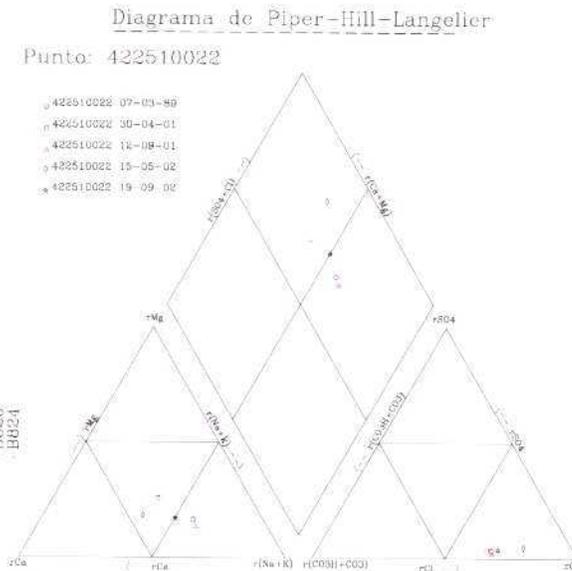
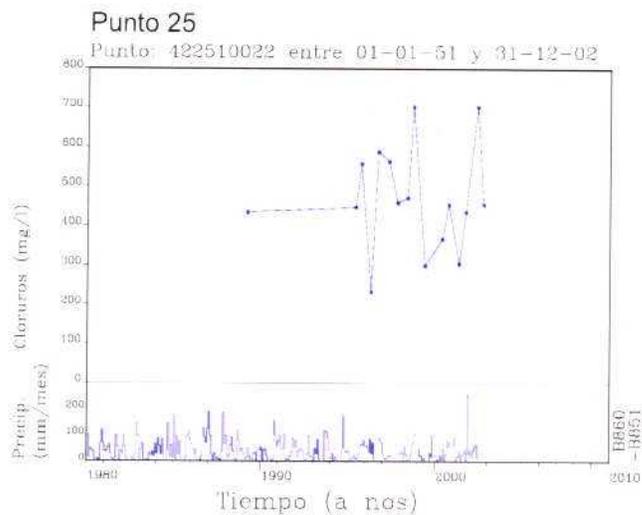


Diagrama de Piper-Hill-Langelier



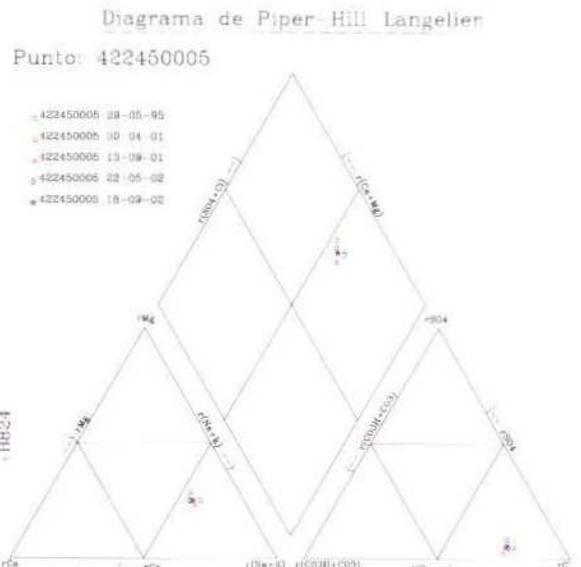
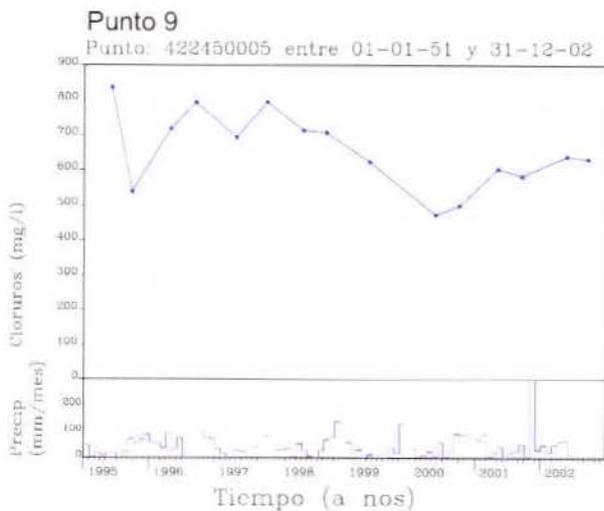
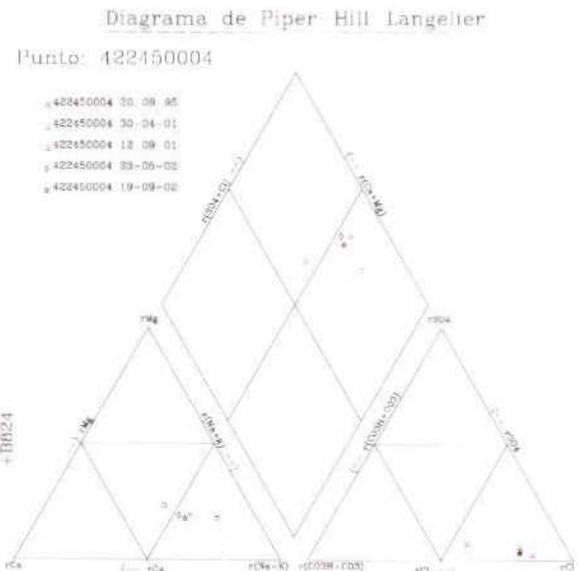
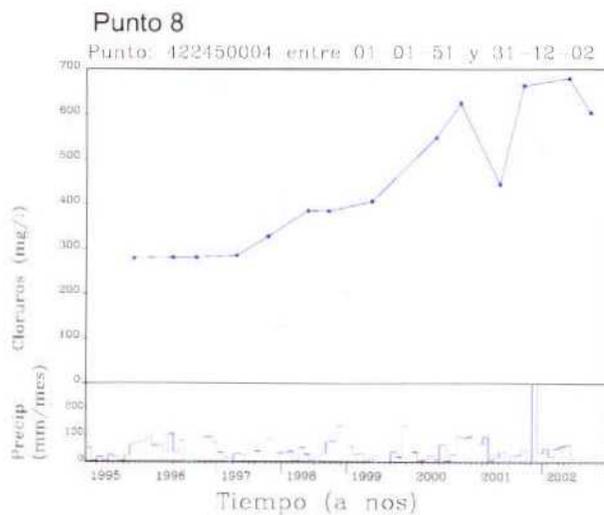
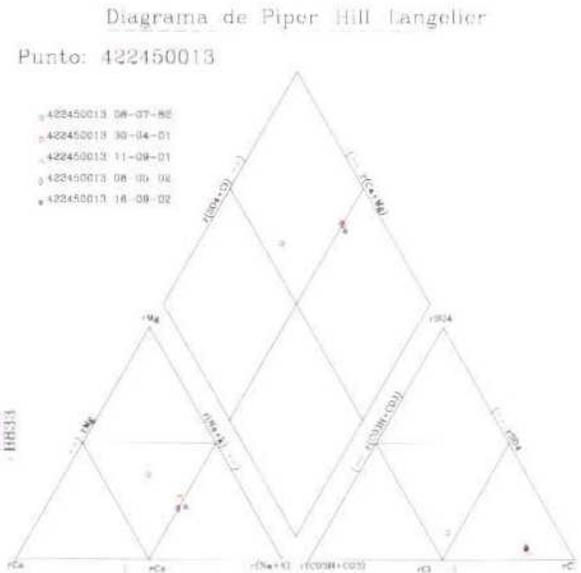
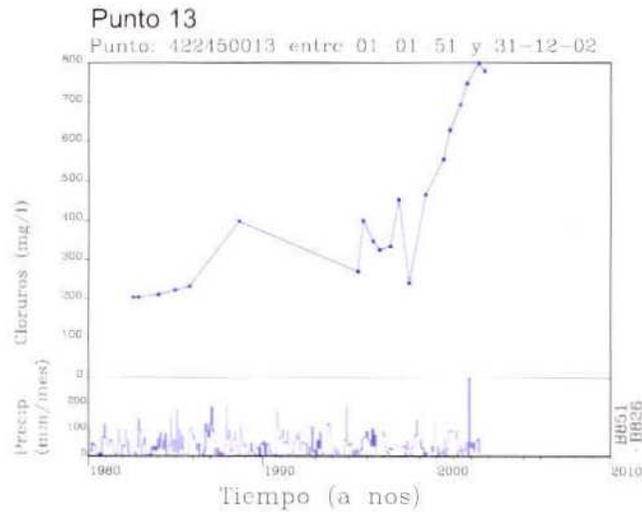
# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.01

## SECTOR OCCIDENTAL (Ciudadella)

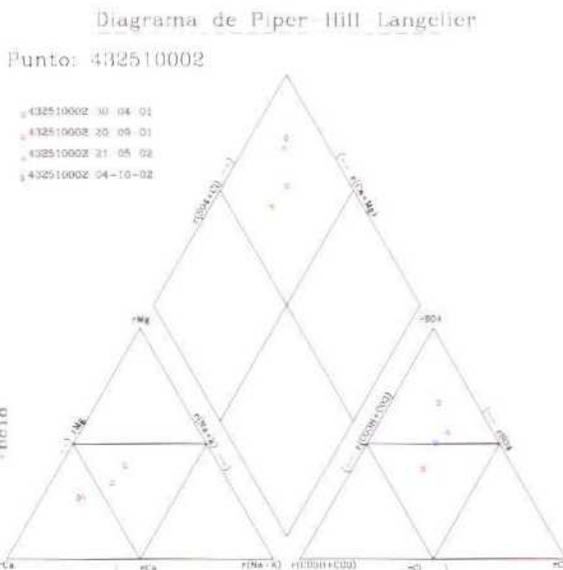
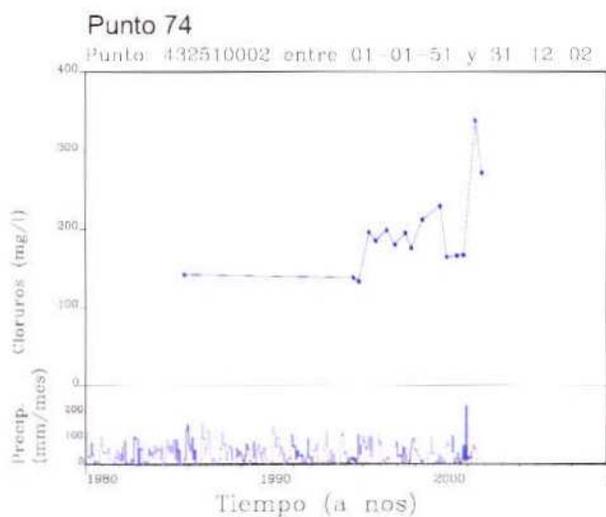
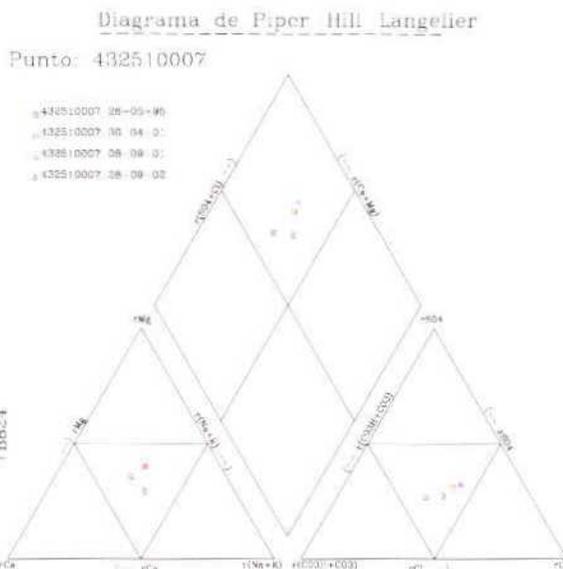
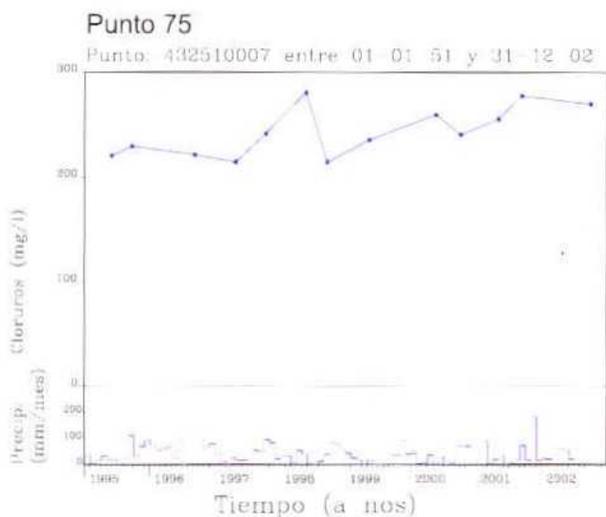


# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.01

## SECTOR OCCIDENTAL (Ciudadella)



# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 19.02





Han participado en la elaboración del presente informe los siguientes técnicos:

Por parte del Instituto Geológico y Minero de España:

D. José M<sup>a</sup> López García  
Dña. Rosa M<sup>a</sup> Mateos Ruíz  
D. Francisco Bautista Rodrigo

Por parte de la Direcció General de Recursos Hídrics:

Dña. Concepción González Casasnovas

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>6</b>
<b>PIEZOMETRÍA DE LAS ISLAS DE IBIZA Y FORMENTERA (2001-2002).....</b>	<b>6</b>
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.01 SANT MIQUEL.....</i>	<i>7</i>
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.02 SANT ANTONI.....</i>	<i>7</i>
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.03 SANTA EULARIA.....</i>	<i>8</i>
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.04 SANT CARLES.....</i>	<i>9</i>
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.05 SANT JOSEP.....</i>	<i>10</i>
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.06 EIVISSA.....</i>	<i>11</i>
<b>CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA ISLA DE IBIZA (2001-2002) .....</b>	<b>13</b>
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.01 SANT MIQUEL.....</i>	<i>14</i>
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.02 SANT ANTONI.....</i>	<i>15</i>
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.03 SANTA EULARIA.....</i>	<i>17</i>
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.04 SANT CARLES.....</i>	<i>18</i>
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.05 SANT JOSEP.....</i>	<i>19</i>
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.06 EIVISSA.....</i>	<i>20</i>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>22</b>
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.01 SANT MIQUEL.....</i>	<i>22</i>
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.02 SANT ANTONI.....</i>	<i>22</i>
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.03 SANTA EULARIA.....</i>	<i>23</i>
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.04 SANT CARLES.....</i>	<i>23</i>
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.05 SANT JOSEP.....</i>	<i>24</i>
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.06 EIVISSA.....</i>	<i>24</i>
<i>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 21.01 FORMENTERA.....</i>	<i>25</i>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS HIDROGEOLÓGICOS.....</b>	<b>26</b>

## **ANEXOS**

### **ANEXO I**

1. Tabla I. Red de piezometría de la isla de Ibiza
2. Tabla II. Red de piezometría de la isla de Formentera.
3. Mapa de situación de la red piezométrica de las islas de Ibiza y Formentera

### **ANEXO II**

1. Mapa de piezometría de las islas de Ibiza y Formentera (2001)
2. Mapa de evolución piezométrica de las islas de Ibiza y Formentera (2000-2001)
3. Mapa de piezometría de las islas de Ibiza y Formentera (2002)
4. Mapa de evolución piezométrica de las islas de Ibiza y Formentera (2001-2002)

### **ANEXO III**

- 1-5. Diagramas de evolución piezométrica de la isla de Ibiza

### **ANEXO IV**

1. Tabla II. Red de calidad de la isla de Ibiza
2. Mapa de situación de la red de calidad de la isla de Ibiza

### **ANEXO V**

1. Mapa de isocloruros de la isla de Ibiza (2001)
2. Mapa de evolución de isocloruros de la isla de Ibiza (2000-2001)
3. Mapa de isocloruros de la isla de Ibiza (2002)
4. Mapa de evolución de isocloruros de la isla de Ibiza (2001-2002)
5. Mapa de isonitratos de la isla de Ibiza (2001)
6. Mapa de evolución de isonitratos de la isla de Ibiza (2000-2001)
7. Mapa de isonitratos de la isla de Ibiza (2002)
8. Mapa de evolución de isonitratos de la isla de Ibiza (2001-2002)
9. Mapa de isosulfatos de la isla de Ibiza (2001)
10. Mapa de evolución de isosulfatos de la isla de Ibiza (2000-2001)
11. Mapa de isosulfatos de la isla de Ibiza (2002)
12. Mapa de evolución de isosulfatos de la isla de Ibiza (2001-2002)

### **ANEXO VI**

- 1-6. Diagramas de evolución de cloruros de la isla de Ibiza
- 1-6. Diagramas de Piper-Hill-Langelier de la isla de Ibiza

## INTRODUCCIÓN

En el Archipiélago Balear las aguas subterráneas son el principal recurso hídrico, constituyendo un bien público de máximo interés que es necesario conservar. La realización de estudios periódicos que permitan conocer las características hidrogeológicas e hidroquímicas de las aguas subterráneas, así como su evolución en el tiempo, son indispensables para la correcta gestión de este recurso natural.

Dentro de este marco, por parte de la Direcció General de Recursos Hídrics (DGRH) del Govern Balear y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), adscrito al Ministerio de Ciencia y Tecnología, se han diseñado y puesto en explotación distintas redes de control de niveles piezométricos y calidad química de los acuíferos situados en las Islas Baleares que, en ocasiones, proceden de antiguas redes establecidas por organismos e instituciones ya extintas, y que cuentan con registros periódicos que se remontan a la primera mitad de la década de los 70.

El estudio de estas redes se ha ido potenciando con el tiempo, especialmente a raíz de la definición de las diferentes Unidades Hidrogeológicas realizado por el DGOH-ITGE en el año 1.989 y actualizado en 1.998 dentro de la Propuesta del Plan Hidrológico de las Islas Baleares. De este modo, se viene controlando periódicamente la piezometría, calidad química e intrusión marina en los sistemas acuíferos situados en el Archipiélago Balear.

A partir de la puesta en marcha del ACUERDO ESPECÍFICO ENTRE LA CONSELLERÍA DE MEDI AMBIENT, ORDENACIÓ DEL TERRITORI I LITORAL DEL GOVERN BALEAR Y EL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1.999, 2.000, 2.001) publicado en el BOE nº 78, Resolución de 20 de marzo de 2.000 con carácter de Convenio Específico de colaboración entre el Instituto Geológico y Minero de España y la Comunidad Autónoma de las Illes Balears, se contempló dentro de la definición de los trabajos, entre otros, la *“Realización de un Informe anual sobre el Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear. Se recopilará la información disponible de las redes de control de acuíferos de ambos Organismos, y al final de cada año se emitirá un informe que recoja de forma sencilla la evolución piezométrica y la calidad química de los diferentes acuíferos que constituyen el Archipiélago”*.

En este contexto se encuadra el presente informe referente al *“ESTADO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL ARCHIPIÉLAGO BALEAR. ISLAS DE IBIZA Y FORMENTERA. AÑOS 2001, 2002”*, donde se refleja la situación de los niveles piezométricos y calidad de las aguas subterráneas de los sistemas acuíferos del Archipiélago de las Pitiusas para los años 2.001 y 2002, así como un análisis de su evolución histórica en los últimos 30 años, las variaciones sufridas con respecto al año 2000 en el que se realizó el informe inicial, y un planteamiento crítico de los problemas existentes y las propuestas de medidas adecuadas para su corrección.

## **ANTECEDENTES**

El presente informe constituye la continuación de la serie de informes anuales iniciada en Ibiza en el año 2000, y recoge e integra en un único documento la información obtenida de las redes de control durante los años 2001 y 2002 para Ibiza y Formentera.

En él se analiza directamente la información relativa a la piezometría y a la calidad química de las aguas subterráneas, así como su evolución, en el período considerado, remitiendo al lector interesado al Informe Anual del año 2.000 en lo que se refiere a la caracterización geológica de cada una de las unidades hidrogeológicas en las que se divide la isla de Ibiza, y a la evolución histórica de las redes de control desde su puesta en marcha.

## **PIEZOMETRÍA DE LAS ISLAS DE IBIZA Y FORMENTERA (2001-2002)**

El análisis de la situación de la piezometría para el período de tiempo considerado se ha llevado a cabo a partir de las medidas mensuales de la red de control piezométrico del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) en la isla de Ibiza, y de la red piezométrica de la DGRH en la isla de Formentera. Se han seleccionado para la elaboración de los mapas de isopiezas y de evolución interanual las medidas correspondientes a la campaña de octubre de los años 2001 y 2002 en Ibiza, y del segundo semestre del año en Formentera, a fin de poder establecer comparaciones interanuales representativas.

Para la isla de Ibiza, en octubre de 2001 se contaron con un total de 101 piezómetros controlados, de un total de 110, mientras que el mismo mes del año 2002 sólo se obtuvieron medidas en un total de 82 puntos. La distribución de los distintos piezómetros en cada una de las unidades hidrogeológicas es variable (Anexo I), siendo en la mayor parte de las unidades suficiente para el control general del estado de los acuíferos, destacando únicamente la carencia de puntos de control en la unidad 20.05 Sant Josep, cuya red es objeto de implementación en la actualidad por parte del IGME.

En el caso de Formentera, la red de control formada por 26 puntos de control, cuenta con datos en 22 y 21 de los piezómetros para los años 2001 y 2002 respectivamente.

A continuación se recoge la situación de los niveles de agua subterránea de cada una de las siete unidades hidrogeológicas que componen las cuencas de Ibiza y Formentera. Para ello, y cuando la densidad de datos así lo permite, se han realizado los correspondientes mapas de isopiezas y de evolución interanual para el período 2000-2001 y 2001-2002 respectivamente, recogidos en el Anexo II.

## **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.01 SANT MIQUEL**

El control piezométrico de la unidad de Sant Miquel se lleva a cabo a partir de los datos de 8 piezómetros, medidos por el IGME semestralmente. Su distribución uniforme a lo largo de toda la superficie de la unidad es idónea para la caracterización de la misma. Para el presente informe se han realizado mapas de piezometría para el mes de septiembre de 2001, y durante el mismo período de 2002, así como dos mapas de variación de niveles para el período 2000-2001 y 2001-2002. Además se han realizado gráficos de evolución histórica de la piezometría para el conjunto de la unidad y para varios puntos representativos de la misma (Anexo III).

El mapa de isopiezas correspondiente al segundo semestre del año 2001 (Anexo II.1) indica valores positivos para casi todo el conjunto de la unidad hidrogeológica, con cotas del nivel piezométrico superiores a los 160 m en el sector más meridional de la unidad, disndo las cotas más altas registradas en la isla. El descenso de cota es progresivo hacia el norte, en dirección a la línea de costa. Únicamente se destaca con cotas negativas la presencia de un cono de bombeo que desciende a casi 30 m por debajo del nivel del mar, entre la localidad de Sant Joan de Labritja y Portinatx, ésta última en la costa. Este cono de bombeo registraba valores sensiblemente parecidos durante el mismo período del año 2000, por lo que el mapa de evolución de la piezometría para el período 2000-2001 (Anexo II.2) apenas registra variación, si bien otro piezómetro más cercano a la costa en el mismo sector muestra una recuperación de niveles de hasta 10 m. Otro sector destacable desde el punto de vista de la piezometría, es el sector próximo al Puerto de Sant Miquel, donde se registran valores muy próximos a cota cero adentrándose hacia el interior de la unidad, y que como veremos más adelante empiezan a registrar ciertos efectos negativos en la calidad, si bien de manera muy incipiente.

El mapa de isopiezas para el mismo período del año 2002 (Anexo II.3) presenta una morfología general muy similar, si bien los valores extremos han sufrido notables variaciones. Así, los valores de cota han sufrido un ascenso generalizado, situándose la cota máxima registrada por encima de los 175 m, y existiendo una clara recuperación en los sectores más deprimidos. El mapa de evolución interanual para el período 2001-2002 (Anexo II.4) muestra un ascenso de casi 15 m en el sector situado entre Sant Joan y Portinatx, y un incremento de casi 1 m en el Puerto de Sant Miquel.

Los gráficos de evolución de la piezometría (Anexo III) indican un ascenso medio para el conjunto de la unidad de Sant Miquel de 5,6 m con respecto a los niveles registrados en el año 2000, si bien se acumula un descenso cercano a los 10 m de media para el conjunto de la unidad desde el comienzo del registro histórico en el año 1984. Los gráficos de puntos representativos reflejan esta misma tendencia, con un ascenso moderado en el último año, y un registro histórico de descenso progresivo, especialmente desde el año 1990.

## **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.02 SANT ANTONI**

El análisis de la piezometría en la unidad de Sant Antoni se ha llevado a cabo a partir de los datos obtenidos en 30 piezómetros de control con medidas semestrales (Anexo I). Se han

empleado los niveles recogidos durante la campaña de octubre de los años 2001 (29 registros) y 2002 (25 registros), con los cuales se han elaborado los mapas de isopiezas y de evolución interanual de la piezometría (períodos 2000-2001 y 2001-2002) (Anexo II), así como los gráficos de evolución histórica de la piezometría recogidos en el Anexo III.

El mapa de isopiezas representativo del segundo semestre del año 2001 (Anexo II.1) presenta valores extremos de la cota piezométrica que oscilan entre los -9 m, de cota negativa registrados en un cono de bombeo al este de la localidad de Sant Antoni (punto 23) y los más de 63 m sobre el nivel del mar de otro punto ubicado entre el anterior y Sant Antoni. Ambas anomalías extremas corresponden a pozos de abastecimiento urbano de Sant Antonio, registrándose el cono de bombeo del punto 23 durante los últimos años. En líneas generales la unidad registra valores ligeramente inferiores a los 40 m de cota en su sector más interno, en contacto con la vecina unidad de Eivissa, disminuyendo gradualmente hacia la costa, donde aún se recogen niveles relativamente elevados a menos de un kilómetro de la misma. El mapa de variación con respecto al año 2000 (Anexo II.2) indica una cierta estabilidad en los niveles del sector más occidental, y solamente se recogen descensos notables, de entre 3 y 4 m, en las zonas más internas de la unidad.

Para el año 2002 (Anexo II.3) se continúa marcando el cono de bombeo generado por el abastecimiento a Sant Antoni, si bien en menor medida al producirse una recuperación de los niveles como se recoge en el mapa de evolución interanual 2001-2002 (Anexo II.4). Destaca la aparición de un cono de bombeo muy acusado en el sector más meridional de la unidad (punto 96), en la vertiente norte de la Serra Grossa, que corresponde al abastecimiento urbano de Sant Josep, y donde se alcanza una cota negativa de -18,5 m, que suponen un descenso cercano a los 40 m con respecto a los valores iniciales de la zona. El resto de la unidad registra un incremento de los niveles, que se recogen de forma gráfica en el mapa de evolución interanual para el período 2001-2002 (Anexo II.4), con aumentos cercanos a los 15 m en la mitad septentrional de la unidad.

Los gráficos de evoluciones históricas de los niveles (Anexo III) indican para el conjunto de la unidad un incremento medio de 0,3 m con respecto al año anterior, y un descenso medio acumulado de 4,7 m desde el año 1984.

### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.03 SANTA EULARIA**

Esta unidad hidrogeológica cuenta con 29 piezómetros de control, de los cuales se cuenta con registro en 25 y 21 de ellos para los meses de octubre de 2001 y 2002 respectivamente. Con los registros obtenidos en dicho período se han elaborado los mapas de piezometría y de evolución interanual de la misma para el período 2001-2002, recogidos en el Anexo II. El análisis de los registros históricos de niveles en todos los piezómetros de la unidad se refleja en los gráficos de evolución que pueden consultarse en el Anexo III.

El mapa de isopiezas para el segundo semestre del año 2001 muestra dos claros sectores en la unidad de Santa Eulària. Por un lado el sector interior de la unidad con cotas positivas que descienden progresivamente desde los más de 100 m del sector central, al norte y noreste de Santa Gertrudis, hasta la cota cero que se alcanza varios kilómetros al interior de

## Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

la línea de costa. El segundo sector es el que podríamos denominar costero, que se adentra hacia el interior entre 4 y 5 kilómetros, y se caracteriza por presentar cotas negativas, las cuales quedan recogidas en numerosos piezómetros pertenecientes en la mayor parte de los casos a los pozos de abastecimiento urbano de Santa Eulària, Cala Llonga y Jesús. Los bombeos para el abastecimiento, junto con algunos pozos particulares para el riego agrícola generan numerosos conos de bombeo superpuestos que acaban generando una amplia franja con cotas negativas que alcanzan, en el período considerado, cotas de hasta -38 m bajo el nivel del mar.

El mapa de variación interanual para el período 2000-2001 muestra un claro descenso de los niveles en toda la unidad, especialmente acusado en las zonas más internas donde se producen variaciones negativas de 10 metros, siendo de entre 3 y 5 metros en los sectores más cercanos a la costa, donde puntualmente se recogen hasta 21 metros de descenso en algunos de los sondeos de abastecimiento a Santa Eulària.

Para el año 2002 (Anexo II.3) la morfología general de las isopiezas se mantiene en el sector costero meridional, si bien el cono de bombeo generado por el abastecimiento a Santa Eulària continúa su descenso hasta superar los -52 m de cota bajo el nivel del mar, mientras que el localizado al noreste de Jesús recupera parcialmente el descenso del año anterior. El resto de la unidad presenta un claro ascenso de los niveles, como queda recogido en el mapa de variación interanual del período 2001-2002 (Anexo II.4), con incrementos de cota que superan los ampliamente los 30 m.

Los gráficos de evolución de nivel (Anexo III) indican un ascenso medio de los niveles cercano a los 6 m en el último año, si bien los niveles medios se sitúan cerca de 2 metros por debajo del nivel inicial registrado en el año 1984. En general, la unidad presenta variaciones muy acusadas en casi todos los piezómetros, registrándose una clara evolución positiva de recuperación de niveles en el abastecimiento de Cala Llonga, donde se ha pasado de valores iniciales registrados en el año 1996 que superaban los -50 m hasta registros actuales cercanos a los -10 m de cota. En la mayor parte de los casos se registra un ascenso al menos durante el último año, si bien existen excepciones en alguno de los sondeos de abastecimiento a Santa Eulària (punto 51).

### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.04 SANT CARLES**

El control piezométrico de la unidad de Sant Carles, al noreste de la isla de Ibiza, se lleva a cabo a partir de 13 piezómetros de control medidos con una periodicidad semestral. Los mapas de isopiezas realizados para los meses de octubre de 2001 y 2002, así como los de variación interanual para el período 2000-2001 y 2001-2002 se recogen en el Anexo II. El análisis de la situación de la unidad se completa con los diagramas de evolución histórica de los niveles, recogidos en el Anexo III.

El mapa de isopiezas correspondiente al año 2001 (Anexo II.1) indica que se trata de una unidad con valores piezométricos entre 30y 10 m de cota en la casi totalidad de su extensión, destacando la presencia de un cono de bombeo con cotas negativas que superan los -25 m situado al sur de la localidad de Sant Carles, generado por las extracciones para

abastecimiento urbano de esta localidad (puntos 58, 69 y 106). El mapa de variación interanual para el período 2000-2001 (Anexo II.2) muestra un descenso progresivo de los niveles en el conjunto de la unidad, con descensos de hasta 16 m. También se observa una notable recuperación en el punto 63, empleado para el abastecimiento de una urbanización cercana, donde ha desaparecido el cono de bombeo negativo que se registraba en años anteriores.

Para el año 2002 (Anexo II.3) se observa un claro incremento de los niveles en toda la unidad, así como una reducción del cono de bombeo del abastecimiento a Sant Carles. El mapa de variación interanual para el período 2001-2002 (Anexo II.4) recoge este incremento, debido a la favorable pluviometría, con aumentos de nivel que oscilan entre los 6 y los casi 10 m.

Los gráficos de evolución de niveles (Anexo III) indican que el incremento medio de nivel en el último año es de 4,2 m para el conjunto de la unidad hidrogeológica, si bien continúa estando a 3 m por debajo de los valores iniciales registrados en el año 1984 en que se puso en marcha la red de control piezométrico. Los gráficos de evolución de algunos piezómetros con mayor serie histórica muestran fuertes oscilaciones en su evolución, destacando la notable recuperación del punto 63, de abastecimiento urbano.

#### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.05 SANT JOSEP**

El IGME mantiene en la actualidad una reducida red de control piezométrico en esta unidad, formada únicamente por tres puntos de control, por lo que el grado de conocimiento de la misma es reducido. Los mapas de isopiezas y de evolución interanual de la piezometría en esta unidad, recogidos en el Anexo II, son de escasa representatividad para el conjunto de la unidad, por lo que deben ser considerados con todas las reservas. Actualmente el IGME está llevando a cabo una revisión de la red en esta unidad con el objeto de ampliar la misma y adecuarla al nivel de conocimiento del resto de las unidades hidrogeológicas.

La piezometría registrada en los tres piezómetros de la unidad de Sant Josep para el año 2001 (Anexo II.1) indican la existencia de fuertes variaciones dentro de la unidad hidrogeológica. La piezometría del punto 70 (ver situación en Anexo I.2) está próxima a los 40 m de cota, acorde con la registrada en otros piezómetros situados en la Serra Grossa y pertenecientes administrativamente a la unidad de Sant Antoni. El punto 71 registra cotas negativas superiores a los -5 m, y finalmente el punto 72 destaca por la marcada depresión piezométrica generada por su cota próxima a los -25 m, bajo el nivel del mar. Este último corresponde a un bombeo para abastecimiento urbano de las urbanizaciones costeras próximas de Cala Vadella. El mapa de evolución interanual para el período 2000-2001 muestra un descenso moderado del nivel piezométrico en el entorno de la localidad de Sant Josep, acorde con lo que se observa en el resto de unidades hidrogeológicas para el mismo período. En el resto de la unidad el descenso es prácticamente inapreciable.

Para el año 2002 únicamente se cuenta con un dato puntual correspondiente al abastecimiento de Cala Vadella (punto 72) que presenta una cota ligeramente inferior a los

-23 m, y por tanto similar a la registrada en el año anterior, con una ligera recuperación como corresponde a la tendencia observada en el conjunto de los acuíferos de la isla.

El Anexo III recoge la evolución media para el conjunto de la unidad, indicando una tendencia estable con respecto al año anterior, y al descenso respecto al inicio del control en la unidad, con un descenso medio de 8,6 m desde el año 1996.

## **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.06 EIVISSA**

La unidad hidrogeológica de Eivissa cuenta con una red de control piezométrico formada por 27 puntos de control. De ellos, un total de 23 fueron medidos durante el segundo semestre del año 2001 y 15 en el mismo período del año 2002, con cuyos datos se han elaborado los mapas de isopiezas recogidos en el Anexo II, así como los de variación interanual para los períodos 2000-2001 y 2001-2002. En el Anexo III se recogen los diagramas de evoluciones históricas para el conjunto de la unidad y para una selección de piezómetros representativos de los diferentes sectores y acuíferos que la forman.

El mapa de isopiezas del año 2001 presenta una piezometría con máximos de más de 51 m de cota que se registran en el extremo septentrional, entre las localidades de Sant Rafel y Santa Gertrudis, descendiendo progresivamente hacia el sur hasta alcanzar la línea de costa. En el sector central de la unidad, en contacto con la Serra Grossa de Ibiza, se registran valores en torno a los 45 m de cota sobre el nivel del mar, y aparecen fuertes conos de bombeo distribuidos en tres sectores principales. Al noreste de Sant Rafel, se recogen cotas negativas que superan los -11 m de cota absoluta, y que corresponden a las extracciones para el abastecimiento público de los núcleos de Puig d'en Valls, Can Negre y Montecristo (punto 81). Al norte de la ciudad de Ibiza, en el sector de Can Negre, aparece otro fuerte cono de bombeo con cotas negativas que alcanzan entre -5 y -8 m, correspondientes a los puntos 76, 77 y 78, todos ellos bombeos para el abastecimiento de la ciudad de Ibiza. Finalmente, otra fuerte depresión piezométrica, con valores absolutos cercanos a los -20 m de cota en la superficie piezométrica, responden igualmente a la presencia de varios sondeos para el abastecimiento del sector costero de Sant Josep (Playa d'en Bossa, etc.).

El mapa de variación con respecto al año 2000 (Anexo II.2) indica variaciones muy notables, con descensos acusados, de hasta 12 m, en los niveles de los piezómetros comprendidos entre Sant Rafel y Puig de'n Valls, y fuertes ascensos en los bombeos de abastecimiento al sector residencial de Playa d'en Bossa, al norte del aeropuerto de Ibiza, de hasta más de 40 m, lo que parece indicar la parada de la explotación en dicho punto. El resto presenta oscilaciones muy variables entre el ascenso y el descenso, sin que pueda fijarse una clara tendencia.

Para el año 2002 (Anexo II.3) la configuración del mapa de isopiezas es similar, si bien destacan los fuertes incrementos en el nivel que se registran en el extremo septentrional de la unidad, que pasan de cotas absolutas del agua próximas a los 40 m a alcanzar los casi 100 m. En general toda la unidad registra los ascensos característicos de este período, de precipitaciones más generalizadas en el archipiélago, si bien la puesta en marcha de algunos

pozos de abastecimiento parados en el mismo período del año anterior dan lugar a un fuerte cono de bombeo al norte del aeropuerto de Ibiza.

Los gráficos de evoluciones piezométricas recogidos en el Anexo III indican un incremento medio de 1,7 m en toda la unidad durante el último año, si bien el descenso medio con respecto al año 1984 en el que se comenzó a medir al red, es de 4,2 m para el conjunto de la unidad hidrogeológica de Ibiza. Los registros de algunos de los piezómetros más característicos de esta unidad recogen los fuertes descensos ocasionados por las extracciones en algunos sectores, como el punto 93, al norte del aeropuerto, o el 81, para el abastecimiento de Puig d'en Valls, Can Negre y Montecristo, donde los descensos continuados desde el año 1990 han hecho variar los niveles desde los más de 70 m iniciales hasta los casi 20 m por debajo del nivel del mar que se registran en la actualidad.

### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 21.01 FORMENTERA**

Se incorporan por primera vez los datos procedentes de la red de control piezométrico que la DGRH mantiene en la isla de Formentera. El análisis de los mapas de piezometría debe tomarse con muchas reservas por cuanto aún no han sido realizadas las correspondientes nivelaciones de precisión en los puntos de control. Estas son indispensables para el correcto estudio de la superficie piezométrica en la isla de Formentera, ya que la cota del nivel de agua se haya muy próxima a la de referencia, cota cero del nivel del mar, por lo que un pequeño error en la estima de las mismas a partir del mapa topográfico puede pasar de situarla con valores positivo a negativos y viceversa.

Los mapas de evolución interanual, en este caso independientes de la cota del terreno y por tanto no afectados por la problemática anteriormente descrita, si indican que la variación interanual es muy pequeña, mostrándose en la mayoría de los puntos variaciones inferiores a los 5 cm de cota, tanto en sentido positivo como negativo, lo que puede ser considerado como una tendencia estable en el período considerado.

## **CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA ISLA DE IBIZA (2001-2002)**

El control de la calidad del agua en los acuíferos de la isla de Ibiza se lleva a cabo mediante la analítica que se realiza en las muestras de agua procedentes de un total de 79 puntos que constituyen la red de calidad del IGME (Anexo IV). A estas muestras, que se toman como mínimo con periodicidad semestral, el IGME añade aquellas que puntualmente se recogen durante la realización de ensayos de bombeo, informes preceptivos, estudios locales, etc., y que son incluidas por su interés en la base de datos que al respecto posee la Oficina de Proyectos del IGME en Palma de Mallorca. A los parámetros fisicoquímicos principales, el IGME incorpora, en los casos en que lo considera necesario, el análisis de elementos menores que pueden ser de gran interés por motivos técnicos y científicos. De esta manera, la caracterización de la calidad de las aguas subterráneas en los acuíferos de la isla cuenta con un amplio respaldo de información disponible para la realización de estudios específicos en los elementos mayoritarios e incluso minoritarios que se encuentran presentes en las mismas.

En la isla de Formentera se está comenzando a obtener los primeros resultados de una red de control recientemente puesta en marcha por la DGRH, de la que se podrán incluir los primeros resultados en sucesivos informes.

De todos los parámetros analizados, a continuación se recoge la evolución de aquellos más representativos de las aguas subterráneas propias de los acuíferos de la isla. Los cationes e iones mayoritarios (calcio, sodio, magnesio, bicarbonato, cloruro y sulfato) permiten una clasificación del tipo de agua mediante el empleo de un diagrama trilinear (Piper), que permite asignar un sello de identidad al agua procedente de un acuífero y su estado evolutivo (ver Anexo VI).

Por otra parte, el análisis del contenido en ión cloruro es fundamental en los acuíferos conectados con la línea de costa para determinar el grado de intrusión de agua de mar en los mismos, sirviendo como criterio indirecto para determinar el grado de sobreexplotación de este tipo de acuíferos. Su presencia en acuíferos desconectados, aislados del mar, permite determinar la presencia de contaminantes naturales (presencia de sales en el subsuelo) o inducidos por el hombre (en el caso del empleo de aguas residuales, depuradas o no).

A este último aspecto contribuye también el control de la presencia de ión nitrato, muy frecuente como contaminante en zonas de regadío intensivo, y aportado al acuífero a partir de la aplicación incontrolada de fertilizantes nitrogenados. Este último es también analizado en el presente informe dada la presencia de concentraciones anómalas por encima de los niveles máximos marcados por la legislación actual en materia de aguas potables, en algunos puntos de la isla.

El resto de parámetros químicos analizados presenta valores normales, con excepciones puntuales, como elevadas concentraciones de sulfatos de origen natural (por presencia de yesos en el subsuelo).

A continuación se describe para cada una de las unidades hidrogeológicas de la isla de Ibiza la caracterización hidrogeoquímica de acuerdo con la clasificación de Piper-Hill-Langelier (Anexo VI), basada en los iones mayoritarios presentes en el agua subterránea; así como los mapas de contenido en ion cloruro, indicativos del proceso de intrusión marina en la unidad hidrogeológica, así como los mapas de isocontenido en ión nitrato y sulfato para los años 2001 y 2002 (ver mapas del Anexo V). También se han realizado mapas de variación interanual para cada uno de los elementos descritos, con el fin de discriminar de forma rápida y fácil las áreas que han sido objeto de un incremento o un descenso en la concentración del parámetro considerado.

### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.01 SANT MIQUEL**

La unidad hidrogeológica 20.01 Sant Miquel, cuenta con un total de 8 puntos de control de la calidad, de los cuales 5 se han medido semestralmente durante el período 2001-2002. Cubren toda la extensión de la unidad y su distribución se recoge en el mapa de situación del Anexo IV.

#### **Facies hidroquímica (Clasificación de Piper-Hill-Langelier)**

La variación de la concentración de ion cloruro a lo largo del tiempo es la principal responsable de la modificación de la tipología de las aguas subterráneas. Así, la representación sobre un diagrama de Piper de los registros históricos (ver Informe Anual año 2000, Anexo III) mostraba un conjunto de aguas mixtas de tipo sulfatado-clorurado. En los sectores occidental y oriental predominan actualmente las aguas de tipo bicarbonatado cálcico o cálcico-magnésico, y únicamente en el sector central se registran aguas de tipo clorurado sódico, en el punto 3, de extracción para el abastecimiento del sector turístico en la zona. Igualmente el gráfico de evolución de la concentración de ión cloruro en este punto presenta un incremento continuado de la concentración desde el inicio de su control en el año 1997, pasando de los 400 mg/L iniciales a los más de 500 mg/L actuales.

#### **Cloruros**

El análisis de contenido en ion cloruro (Anexo V) permite identificar las zonas afectadas por intrusión marina. Así se observa claramente en el mapa de isocloruros para el año 2001 (Anexo V.1), la presencia de concentraciones de ión cloruro que alcanzan valores máximos de 548 mg/L en las inmediaciones del Port de Sant Miquel, mientras que el resto de la unidad presenta concentraciones de ión cloruro que oscilan entre los 128 y los 152 mg/L, estando en este caso muy por debajo del límite recomendado de 250 mg/L para el consumo humano.

El mapa de variación de la concentración de ion cloruro entre los años 2000 y 2001 (Anexo V.2) no registra variaciones notables en la concentración a excepción del incremento de

### Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

casi 90 mg/L en las cercanías del Port de Sant Miquel, y que responde a las extracciones para el abastecimiento de hoteles en la zona.

Para el año 2002 (Anexo V.3) la situación se muestra muy similar, con ligeros descensos en prácticamente la totalidad de la unidad, tal y como se recoge en el mapa de variación de la concentración para el período 2001-2002 (Anexo V.4).

#### Nitratos

En cuanto a la concentración de ión nitrato, en el año 2001 (Anexo V.5) toda la unidad presenta valores muy inferiores a los 50 mg/L, oscilando las concentraciones entre los 2 y los 10 mg/L, destacando únicamente en el extremo occidental un punto concentración cercana a los 40 mg/L. En el límite con la unidad de Santa Eulària se registra una anomalía puntual que supera los 86 mg/L. El mapa de variación de la concentración de ion nitrato para el período correspondiente a los años 2000-2001 (Anexo V.6) muestra un incremento de 11 mg/L en el punto más occidental. Para el año 2002 la concentración de ion nitrato permite obtener el mapa del Anexo V.7 en el cual se constata la tendencia al aumento progresivo de la concentración de ión nitrato en toda la unidad, aunque de forma muy moderada, con incrementos que oscilan entre los 3 y los 7 mg/L (Anexo V.8).

#### Sulfatos

El análisis del mapa de isocontenido en sulfatos para el año 2001 (Anexo V.9) indica concentraciones muy bajas, siempre inferiores a los 250 mg/L en casi toda la unidad. Únicamente de manera puntual se recogen concentraciones que superan esta cifra en los alrededores de la localidad de Sant Joan, en el sector oriental de la unidad. El mapa de variación con respecto al año 2000 registra descensos generalizados en la concentración de sulfatos en toda la unidad, siendo destacables los que se recogen en el sector de Sant Joan. Para el año 2002 (Anexo V.11).

### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.02 SANT ANTONI**

La unidad hidrogeológica 20.02 Sant Antoni, cuenta con una red de calidad formada por 17 puntos de control, de los cuales 10 se han medido semestralmente durante el año 2001 y 8 durante el año 2002 (Anexo IV).

#### Facies hidroquímica (Diagrama de Piper-Hill-Langelier)

La representación de los iones mayoritarios en un diagrama de Piper, recogidos para los puntos más representativos en el Anexo VI, muestra la presencia dos principales grupos de aguas. Los sondeos que están afectados por procesos de intrusión marina registran facies netamente cloruradas sódicas, y se concentran en el sector más cercano a la línea de costa y al noreste de Sant Antoni, en las inmediaciones de los pozos de abastecimiento a la localidad. Por otro lado encontramos los pozos y sondeos que mantienen la calidad natural de las aguas, representada por la facies bicarbonatada cálcica y que corresponde con los sondeos que se sitúan mayoritariamente en el interior de la unidad.

### Cloruros

En esta unidad la concentración de ión cloruro, recogida en el mapa de isocloruros (Anexo V.1) para el año 2001 presenta concentraciones elevadas de ión cloruro, entre 800 y 1300 mg/L, en todo el sector que orla la Bahía de San Antonio, obedeciendo en todos los casos a las extracciones para el abastecimiento público de la localidad de Sant Antoni, así como los complejos hoteleros de la misma y de la Bahía de San José. El resto de la unidad presenta concentraciones inferiores a los 200 mg/L. El mapa de variación con respecto al mismo período del año 2000 (Anexo V.2) indica notables descensos de la concentración de cloruros (-1220 mg/L) en algunas captaciones del abastecimiento a la Bahía de San José, al sur de la Bahía de San Antonio, mientras que las explotaciones para el abastecimiento de la localidad de Sant Antoni, al noreste de la misma, presentan ligeros incrementos, de hasta 150 mg/L. Para el período 2001-2002 (Anexo V.4) el descenso de la concentración es generalizado en toda la unidad, y especialmente acusado en el sector de explotación para el abastecimiento situado al sur de la localidad de Sant Antoni, donde se recogen descensos cercanos a los 500 mg/L. El resultado es un mapa de isocontenidos para el año 2002 (Anexo V.3) que presentan una orla de intrusión marina alrededor de la Bahía de San Antonio, con un máximo de 2100 mg/L al noreste de la localidad de Sant Antoni.

### Nitratos

La concentración de ión nitrato es reducida en la unidad de Sant Antoni, encontrándose siempre por debajo de los 50 mg/L. Los mapas de concentración para los años 2001 y 2002 (Anexos V.5 y V.7 respectivamente) indican concentraciones mayoritariamente inferiores a los 20 mg/L, destacando la presencia de máximas concentraciones en el sector sur de la Bahía de San Antonio, donde algunos de los pozos de abastecimiento recogen concentraciones ligeramente superiores a los 30 mg/L. Los mapas de evolución interanual (Anexos V.6 y V.8) muestran un incremento progresivo, aunque discreto, de la concentración, alcanzándose concentraciones máximas de 41 mg/L en el extremo occidental de la unidad.

### Sulfatos

El mapa de contenido en ión sulfato para el año 2001 (Anexo V.9) no presenta anomalías destacables, existiendo una concentración inferior a los 250 mg/L en toda la mitad septentrional de la unidad y superándose los 475 mg/L en el sector centro-sur de la misma. La concentración máxima alcanzada, en el límite con la vecina unidad de Eivissa es de 656 mg/L. El mapa de evolución con respecto al año 2000 (Anexo V.10) indica una relativa estabilidad en las concentraciones. Para el año 2002 (Anexo V.11) el mapa de isocontenidos es muy similar, destacando únicamente la existencia de descensos destacados en la concentración (Anexo V.12) en algunos de los puntos, quedando el máximo en un valor ligeramente superior a los 500 mg/L.

## **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.03 SANTA EULARIA**

La unidad de Santa Eulària está controlada por una red formada por 20 puntos, con medidas semestrales en 16 de ellos durante el año 2001 y en 15 durante el año 2002. La distribución de los puntos que forman esta red queda recogida en el mapa del Anexo IV.2.

### **Facies hidroquímica (Diagrama de Piper-Hill-Langelier)**

La facies deducida de los diagramas de Piper (Anexo III) de las series históricas indican que se trata de un aguas de tipo mixto, con predominio de la facies sulfatada o clorurada-sulfatada en el sector más cercano a la costa y tendiendo a bicarbonatadas cálcico-sódico-magnésicas hacia el interior. A diferencia de otras unidades con fuertes descensos en la piezometría ocasionados por bombeos cercanos a la costa, no se registran, en la red de control del IGME, facies netamente cloruradas.

### **Cloruros**

El mapa de isocloruros para el año 2001 (Anexo V.1) muestra concentraciones inferiores a los 200 mg/L en prácticamente toda la unidad, quedando únicamente una franja cercana a la línea de costa con concentraciones que en ningún caso alcanzan los 500 mg//L, inclusive en los sondeos de explotación para el abastecimiento público fuertemente explotados y con niveles piezométricos hasta más de 50 m bajo el nivel del mar. Con respecto a las concentraciones registradas en el año 2000 (Anexo V.2) la situación es de moderado incremento en el sector costero y estabilidad en el resto de la unidad. Para el año 2002 (Anexos V.3 y V.4) se registran descensos moderados, hasta 108 mg/L, en el sector cercano a Santa Eulària, y el resto variable, pero de escasa entidad. La máxima concentración de ión cloruro se sitúa en 384 mg/L.

### **Nitratos**

El mapa de isocontenidos en ión nitrato para el año 2001 (Anexo V.5) muestra la presencia de dos anomalías puntuales, en las cuales se superan los 50 mg/L, máximo permitido por la legislación vigente para las aguas de consumo humano. La primera de ellas se sitúa inmediatamente al noreste de la localidad de Santa Gertrudis, registrándose hasta 58 mg/L, mostrando un fuerte incremento de la concentración con respecto al año 2000 (Anexo V.6). La segunda se sitúa en el límite septentrional de la unidad, en la localidad de Sant Miquel, donde se recogen 88 mg/L. El resto de la unidad, incluida la zona agrícola de Santa Eulària, no registra concentraciones destacables, situándose siempre muy por debajo del máximo permitido.

Para el año 2002 (Anexo V.7) se produce un descenso de la concentración en el punto cercano a la localidad de Santa Gertrudis, reduciendo su concentración hasta los 45 mg/L. De esta forma queda únicamente un punto con concentraciones por encima del máximo permitido, situado en la localidad de Sant Miquel. Este sí registra un incremento de la concentración (Anexo V.8), que aunque muy moderado sitúa a este punto muy cerca de alcanzar el doble de la concentración máxima permitida en la legislación.

### Sulfatos

La distribución del ión sulfato dentro de la unidad de Santa Eulària presenta una clara compartimentación (Anexos V.9 y V.11). De un lado el sector central y noroccidental, que representan la casi totalidad de la unidad, y donde para los años 2001 y 2002 se registran concentraciones que oscilan entre los 44 mg/L y los 358 mg/L. En marcado contraste, toda la franja costera presenta concentraciones superan claramente los 250 mg/L y que pueden llegar a alcanzar valores extremos de 1260 mg/L al norte de la localidad de Santa Eulària. Las variaciones interanuales (Anexos V.10 y 12) presentan incrementos generalizados para el período 2000-2001 y descensos para el correspondiente al 2001-2002.

### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.04 SANT CARLES**

La unidad de Sant Carles está controlada en su mitad septentrional por una red formada por 10 puntos de control, de los cuales se cuentan con análisis químicos semestrales en 9 de ellos para el período 2001-2002. El resto de la unidad carece de red de control.

### Facies hidroquímica (Diagramas de Piper-Hill-Langelier)

El análisis de las facies hidroquímicas indica que se trata de aguas principalmente de tipo mixto, tal y como se recoge en los puntos representativos del Anexo III. En los sectores más cercanos a la línea de costa aparecen con frecuencia facies de tipo sulfatado cálcico.

### Cloruros

El mapa de isocloruros para el año 2001 (Anexo V.1) refleja valores de concentración en general inferiores a los 250 mg/L en toda la unidad. Tan sólo algunos puntos situados entre la localidad de Sant Carles y Es Canar presentan concentraciones ligeramente superiores, que de máxima alcanzan los 592 mg/L, lo cual supone un ligero incremento con respecto a los valores registrados en el año 2000 (Anexo V.2). Para el año 2002 (Anexo V.3 y 4) se registra un incremento de la concentración en toda la unidad, si bien las concentraciones superiores a los 250 mg/L continúan centradas en la denominada Plana de s'Argentera, entre Sant Carles y Es Canar.

### Nitratos

El mapa de concentración de ión nitrato para el año 2001 (Anexo V.5) no muestra anomalías, situándose todos los puntos muy por debajo del máximo permitido para aguas de consumo humano (50 mg/L), generalmente inferior a los 10 mg/L. Sin embargo, el mapa de variación de la concentración con respecto al año 2000 (Anexo V.6) muestra que se ha producido un descenso muy destacable de la concentración (-66 mg/L) en el punto 39, situado en el sector central de la unidad, y que en el mismo período del año anterior mostraba una fuerte anomalía. Para el año 2002 (Anexo V.7) aparece nuevamente dicha anomalía, registrándose en el punto central de la unidad una concentración de 120 mg/L, lo que supone un incremento de casi 100 mg/L con respecto al año 2001 (Anexo V.8). El resto de la unidad continúa presentando concentraciones muy reducidas.

### Sulfatos

Respecto al contenido en ión sulfato, la unidad de Sant Carles presenta un comportamiento muy similar al registrado en la vecina unidad de Santa Eulària. Así, el sector central de la unidad refleja concentraciones inferiores a los 250 mg/L, mientras que en el sector más cercano a la costa se recogen valores que para el año 2001 (Anexo V.9) alcanzan los 1580 mg/L, y los 1230 mg/L para el mismo período del año 2002 (Anexo V.11). Los mapas de variación de la concentración (Anexos V.10 y 12) indican ligeros incrementos para el período 2000-2001 y descensos moderados en el período 2001-2002.

### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.05 SANT JOSEP**

El IGME mantiene en la actualidad una red de control de la calidad muy reducida en la unidad de Sant Josep, formada exclusivamente por 4 puntos, de los cuales sólo se cuenta con registros periódicos en 3 de ellos. Es por ello que la interpretación cartográfica de los isocontenidos de los distintos elementos debe tomarse con las correspondientes reservas.

### Facies hidroquímica (Diagrams de Piper-Hill-Langelier)

Los diagramas de Piper de los puntos que constituyen la red corresponden a facies mixtas, variando desde las bicarbonatadas-cloruradas cálcicas hasta alcanzar, ocasionalmente, la facies netamente clorurada sódica (Anexo III).

### Cloruros

La concentración de ión cloruro en la unidad (Anexos V.1 a V.4) para los años 2001 y 2002 fluctúa entre los 155 mg/L registrados en el centro de la unidad, hasta los 470 que se recogen inmediatamente al este de la localidad de Sant Josep, sin que se hayan reconocido importantes variaciones interanuales.

### Nitratos

La concentración de ión nitrato registrada para el año 2001 (Anexo V.5) oscila entre 1 y 35 mg/L, manteniéndose por debajo del límite permitido por la legislación para aguas de consumo humano. Para el mismo período del año 2002 (Anexo V.7) se recogen valores límite de entre 11 y 26 mg/L.

### Sulfatos

La concentración de sulfatos en la unidad (Anexos V.9 a V.12) es en general reducida, con concentraciones inferiores a los 100 mg/L en casi toda la unidad. Únicamente se registran valores que superan los 500 mg/L en la propia localidad de Sant Josep.

## **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.06 EIVISSA**

La unidad de Eivissa cuenta con una red de control de la calidad del IGME formada por un total de 20 puntos, de los cuales se cuenta con registro en 19 de ellos durante el año 2001 y 16 en el 2002. Los resultados obtenidos se analizan mediante los mapas de isocontenidos recogidos en el Anexo V, así como los diagramas de concentración de ión cloruro y de Piper de los puntos más representativos de la unidad (Anexo III).

### **Facies hidroquímica (Diagrama de Piper-Hill-Langelier)**

Los diagramas de Piper de los principales sectores de la unidad hidrogeológica, recogidos en el Anexo III, reflejan que la mayor parte de la misma presenta aguas con elevados contenidos en ión cloruro, dando lugar a facies predominantemente cloruradas sódicas. Solamente los márgenes de la unidad presentan facies de tipo mixto.

### **Cloruros**

El mapa de isocontenidos en ión cloruro para el año 2001 (Anexo V.1) muestra tres acusados domos salino que se sitúan en el sector central de la unidad, reflejando claramente la presencia de un fuerte proceso de intrusión marina en la misma. Las concentraciones de ión cloruro oscilan entre valores mínimos próximos a los 177 mg/L en las inmediaciones de Sant Rafel, y máximos que alcanzan los 5300 mg/L al noroeste del aeropuerto. La mayor parte de los sondeos afectados por las altas concentraciones de ión cloruro corresponden a los abastecimientos de Ibiza y de otras localidades y polígonos del entorno urbano, y del sector turístico costero de la Playa d'en Bossa. El mapa de variación para el período interanual 2000-2001 (Anexo V.2) muestra importantes incrementos de la concentración en todos los sondeos de la zona, con aumentos que superan ampliamente los 2300 mg/L en el sector antes mencionado. Para el período 2001-2002 (Anexo V.4) se producen descensos acusados en más de la mitad de los puntos de control, oscilando entre los -27 mg/L y los -2980 mg/L, si bien algún punto aislado continúa registrando incrementos de la concentración de hasta 2.400 mg/L. El mapa de isocloruros del año 2002 presenta finalmente un incremento en el desarrollo de los domos salinos, registrándose máximos de concentración que alcanzan los 5500 mg/L, y superándose los 3000 mg/L en casi la totalidad de los pozos de abastecimiento de la ciudad de Ibiza y Playa d'en Bossa.

### **Nitratos**

Los mapas de isocontenidos en ión nitrato en las aguas subterráneas de la unidad de Eivissa, para los años 2001 y 2002 (Anexos V.5 y 7) reflejan para el conjunto de la unidad valores muy por debajo de los máximos permitidos para aguas de consumo humano, situándose en la casi totalidad de su extensión por debajo de los 20 mg/L, valor este último que se supera sólo puntualmente, no alcanzando en ningún caso los 25 mg/L de concentración. Los mapas de variación interanual de la concentración (Anexos V.6 y 8) muestran valores generalmente crecientes, pero de muy escasa cuantía (1 a 5 mg/L por año).

**Sulfatos**

El mapa de isocontenidos en ión sulfato para el año 2001 (Anexo V.9) indica que exceptuando los extremos septentrional, entre las localidades de Sant Rafel y Santa Gertrudis, y occidental, casi toda la unidad presenta concentraciones superiores a los 250 mg/L. El sector comprendido entre la línea de costa y la alineación de bombeos para el abastecimiento de Ibiza y localidades cercanas, presenta una concentración media superior a los 500 mg/L, alcanzándose máximos que alcanzan los 1150 mg/L. Para el año 2002 (Anexo V.11) la morfología es similar, si bien se produce un descenso de la concentración en buena parte de la unidad (Anexo V.12), por lo que el máximo registrado apenas supera los 750 mg/L.

o

## **CONCLUSIONES**

A continuación se describe brevemente el estado que presentan actualmente cada una de las unidades hidrogeológicas en que se dividen las islas de Ibiza y Formentera, destacando aquellas características que presentan anomalías de importancia y las posibles actuaciones tendentes a su corrección o recuperación.

### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.01 SANT MIQUEL.**

La unidad hidrogeológica de Sant Miquel presenta en la actualidad aguas de calidad buena en los extremos occidental y oriental de la unidad, con facies de tipo bicarbonatado cálcico a cálcico magnésico. En los pozos de abastecimiento de los sectores costeros se registran facies mixtas a cloruradas que indican una progresiva pérdida de calidad.

La piezometría es en general elevada, existiendo únicamente cotas negativas en el sector comprendido entre Sant Joan y Portinatx, y valores próximos a cota cero cerca del Puerto de Sant Miquel, en ambos casos por las extracciones para el abastecimiento de las localidades turísticas costeras. En este último punto, las extracciones están produciendo un progresivo incremento de la concentración de ión cloruro, alcanzando valores de 548 mg/L, aún relativamente bajos, pero que deben ser controlados para evitar una invasión de agua de mar en el acuífero.

La concentración de ión nitrato es baja en toda la unidad, pero el incremento progresivo detectado en el sector occidental puede llevar a corto plazo a superar los máximos exigidos por la legislación vigente para las aguas de consumo humano.

### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.02 SANT ANTONI**

La unidad de Sant Antoni se caracteriza por presentar una piezometría media, con cotas relativamente bajas hacia el interior de la línea de costa, destacando la presencia de algunos conos de bombeo relacionados con el abastecimiento de la localidad de Sant Antoni que alcanzan varios metros por debajo del nivel del mar, dando lugar a problemas de intrusión marina. También se registran conos de bombeo por debajo del nivel del mar en sectores muy interiores de la unidad (abastecimiento de Sant Josep) sin que en este caso se produzcan alteraciones de la calidad debido a su lejanía de la línea de costa. Los descensos son progresivos y muy acusados en el interior de la unidad, aunque las precipitaciones del último año han supuesto una ligera mejoría de los niveles en toda la unidad.

La presencia de cloruros es acusada en todo el sector que orla la bahía de San Antonio, con concentraciones que pueden superar los 1300 mg/L. Esto genera una importante pérdida de la calidad de las aguas en este sector, donde la facies predominante es la clorurada sódica. El resto de la unidad presenta aguas de tipo mixto, de calidad regular, y únicamente el

sector más cercano a la vecina unidad de Sant Miquel presenta facies de tipo bicarbonatado cálcico, de buena calidad.

No se registran problemas de contaminación por nitratos.

### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.03 SANTA EULARIA**

La unidad de Santa Eulària se caracteriza por presentar los niveles piezométricos más bajos de toda la isla, con conos de bombeo generados por los pozos de abastecimiento a Santa Eulària, Cala Llonga y urbanizaciones costeras, que descienden varias decenas de metros bajo el nivel del mar. Esto genera una amplia franja, en torno a los 4 ó 5 km, en el sector más cercano a la línea de costa con valores de cota negativos, a pesar de lo cual no se registran problemas de intrusión marina generalizados en el sector.

Las calidad de las aguas en todo este sector es regular, con facies de tipo mixto, predominando las aguas de tipo sulfatado o clorurado-sulfatado, si bien no se registran facies cloruradas sódicas, limitándose la concentración de ión cloruro a máximos que no alcanzan en ningún caso los 500 mg/L.

Desde el punto de vista de la concentración de ión nitrato destaca la presencia de una pequeña anomalía en las cercanías de Santa Gertrudis, que ocasionalmente supera los 50 mg/L, mientras que en el extremo septentrional de la unidad, en la localidad de Sant Miquel y lindando con la unidad hidrogeológica vecina, se recoge una anomalía que duplica el máximo permitido por la legislación vigente. Estas anomalías han mostrado un incremento progresivo respecto a años anteriores, en que no alcanzaban los máximos permitidos por la legislación, y deben ser objeto de control. Se desconoce el origen de las mismas. En el resto de la unidad no se han encontrado concentraciones altas, si bien el sector cercano a Santa Eulària debe ser objeto de riguroso control debido a la presencia de un destacable sector agrícola que próximamente será objeto de la aplicación de riego con aguas residuales depuradas procedentes de la EDAR de Santa Eulària.

El sector costero se encuentra afectado por la presencia de concentraciones, en ocasiones elevadas, de ión sulfato, responsable de la facies sulfatada que presentan las aguas en este sector de la unidad, y que pueden proceder de la disolución de yesos presentes en el substrato. Estos yesos, relacionados con la facies Keuper del Triásico superior, y las arcillas con ellos asociadas, serían las responsables en última instancia del aislamiento hidrogeológico entre los acuíferos costeros de la unidad y el mar.

### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.04 SANT CARLES**

La unidad de Sant Carles presenta cotas piezométrica normales en casi toda su extensión, destacando como única anomalía la presencia de conos de bombeo acusados al sur de la localidad de Sant Carles, resultado de las extracciones para el abastecimiento de la misma, y que generan cotas negativas que descienden hasta -25 m. Durante el último año se ha

### Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

registrado una tendencia a la recuperación de los niveles en toda la unidad, si bien continúan por debajo de los registrados al inicio del control de la red piezométrica.

La calidad de las aguas es regular, si bien los fuertes descensos de cota en algunos sectores no han producido una significativa contaminación por intrusión marina, de manera que la concentración de ión cloruro se mantiene relativamente estable, sin que se lleguen a alcanzar los 600 mg/L. Si es de destacar la presencia de concentraciones elevadas de sulfatos, que llegan a superar ampliamente los 1200 mg/L, por motivos similares a los descritos para la unidad de Santa Eulària, lo que da lugar a la aparición de facies de tipo sulfatado cálcico en el sector más cercano a la línea de costa.

Respecto a la presencia de nitratos en la unidad, destaca una fuerte anomalía presente en el sector central de la misma, donde se han registrado concentraciones máximas que superan los

#### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.05 SANT JOSEP**

La información que se posee de esta unidad es escasa. La calidad de las aguas en los puntos controlados es variable, desde aguas de buena calidad (bicarbonatadas-cloruradas cálcicas) hasta deficientes (cloruradas sódicas), existiendo problemas de contaminación por presencia de ión cloruro, sin que esté claro su origen.

La piezometría marca la presencia de fuertes conos de bombeo en algunos de los pozos de control, con cotas negativas de hasta -25 m, sin que la densidad de la red de control permita establecer mayores generalizaciones.

No se reconocen problemas de contaminación por presencia de nitratos o sulfatos en la unidad.

#### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.06 EIVISSA**

Desde el punto de vista de la piezometría, la unidad de Eivissa presenta problemas importantes en varias zonas donde la existencia de bombeos intensos para el abastecimiento urbano y del sector turístico costero han generado fuertes conos de bombeo que desciende varios metros por debajo de la cota cero. En general estas zonas, que se adentran varios kilómetros hacia el interior de la línea de costa, registraron durante los últimos 10 años una tendencia general a la recuperación, si bien durante los dos últimos años se ha vuelto a producir una tendencia al descenso. En el interior de la unidad, cerca de su límite con la vecina unidad de Sant Antoni se registran descensos continuados y muy notables de los niveles (puntos 79 y 81, Anexo III) a semejanza de lo que se observa en puntos análogos de la unidad de Sant Antoni. En esta ocasión se registran descensos de nivel de hasta 75 m, alcanzándose la cota cero.

Los conos de bombeo que se registran en los niveles piezométricos se corresponden en esta unidad con zonas de elevada concentración de ión cloruro debido a un extenso proceso de intrusión marina en la unidad. A diferencia de las vecinas unidades de Santa Eulària y Sant

### Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

Carles, la unidad de Eivissa se encuentra conectada hidráulicamente con el mar, igual que la unidad de Sant Antoni, por lo que las extracciones abusivas han dado lugar a una intrusión marina generalizada.

La evolución del contenido en ión cloruro indican una tendencia general al aumento, si bien las precipitaciones del último año han generado una inflexión en algunos de los puntos (Anexo VI). Las aguas han ido evolucionando de facies mixtas a netamente cloruradas sódicas, por lo que se trata de aguas de mala calidad para consumo humano, registrándose concentraciones de ión cloruro que superan los 3000 mg/L en muchos de los pozos de abastecimiento.

Junto a los problemas derivados de la intrusión marina, se registran además contenidos muy altos de ión sulfato, alcanzándose concentraciones que superan los 1150 mg/L puntualmente, siendo superiores a los 500 mg/L en la mitad oriental de la unidad.

No se reconocen problemas de contaminación por nitratos.

#### **UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 21.01 FORMENTERA**

No existen datos suficientes para efectuar un análisis concluyente sobre el estado actual de esta unidad hidrogeológica.

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS HIDROGEOLÓGICOS**

**ACUÍFERO:** Rocas o sedimentos cuyos poros, grietas y fisuras pueden ser ocupados por el agua y en los que ésta puede circular libremente, en cantidades apreciables, bajo la acción de la gravedad.

Existen otras definiciones que dan idea de un aprovechamiento económico del agua encerrada en un acuífero: aquel estrato o formación geológica que permitiendo la circulación del agua por sus poros o grietas, hace que el hombre pueda aprovecharla en cantidades económicamente apreciables para subvenir a sus necesidades.

**ACUÍFERO CONFINADO:** Acuífero limitado en su parte superior por una capa de permeabilidad muy baja, a través de la cual el flujo es prácticamente inapreciable. El agua contenida en los mismos está sometida a una cierta presión, superior a la atmosférica, y ocupa la totalidad de los poros y huecos de la formación geológica que los contiene.

**ACUÍFERO COSTERO:** Tipología de acuífero en función de su ubicación geográfica, en este caso situado en contacto hidráulico con el mar, y, por tanto, tiene una zona invadida por agua salada.

**ACUÍFERO SALINO ( o salinizado):** Acuífero caracterizado por que sus aguas subterráneas presentan un alto contenido en sales disueltas que impiden su utilización para cualquier uso consuntivo.

**ACUÍFERO SOBREEXPLOTADO:** Se considera un acuífero sobreexplotado cuando se está poniendo en peligro inmediato la subsistencia de los aprovechamientos existentes en el mismo, como consecuencia de venirse realizando extracciones anuales superiores al volumen medio de los recursos anuales renovables, o que se produzca un deterioro grave de la calidad del agua. La existencia de riesgo de sobreexplotación se apreciará también cuando la cuantía de las extracciones referida a los recursos renovables del acuífero genere una evolución de éste que ponga en peligro la subsistencia a largo plazo de sus aprovechamientos. El concepto de sobreexplotación caracteriza una situación en la que se manifiestan efectos indeseables. Estas situaciones no tienen una definición sencilla, el problema radica en que la determinación del óptimo de una explotación no es fácil, ya que son múltiples y diversos (económicos, de calidad, ecológicos) los criterios de aplicación.

**ACUÍFEROS LIBRES:** Acuífero en el que el material permeable se extiende hasta la superficie. En ellos, la superficie libre del agua está en contacto directo con el aire y por lo tanto a presión atmosférica.

**CABALGAMIENTO:** Movimiento tectónico que lleva a un conjunto de materiales a cubrir a otro mediante un contacto anormal poco inclinado (superficie de cabalgamiento). También, recubrimiento resultante de este movimiento (lámina o escama de cabalgamiento).

**DETRÍTICOS (materiales):** Rocas constituidas por la acumulación de fragmentos de diversa naturaleza y tamaño. Las partículas constituyentes reciben distintos nombres según su tamaño, que de menor a mayor diámetro son, **arcilla**, limo, arena y grava, denominaciones válidas también para los sedimentos correspondientes. El comportamiento frente a la circulación hídrica puede variar en las rocas constituidas por los mayores tamaños de grano, que son los que por su permeabilidad presentan interés hidrogeológico, según que los granos estén o no traba con la presencia de una matriz (constituida por granos de menor tamaño) o cemento (de precipitación química). Las arcillas tienen una permeabilidad muy baja.

**FACIES:** Categoría en la que se puede encuadrar un elemento en función de sus características. Por ejemplo, una roca en función de sus características litológicas, o una muestra de agua en función de sus características físico-químicas.

**INFRALÍAS:** División estratigráfica que comprende al Rhetiense (actualmente situado en el Triás, pero antes en el Jurásico) y el Hettangiano (era secundaria).

**INTRUSIÓN MARINA:** Penetración tierra adentro de la interfase agua dulce-agua salada en los acuíferos costeros por el efecto inducido artificialmente (bombeos) de reducción significativa en el flujo subterráneo de agua dulce que originalmente descargaba al mar

**KEUPER:** Parte del Triásico superior (era secundaria) donde se encuentran generalmente arcillas rojas y verdes con yesos.

**LÍAS:** Parte inferior del Jurásico (era secundaria). Adj. liásico.

**MARGAS:** Roca sedimentaria formada por una mezcla de caliza y arcilla. La permeabilidad es muy baja

**PIEZÓMETRO:** Pozo o sondeo utilizado para medir la altura piezométrica en un punto dado del acuífero

**POZO:** Perforación de gran diámetro realizada en el suelo (superior a 1 metro) mediante excavación manual y destinada a la extracción de agua subterránea

**RECARGA ARTIFICIAL:** Es la introducción forzada (no natural) del agua en un acuífero para aumentar la disponibilidad y/o mejorar la calidad del agua subterránea.

**RECURSOS:** Es una cifra equivalente al total de la recarga o alimentación de un acuífero. Sus unidades son las de un caudal y se suelen referir a un tiempo determinado.

**ROCAS CALIZAS:** Rocas sedimentarias constituidas esencialmente por carbonato de calcio. El comportamiento frente a la circulación hídrica está favorecido por la presencia de huecos por disolución de la caliza y por fisuras debidas a la fracturación de la roca.

**ROCAS DOLOMÍTICAS:** Rocas sedimentarias constituidas esencialmente por carbonato de calcio y magnesio. El comportamiento frente a la circulación hídrica está favorecido

por la presencia de huecos por disolución de la caliza y por fisuras debidas a la fracturación de la roca.

**SONDEO:** Perforación realizada en el suelo por medios mecánicos destinado a la explotación de un acuífero con diámetros inferiores a 1 m

**SUPERFICIE FREÁTICA (o nivel freático):** constituye el límite superior de la zona saturada de un acuífero libre. Es lo mismo que el nivel piezométrico pero para acuíferos libres.

**SUPERFICIE PIEZOMÉTRICA (o nivel piezométrico):** Superficie definida por todos los puntos en los que la presión del agua de un acuífero libre o confinado es igual a la presión atmosférica. Su geometría puede establecerse a partir de las observaciones del nivel piezométrico en un número suficiente de pozos que penetren en la zona saturada del acuífero.

**UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS:** Uno o varios acuíferos agrupados a efectos de conseguir una racional y eficaz administración del agua.

**USO CONSUNTIVO:** Captación de un recurso hídrico de su ubicación natural para utilizarlo con fines domésticos, agrícolas e industriales

**YESOS:** Roca formada por sulfato de calcio hidratado. El comportamiento frente a la circulación hídrica esta condicionado por la baja permeabilidad del yeso excepto cuando existan presencia de huecos por disolución del yeso y por fisuras debidas a la fracturación de la roca

**ZONA SATURADA:** Zona de un acuífero en la que los poros están ocupados en su totalidad por agua.

## **ANEXO I**

- 1.-Tabla I. Red de control piezométrico de Ibiza
- 2.- Tabla II. Red de control piezométrico de Formentera
- 3.-Mapa de situación de la red piezométrica

TABLA I. RED DE CONTROL PIEZOMÉTRICO DE IBIZA									
Nº ID	IGME/DGRH	UH	X UTM	Y UTM	Nº ID	IGME/DGRH	UH	X UTM	Y UTM
1	343070015	1	357957	4322801	103	353110010	3	370068	4315108
2	343080018	1	362243	4324912	50	353110026	3	371551	4316817
3	343080072	1	362167	4324556	51	353110027	3	371288	4316926
4	343080077	1	364570	4326350	52	353110028	3	371609	4317064
5	343080078	1	367180	4325760	53	353110029	3	371691	4317218
6	353010002	1	371337	4328967	54	353110034	3	370258	4312947
7	353010010	1	371110	4327819	55	353110035	3	371099	4314271
8	353050050	1	370314	4326301	104	353110040	3	370813	4316208
9	343070011	2	357285	4318644	105	353110075	3	368767	4316096
10	343120011	2	352903	4317416	56	353110076	3	369206	4315783
11	343120041	2	353155	4317769	57	353110077	3	373873	4317281
12	343120051	2	353711	4317418	58	353050046	4	375048	4320507
13	343120056	2	353408	4313626	59	353050109	4	374446	4322778
14	343120057	2	351481	4314167	60	353050148	4	375179	4320254
15	343120058	2	351575	4313538	61	353050185	4	375284	4319644
16	343120059	2	351437	4313447	62	353060009	4	376870	4321779
17	343130002	2	355028	4317322	63	353060025	4	376637	4320411
18	343130003	2	354486	4317181	64	353060029	4	375937	4319378
19	343130025	2	355227	4317830	65	353060039	4	375909	4318738
20	343130029	2	355076	4317419	66	353060040	4	375986	4319093
21	343130031	2	355711	4316791	67	353060041	4	375944	4318936
22	343130033	2	360351	4314960	68	353060042	4	376027	4321656
23	343130036	2	355905	4317108	69	353060056	4	375819	4320487
96	343130038	2	355602	4311831	106	353060085	4	375798	4320208
24	343130039	2	355389	4313011	70	343120060	5	352786	4309214
25	343130046	2	356654	4312889	71	343120061	5	348293	4313433
26	343130047	2	355021	4317494	72	343160004	5	349196	4308421
27	343130092	2	357277	4316126	73	343130028	6	359897	4309142
28	343130093	2	357662	4316710	74	343130103	6	360407	4309256
29	343130096	2	358467	4314996	75	343130111	6	360863	4317383
30	343130105	2	360769	4314910	76	343140003	6	361745	4311132
31	343130110	2	355806	4311618	77	343140006	6	362940	4311020
97	343130111	2	360863	4317383	78	343140007	6	362912	4310771
32	343130112	2	359225	4314665	79	343140035	6	366309	4310725
33	343130114	2	360200	4314580	107	343140041	6	361527	4312920
34	343130115	2	360000	4314580	80	343140044	6	361794	4309909
98	343130118	2	356320	4317080	81	343140066	6	363132	4314670
99	343140109	2	361154	4313347	82	343140103	6	362137	4313297
35	343070019	3	361087	4319293	83	343140108	6	365249	4311745
36	343080014	3	363720	4319445	84	343140109	6	361154	4313347
37	343080020	3	363546	4321535	85	343140111	6	361579	4313666
38	343080068	3	364542	4323580	108	343140112	6	361532	4312957
39	343080069	3	366865	4319898	86	343140114	6	362563	4317156
40	343080071	3	365124	4323177	109	343140115	6	364518	4317270
41	343140026	3	366599	4311376	110	343140121	6	365270	4313460
42	343140033	3	366319	4312872	87	343170003	6	355694	4306074
43	343140035	3	366309	4310725	88	343170015	6	358906	4307438
44	343140043	3	366217	4316202	89	343170016	6	358853	4307532
100	343140105	3	365008	4317885	90	343170022	6	360692	4308764
45	343140107	3	366525	4311087	91	343170024	6	360997	4308561
46	343140115	3	364518	4317270	92	343170040	6	358439	4307221
101	343140128	3	366300	4312840	93	343170041	6	357940	4307257
102	353050042	3	371578	4319194	94	343170042	6	360066	4308849
47	353050047	3	371334	4321018	95	343170043	6	355971	4306827
48	353050049	3	369627	4321413					
49	353050186	3	370509	4320875					

TABLA II. RED PIEZOMÉTRICA FORMENTERA				
Nº ID	IGME/DGRH	UH	X UTM	Y UTM
1	Carbónicas Tur	20,01	363220	4286590
2	Can Marianu Barbe	20,01	364650	4284980
3	Can Manuel de sa Reu	20,01	362090	4282260
4	Vegarada	20,01	374760	4281080
5	Es Camí des Pu	20,01	363220	4286860
6	Can Vicent Jaume	20,01	368290	4283330
7	Can Campanix	20,01	371090	4282210
8	Can Toni den Ramón	20,01	363120	4283470
9	Can Xicu Campanix	20,01	368440	4283330
10	Can Juan Barbe	20,01	370240	4282290
11	Casa Ramiro	20,01	364330	4284630
12	Can Agustí Pujol	20,01	363660	4285320
13	Can Miquel Blay	20,01	364180	4283900
14	Can Toni de na Platera	20,01	363170	4281960
15	Can Toni Corda	20,01	360450	4283280
16	Sa Roqueta	20,01	365070	4288140
17	Can Vicent Pujol	20,01	366320	4287100
18	Can Xicu Lluquinet	20,01	366630	4286450
19	Es Caló den Truy	20,01	360200	4284290
20	Can Toni des Ferreret	20,01	365520	4285710
21		20,01	366050	4285630
22	Gesa	20,01	366540	4283840
23	Gesa	20,01	366560	4283930
24	Vegarada	20,01	373400	4280860
25	Sondeo Cala Saona	20,01	361220	4285520
26	Camino Cala Saona	20,01		

# SITUACIÓN DE LA RED PIEZOMÉTRICA



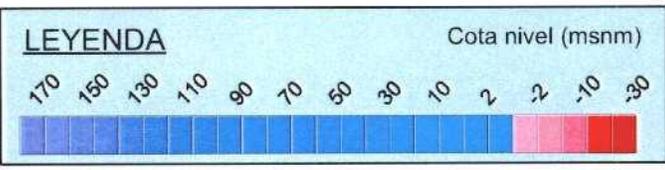
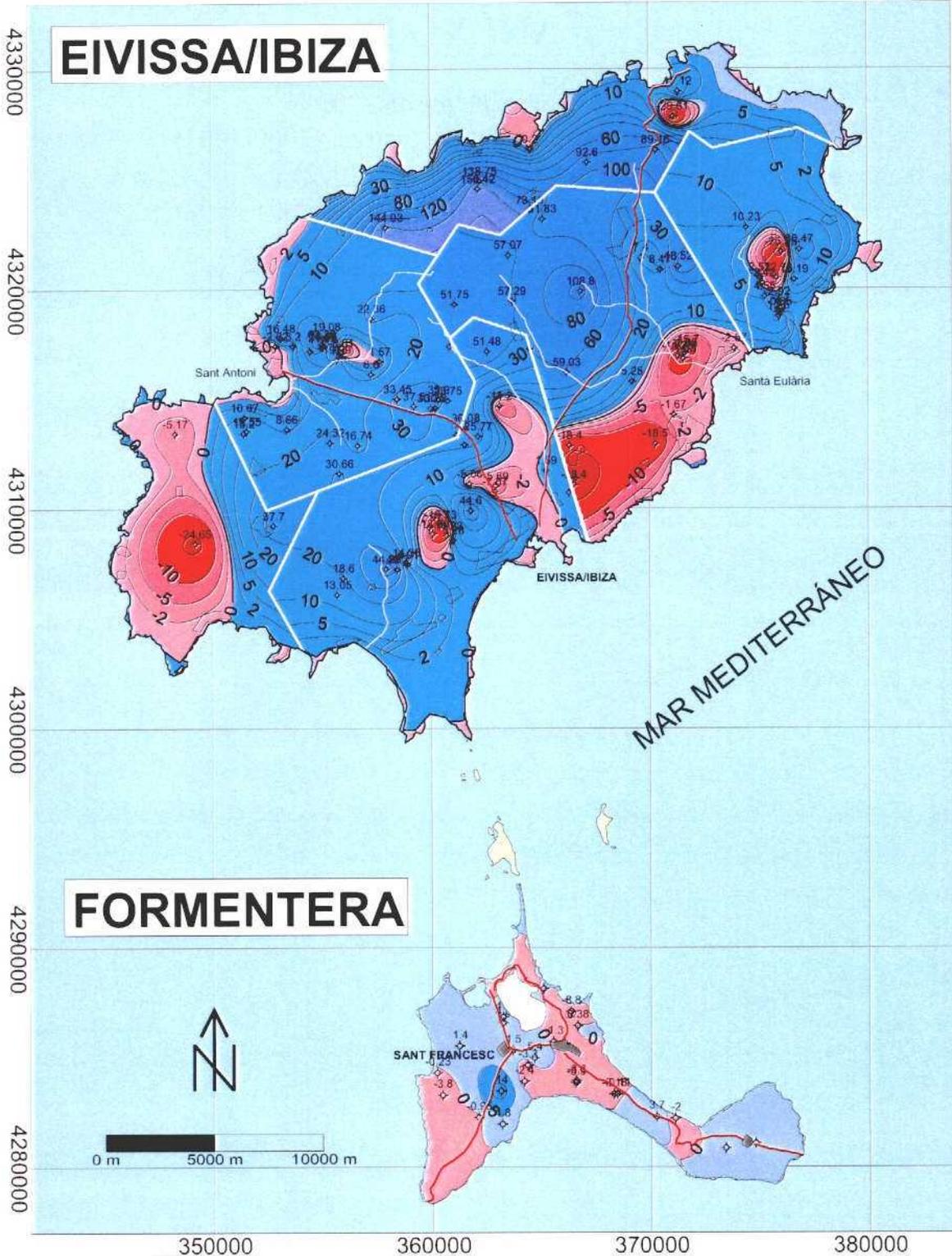
LEYENDA	
20.01 SANT MIQUEL	21.01 FORMENTERA
20.02 SANT ANTONI	
20.03 SANTA EULARIA	
20.04 SAN CARLES	
20.05 SANT JOSEP	△ D.G.R.H.
20.06 EIVISSA	◇ I.G.M.E.



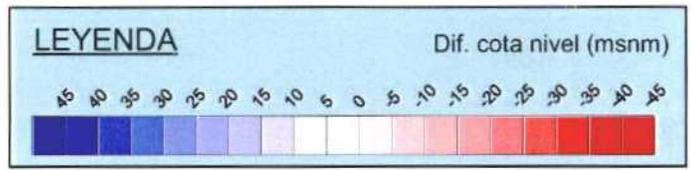
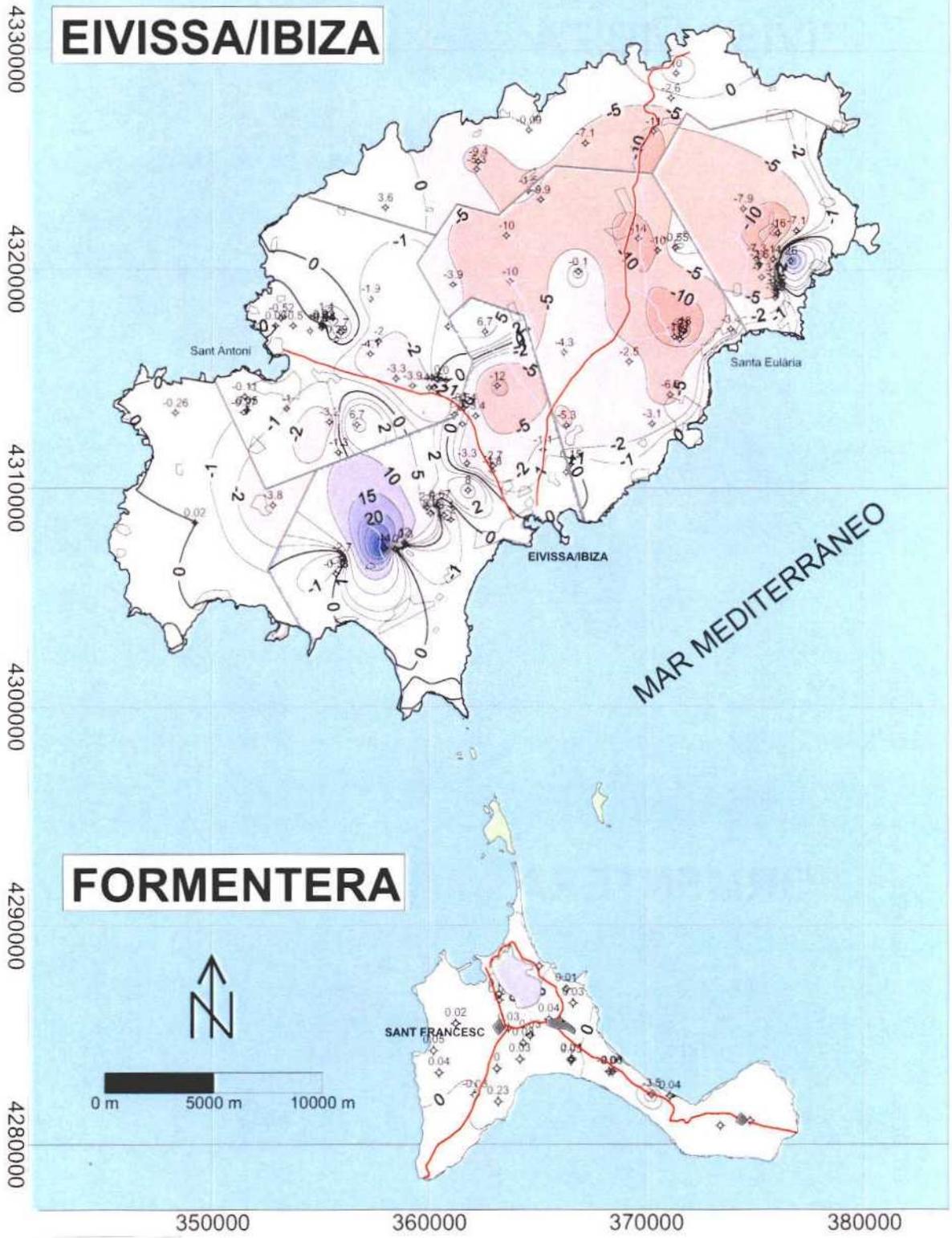
## **ANEXO II**

- 1.-Mapa de Isopiezas (2001)
- 2.-Mapa de evolución piezométrica (2000-2001)
- 3.-Mapa de Isopiezas (2002)
- 4.-Mapa de evolución piezométrica (2001-2002)

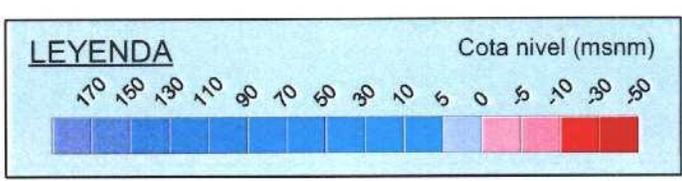
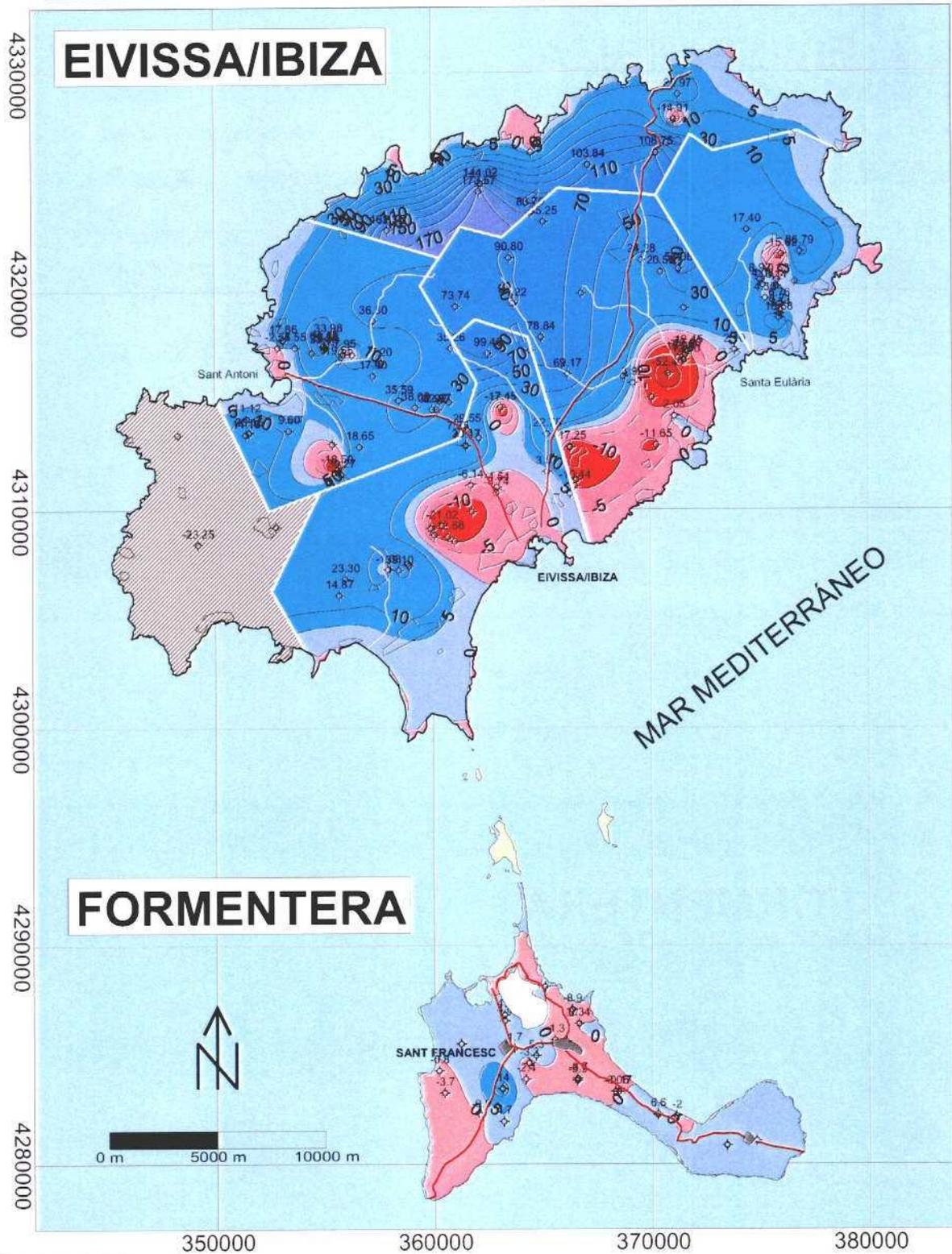
# MAPA DE PIEZOMETRÍA (2º semestre 2001)



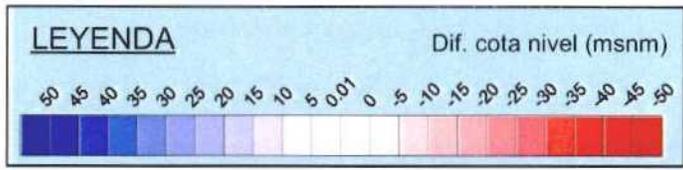
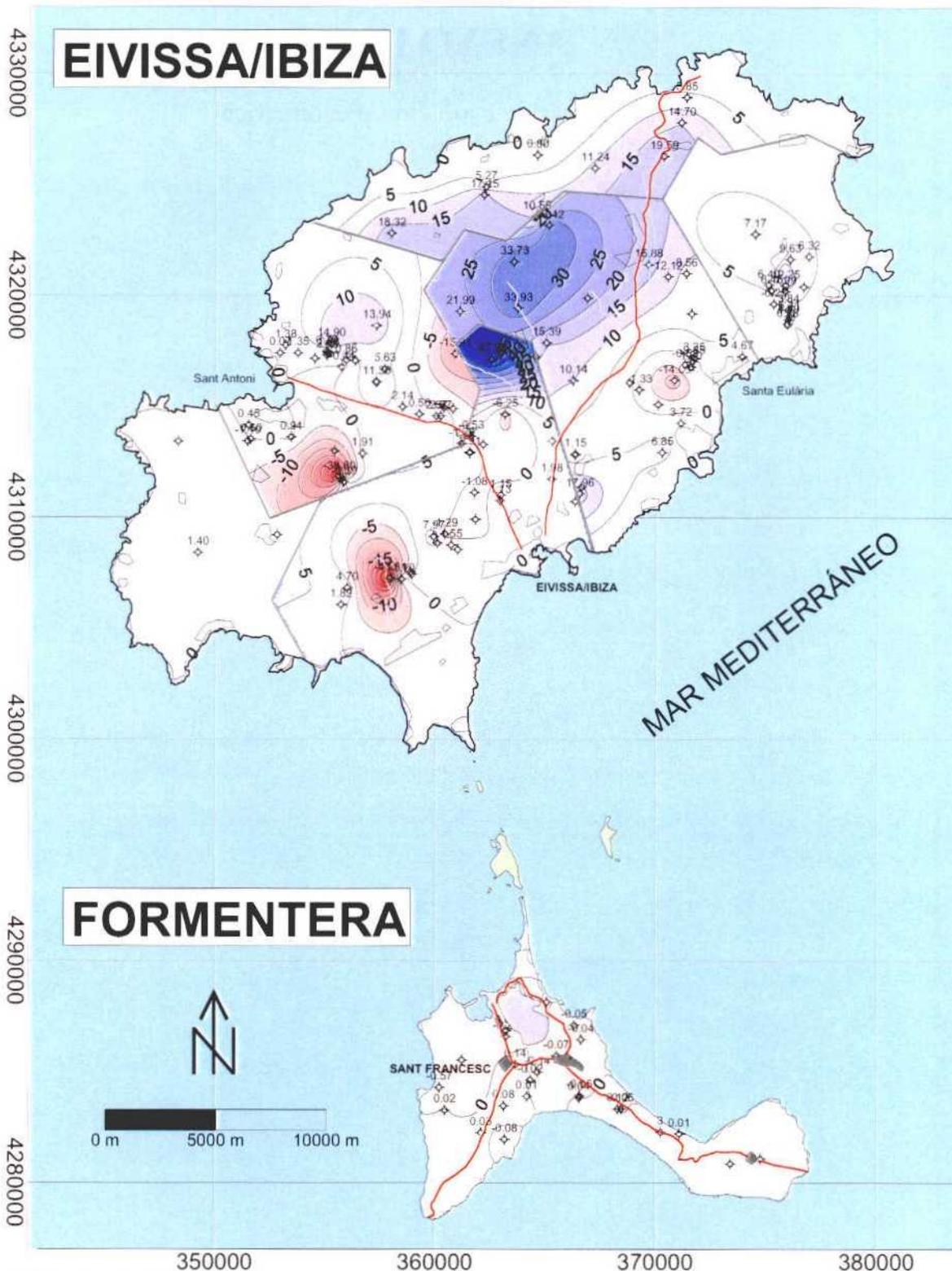
# VARIACIÓN PIEZOMÉTRICA (2000-2001)



# MAPA DE PIEZOMETRÍA (2º semestre 2002)



# VARIACIÓN PIEZOMÉTRICA (2001-2002)

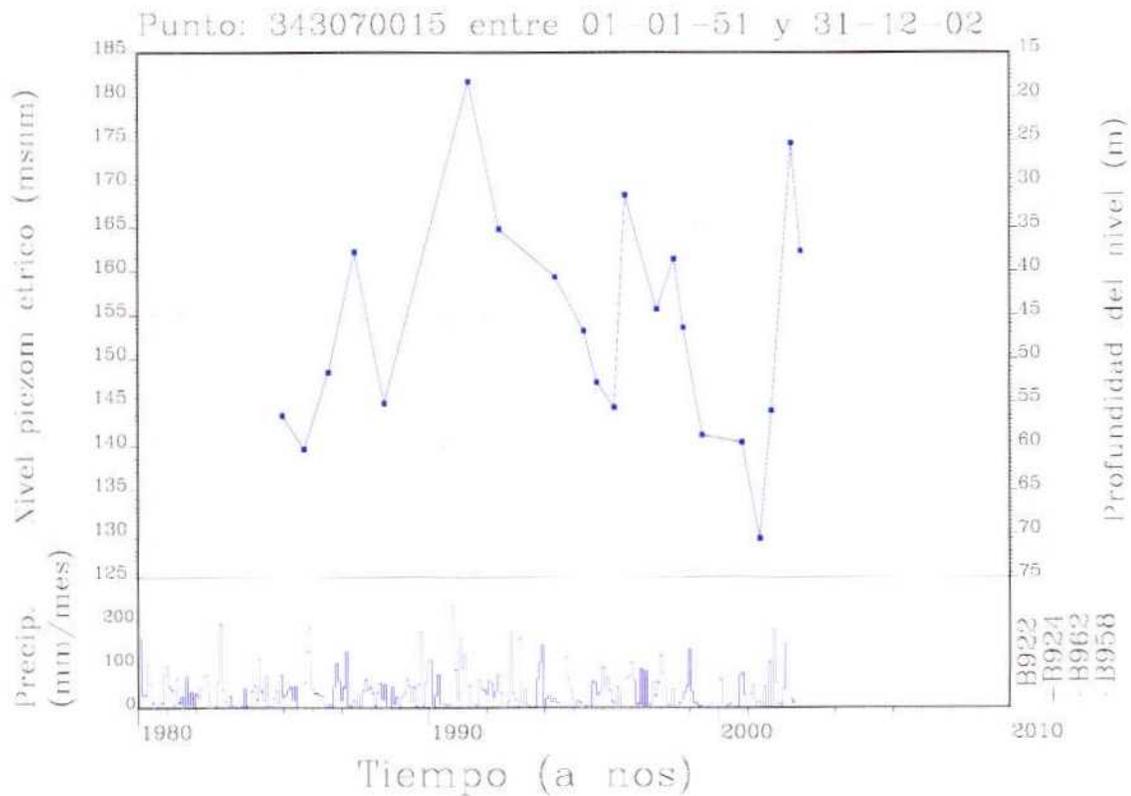
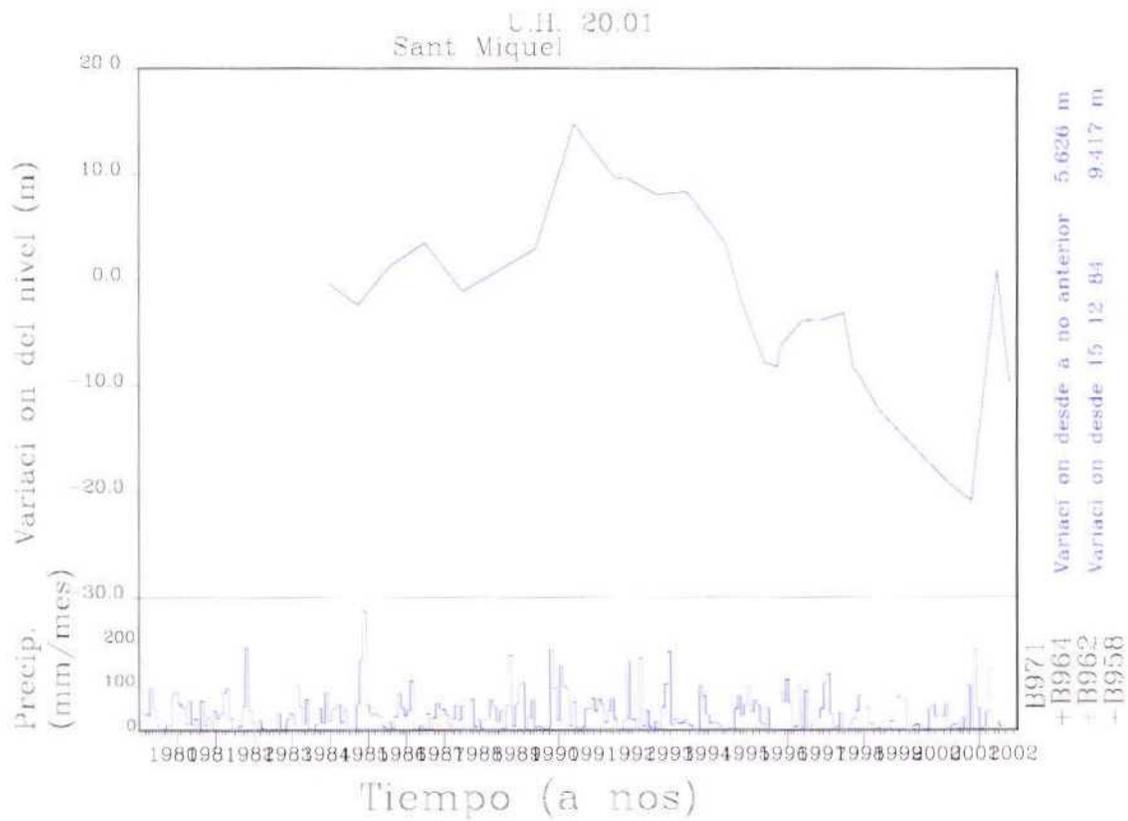


## **ANEXO III**

1-5. Diagramas de evolución piezométrica

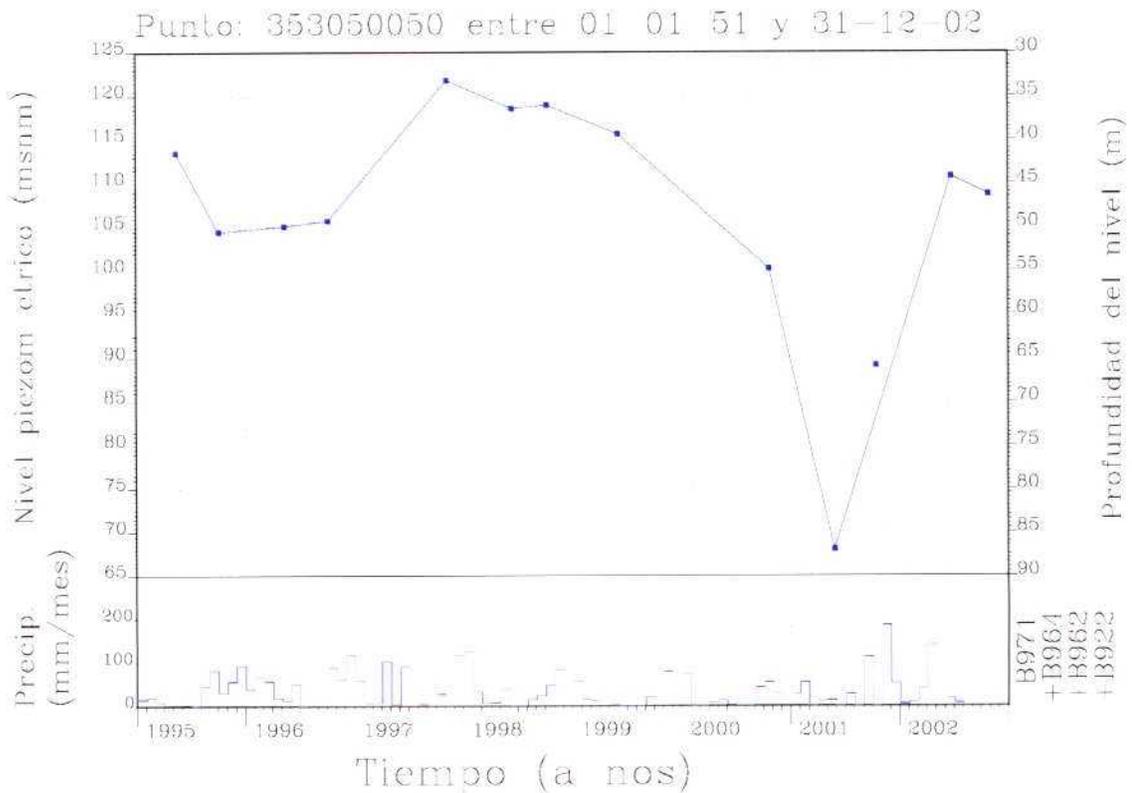
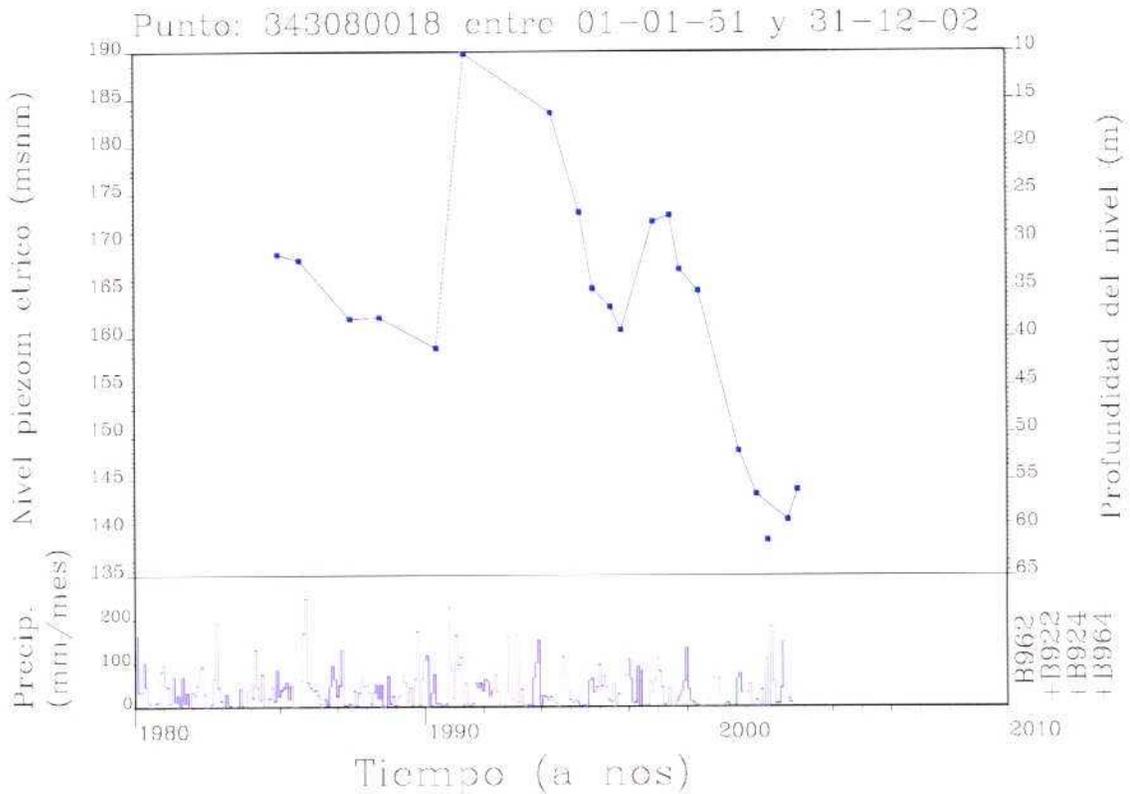
# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.01 SAN MIGUEL



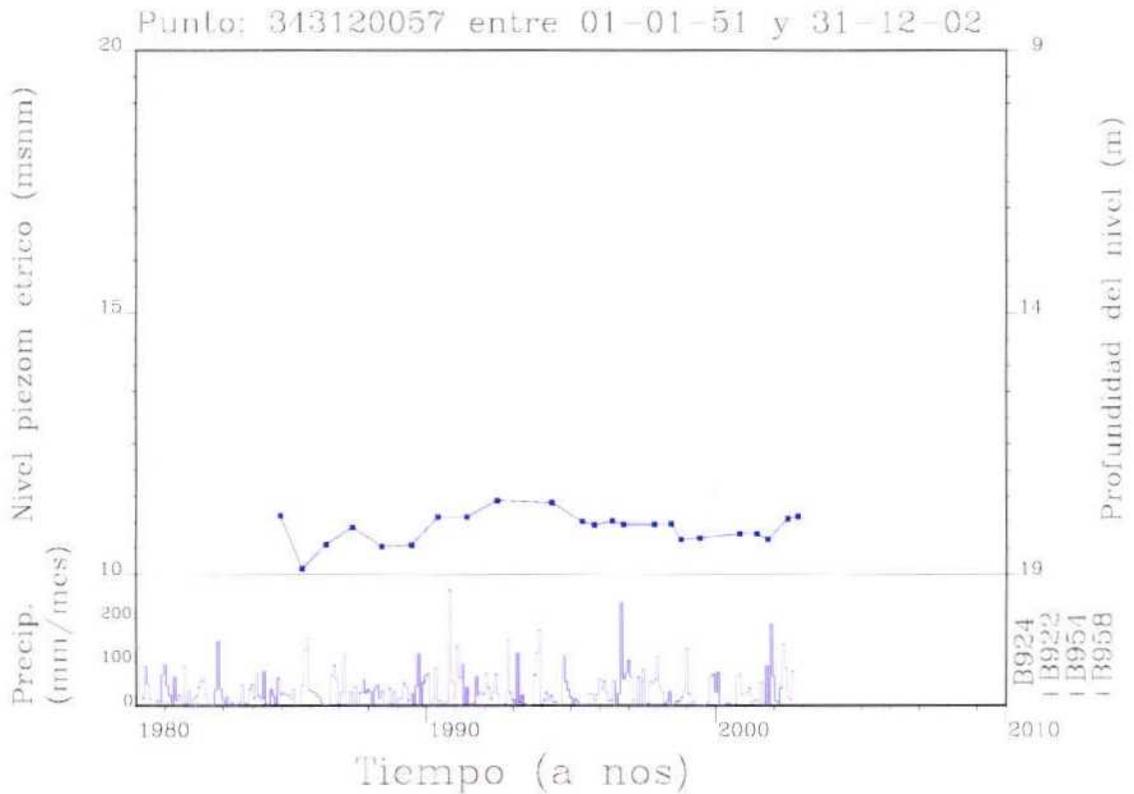
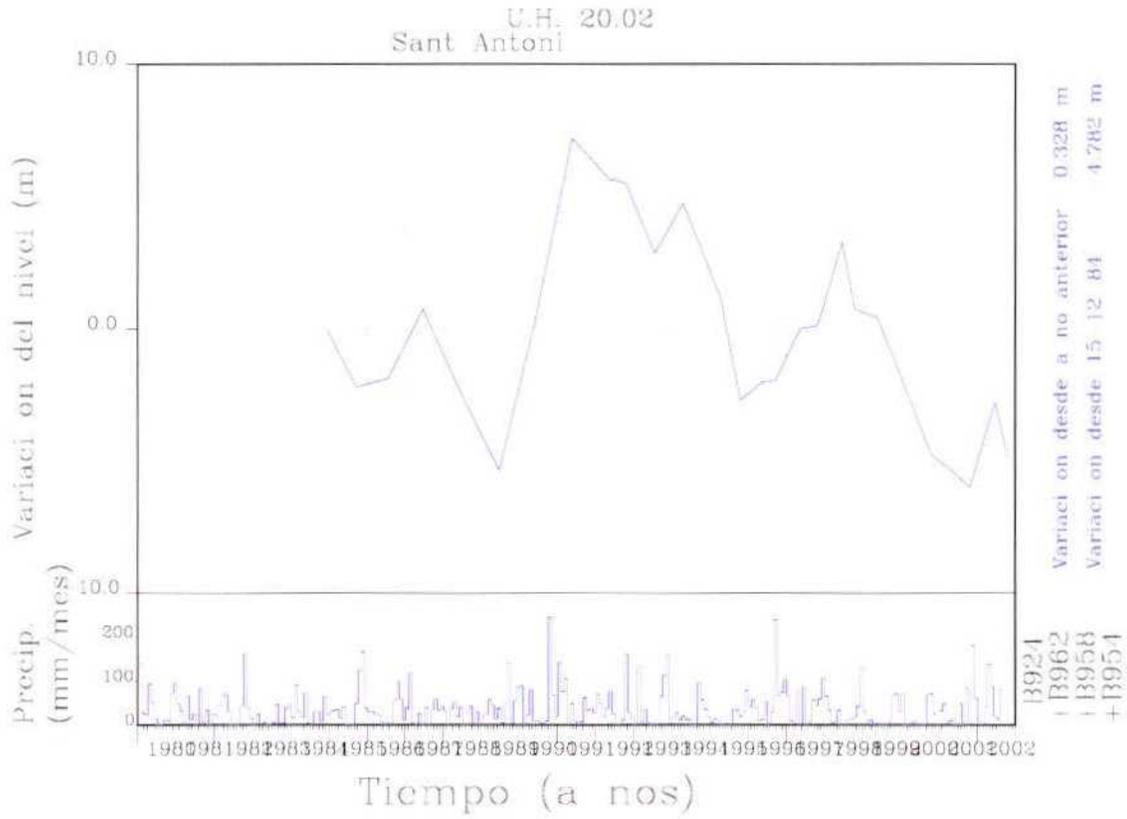
## DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.01 (continuación)



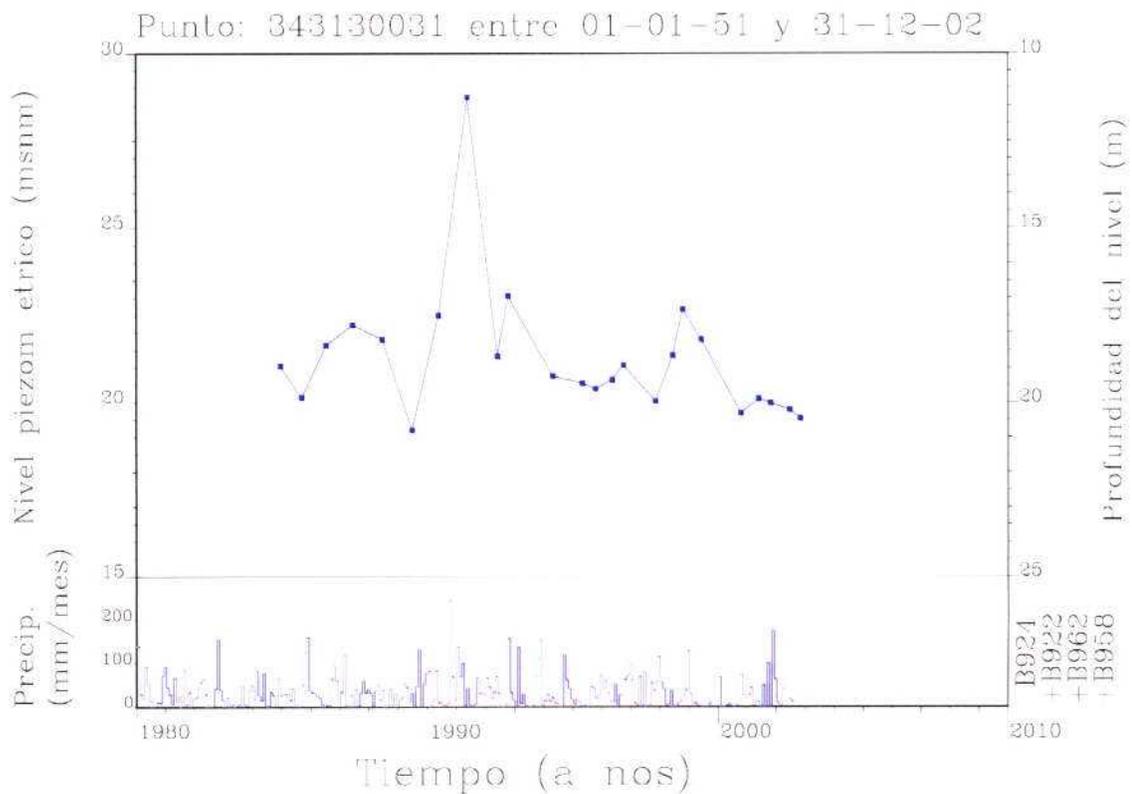
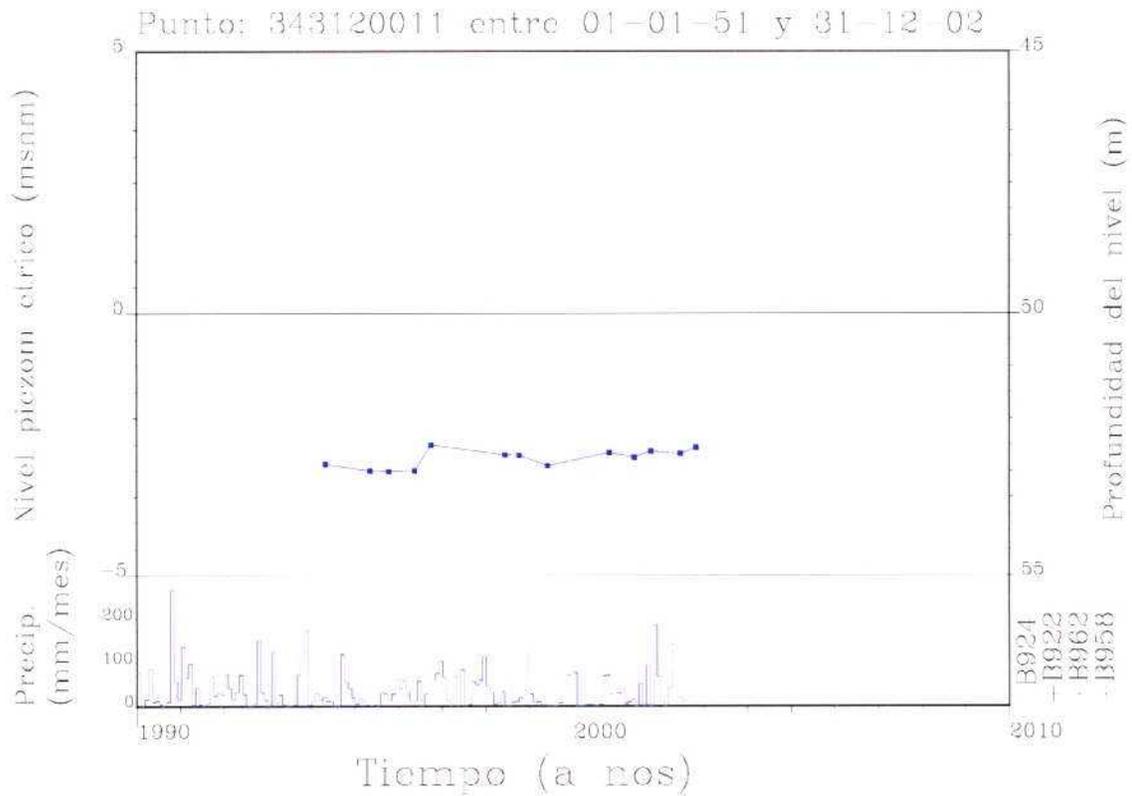
# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.02 SANT ANTONI



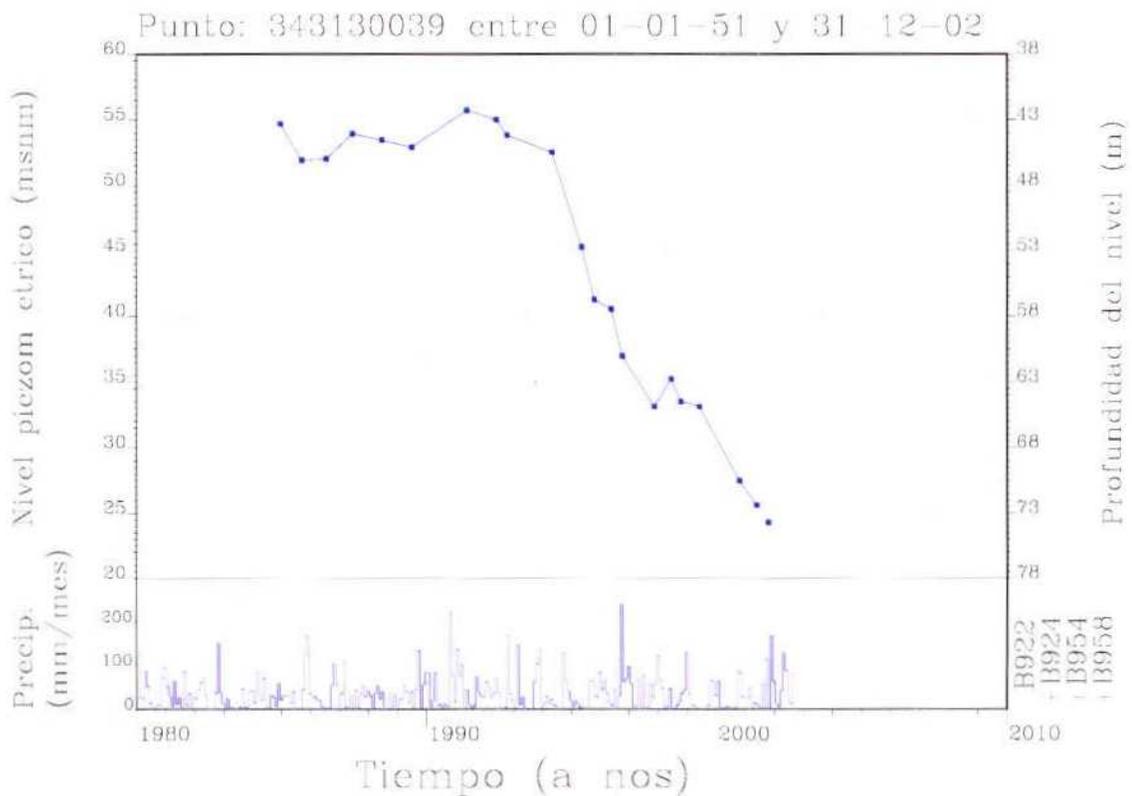
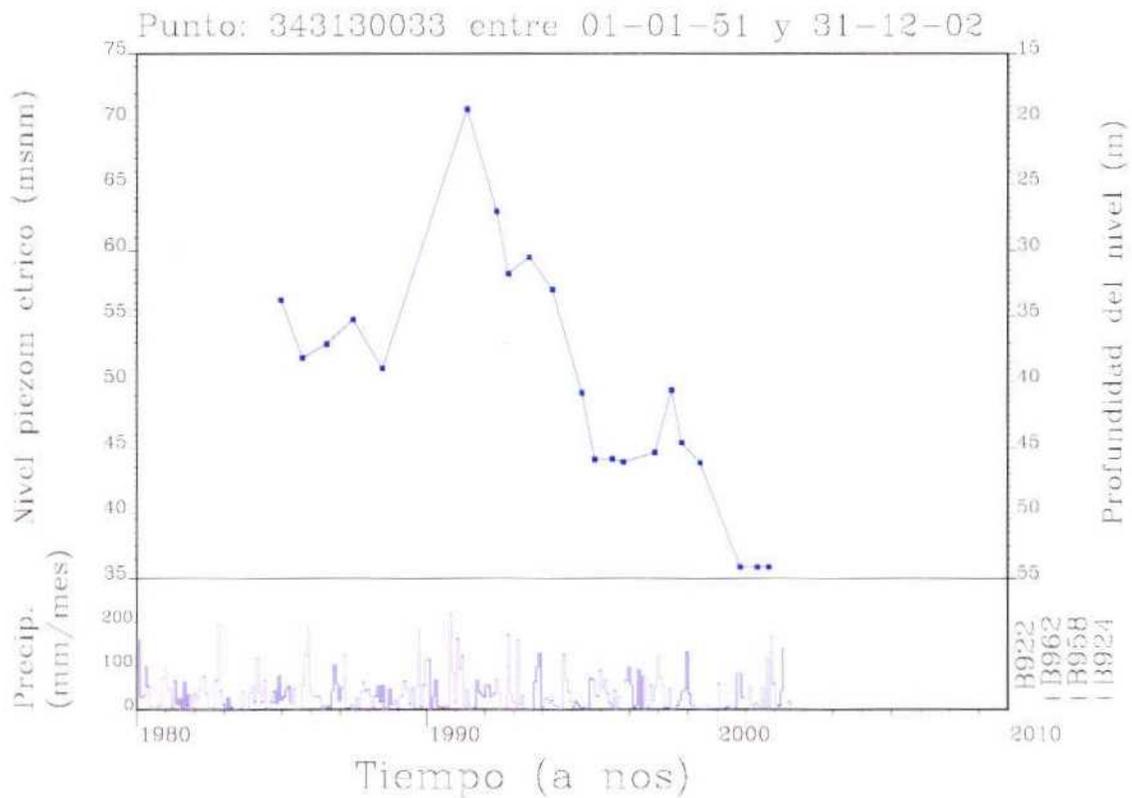
# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.02 (continuación)



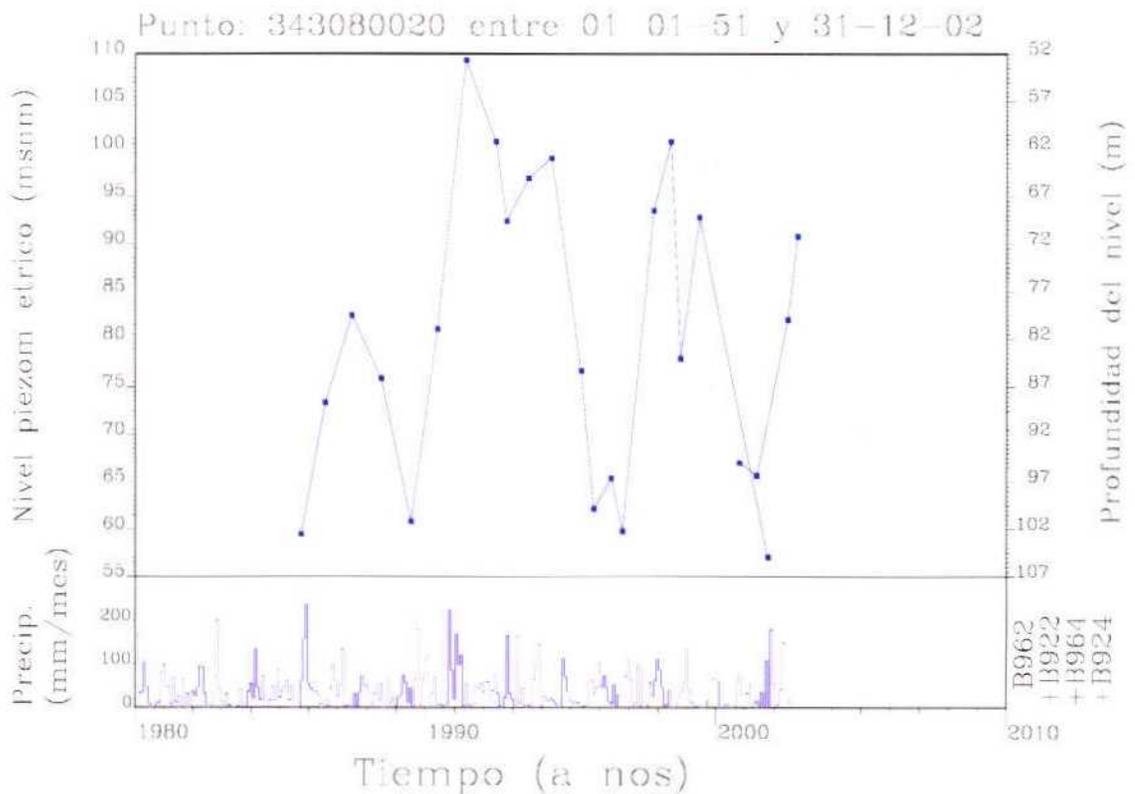
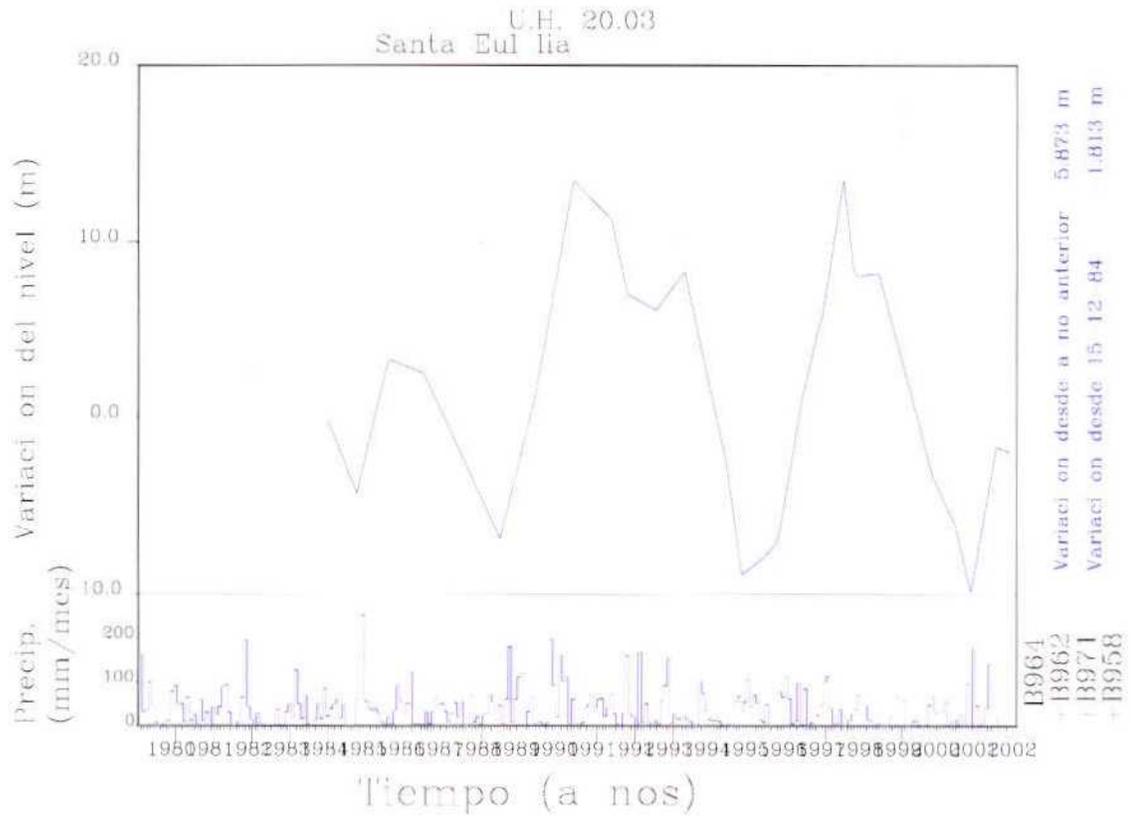
## DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.02 (continuación)



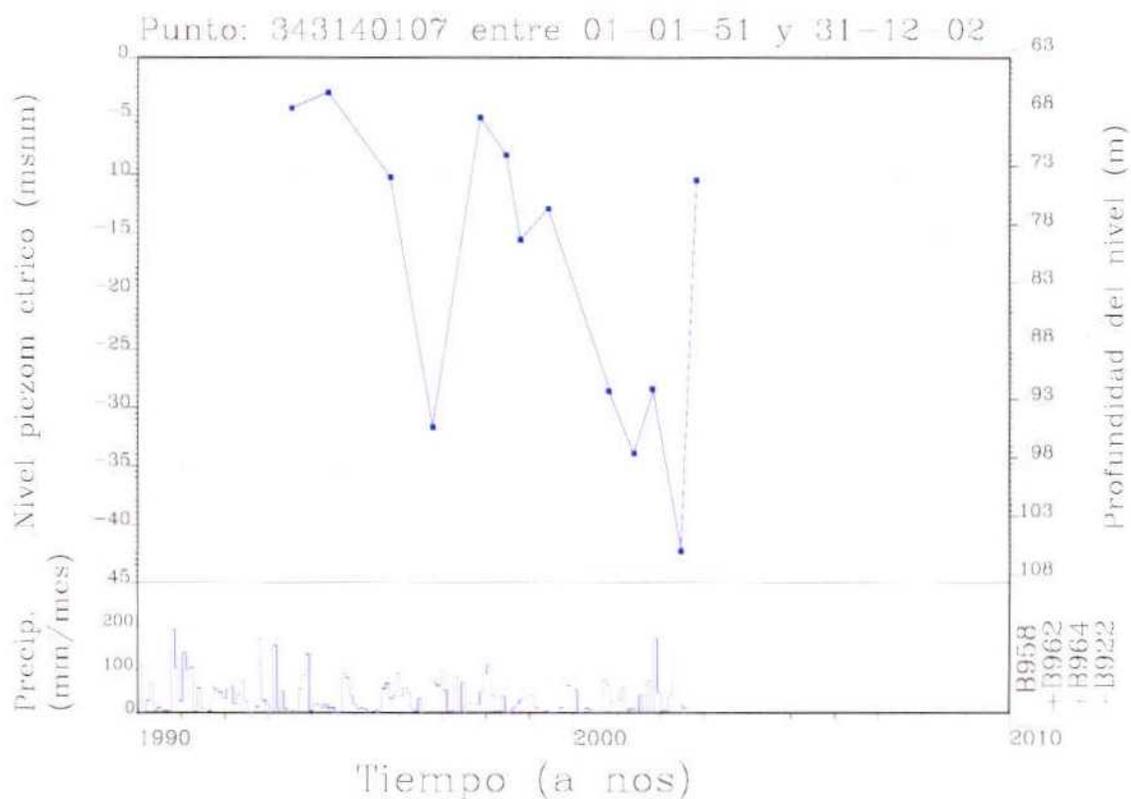
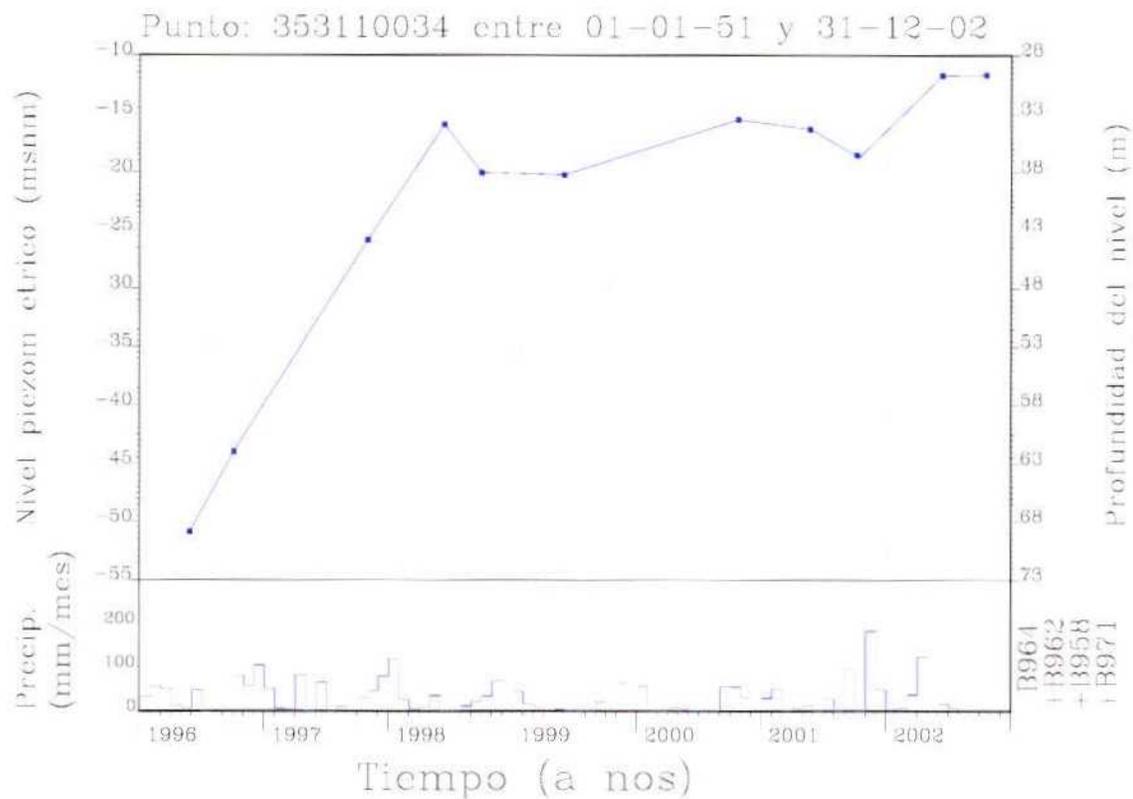
# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.03 SANTA EULÀRIA



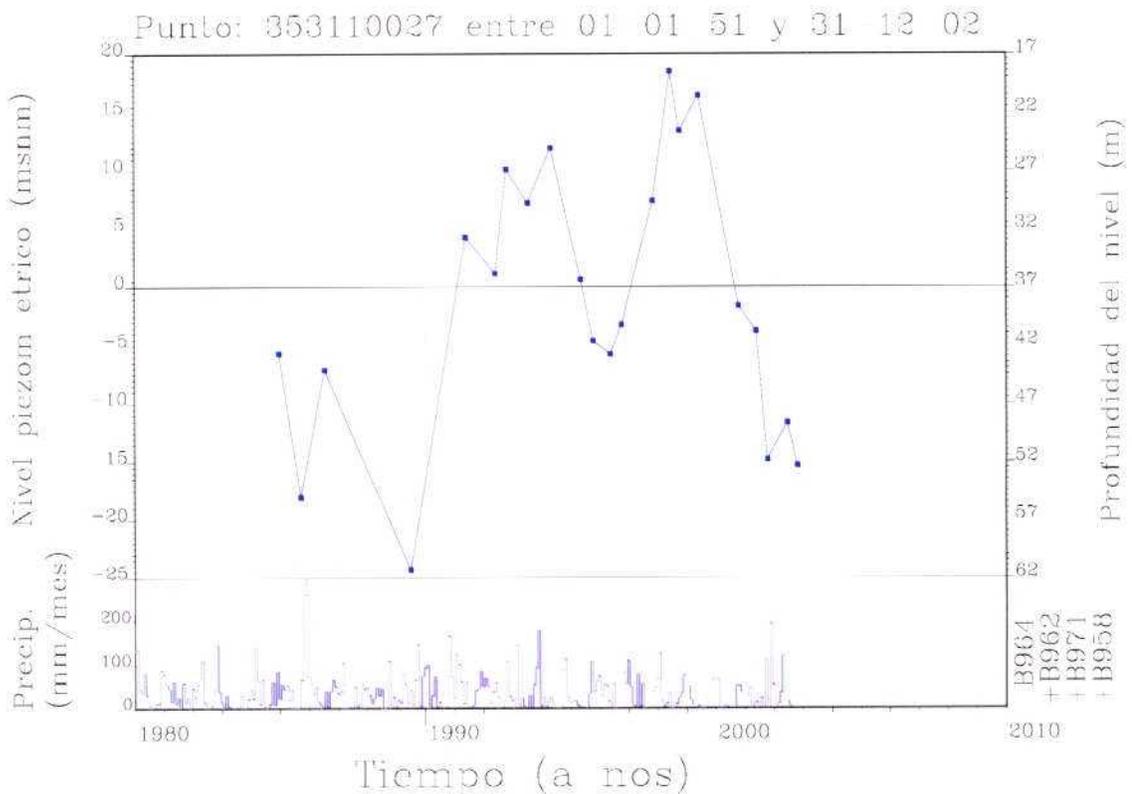
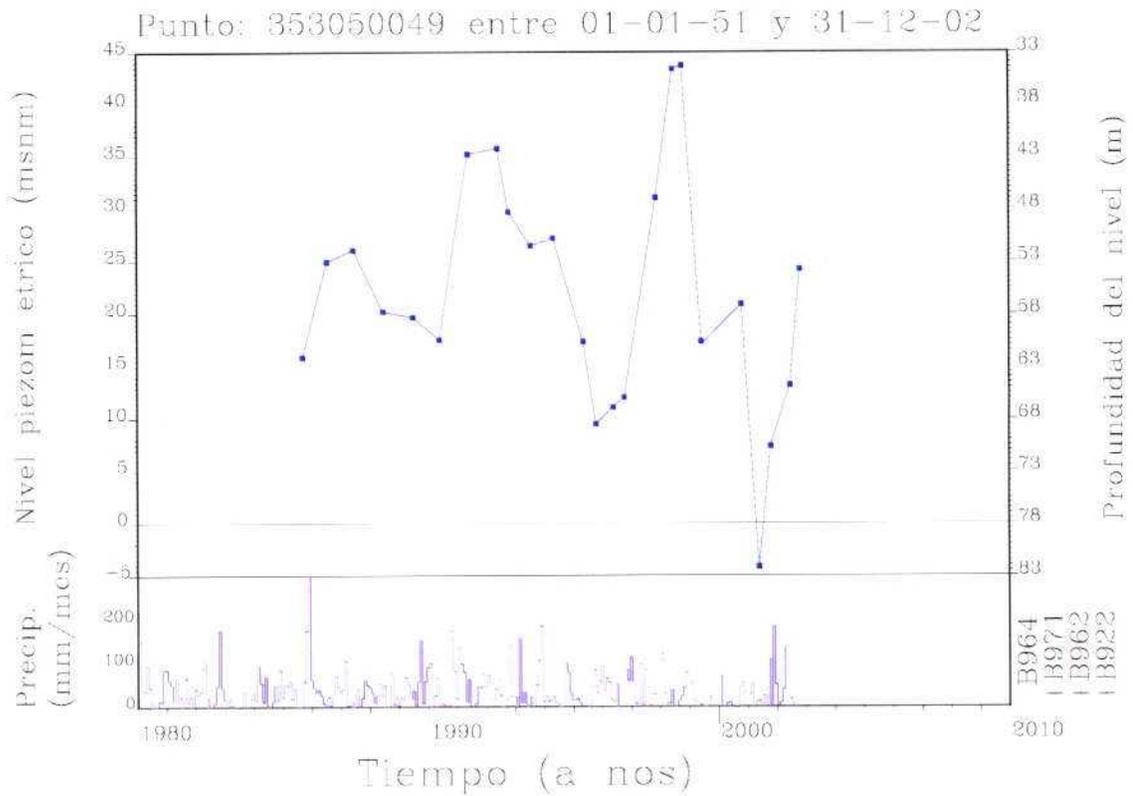
## DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.03 (continuación)



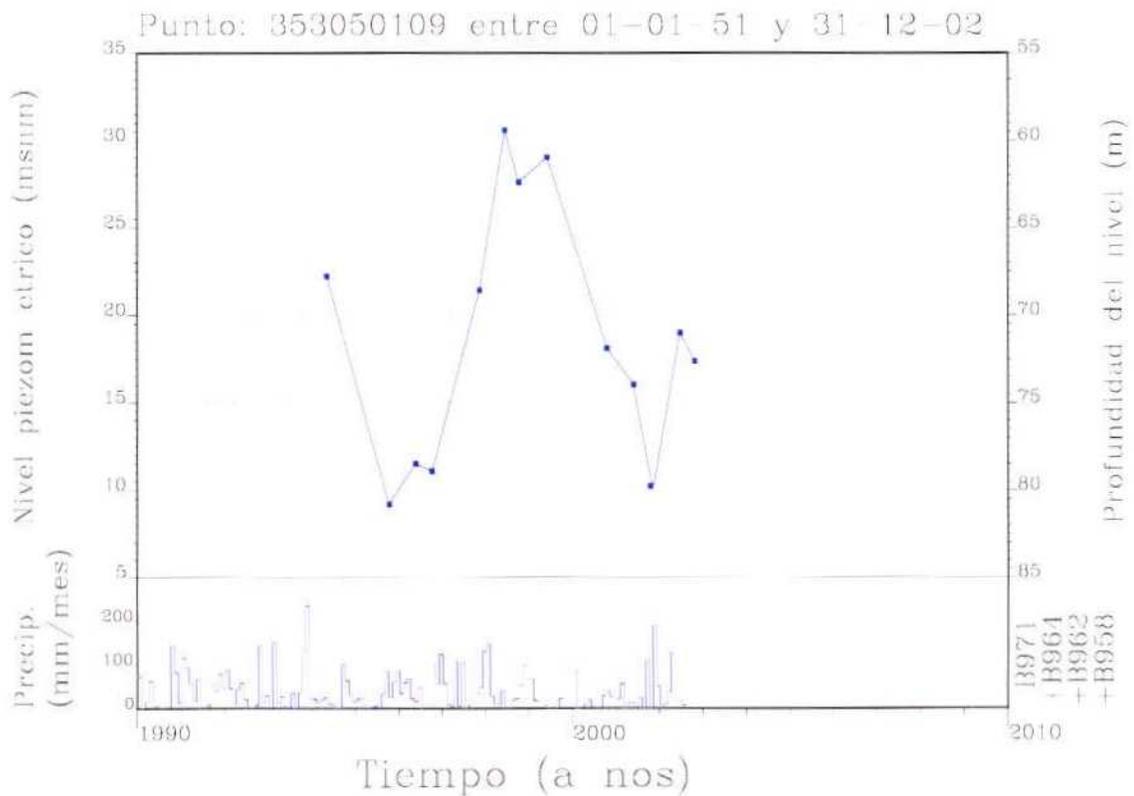
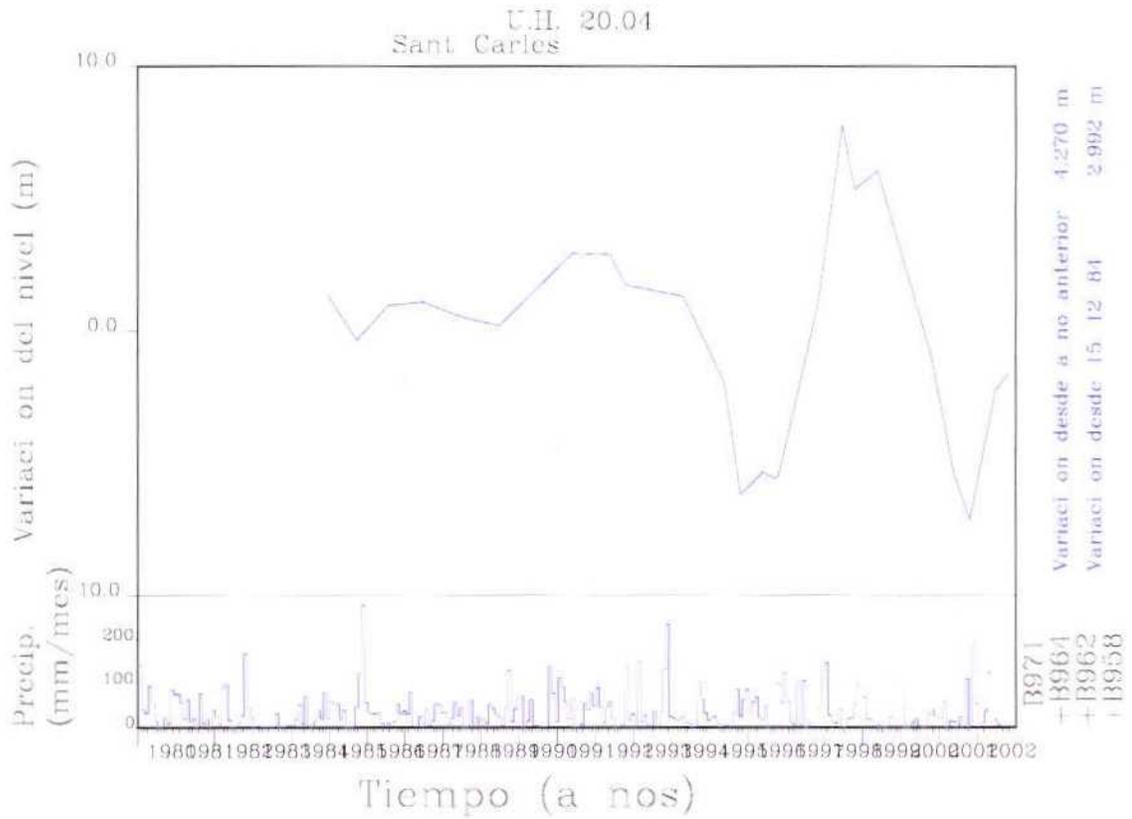
# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.03 (continuación)



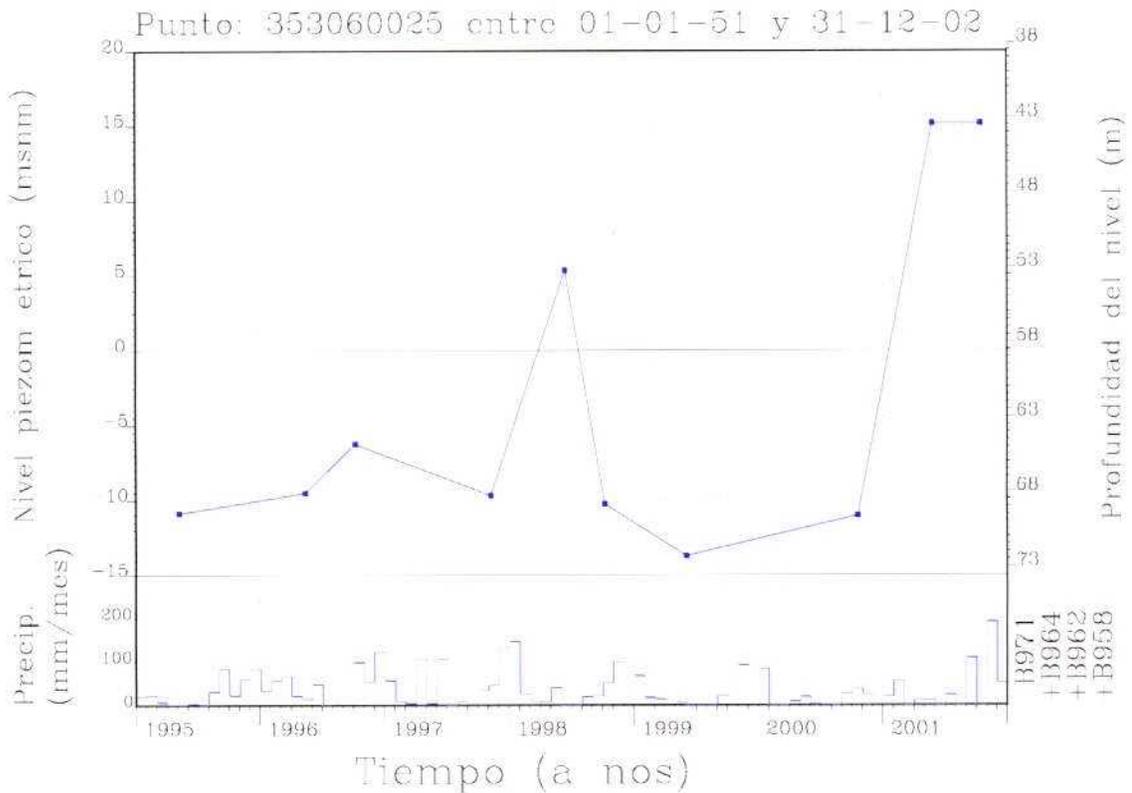
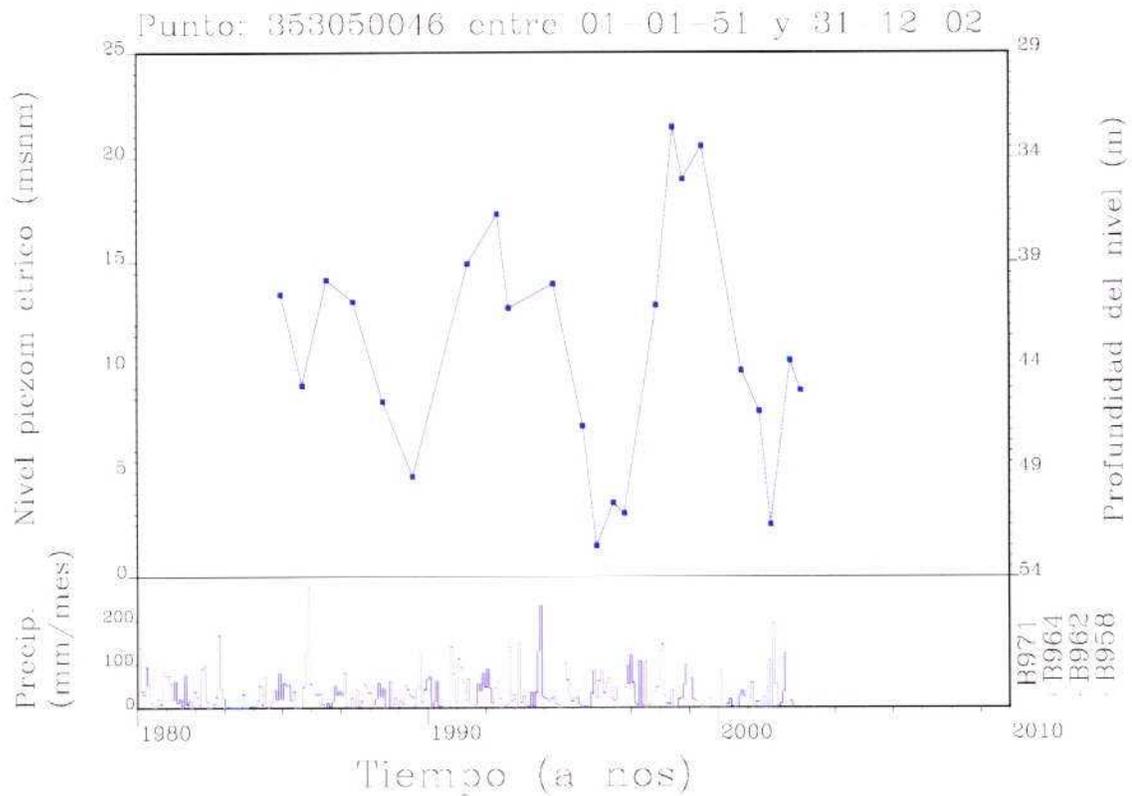
# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.04 SANT CARLES



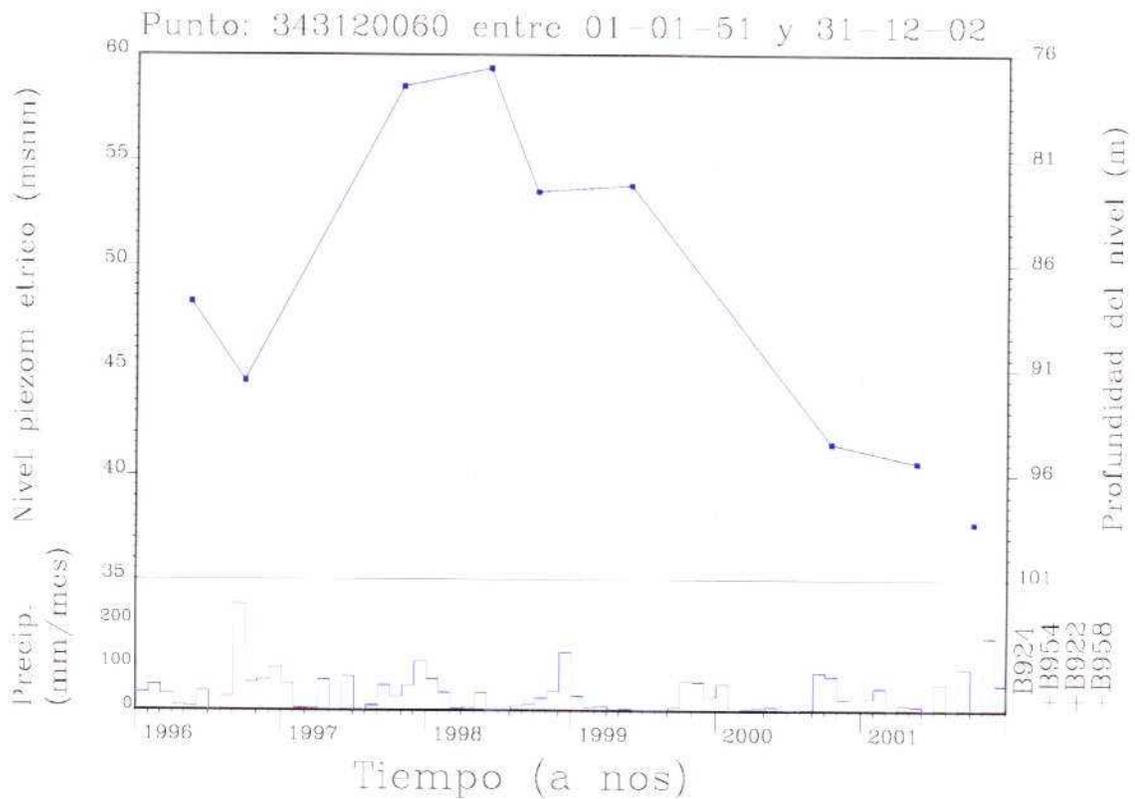
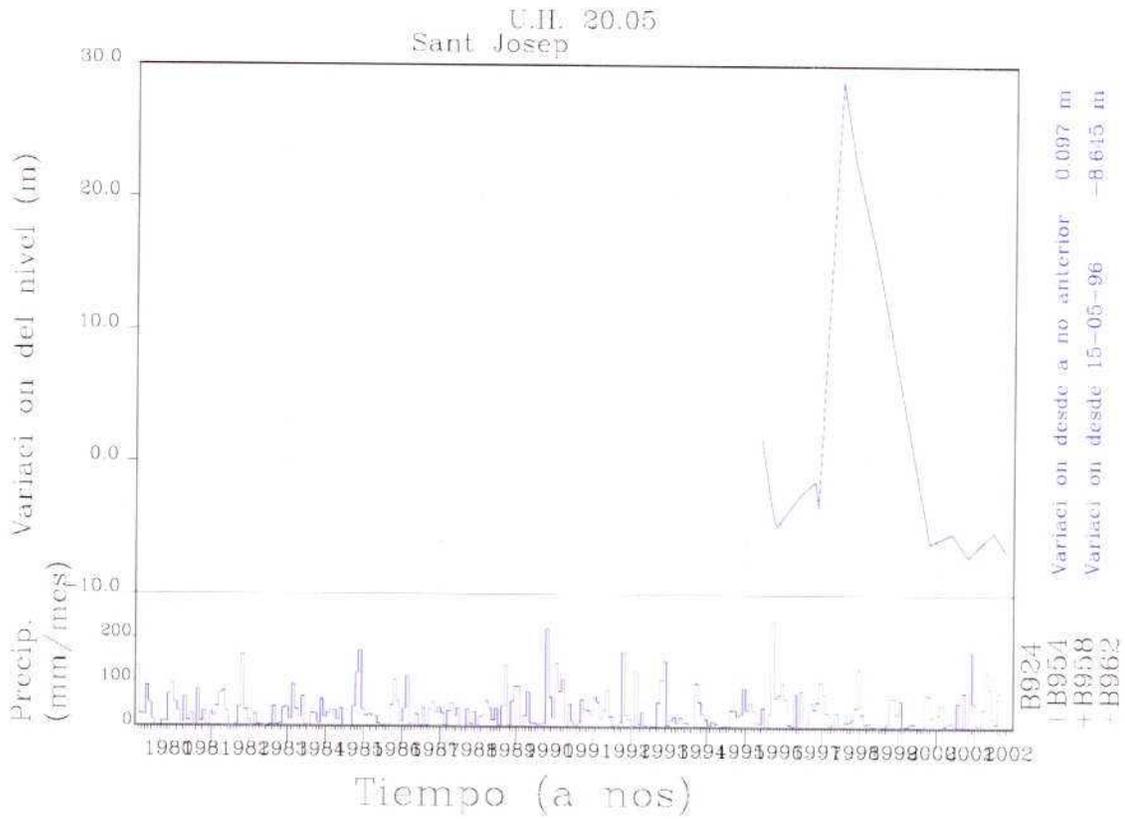
# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.04 SANT CARLES



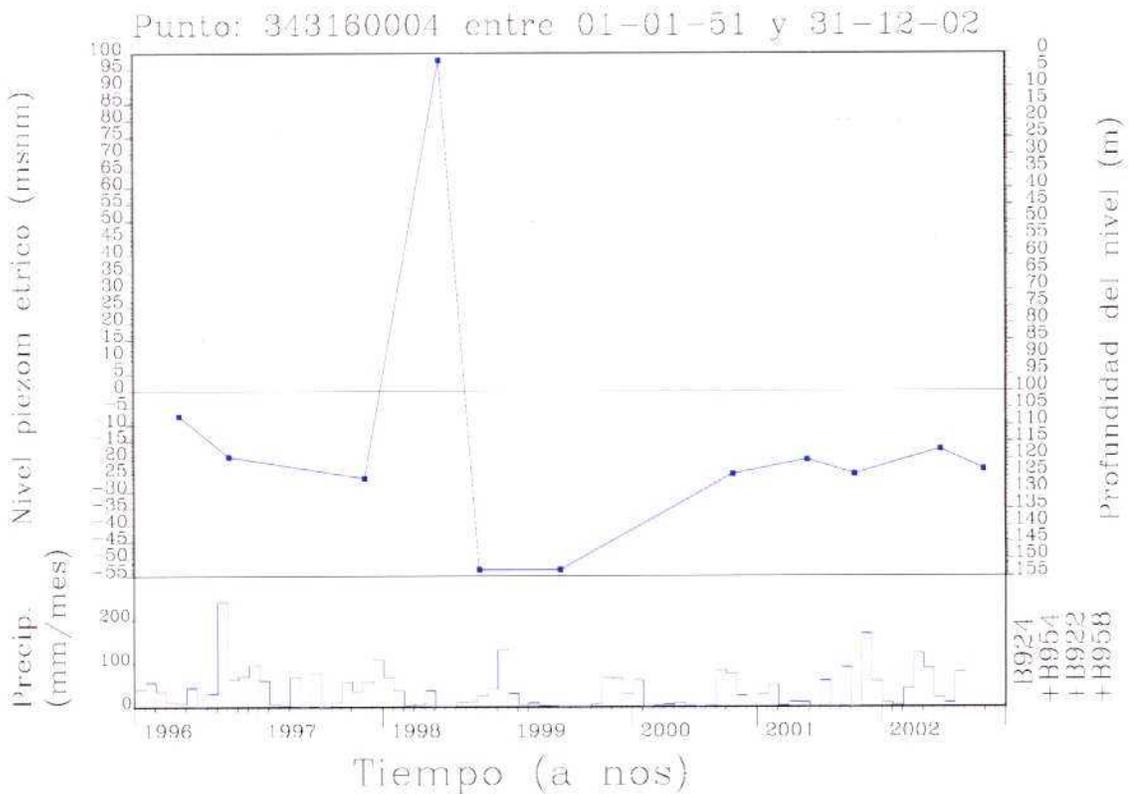
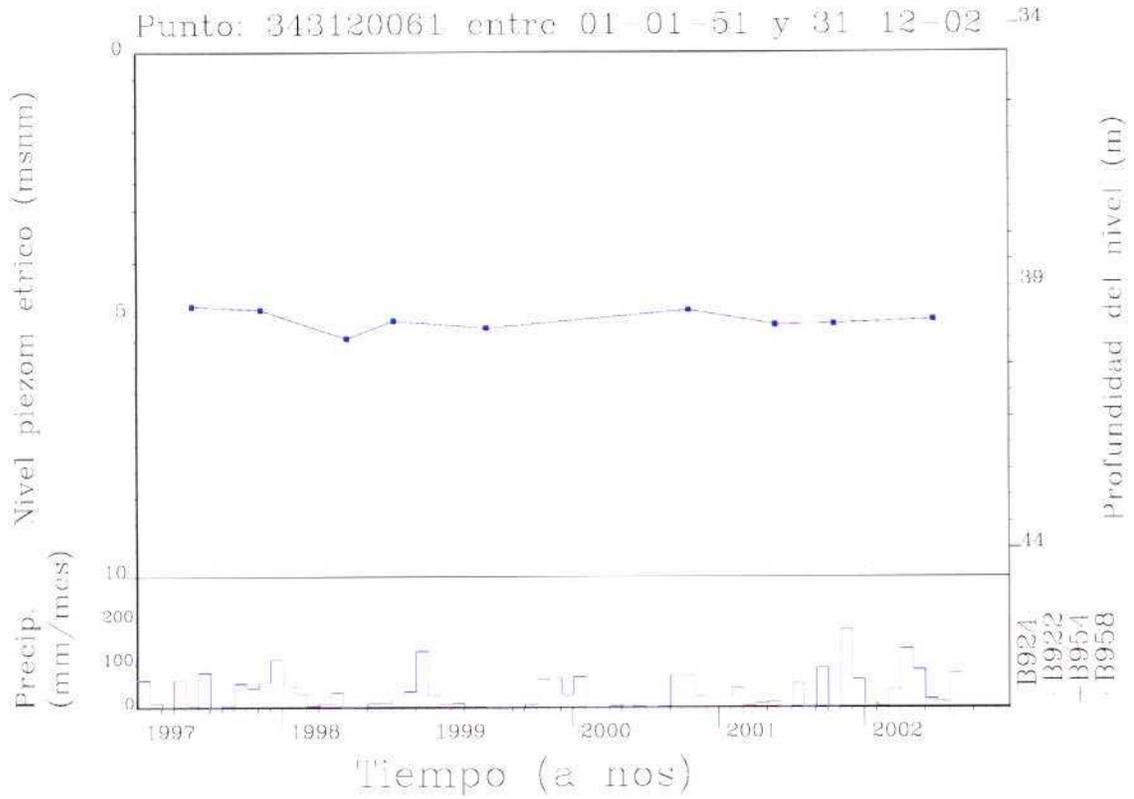
# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.05 SANT JOSEP



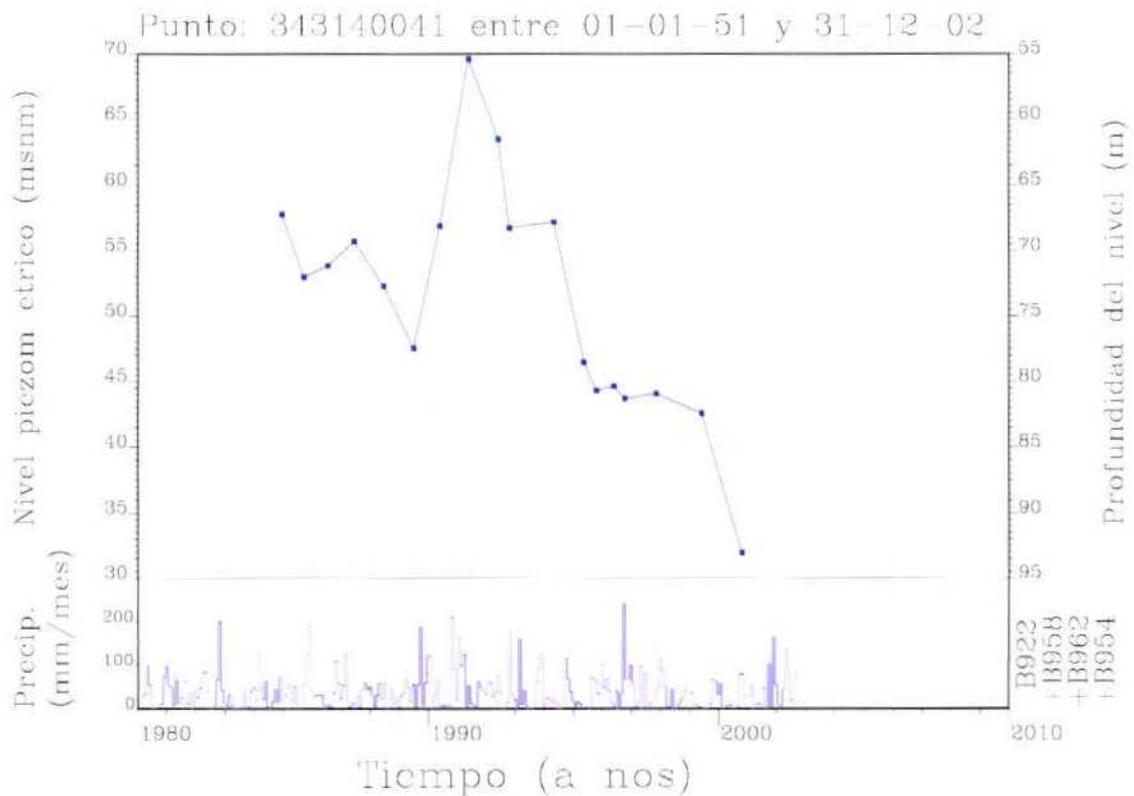
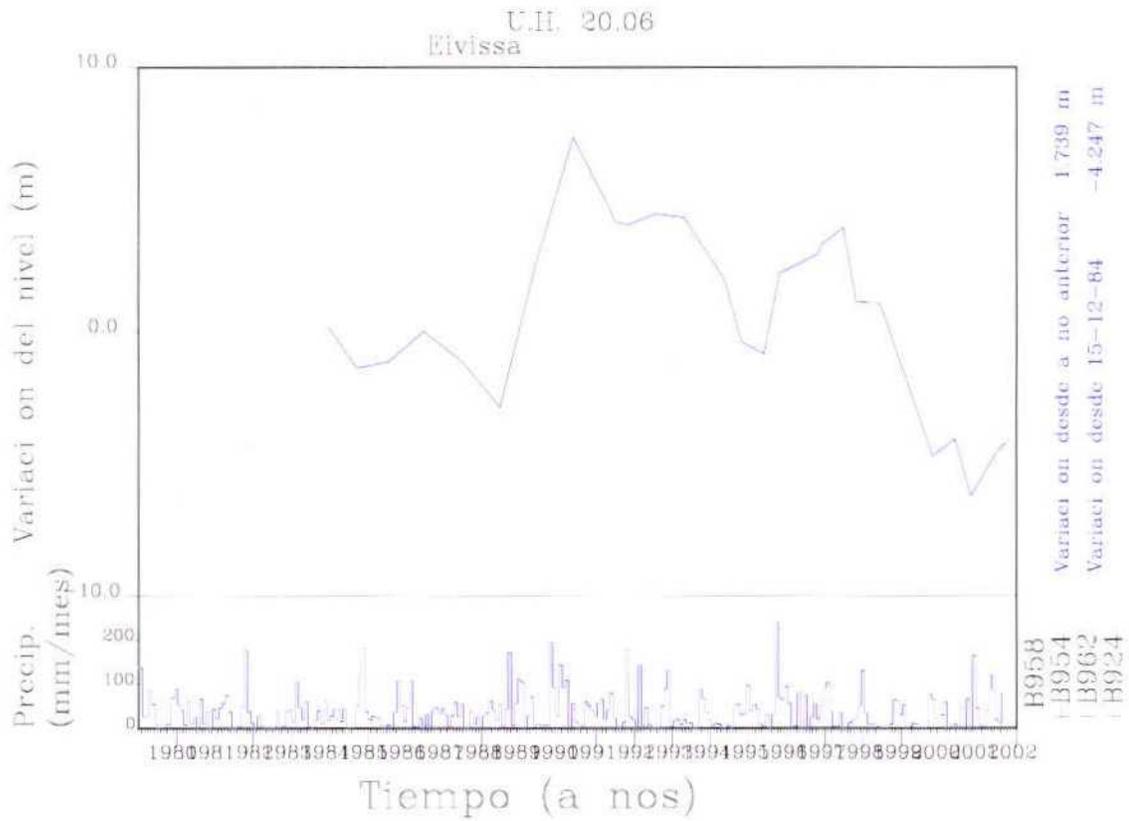
# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.05 SANT JOSEP



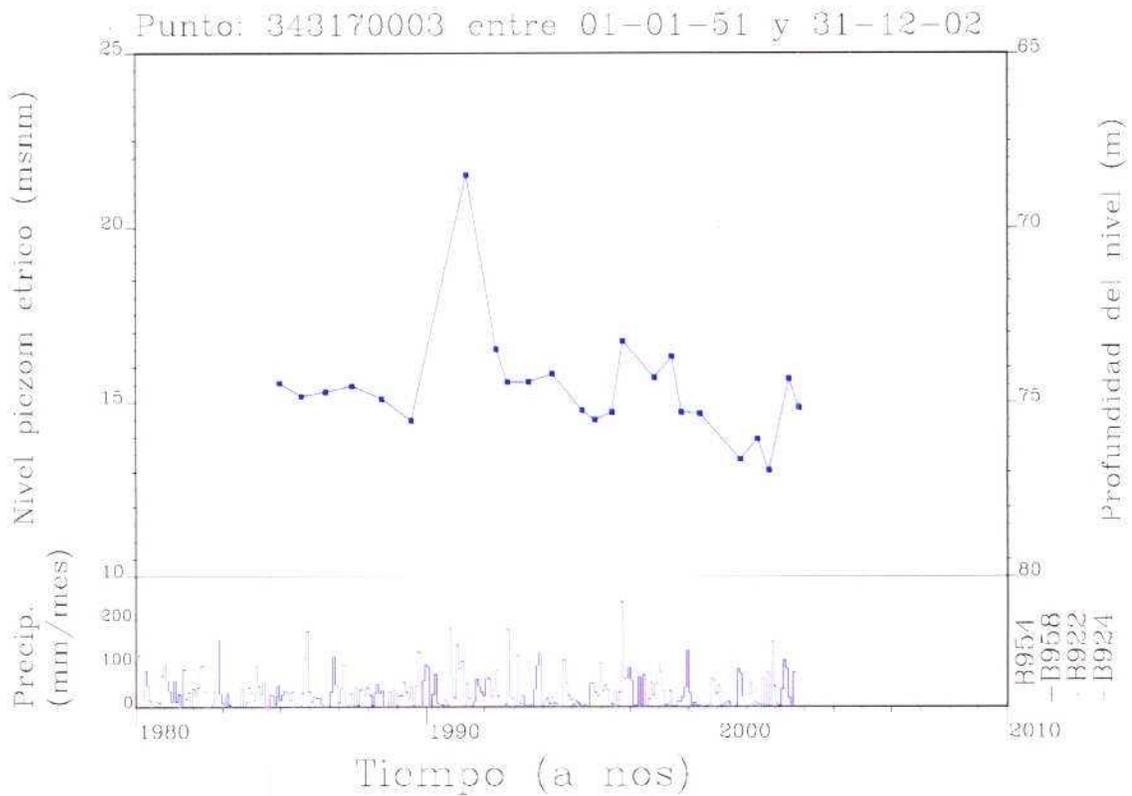
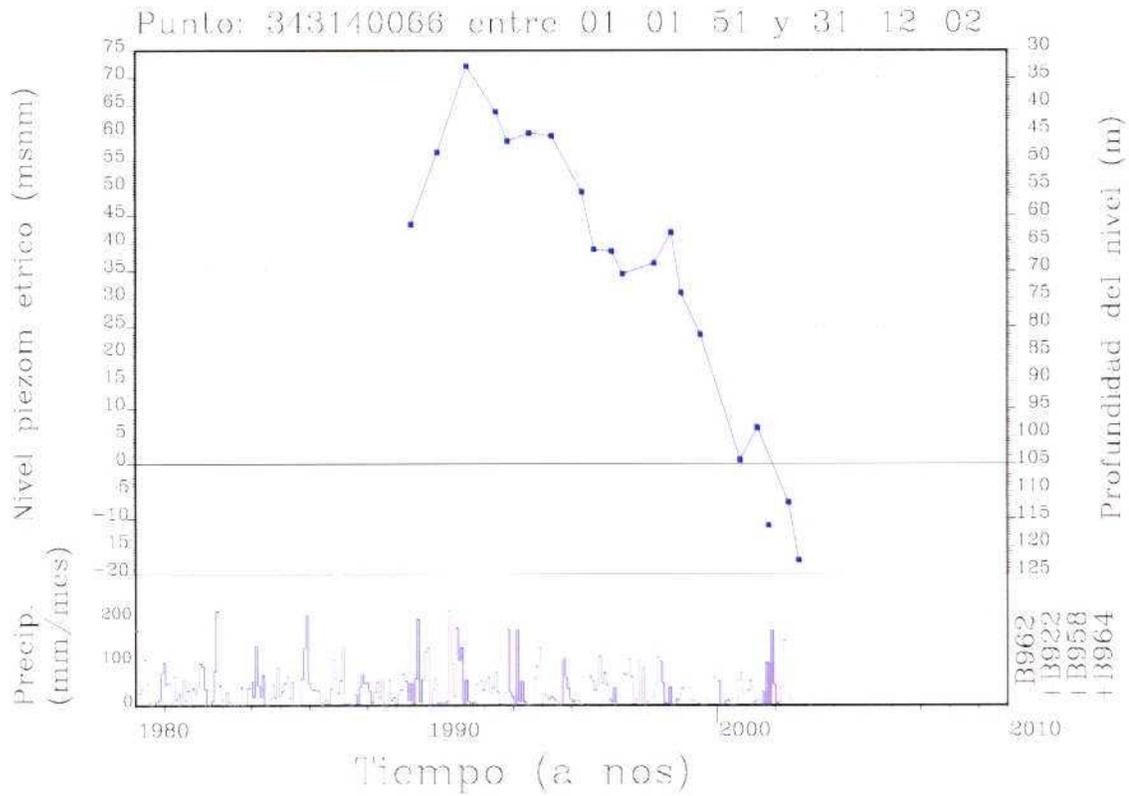
# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.06 EIVISSA



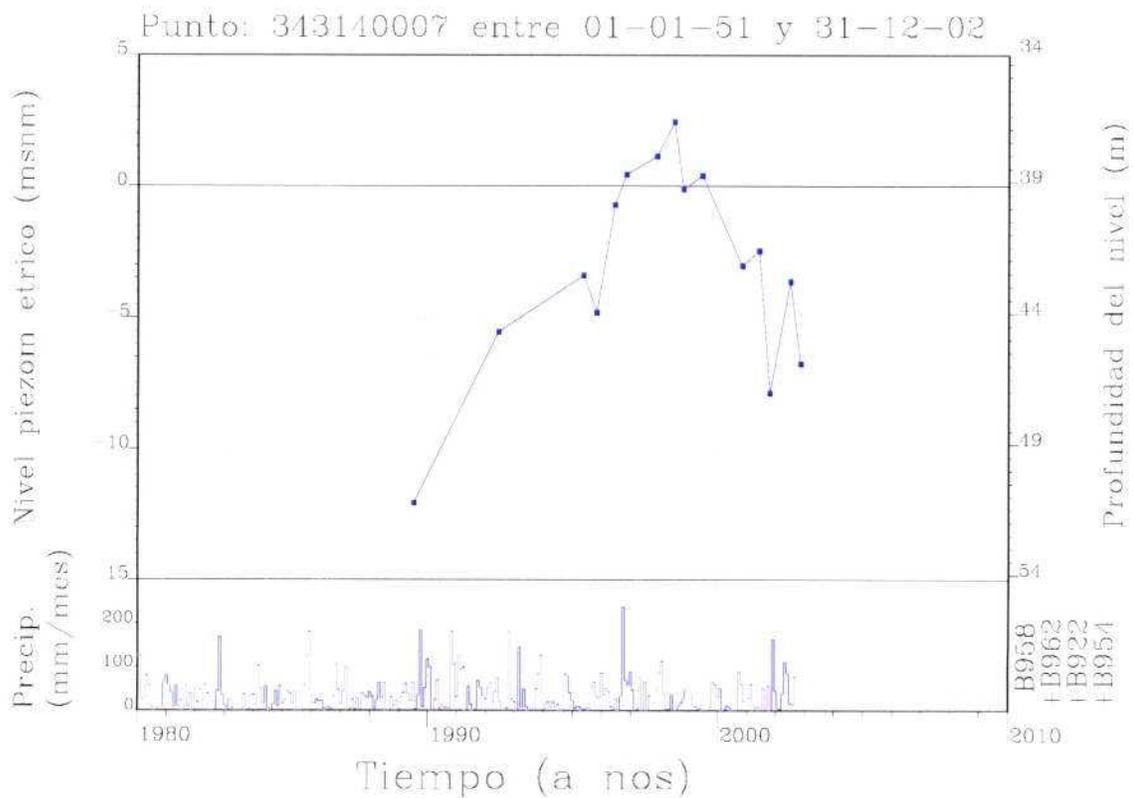
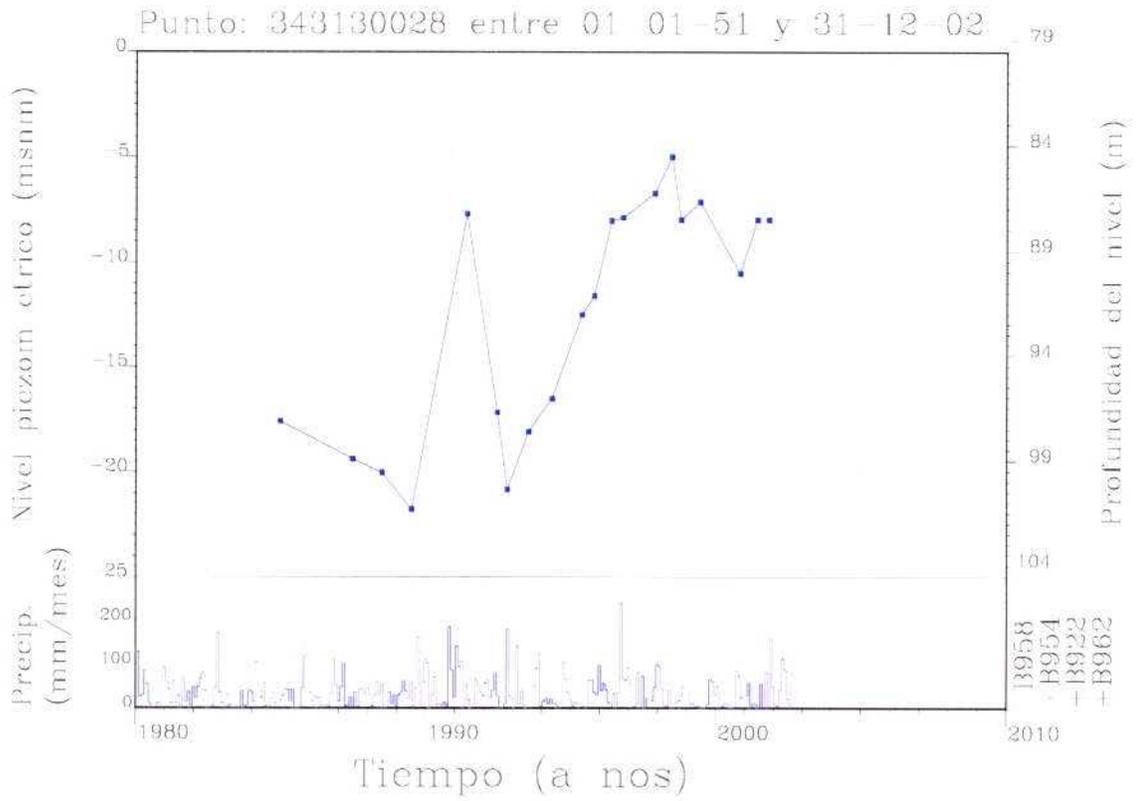
## DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.06 (continuación)



## DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.06 (continuación)



## ANEXO IV

- 1.- Tabla II. Red de control de calidad
- 2.- Mapa de situación de la red de calidad

TABLA II. RED DE CONTROL DE CALIDAD DE IBIZA									
Nº ID	IGME/DGRH	UH	X UTM	Y UTM	Nº ID	IGME/DGRH	UH	X UTM	Y UTM
1	343070015	1	357957	4322801					
2	343080018	1	362243	4324912	39	353050109	4	374446	4322778
72	343080072	1	362167	4324556	40	353050185	4	375284	4319644
3	343080077	1	364570	4326350	41	353060009	4	376870	4321779
73	343080078	1	367180	4325760	42	353060025	4	376637	4320411
4	353010002	1	371337	4328967	43	353060039	4	375909	4318738
5	353010010	1	371110	4327819	44	353060040	4	375986	4319093
6	353050050	1	370314	4326301	45	353060041	4	375944	4318936
					46	353060042	4	376027	4321656
7	343070011	2	357285	4318644	47	353060056	4	375819	4320487
8	343070013	2	356655	4318540	48	353060085	4	375798	4320208
74	343120041	2	353155	4317769					
9	343120056	2	353408	4313626	79	343120060	5	352786	4309214
10	343120057	2	351481	4314167	49	343120061	5	348293	4313433
11	343120058	2	351575	4313538	50	343120063	5	353331	4309394
12	343120059	2	351437	4313447	51	343160004	5	349196	4308421
13	343130025	2	355227	4317830					
75	343130029	2	355076	4317419	52	343130028	6	359897	4309142
14	343130031	2	355711	4316791	53	343130103	6	360407	4309256
15	343130036	2	355905	4317108	54	343140003	6	361745	4311132
16	343130038	2	355602	4311831	55	343140006	6	362940	4311020
17	343130046	2	356654	4312889	56	343140007	6	362912	4310771
18	343130047	2	355021	4317494	57	343140035	6	366309	4310725
20	343130114	2	360200	4314580	58	343140044	6	361794	4309909
21	343130115	2	360000	4314580	59	343140066	6	363132	4314670
19	343140109	2	361154	4313347	60	343140109	6	361154	4313347
					61	343140111	6	361579	4313666
22	343070019	3	361087	4319293	62	343140121	6	365270	4313460
23	343080020	3	363546	4321535	63	343140130	6	363090	4310960
24	343080021	3	365174	4318887	64	343170015	6	358906	4307438
25	343080068	3	364542	4323580	65	343170016	6	358853	4307532
76	343140026	3	366599	4311376	66	343170022	6	360692	4308764
26	343140033	3	366319	4312872	67	343170024	6	360997	4308561
27	343140035	3	366309	4310725	68	343170040	6	358439	4307221
28	343140107	3	366525	4311087	69	343170041	6	357940	4307257
77	343140128	3	366300	4312840	70	343170042	6	360066	4308849
29	353050049	3	369627	4321413	71	343170043	6	355971	4306827
78	353050186	3	370509	4320875					
30	353110010	3	370068	4315108					
31	353110024	3	371136	4315292					
32	353110026	3	371551	4316817					
33	353110028	3	371609	4317064					
34	353110029	3	371691	4317218					
35	353110040	3	370813	4316208					
36	353110075	3	368767	4316096					
37	353110076	3	369206	4315783					
38	353110077	3	373873	4317281					

# SITUACIÓN DE LA RED DE CALIDAD

## EIVISSA/IBIZA

4330000

4320000

4310000

4300000



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Instituto Geológico y Minero de España

GOVERN BALEAR

Direcció General de Recursos Hídrics

### LEYENDA

- 20.01 SANT MIQUEL
- 20.02 SANT ANTONI
- 20.03 SANTA EULARIA
- 20.04 SAN CARLES
- 20.05 SANT JOSEP
- 20.06 EIVISSA

- △ D.G.R.H.
- ◇ I.G.M.E.

350000

360000

370000

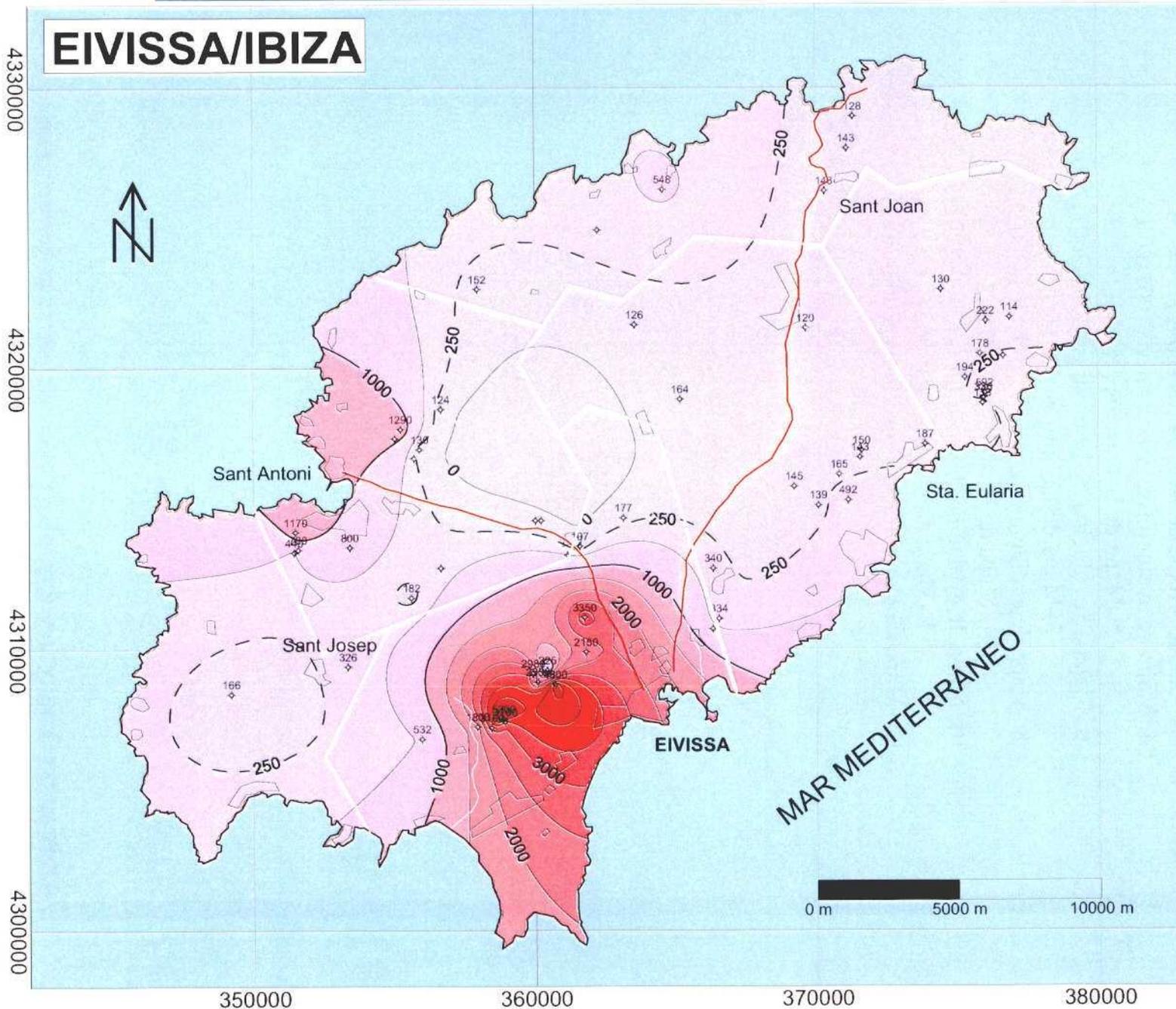
380000

## **ANEXO V**

- 1.-Mapa de Isocloruros (2001)
- 2.-Mapa de evolución de isocloruros (2000-2001)
- 3.-Mapa de Isocloruros (2002)
- 4.-Mapa de evolución de isocloruros (2001-2002)
- 5.-Mapa de Isonitratos (2001)
- 6.-Mapa de evolución de isonitratos (2000-2001)
- 7.-Mapa de Isonitratos (2002)
- 8.-Mapa de evolución de isonitratos (2001-2002)
- 9.-Mapa de Isosulfatos (2001)
- 10.-Mapa de evolución de isosulfatos (2000-2001)
- 11.-Mapa de Isosulfatos (2002)
- 12.-Mapa de evolución de isosulfatos (2001-2002)

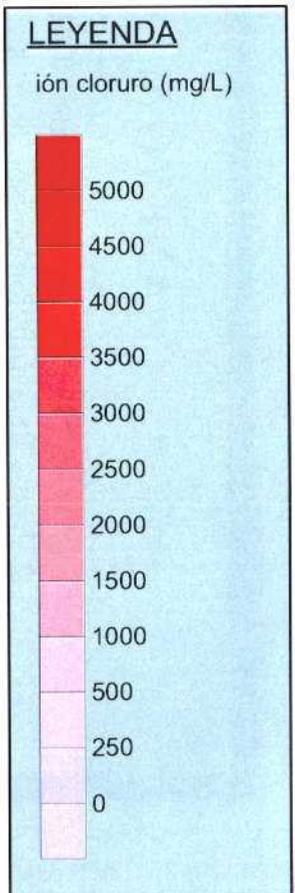
# MAPA DE ISOCLORUROS (2º semestre 2001)

**EIVISSA/IBIZA**




**MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  

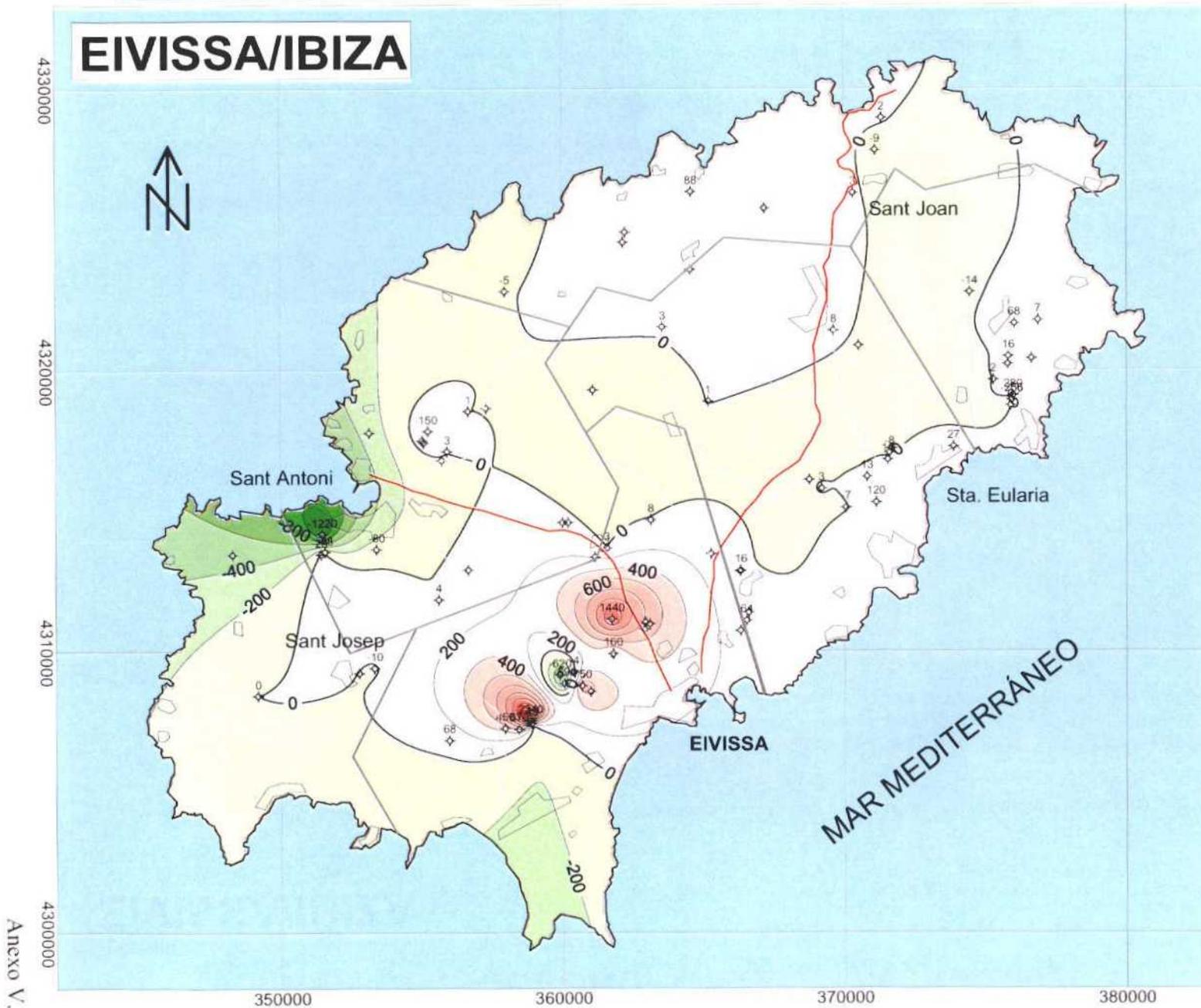
 Instituto Geológico y Minero de España  
  
**GOVERN BALEAR**  
 Direcció General de Recursos Hídrics



Anexo V.1

# EVOLUCIÓN ISOCLORUROS (2º semestre 2000-2001)

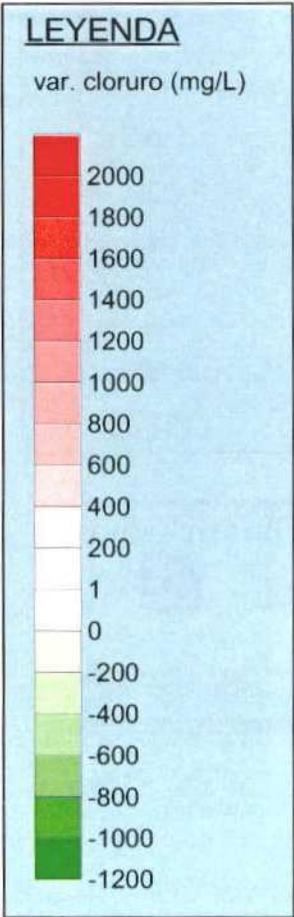
## EIVISSA/IBIZA



Anexo V.2

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA  
Instituto Geológico y Minero de España

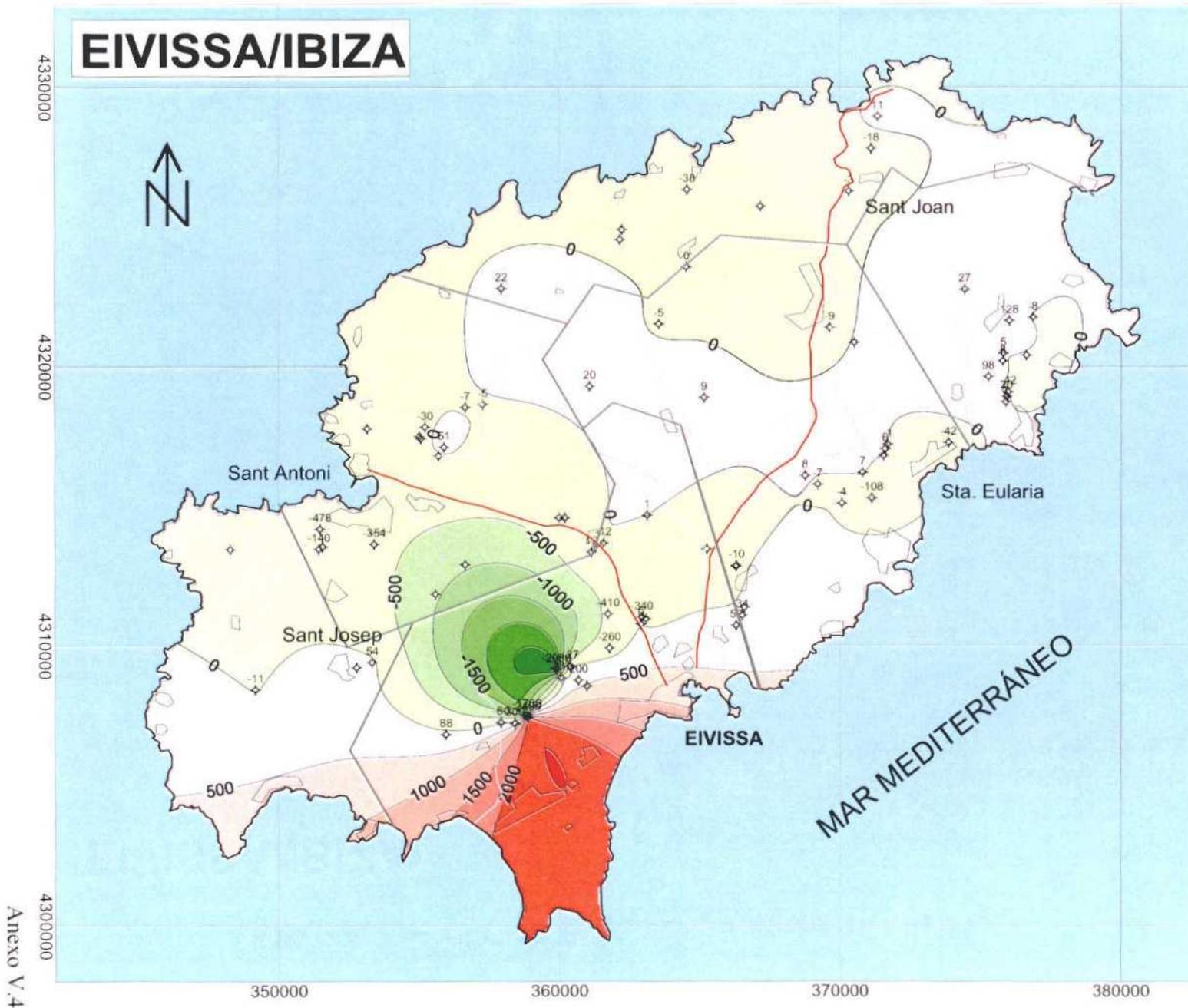
GOVERN BALEAR  
Direcció General de Recursos Hídrics



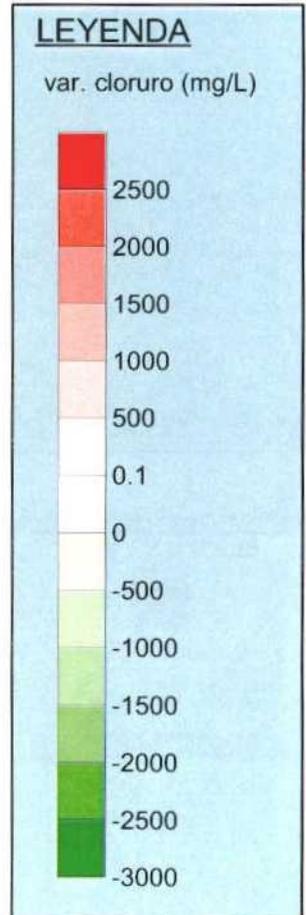


# EVOLUCIÓN ISOCLORUROS (2º semestre 2001-2002)

## EIVISSA/IBIZA

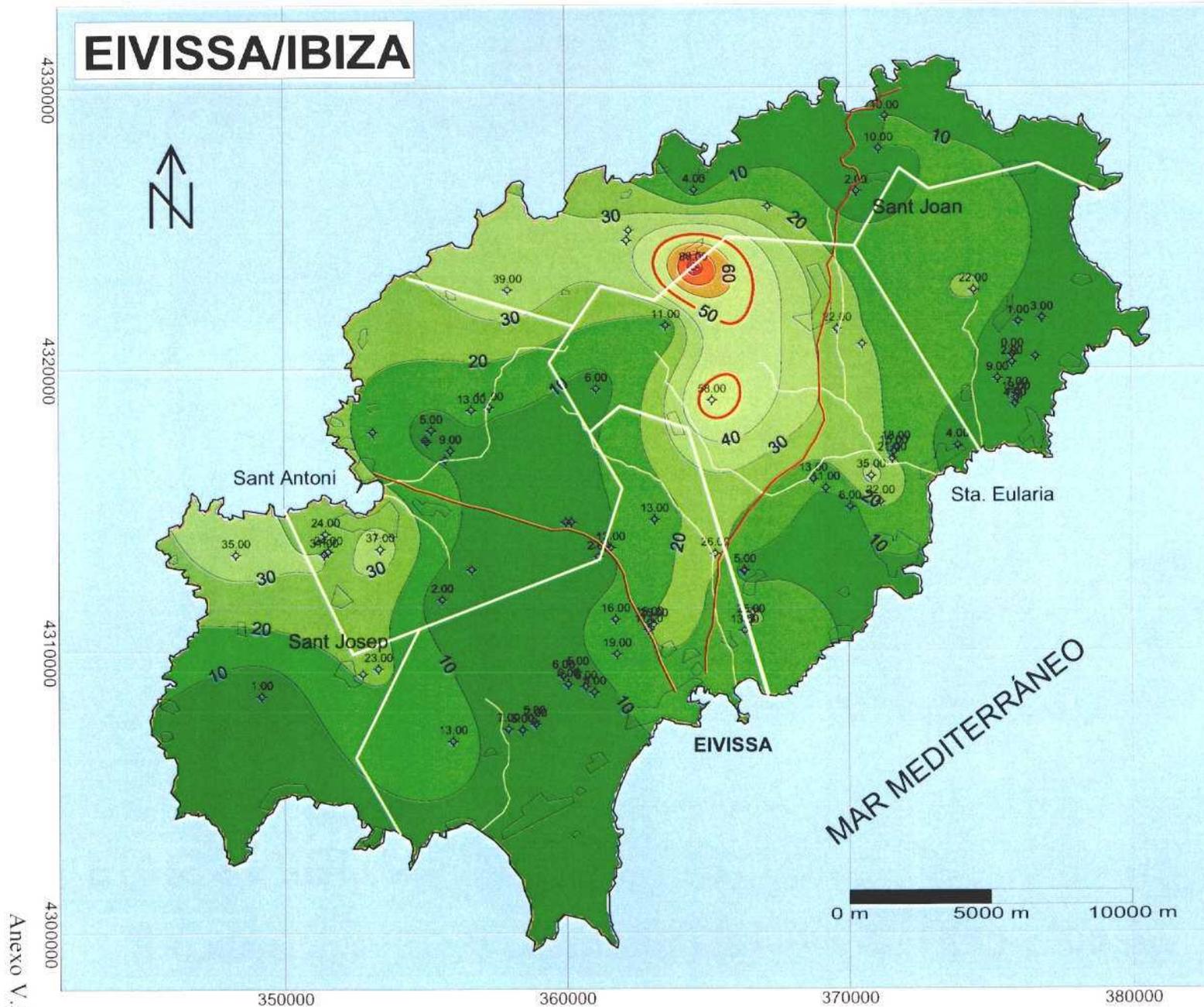


Anexo V.4



# MAPA DE ISONITRATOS (2º sem. 2001)

## EIVISSA/IBIZA



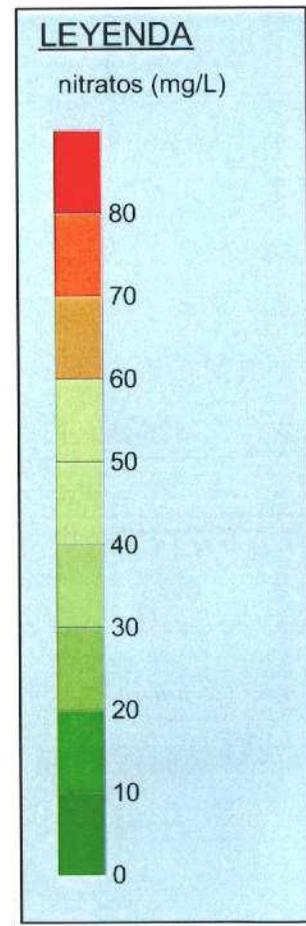
Anexo V.5

 MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

 Instituto Geológico y Minero de España

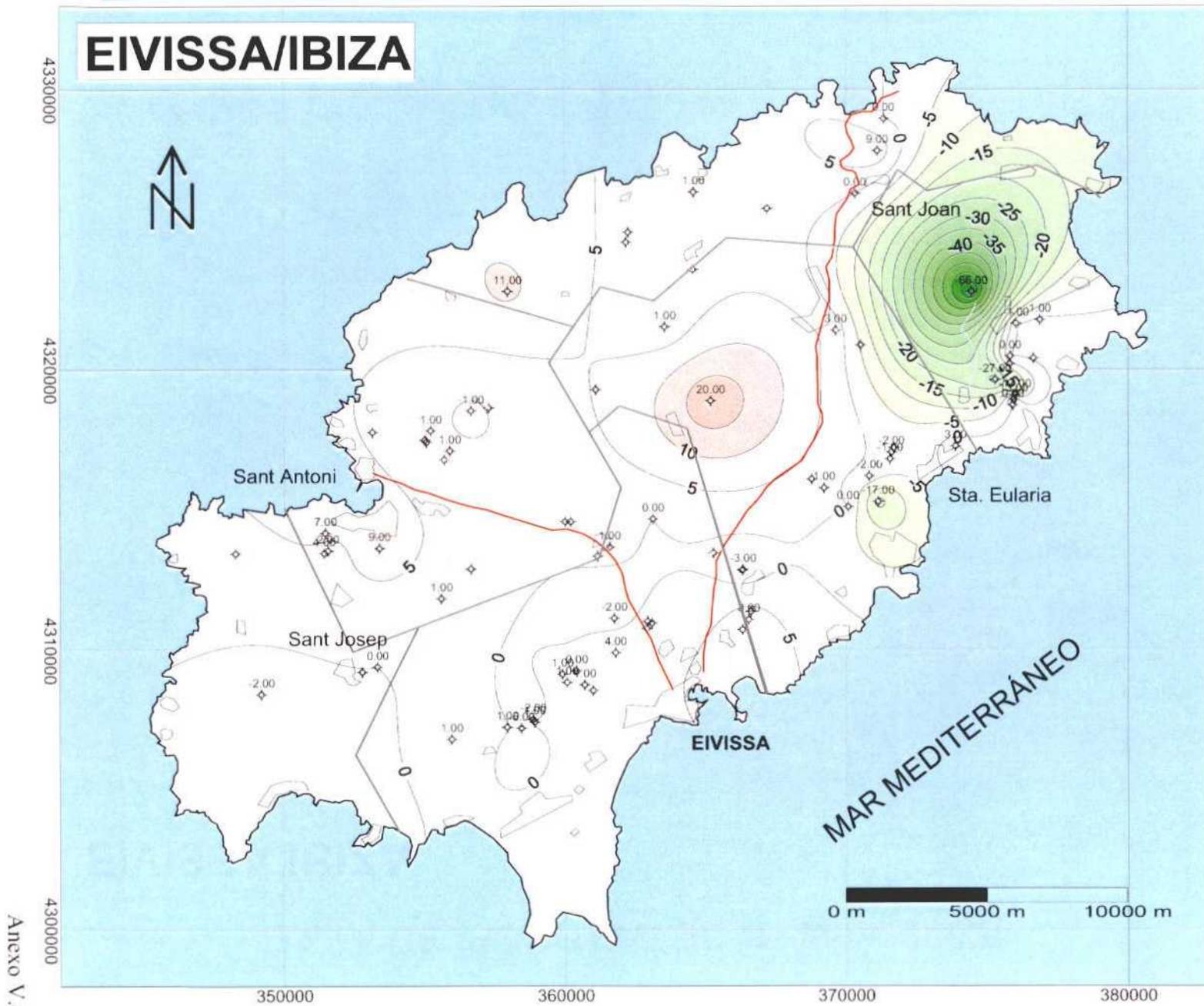
 GOVERN BALEAR

Direcció General de Recursos Hídrics



# EVOLUCIÓN ISONITRATOS (1º sem 2000-2º sem. 2001)

## EIVISSA/IBIZA

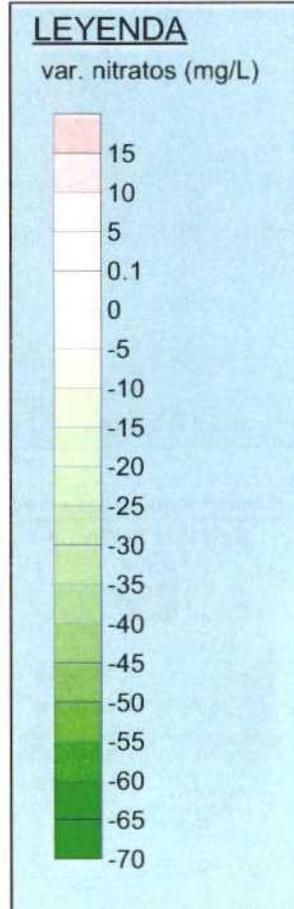


Anexo V.6


**MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  

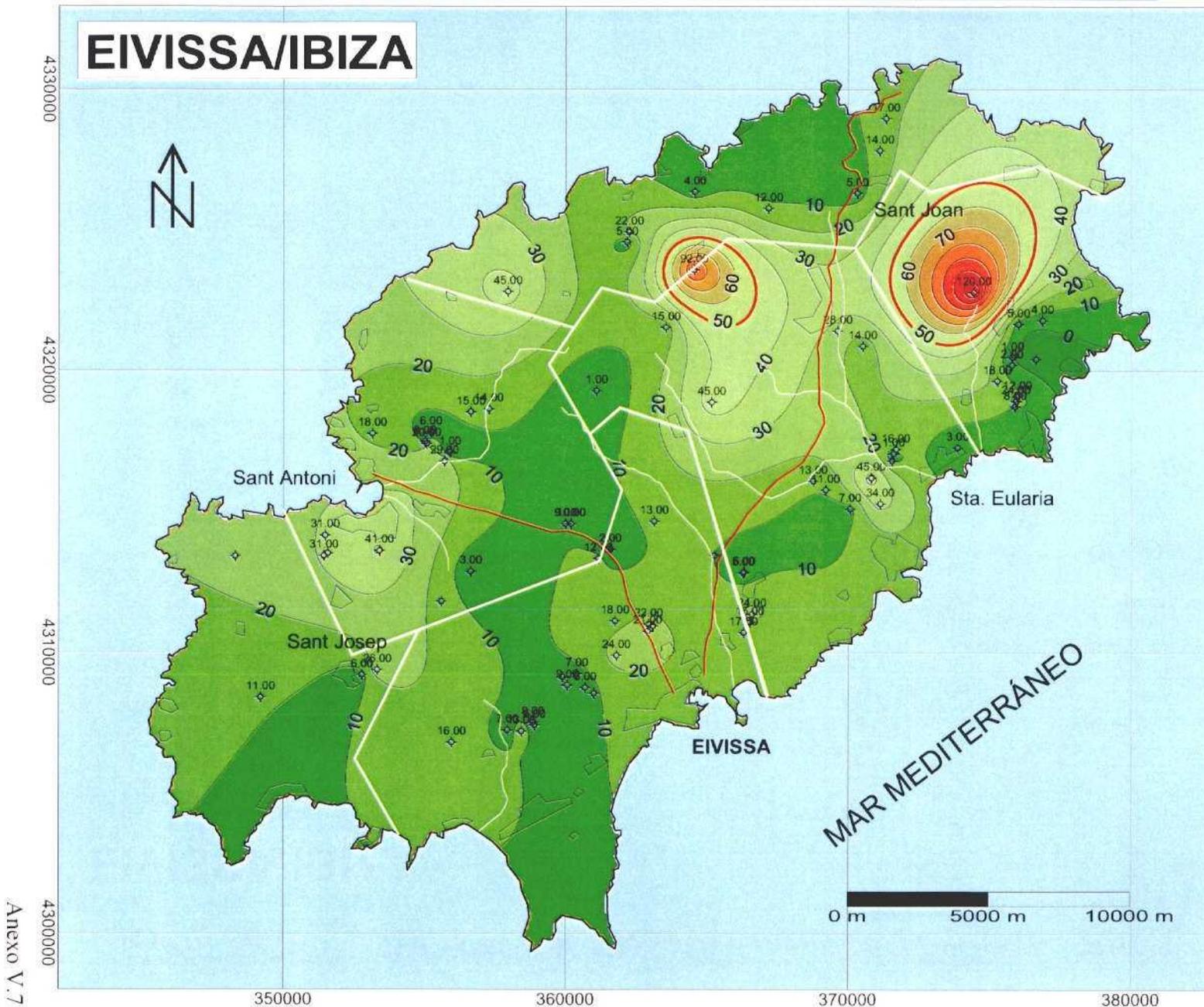
**Instituto Geológico y Minero de España**  

**GOVERN BALEAR**  
**Direcció General de Recursos Hídrics**



# MAPA DE ISONITRATOS (2º sem. 2002)

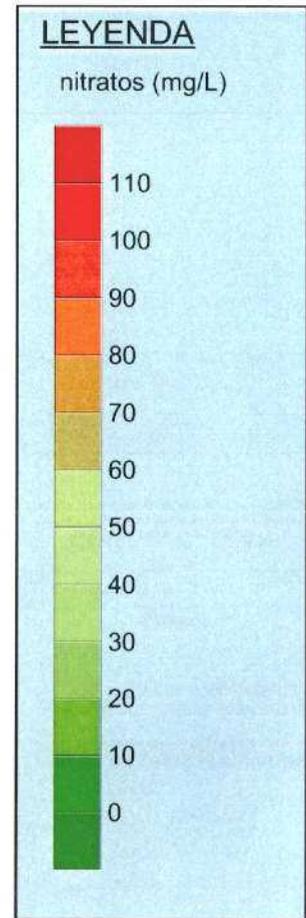
## EIVISSA/IBIZA



 MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

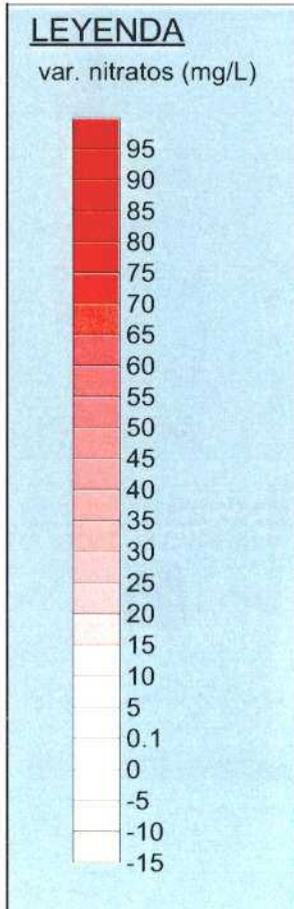
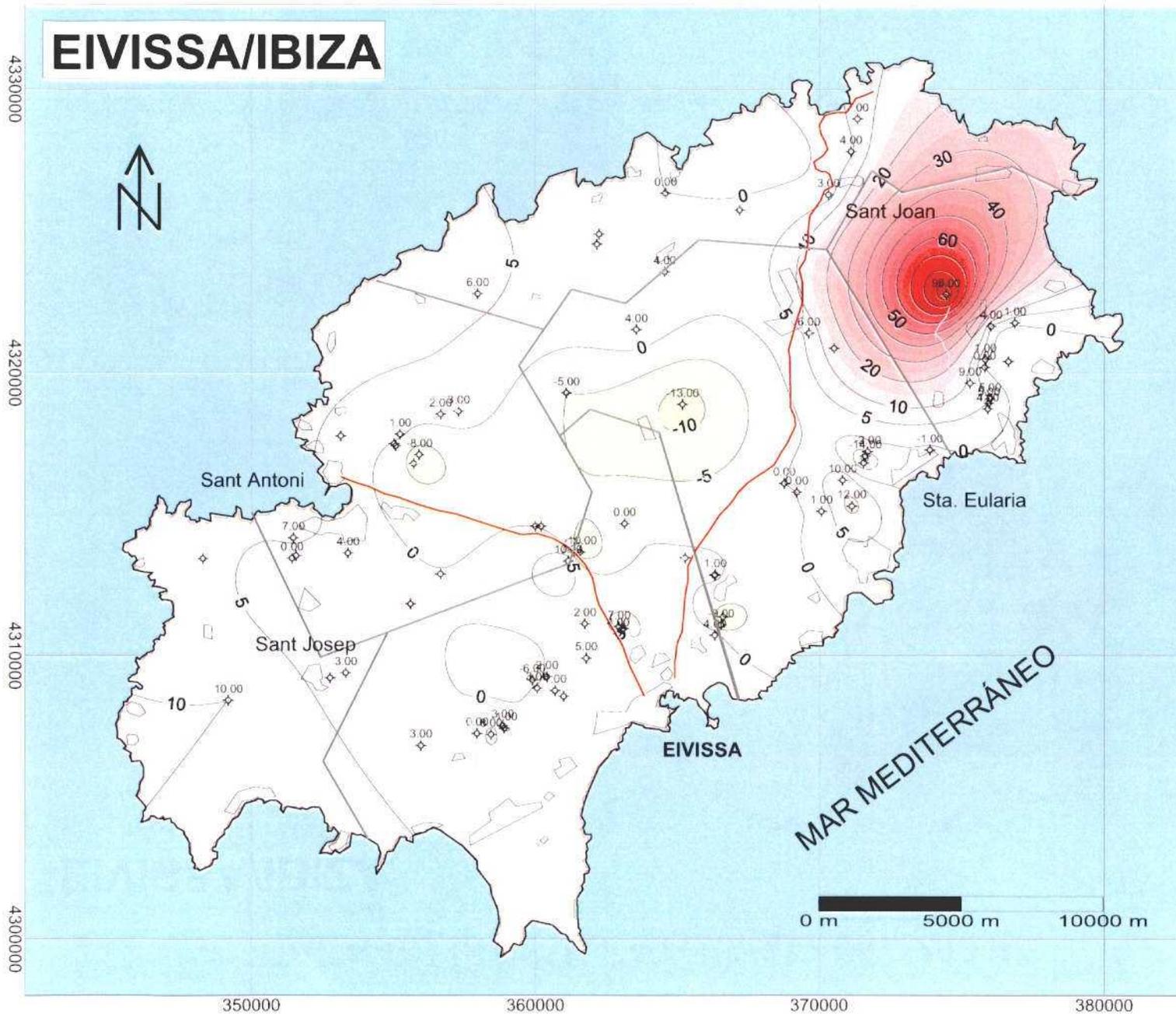
 Instituto Geológico y Minero de España

 GOVERN BALEAR  
Direcció General de Recursos Hídrics



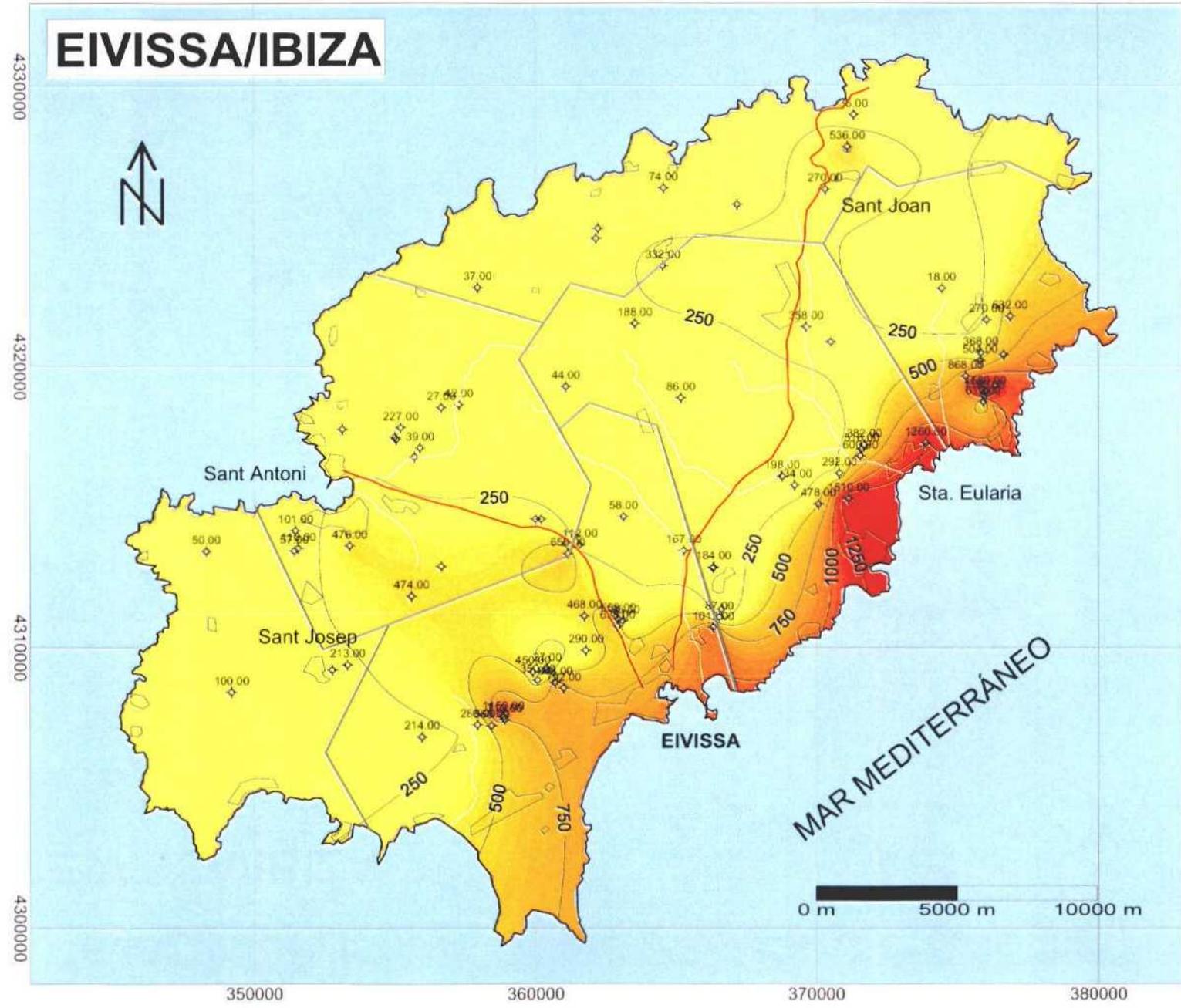
# EVOLUCIÓN ISONITRATOS (2º sem 2002-2º sem. 2001)

## EIVISSA/IBIZA



# MAPA DE ISOSULFATOS (2º sem. 2001)

## EIVISSA/IBIZA

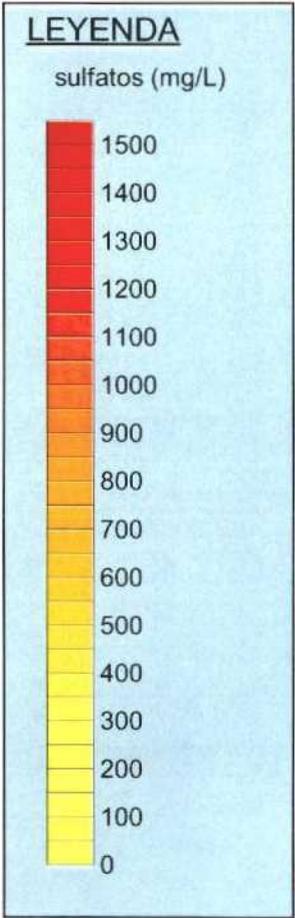


 MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

 Instituto Geológico y Minero de España

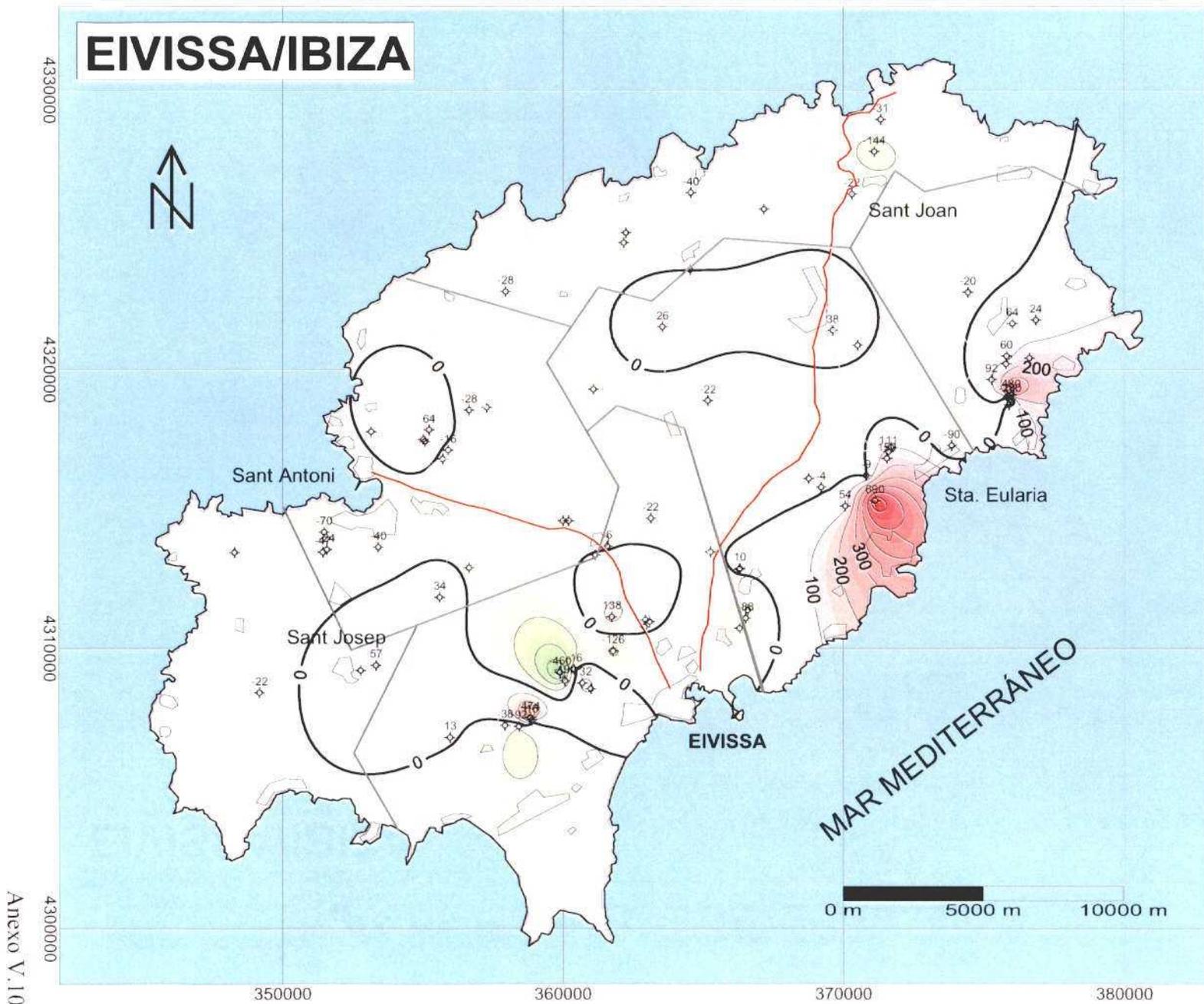
 GOVERN BALEAR

Direcció General de Recursos Hídrics



# EVOLUCIÓN ISOSULFATOS (1º sem 2000-2º sem. 2001)

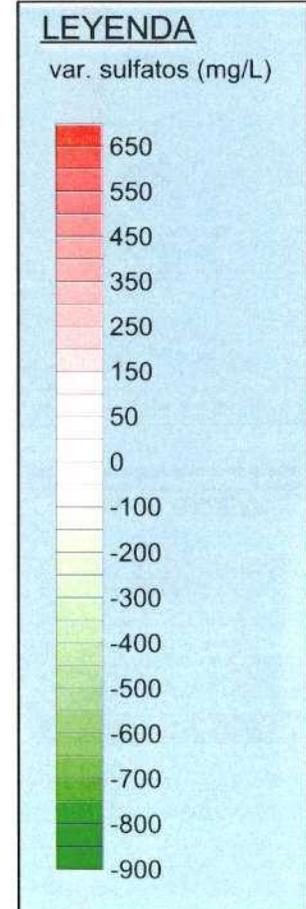
## EIVISSA/IBIZA



Anexo V.10


**MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  

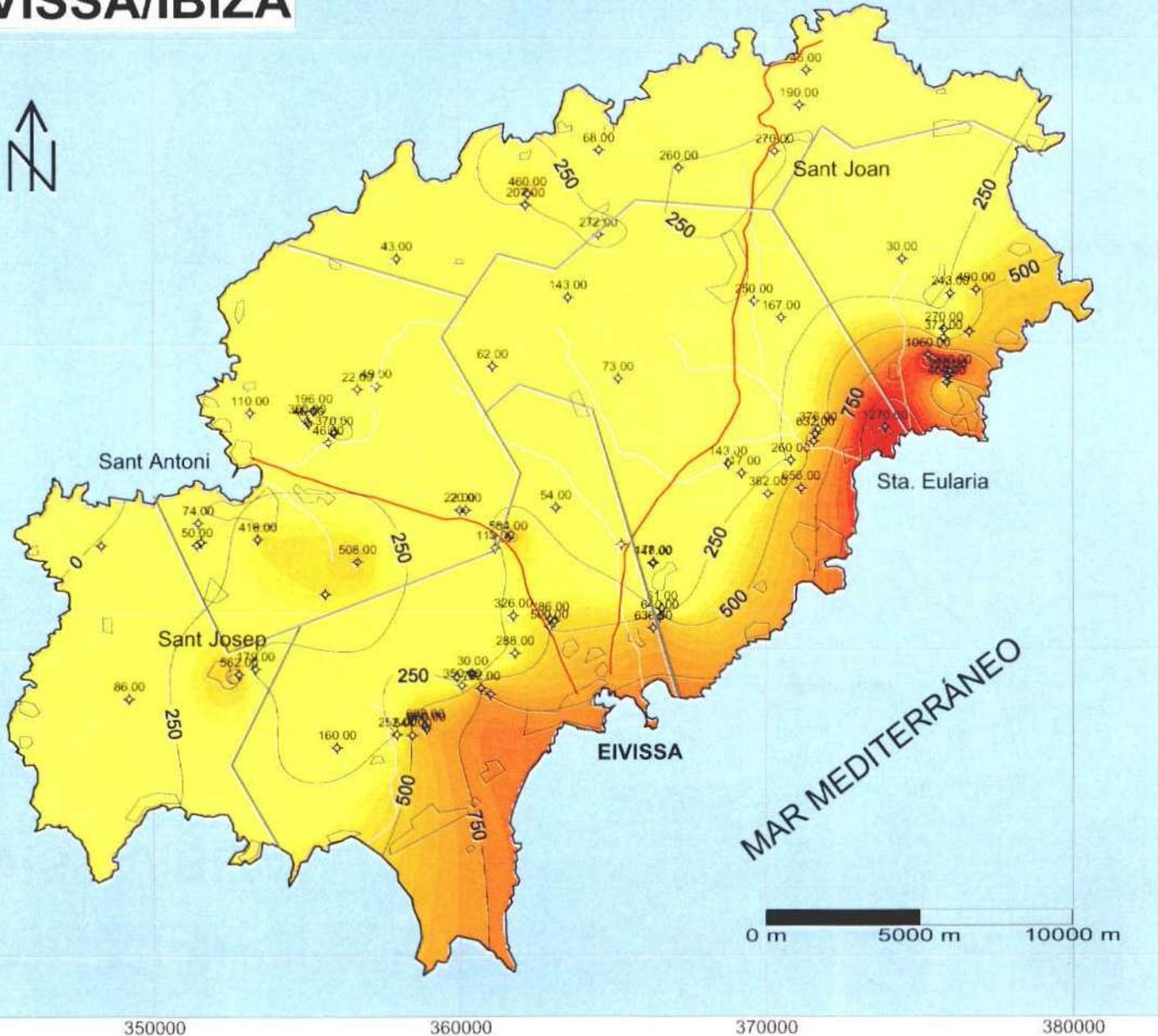
**Instituto Geológico y Minero de España**  
  
**GOVERN BALEAR**  
**Direcció General de Recursos Hídrics**



# MAPA DE ISOSULFATOS (2º sem. 2002)

## EIVISSA/IBIZA

4330000  
4320000  
4310000  
4300000



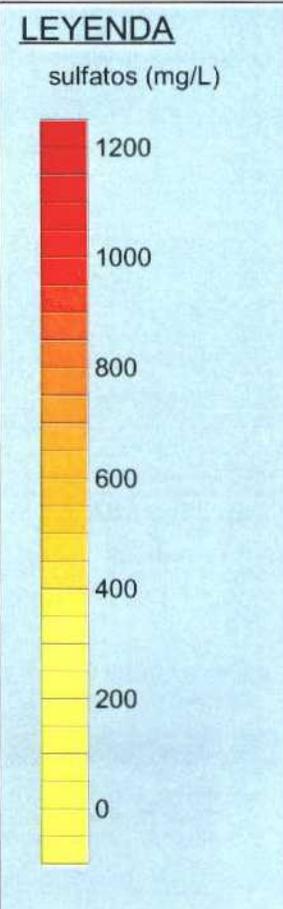
0 m 5000 m 10000 m

 MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

 Instituto Geológico y Minero de España

 GOVERN BALEAR

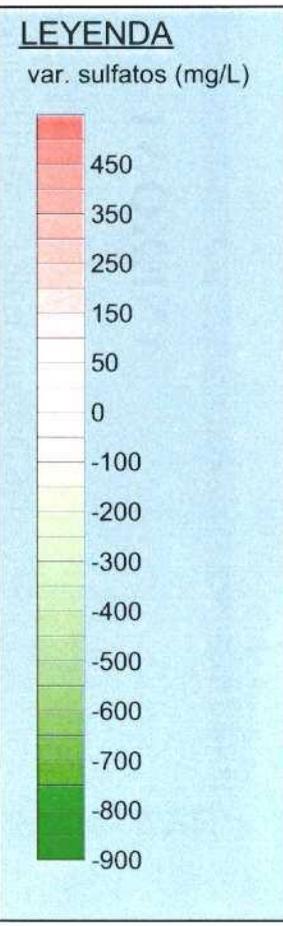
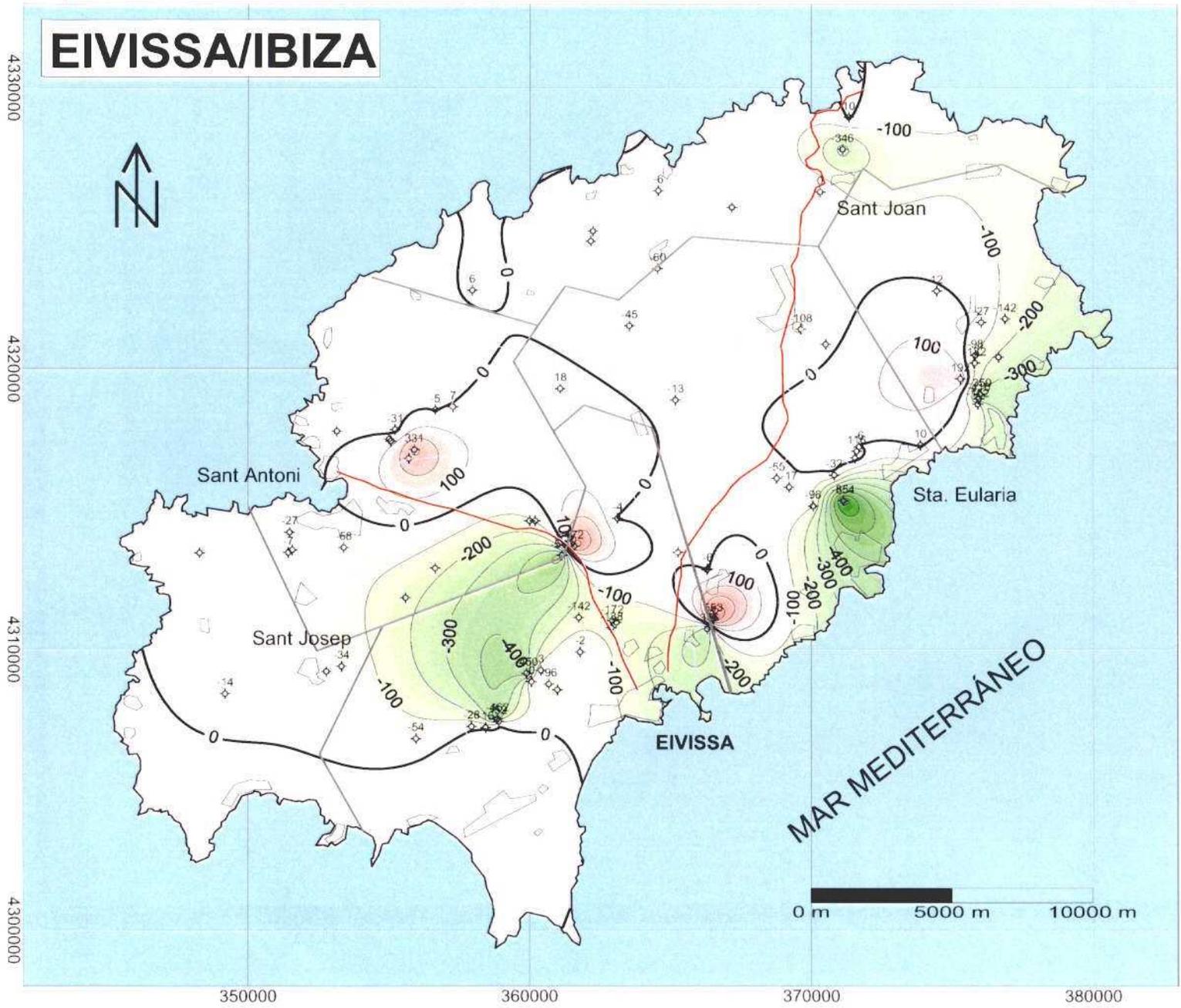
Direcció General de Recursos Hídrics



350000 360000 370000 380000

# EVOLUCIÓN ISOSULFATOS (2º sem 2002-2º sem. 2001)

## EIVISSA/IBIZA



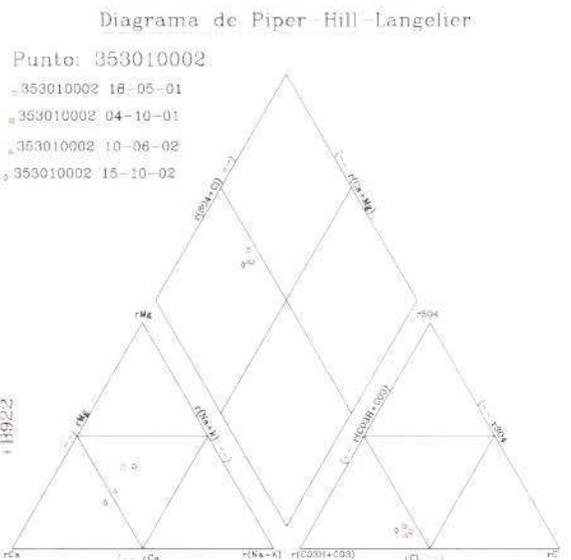
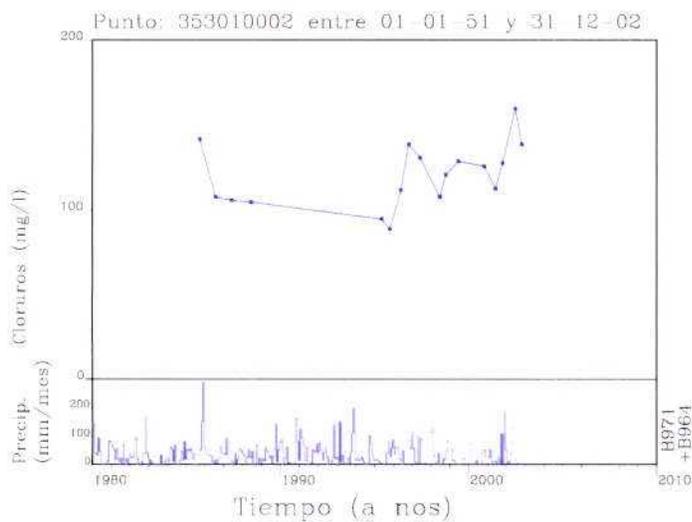
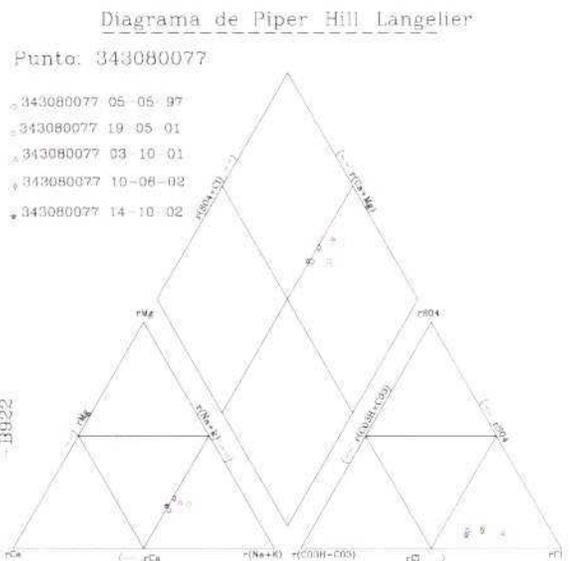
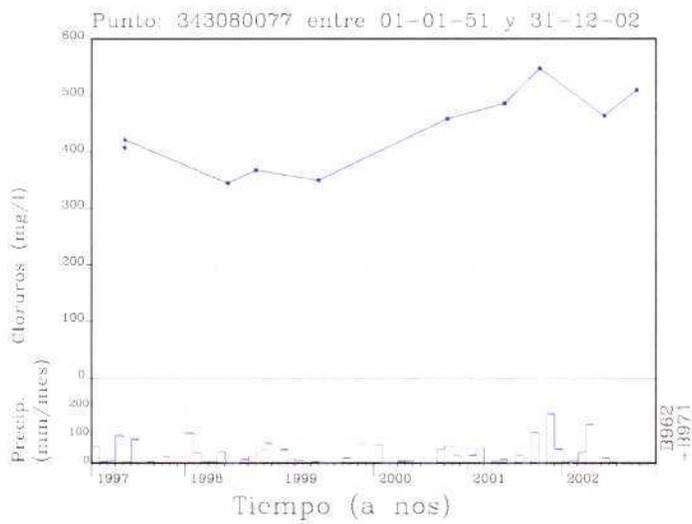
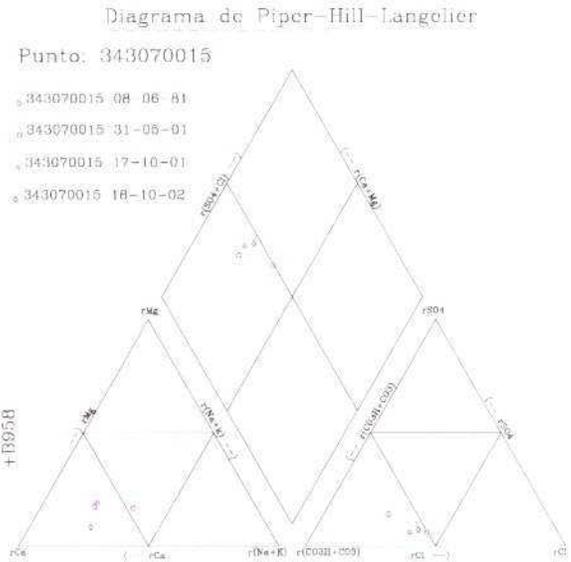
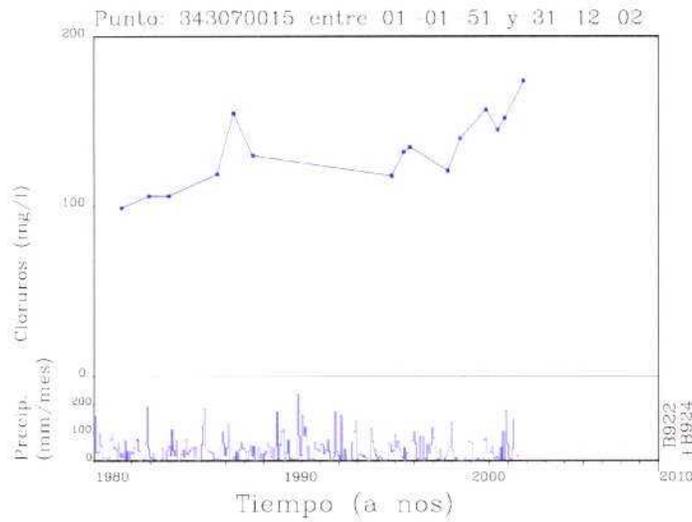
## **ANEXO VI**

1-6. Diagramas de evolución de cloruros

1-6. Diagramas de Piper-Hill-Langelier

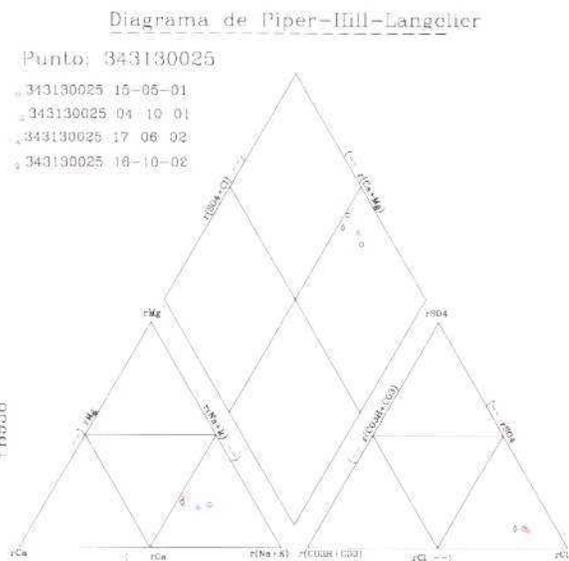
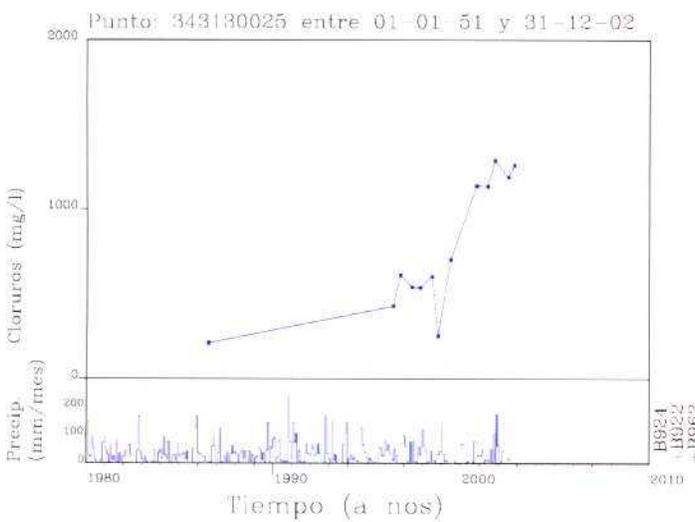
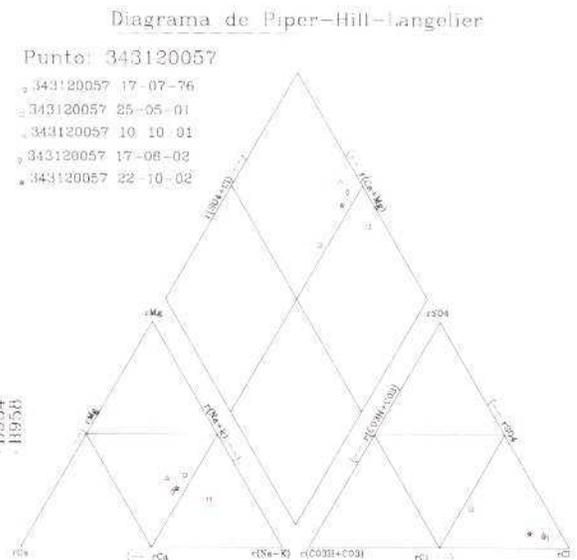
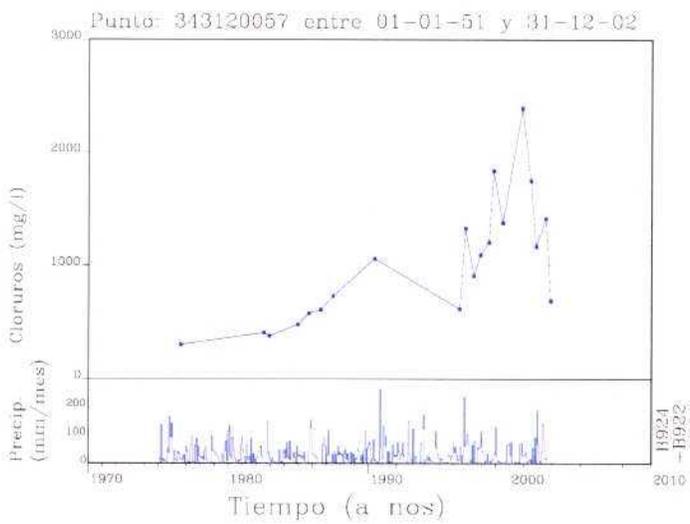
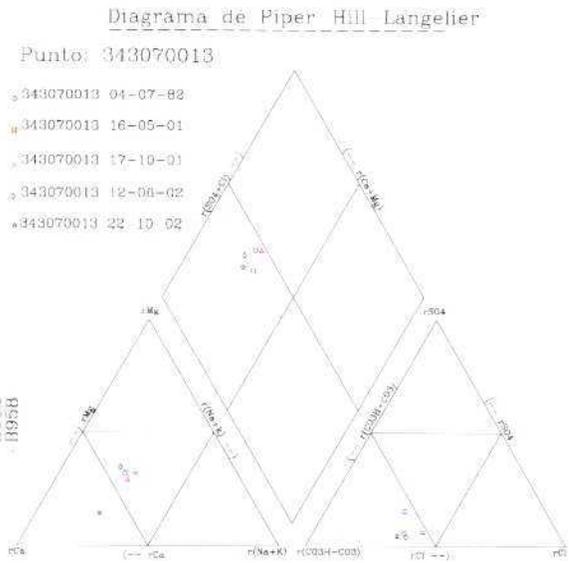
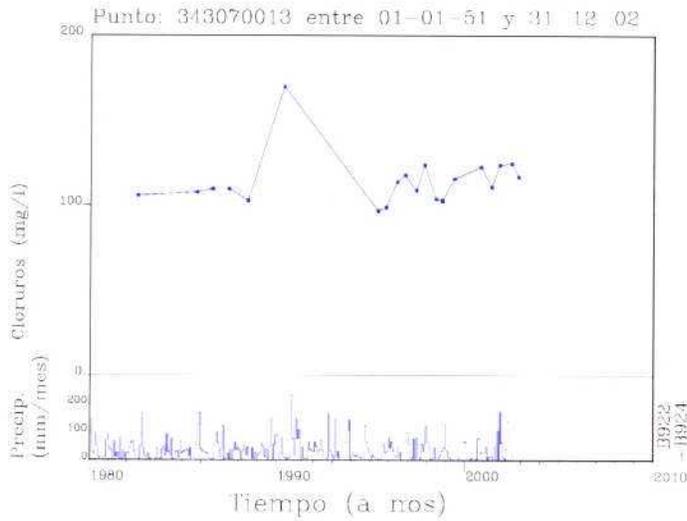
# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.01



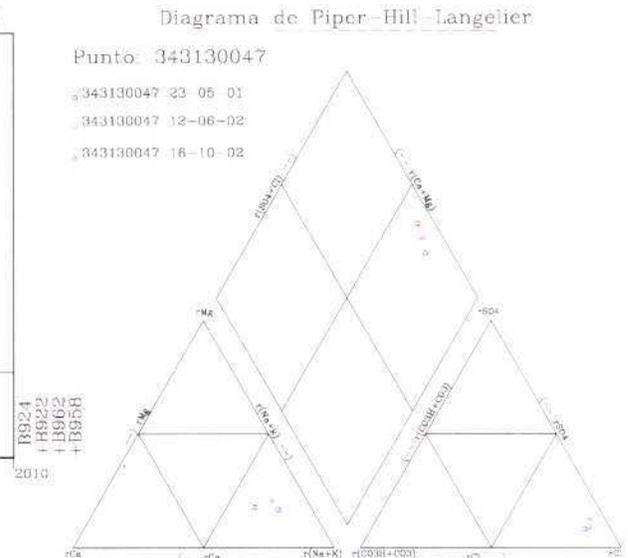
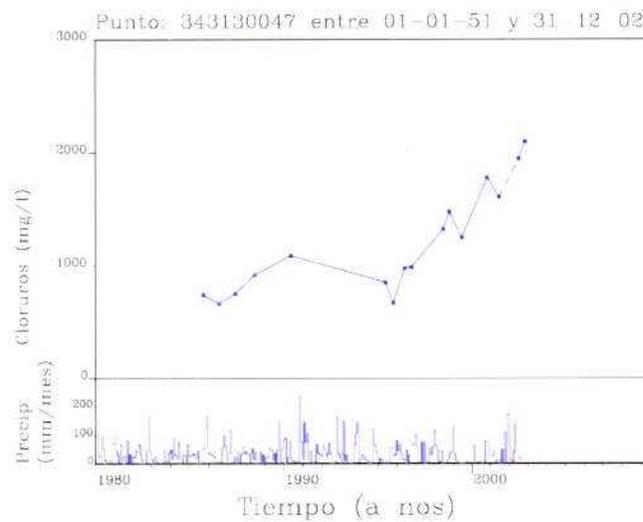
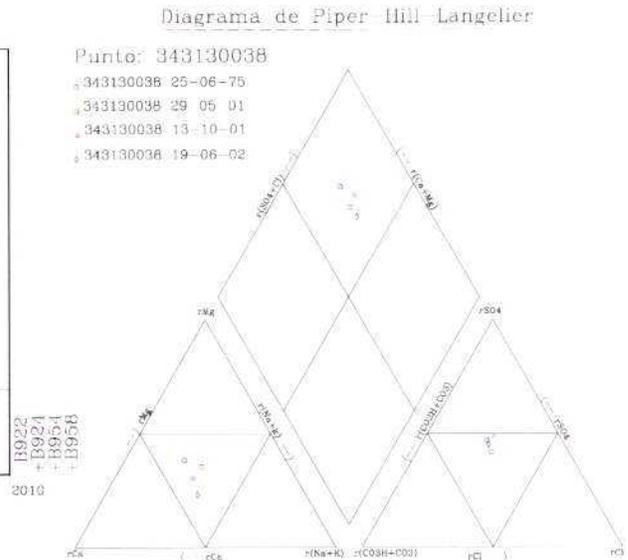
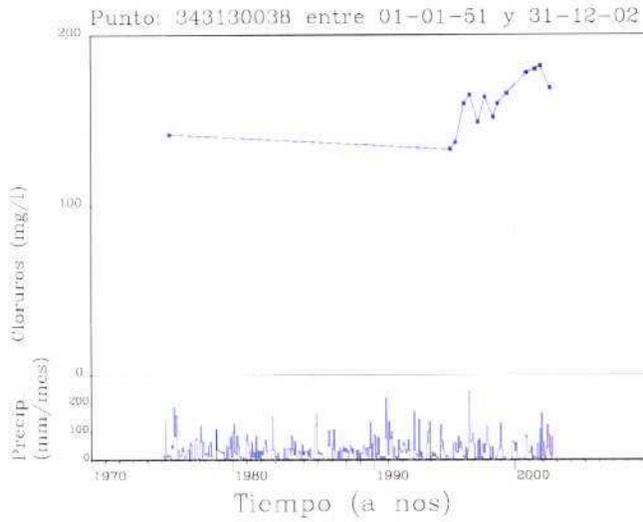
# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.02

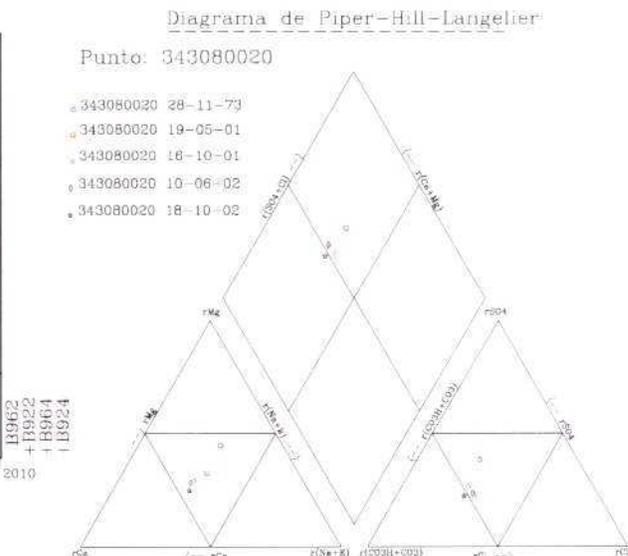
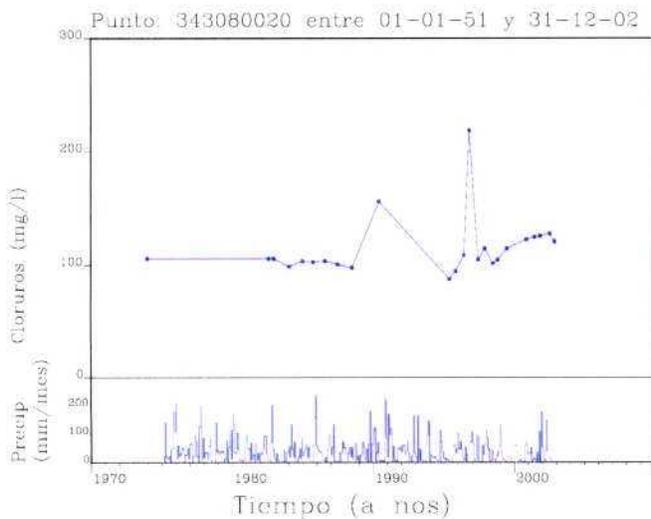


# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.02 (continuación)

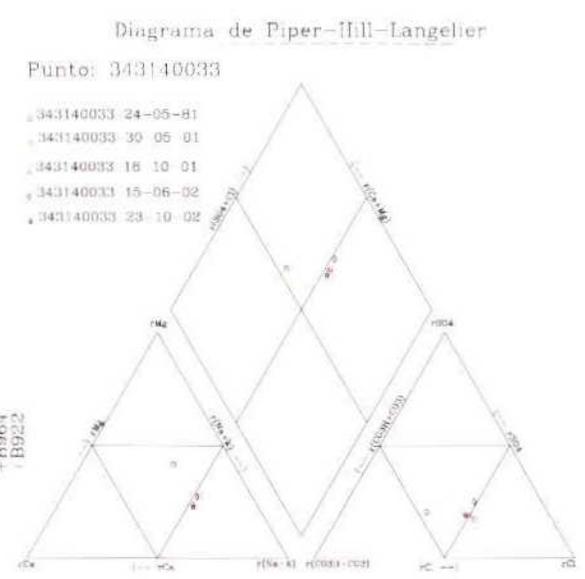
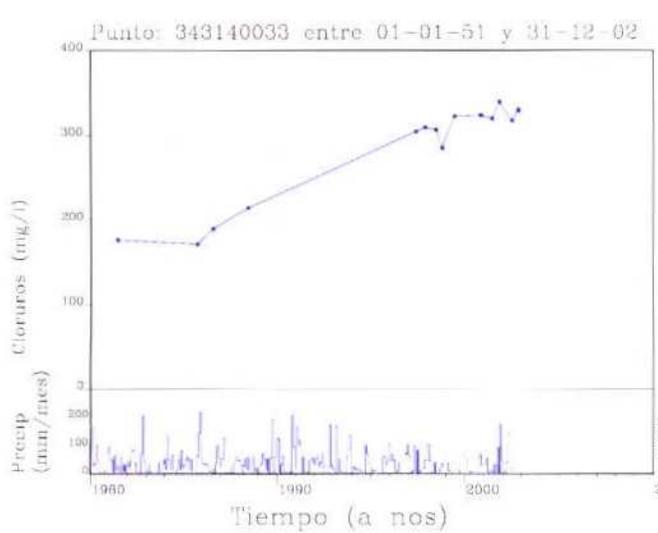
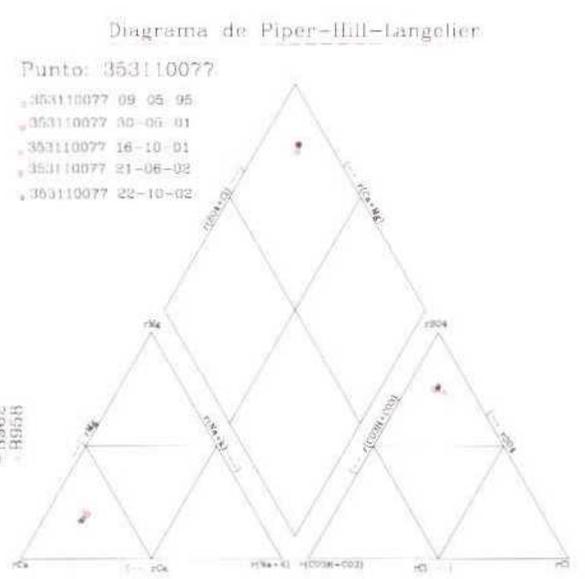
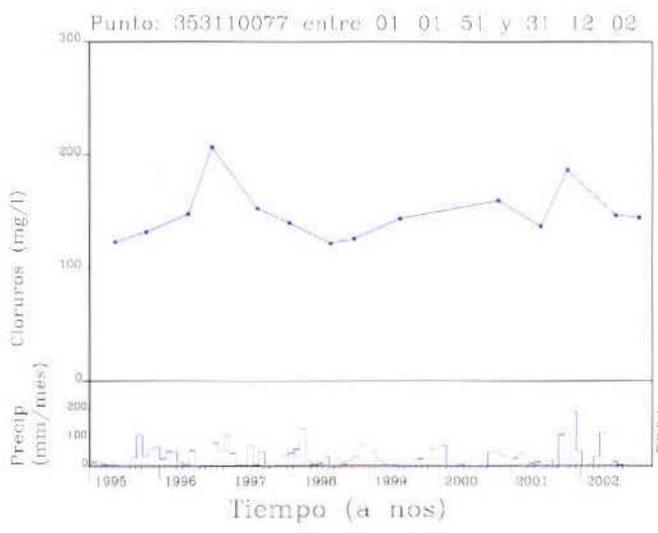
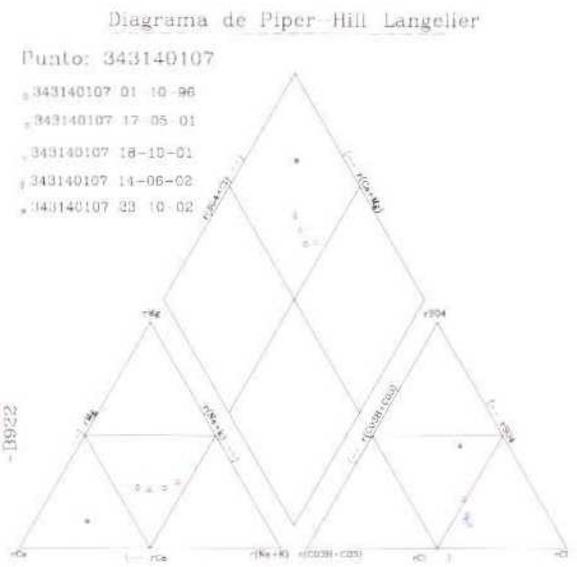
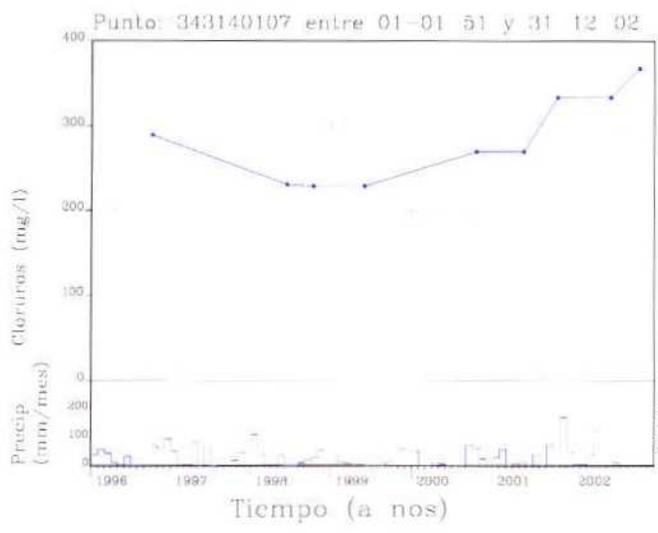


## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.03



# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.03 (continuación)



# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.04

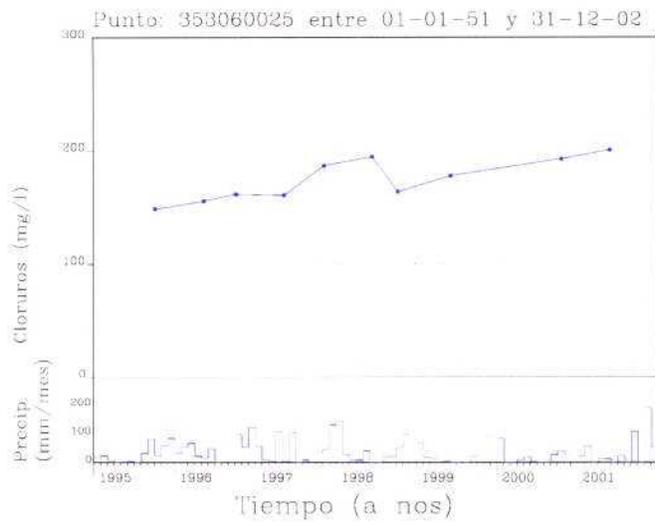


Diagrama de Piper-Hill-Langelier

Punto: 353060025

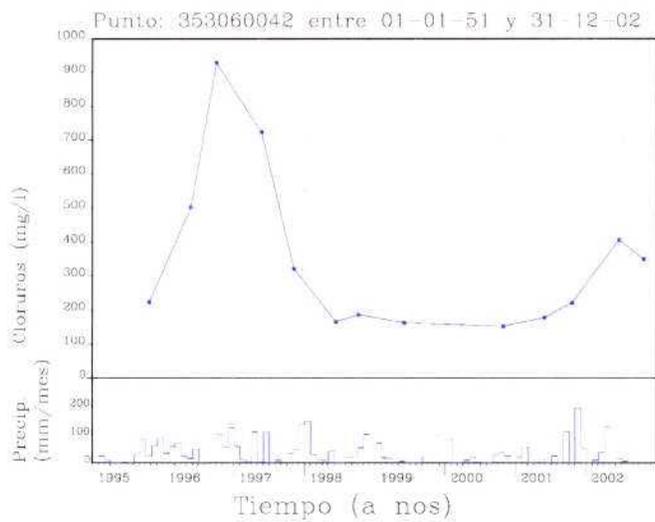
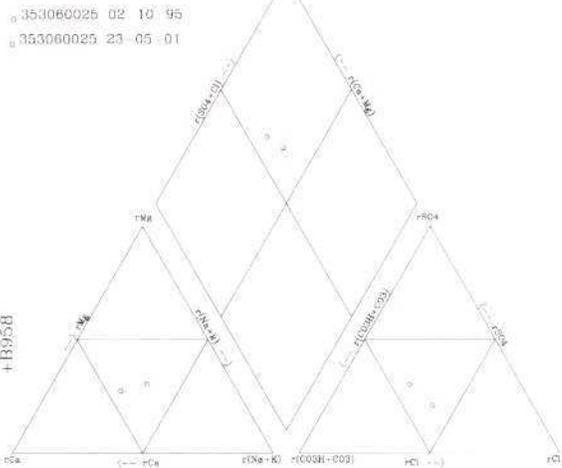
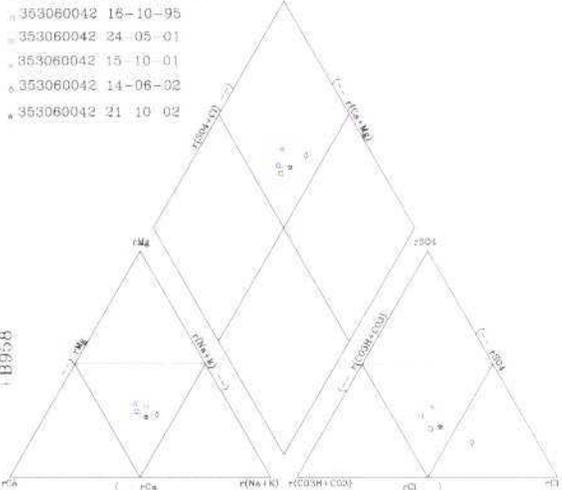


Diagrama de Piper-Hill-Langelier

Punto: 353060042



## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.05

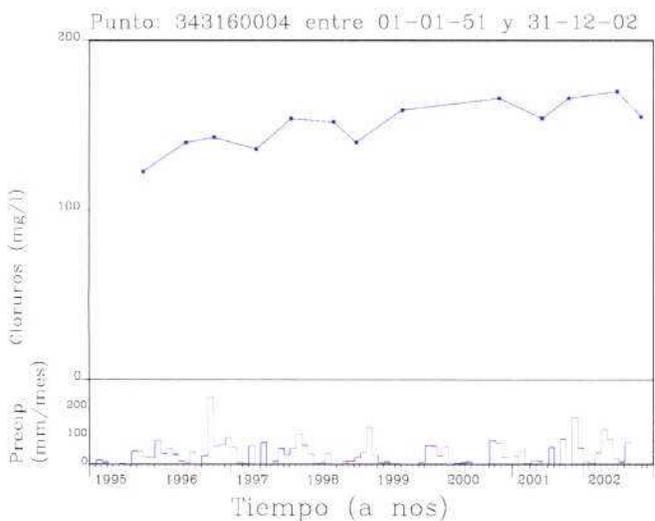
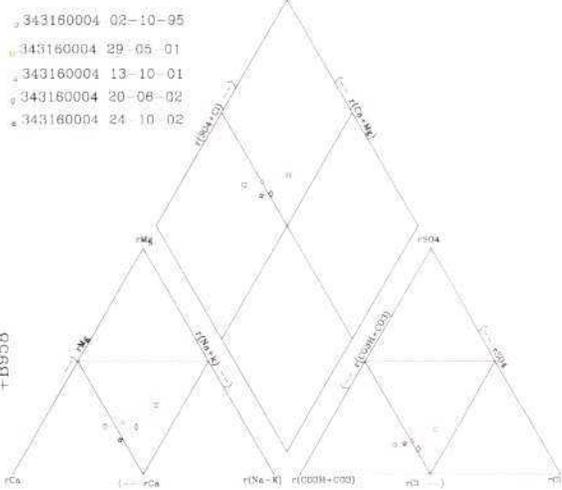


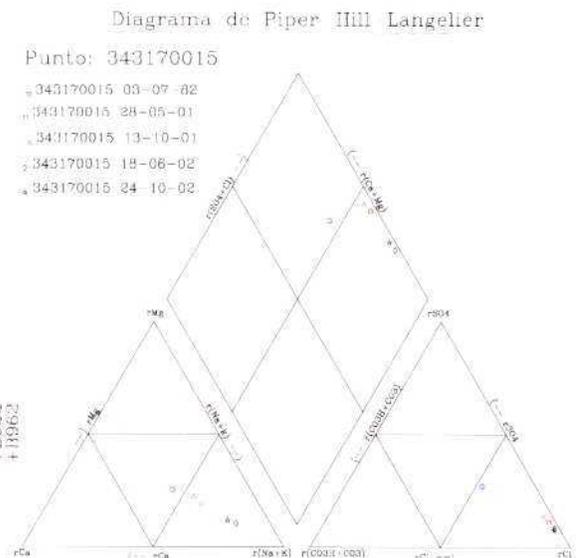
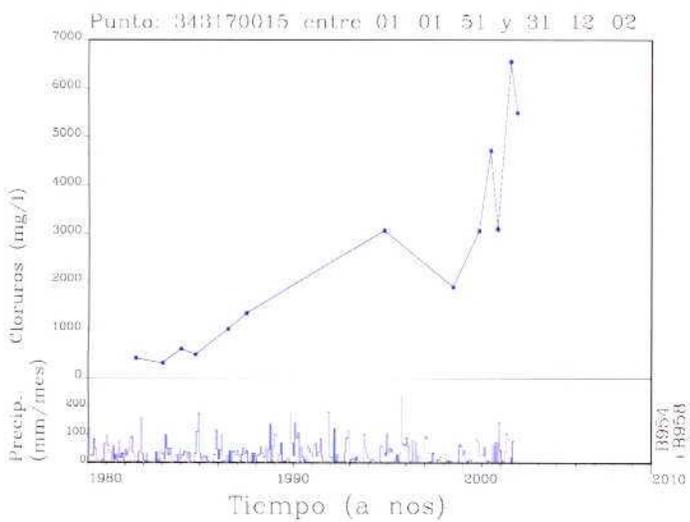
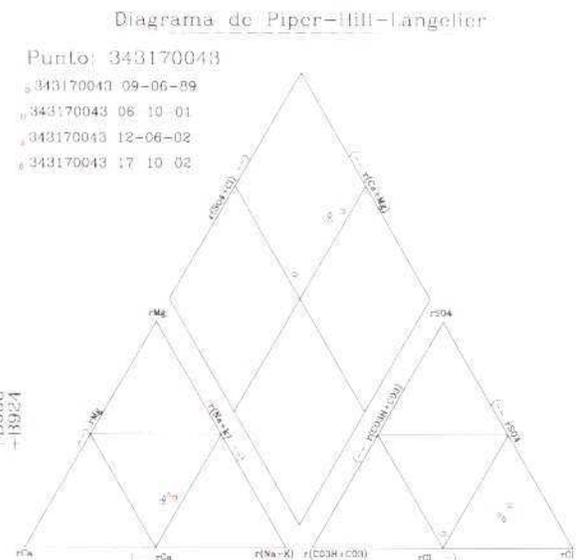
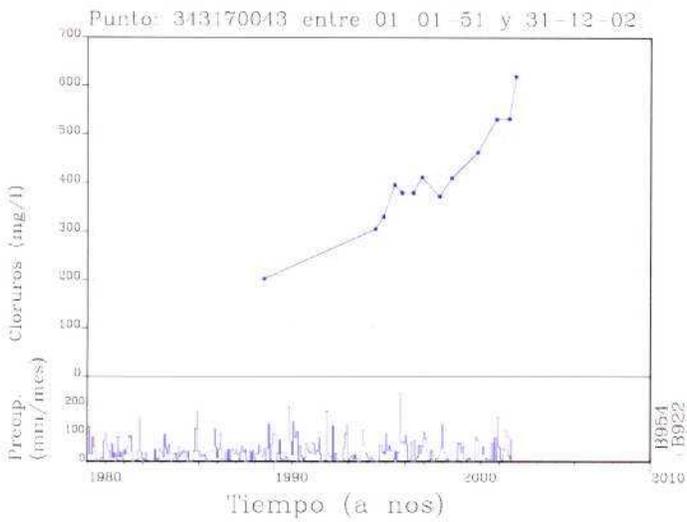
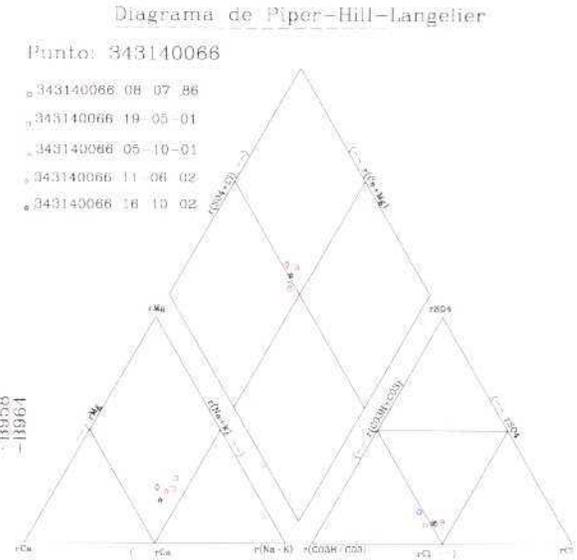
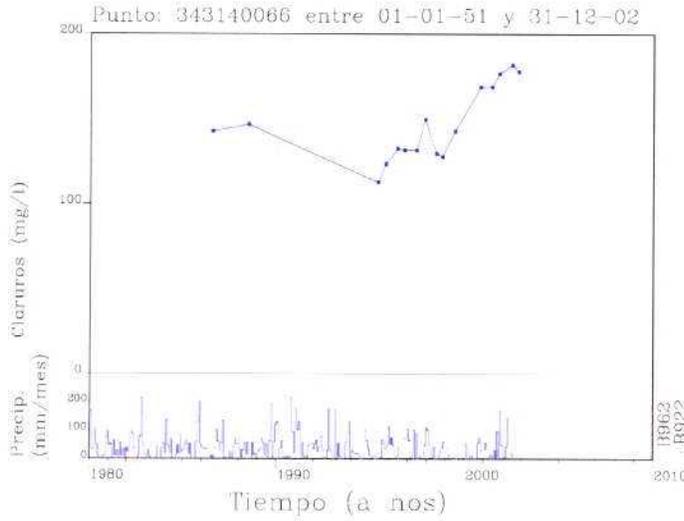
Diagrama de Piper-Hill-Langelier

Punto: 343160004



# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.06



# DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA

## UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 20.06 (continuación)

