



GOVERN BALEAR

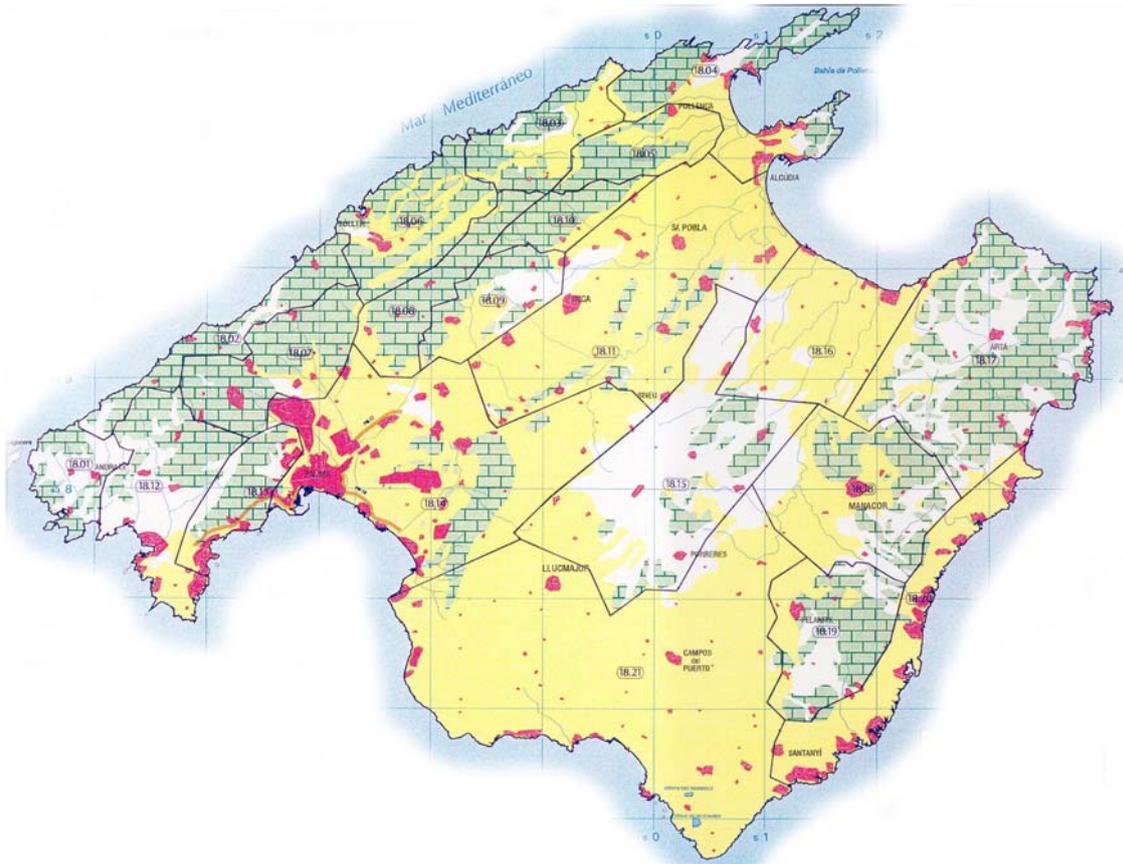
Direcció General de Recursos Hídrics



**MINISTERIO
DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA**

EL ESTADO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL ARCHIPIÉLAGO BALEAR

Isla de Mallorca – Año 2.000



**Instituto Geológico
y Minero de España**

Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

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

Por parte del Instituto Geológico y Minero de España:

D. José M^a López García
Dña. Rosa M^a Mateos Ruíz

Por parte de la Dirección General de Recursos Hídricos:

Dña. Concepción González Casanovas

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	7
ANTECEDENTES	8
CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS (U.H.) DE LA ISLA DE MALLORCA	8
CARACTERIZACIÓN U.H. 18.01 ANDRATX	10
CARACTERIZACIÓN U.H. 18.02 DEIÀ	10
CARACTERIZACIÓN U.H. 18.03 PUIG ROIG	10
CARACTERIZACIÓN U.H. 18.04 FORMENTOR	10
CARACTERIZACIÓN U.H. 18.05 ALMADRAVA	11
CARACTERIZACIÓN U.H. 18.06 SÓLLER.....	11
CARACTERIZACIÓN U.H. 18.07 FONTS	11
CARACTERIZACIÓN U.H. 18.08 S'ESTREMERÀ	12
CARACTERIZACIÓN U.H. 18.09 ALARÓ	12
CARACTERIZACIÓN U.H. 18.10 UFANES	12
CARACTERIZACIÓN U.H. 18.11 LLANO DE INCA-SA POBLA.....	12
CARACTERIZACIÓN U.H. 18.12 CALVIÀ.....	13
CARACTERIZACIÓN U.H. 18.13 NA BURGUESA	13
CARACTERIZACIÓN U.H. 18.14 LLANO DE PALMA.....	13
CARACTERIZACIÓN U.H. 18.15 SIERRAS CENTRALES	14
CARACTERIZACIÓN U.H. 18.16 MARINETA.....	14
CARACTERIZACIÓN U.H. 18.17 ARTÀ.....	14
CARACTERIZACIÓN U.H. 18.18 MANACOR	15
CARACTERIZACIÓN U.H. 18.19 FELANITX	15
CARACTERIZACIÓN U.H. 18.20 MARINA DE LLEVANT.....	15
CARACTERIZACIÓN U.H. 18.21 LLUCMAJOR-CAMPOS	15
REDES DE CONTROL PIEZOMÉTRICO Y DE CALIDAD. AÑO 2.000	16
PIEZOMETRÍA ACTUAL DE LA ISLA DE MALLORCA (mayo 2.000) Y EVOLUCIÓN HISTÓRICA (1.970 - 2.000)	17
PIEZOMETRÍA U.H. 18.01 ANDRATX	17
PIEZOMETRÍA U.H. 18.05 ALMADRAVA	17
PIEZOMETRÍA U.H. 18.08 S'ESTREMERÀ.....	18
PIEZOMETRÍA U.H. 18.09 ALARÓ	18
PIEZOMETRÍA U.H. 18.10 UFANES	19
PIEZOMETRÍA U.H. 18.11 LLANO DE INCA-SA POBLA.....	19
PIEZOMETRÍA U.H. 18.12 CALVIÀ.....	20
PIEZOMETRÍA U.H. 18.13 NA BURGUESA.....	20

Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

PIEZOMETRÍA U.H. 18.14 LLANO DE PALMA	21
PIEZOMETRÍA U.H. 18.16 MARINETA	21
PIEZOMETRÍA U.H. 18.17 ARTÁ	22
PIEZOMETRÍA U.H. 18.18 MANACOR	22
PIEZOMETRÍA U.H. 18.19 FELANITX	22
PIEZOMETRÍA U.H. 18.20 MARINA DE LLEVANT	22
PIEZOMETRÍA U.H. 18.21 LLUCMAJOR-CAMPOS	23
CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA ISLA DE MALLORCA (mayo 2.000) Y EVOLUCIÓN HISTÓRICA (1974-2000)	23
CALIDAD U.H. 18.01 ANDRATX	25
CALIDAD U.H. 18.02 DEIÀ	25
CALIDAD U.H. 18.03 PUIG ROIG	26
CALIDAD U.H. 18.04 FORMENTOR	26
CALIDAD U.H. 18.05 ALMADRAVA	26
CALIDAD U.H. 18.06 SÓLLER	26
CALIDAD U.H. 18.07 FONTS	27
CALIDAD U.H. 18.08 S'ESTREMERÀ	27
CALIDAD U.H. 18.09 ALARÓ	27
CALIDAD U.H. 18.10 UFANES	27
CALIDAD U.H. 18.11 LLANO DE INCA-SA POBLA	28
CALIDAD U.H. 18.12 CALVIÀ	29
CALIDAD U.H. 18.13 NA BURGUESA	29
CALIDAD U.H. 18.14 LLANO DE PALMA	30
CALIDAD U.H. 18.15 SIERRAS CENTRALES	31
CALIDAD U.H. 18.16 MARINETA	31
CALIDAD U.H. 18.17 ARTÁ	32
CALIDAD U.H. 18.18 MANACOR	32
CALIDAD U.H. 18.19 FELANITX	33
CALIDAD U.H. 18.20 MARINA DE LLEVANT	34
CALIDAD U.H. 18.21 LLUCMAJOR-CAMPOS	34
PROBLEMÁTICA DE LAS DISTINTAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS. TENDENCIAS HISTÓRICAS Y POSIBLES ACTUACIONES	35
EVOLUCIÓN U.H. 18.01 ANDRATX	35
EVOLUCIÓN U.H. 18.02 DEIÀ	36
EVOLUCIÓN U.H. 18.03 PUIG ROIG	36
EVOLUCIÓN U.H. 18.04 FORMENTOR	36
EVOLUCIÓN U.H. 18.05 ALMADRAVA	36
EVOLUCIÓN U.H. 18.06 SÓLLER	37
EVOLUCIÓN U.H. 18.07 FONTS	37
EVOLUCIÓN U.H. 18.08 S'ESTREMERÀ	37
EVOLUCIÓN U.H. 18.09 ALARÓ	37
EVOLUCIÓN U.H. 18.10 UFANES	38
EVOLUCIÓN U.H. 18.11 LLANO DE INCA-SA POBLA	38

Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

EVOLUCIÓN U.H. 18.12 CALVIÁ	39
EVOLUCIÓN U.H. 18.13 NA BURGUESA	39
EVOLUCIÓN U.H. 18.14 LLANO DE PALMA	40
EVOLUCIÓN U.H. 18.15 SIERRAS CENTRALES	40
EVOLUCIÓN U.H. 18.16 MARINETA	40
EVOLUCIÓN U.H. 18.17 ARTÁ	41
EVOLUCIÓN U.H. 18.18 MANACOR.....	41
EVOLUCIÓN U.H. 18.19 FELANITX.....	41
EVOLUCIÓN U.H. 18.20 MARINA DE LLEVANT	42
EVOLUCIÓN U.H. 18.21 LLUCMAJOR-CAMPOS	42
GLOSARIO DE TÉRMINOS HIDROGEOLÓGICOS	44

ANEXOS

ANEXO I

(Situación)

Mapa de Unidades Hidrogeológicas
Tabla de puntos de la red de piezometría
Mapa de situación de la red piezométrica
Tabla de puntos de la red de calidad
Mapa de situación de la red de calidad

ANEXO II

(Piezometría)

Mapa de piezometría (por unidades hidrogeológicas)
Mapa de piezometría (sin diferenciar por unidades hidrogeológicas)

ANEXO III

(Calidad)

Diagramas de Piper (año 2.000)
Mapa de isoconductividad
Mapa de isocloruros
Mapa de isonitratos
Mapa de isosulfatos

ANEXO IV

(Evolución piezometría y calidad)

Diagramas de evolución piezométrica
Diagramas de evolución hidrogeoquímica

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 MALLORCA”*, donde se refleja la situación de los niveles piezométricos y calidad de las aguas subterráneas de los sistemas acuíferos de esta isla para el año 2.000, así como un análisis de su evolución histórica en los últimos 30 años, y un planteamiento crítico de los problemas existentes y las propuestas de medidas adecuadas para su corrección.

ANTECEDENTES

La isla de Mallorca presenta un problema histórico de déficit de recursos hídricos subterráneos, principal fuente de abastecimiento de agua en la isla, complementada históricamente por los reducidos aportes de los embalses de Gorg Blau y Cúber y recientemente por la instalación de plantas desaladoras de agua de mar. Pese a que en la última década se ha producido un importante abandono de las actividades agrícolas, principal origen de la demanda de agua subterránea en la isla de Mallorca, el progresivo aumento de la población, especialmente la población turística estacional que se concentra durante los meses de verano, ha disparado la demanda de agua potable. A este fenómeno hay que unir el hecho de que la principal demanda para abastecimiento se concentra progresivamente en el entorno de la capital, Palma de Mallorca, y en las poblaciones y urbanizaciones turísticas costeras, generando no sólo un descenso progresivo de los niveles acuíferos sino un progresivo empeoramiento de la calidad por la invasión de agua de mar en los acuíferos

De igual manera, la contaminación difusa generada por la introducción de contaminantes en los acuíferos resultado de posibles prácticas agropecuarias inadecuadas supone un problema cada vez más acuciante en los acuíferos mallorquines. En menor medida, la actividad industrial y el creciente desarrollo de los núcleos urbanos son focos puntuales de alteración de la calidad de los acuíferos.

CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS (U.H.) DE LA ISLA DE MALLORCA

La isla de Mallorca se encuentra dividida en 21 Unidades Hidrogeológicas (Anexo I) que corresponden a zonas diferenciables por una dinámica hidrogeológica concreta, directamente relacionada con las características geológicas de los materiales presentes en cada una de las Unidades. Así, la isla de Mallorca presenta grandes contrastes, pudiéndose diferenciar tres zonas principales desde el punto de vista geológico: la Sierra de Tramuntana, los Llanos y Sierras Centrales y las Sierras de Llevant.

La Sierra de Tramuntana y las Sierras de Llevant están constituidas por un conjunto de materiales mesozoicos de carácter predominantemente carbonatado (dolomías y calizas del Triásico superior, Jurásico y Cretácico) o mixto (margas y margocalizas) que se deslizan sobre materiales del Trías (Keuper), y en menor medida por conglomerados, calizas detríticas y margas y arcillas terciarias. Su estructura geológica es muy compleja, con abundantes fallas y cabalgamientos, estos últimos desarrollados principalmente a favor de los materiales plásticos del Keuper, que juegan un papel hidrogeológico de primer orden actuando siempre como una barrera impermeable, resultando ser el principal responsable de la compartimentación observada en las unidades hidrogeológicas de las sierras.

Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

Los materiales carbonatados del Jurásico, principalmente del Lías e Infralías, constituyen los principales acuíferos de estas zonas de sierras, y su permeabilidad es muy variable en función de su mayor o menor grado de fracturación y evolución kárstica. En aquellas zonas donde el aparato kárstico se encuentra muy desarrollado el terreno infiltra fácilmente el agua de lluvia, pero la capacidad de retención es escasa y el agua infiltrada descarga rápidamente al mar o alimenta manantiales sujetos a fuertes fluctuaciones estacionales.

Los Llanos Centrales están formados por materiales terciarios y cuaternarios no estructurados, y por tanto de disposición subhorizontal. Entre ellos aparecen algunos afloramientos de materiales mesozoicos que dan lugar a las Sierras Centrales. Los materiales del Terciario están formados por series potentes de margas, conglomerados, calizas, areniscas y margas arenosas del Mioceno, mientras que los materiales del Cuaternario constituyen alternancias de conglomerados sueltos, areniscas y limos. Las unidades acuíferas en esta zona presentan una distribución espacial compleja debido a las diferentes características geológicas de los materiales que rellenan las cuencas terciarias y a su enorme variación lateral. Los materiales permeables que constituyen los principales acuíferos, dado su grado de karstificación y porosidad, son: las eolianitas (areniscas de origen eólico) y los conglomerados y gravas cuaternarias, las calcarenitas del Plioceno, y las calizas oolíticas y arrecifales del Mioceno. Estas formaciones, cuando están saturadas, constituyen excelentes acuíferos.

La alimentación de los acuíferos se produce de forma natural principalmente por infiltración directa del agua de lluvia caída sobre los afloramientos permeables y, en menor proporción dado su carácter estacional en el archipiélago balear, por la infiltración en los lechos de los torrentes, y de forma artificial por los retornos del riego agrícola. Los límites de las diferentes Unidades Hidrogeológicas no son siempre impermeables, lo que permite la circulación de aguas subterráneas entre ellos y por tanto la recarga de algunos acuíferos a partir de aguas subterráneas procedentes de Unidades Hidrogeológicas colindantes. La descarga natural se produce al mar en las zonas costeras, de forma subterránea hacia unidades vecinas o en el caso de acuíferos colgados mediante fuentes; y de forma artificial por los bombeos para abastecimiento y agricultura. En los últimos años se ha producido un incremento notable de la depuración de aguas residuales que son empleadas posteriormente para el riego, lo que constituye una aportación adicional a la recarga natural de los acuíferos.

Los acuíferos aflorantes, en contacto directo con la atmósfera, constituyen acuíferos libres, que se caracterizan por que la presión a la que se ve sometida el agua subterránea es igual a la de la atmósfera, mientras que en algunas áreas los materiales acuíferos se encuentran recubiertos por materiales impermeables que los confinan (acuíferos confinados) estando sometida el agua subterránea a una presión adicional debida a la carga del terreno que lo recubre.

A continuación se describen brevemente las características de los acuíferos que se encuentran presentes en cada una de las diferentes Unidades Hidrogeológicas de la Isla de Mallorca:

CARACTERIZACIÓN U.H. 18.01 ANDRATX

Se encuentra situada en el sector más occidental de la Sierra de Tramuntana ocupando un área de 58 km², en contacto con el mar a lo largo de 35,3 km de línea de costa. La elevada complejidad tectónica de la zona da lugar a una gran heterogeneidad en la distribución espacial de las diferentes formaciones acuíferas, lo cual dificulta enormemente su caracterización. Los principales materiales acuíferos están formados por las calizas y dolomías del Lías, las dolomías tableadas del Muschelkalk (Triásico medio) y por calizas lacustres y conglomerados del Mioceno (Terciario), todos ellos dando lugar a acuíferos libres o confinados según las zonas. Los materiales Cuaternarios dan lugar a acuíferos de interés local, de carácter libre. La recarga del sistema procede principalmente de la precipitación directa sobre los afloramientos permeables, que cubren una superficie aproximada de 34 km², y en menor medida por retornos de riego e infiltración de aguas residuales, estimándose una aportación total de 4,6 hm³ anuales. Las extracciones por bombeo se cifran en 1,1 hm³ anuales.

CARACTERIZACIÓN U.H. 18.02 DEIÀ

Se encuentra situada en el sector centro-occidental de la Sierra de Tramuntana, en su franja costera, ocupando una superficie de 74 km², y limitando al norte con el mar a lo largo de 39,5 km de costa. La formación acuífera está constituida por un conjunto de calizas y dolomías liásicas (Jurásico inferior) estructuradas en láminas cabalgantes. El acuífero liásico en las zonas próximas al mar se encuentra conectado con él, mientras que en el resto parece constituir un acuífero colgado sobre una base impermeable del Keuper, y drenado mediante fuentes. La recarga se produce por infiltración del agua de lluvia caída sobre los 20 km² de superficie permeable aflorante, y en menor medida por los retornos de riego, estimándose la recarga total en 4 hm³/año. Las extracciones por bombeo se estiman en 0,8 hm³/año.

CARACTERIZACIÓN U.H. 18.03 PUIG ROIG

Se encuentra situada en el sector oriental de la Sierra de Tramuntana, en su vertiente septentrional, ocupando una superficie total de 84 km², y limitando al Norte con el mar a lo largo de una franja litoral de 25,3 km de longitud. La formación acuífera está constituida por calizas y dolomías liásicas (Jurásico inferior) que dan lugar a un acuífero de carácter libre, limitado por el Triásico y Mioceno impermeable. Las entradas al sistema se producen por infiltración directa del agua de lluvia caída sobre los 49 km² de superficie permeable, estimándose la recarga en 16,4 hm³ anuales. Las extracciones por bombeo apenas alcanzan los 0,2 hm³/año, en una zona agreste donde no existen núcleos urbanos de relevancia.

CARACTERIZACIÓN U.H. 18.04 FORMENTOR

Ubicada en el extremo más oriental de la Sierra de Tramuntana (Península de Formentor) se extiende sobre una superficie de 125 km² limitando con el mar a lo largo de 107,2 km de costa. La formación acuífera está constituida por un conjunto de calizas liásicas estructuradas en escamas cabalgantes sobre materiales del Trías (Keuper) o del Mioceno inferior. El resultado es una serie de acuíferos colgados e independizados. También se

Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

explotan intensamente los depósitos de arenas, gravas y limos del Cuaternario, los cuales forman un acuífero libre que tapiza el valle de Pollença, frente a la bahía del mismo nombre. Las entradas de agua al sistema proceden de la infiltración del agua de lluvia caída sobre los 44 km² de afloramientos permeables, y en menor medida de los retornos de riego y la infiltración de aguas residuales, estimándose un volumen total de 7,2 hm³/año. Las extracciones por bombeo se cifran en 4,6 hm³/año.

CARACTERIZACIÓN U.H. 18.05 ALMADRAVA

Se sitúa en el NE de la Sierra de Tramuntana, extendiéndose a lo largo de 70 km². El acuífero principal lo constituyen las calizas y dolomías del Lías e Infralías, que se comportan como acuífero libre o confinado según las zonas. También son acuífero los conglomerados calcáreos y las calcarenitas basales del Burdigaliense (Mioceno) y localmente los afloramientos cuaternarios. La recarga se produce por infiltración del agua de lluvia caída sobre los 38 km de superficie permeable, por retornos de riego, infiltración de torrentes pérdidas en la red de abastecimiento de Pollença y aportes subterráneos de otras unidades limítrofes, estimándose en 16,1 hm³ anuales. Las extracciones por bombeo se cifran en 2,8 hm³/año.

CARACTERIZACIÓN U.H. 18.06 FONTS DE SÓLLER

Se encuentra situada en el sector central de la Sierra de Tramuntana, extendiéndose sobre 112 km² de superficie que limitan con el mar a lo largo de 26,2 km de línea de costa. Los materiales acuíferos los constituyen las dolomías y calizas del Lías e Infralías (Jurásico inferior) cuyo conjunto puede superar los 300 m de espesor. De menor entidad, y de interés únicamente local, se encuentra un acuífero formado por limos, gravas y conglomerados cuaternarios que tapiza el fondo de la Vall de Sóller. El acuífero cuaternario y los afloramientos liásicos costeros son de carácter libre y se encuentran conectados con el mar. El resto es libre o confinado por las margas y margocalizas del Jurásico medio-superior y Cretácico. La recarga se produce por infiltración del agua de lluvia caída sobre los 80 km² de afloramientos permeables, así como por la infiltración de torrentes y las pérdidas en la red de abastecimiento de la localidad de Sóller, estimándose la recarga en 18,3 hm³ anuales. Las extracciones medidas en esta unidad son de 3 hm³/año.

CARACTERIZACIÓN U.H. 18.07 FONTS

Se localiza al Norte de la ciudad de Palma de Mallorca, en la vertiente meridional de la Sierra de Tramuntana, cubriendo un área de 119 km². Los acuíferos que constituyen la unidad, libres o confinados dependiendo de las zonas, los forman: las calizas y dolomías del Muschelkalk, Infralías y Lías, permeables por fracturación y karstificación; y los sedimentos detríticos del Oligoceno, Mioceno y Cuaternario, permeables por porosidad intergranular. Las entradas al sistema se producen por la infiltración del agua de lluvia caída sobre los 56 km² de afloramientos permeables, y en menor medida por retornos de riego, infiltración de aguas residuales y pérdidas en las redes de abastecimiento, estimándose en 12,4 hm³/año. Las extracciones por bombeos para abastecimiento y regadío se cifran en 8 hm³/año.

CARACTERIZACIÓN U.H. 18.08 S'ESTREMER

La unidad S'Estremera está situada en el sector central de la Sierra de Tramuntana extendiéndose sobre un área de 80 km². Los acuíferos que forman esta unidad están constituidos casi exclusivamente por las calizas y dolomías del Lías e Infralías, permeables por fisuración y karstificación. De forma local puede funcionar como acuífero, de escaso interés, el conjunto conglomerático del Oligoceno. La infiltración del agua de lluvia caída sobre los 44 km² de afloramientos permeables de la unidad constituye su principal recarga, estimada en 10 hm³ anuales. Las extracciones por bombes se cifran en 9,1 hm³/año.

CARACTERIZACIÓN U.H. 18.09 ALARÓ

Se encuentra ubicada en la vertiente meridional de la Sierra de Tramuntana, en su sector central, cubriendo una extensión de 79 km². Los principales acuíferos de esta unidad los forman las calizas y dolomías del conjunto Lías – Infralías, permeables por fisuración y que pueden ser libres o confinados según las zonas, o bien pueden dar lugar a acuíferos colgados drenados por fuentes. En menor medida, el conjunto de calcarenitas y conglomerados del Oligoceno – Aquitaniense pueden formar acuíferos permeables por porosidad y fisuración que se comportan como libres o confinados según las zonas. La recarga del sistema se produce por la infiltración del agua de lluvia caída sobre los afloramientos permeables que se extiende sobre 34 km², y en menor medida por retornos de riego, infiltración de aguas residuales y pérdidas en redes de abastecimiento, estimándose en 5,4 hm³ por año. Las extracciones por bombes se han cifrado en 5,2 hm³/año.

CARACTERIZACIÓN U.H. 18.10 UFANES

La unidad Ufanes está situada en la parte centro-oriental de la Sierra de Tramuntana, extendiéndose sobre una superficie de 49 km². El acuífero de esta unidad está formado por las calizas y dolomías del conjunto Lías – Infralías, que puede ser libre o confinado según las zonas. Así, las calizas y dolomías aflorantes están más carstificadas, son muy permeables pero de poco grosor saturado; las calizas y dolomías profundas están carstificadas y saturadas totalmente. La recarga se produce por la infiltración del agua de lluvia caída sobre los 43 km² de afloramientos permeables, y en menor medida por retornos de riego, estimándose un total de 16,3 hm³ anuales. Las extracciones por bombes se cifran en 0,8 hm³/año.

CARACTERIZACIÓN U.H. 18.11 LLANO DE INCA-SA POBLA

La unidad se define sobre el llano del mismo nombre, limitado por los montes existentes entre Campanet y Alcudia al N y las elevaciones de Sineu-Llubí-Muro al centro y Sur. La extensión total que abarca la unidad es de 359 km², limitando al noreste con el mar a lo largo de una estrecha franja litoral de 8,2 km de longitud. Existen tres acuíferos principales: el Plio-cuaternario, formado por gravas y areniscas eólicas y calcarenitas; el Mioceno formado por calizas oolíticas y calizas arrecifales; y el Liásico formado por calizas y dolomías. El acuífero Plio-cuaternario es de carácter libre y permeable por porosidad, mientras que el acuífero mioceno es libre cuando aflora o semiconfinado cuando es recubierto por margas miocenas. El acuífero liásico siempre es libre y se encuentra

Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

conectado lateralmente con el acuífero Plio-cuaternario en la zona de Sa Pobra. La principal recarga del sistema se produce por la infiltración del agua de lluvia sobre los 315 km² de afloramientos permeables, seguida en importancia por la infiltración en torrentes, los retornos de riego, la infiltración de aguas residuales y las pérdidas en redes de abastecimiento, estimándose un volumen anual de 71,6 hm³. La extracción por bombeos supone 41,6 hm³/año.

CARACTERIZACIÓN U.H. 18.12 CALVIÁ

Se sitúa al suroeste de la isla de Mallorca, en el sector más occidental de la Sierra de Tramuntana, cubriendo una extensión de 138 km², limitando con el mar a lo largo de 44,6 km de costa. La formación acuífera está formada por dolomías y calizas oolíticas del Lías en el sector de Calviá, y por dolomías y calizas liásicas, y calizas y calcarenitas del Mioceno inferior en la zona de Galatzó. Las entradas al sistema se producen por la infiltración a partir de la precipitación directa sobre 34 km de afloramientos permeables, y en menor cuantía por retornos de riego e infiltración de aguas residuales, estimándose dicha recarga en 7,8 hm³ anuales. Las extracciones por bombeos se elevan a 6,7 hm³/año.

CARACTERIZACIÓN U.H. 18.13 NA BURGUESA

Esta unidad se encuentra ubicada al oeste de la localidad de Palma de Mallorca, en el extremo meridional de la Sierra de Tramuntana, abarcando la denominada Sierra de Na Burguesa. Ocupa una superficie total de 67 km², limitando con el mar a lo largo de 16,4 km de costa. La formación acuífera está constituida por dolomías fracturadas y calizas del Lías e Infralías, y por conglomerados y areniscas del Paleógeno. Los acuíferos pueden ser libres o confinados por las margas y margocalizas del Jurásico medio-superior y Cretácico, dependiendo de las zonas. Las entradas al sistema se producen principalmente por infiltración del agua de lluvia caída sobre los 40 km² de afloramientos permeables, y en menor grado por infiltración de aguas residuales y pérdidas en las redes de abastecimiento, estimándose en 8,2 hm³ anuales. Las salidas se producen por descarga al mar y por los bombeos que se realizan en la unidad. Estos últimos se cifran en 7,2 hm³/año.

CARACTERIZACIÓN U.H. 18.14 LLANO DE PALMA

El Llano de Palma se sitúa en el sector occidental de los Llanos Centrales, limitando al NO con la Sierra de Tramuntana, al Norte con el Llano de Inca-Sa Pobra, al Este con las Sierras Centrales y al S y SE con el mar y la Plataforma de Lluçmajor. Cubre una extensión de 370 km², y limita con el mar a través de 51,6 km de línea de costa. Las formaciones acuíferas de esta unidad están constituidas por un conjunto de sedimentos cuaternarios (conglomerados, arenas y gravas), pliocenos (calcarenitas y eolianitas) de carácter libre e interconectados; y del Mioceno superior (calizas muy carstificadas, calcarenitas y calizas arrecifales) que constituyen un acuífero profundo aislado del acuífero Plio-cuaternario por margas pliocenas que lo confinan. La alimentación de los acuíferos procede fundamentalmente de la infiltración directa del agua de lluvia caída sobre los 350 km² de afloramientos permeables, y en menor medida por la infiltración del agua que circula esporádicamente por los torrentes que discurren sobre la unidad, los retornos de riego, las fugas en las redes de abastecimiento y el flujo procedente de unidades vecinas (Llano de Inca-Sa Pobra y

S'Estremera). Se estima que la cantidad de agua recargada es del orden de $64,7 \text{ hm}^3$ anuales, mientras que las extracciones por bombeo suponen $51,3 \text{ hm}^3/\text{año}$.

CARACTERIZACIÓN U.H. 18.15 SIERRAS CENTRALES

Se sitúa en el Centro de la isla de Mallorca, limitando al Norte con el Llano de Inca-Sa Pobra y La Marineta, al Sur con la plataforma de Lluçmajor, al Este con las Sierras de Llevant y al Oeste con el Llano de Palma, cubriendo una superficie total de 302 km^2 . Los acuíferos en esta unidad, de interés únicamente local, están formados por las calizas y dolomías del Lías y por calizas, calcarenitas y conglomerados del Mioceno medio. Las calizas y dolomías son permeables por fisuración, mientras que las calcarenitas y conglomerados lo son por porosidad interna. Los acuíferos pueden ser libres, semiconfinados o confinados según las zonas. La recarga del sistema se produce por la infiltración del agua de lluvia caída sobre los 93 km^2 de afloramientos permeables que existen en esta unidad, así como por los retornos de riego, infiltración de aguas residuales y pérdidas en las redes de abastecimiento, suponiendo una aportación total de $9,1 \text{ hm}^3$ anuales. Las extracciones por bombes se calculan en $8,9 \text{ hm}^3/\text{año}$.

CARACTERIZACIÓN U.H. 18.16 MARINETA

Esta unidad se sitúa al Este de la Isla de Mallorca, limitando al Noroeste con el Llano de Sa Pobra, al Sur y Suroeste con las Sierras Centrales, y al Este con las Sierras de Levante. La superficie que ocupa es de 157 km^2 , que limitan al Norte con el mar a través de $17,1 \text{ km}$ de línea de costa. La formación acuífera está constituida por materiales dolomíticos y calcáreos miocenos, y por calcarenitas eólicas del Cuaternario. Los materiales miocenos son permeables por fisuración, mientras que el acuífero pliocuaternario es permeable por porosidad y algo de karstificación. Todos los acuíferos son de régimen libre y están conectados entre sí. Sólo ocasionalmente los acuíferos miocenos pueden estar semiconfinados por margas del Plioceno inferior o del Mioceno superior. Las entradas de agua a la unidad proceden en su mayor parte de la infiltración del agua de lluvia caída directamente sobre los afloramientos permeables, que cubren un área de 144 km^2 , así como por la infiltración en torrentes, infiltración de aguas residuales, retornos de riego y aportes de unidades vecinas. El volumen de agua recargado se cifra en $25,7 \text{ hm}^3$ anuales, mientras que las salidas del sistema debidas a bombes se calculan en $5,3 \text{ hm}^3/\text{año}$.

CARACTERIZACIÓN U.H. 18.17 ARTÁ

Ubicada al Norte de la Sierra de Levante, ocupa una extensión de 314 km^2 , limitando con el mar a lo largo de $64,3 \text{ km}$ de costa. La formación acuífera está constituida por dolomías liásicas, que constituyen un acuífero de tipo cárstico y de régimen libre, si bien puede estar confinado por tramos dolomíticos sin karstificar. La base impermeable está formada por arcillas y yesos del Keuper, o por margas cretácicas sobre las que puede encontrarse cabalgando el conjunto liásico. La entrada principal de agua al sistema se produce por la infiltración del agua de lluvia caída sobre los 115 km^2 de afloramientos permeables, y en menor cuantía por los retornos de riego, infiltración de aguas residuales y pérdidas en las redes de abastecimiento, lo que supone una recarga anual de $15,7 \text{ hm}^3$. La descarga por bombes para abastecimiento y agricultura se estima en $11,6 \text{ hm}^3$ anuales.

CARACTERIZACIÓN U.H. 18.18 MANACOR

Se sitúa en el sector central de la Sierra de Levante, en el entorno de la localidad de Manacor, cubriendo una superficie de 188 km². Existen dos unidades acuíferas: el Mioceno, formado por calcarenitas, que constituye un acuífero de régimen libre cuando aflora, o confinado por las margas del Mioceno medio; y el Jurásico formado por calizas del Dogger-Malm, de origen cárstico y régimen libre. La principal entrada de agua al sistema se produce por la infiltración del agua de lluvia caída sobre los afloramientos permeables, que se extiende sobre una superficie de 74 km², y en menor cuantía por retornos de riego, infiltración de aguas residuales y pérdidas en las redes, estimándose en 10 hm³/año. Las extracciones por bombeo se sitúan en 7,3 hm³/año.

CARACTERIZACIÓN U.H. 18.19 FELANITX

Se extiende a lo largo de 129 km² del extremo meridional de las Sierras de Levante, en el entorno de la localidad de Felanitx. Las formaciones acuíferas están formadas por dolomías liásicas en la zona norte, y por calizas del Dogger-Malm y conglomerados del Paleógeno-Neógeno en la zona sur. El acuífero dolomítico liásico es en general cárstico y de régimen libre, mientras que el resto constituyen pequeños acuíferos de interés local, cársticos y de régimen libre, semiconfinado o confinado. La recarga en todos los acuíferos se produce por infiltración del agua de lluvia caída sobre los afloramientos permeables de la unidad, que cubren un área de 55 km², así como por retornos de riego y pérdidas en las redes de abastecimiento, estimándose el caudal recargado en 5,6 hm³ anuales. Las salidas por bombeo se cifran en 4,8 hm³/año.

CARACTERIZACIÓN U.H. 18.20 MARINA DE LLEVANT

Se encuentra ubicada en la franja costera oriental de la isla de Mallorca, cubriendo una extensión total de 128 km², y limitando al Este con el mar a lo largo de 90,3 km de línea de costa. La formación acuífera está constituida por un conjunto de calcarenitas del Mioceno superior, que dan lugar a un acuífero cárstico-detritico de régimen libre y ocasionalmente conectado con las dolomías liásicas que forman las unidades limítrofes de Manacor y Felanitx. La entrada de agua al sistema se produce mayoritariamente por el agua de lluvia infiltrada directamente sobre los 138 km² de afloramientos permeables, así como por retornos de riego, pérdidas en las redes de abastecimiento y recarga subterránea procedente de unidades vecinas, estimándose en 21,9 hm³ anuales. Las extracciones por bombeo se cifran en 4,4 hm³/año.

CARACTERIZACIÓN U.H. 18.21 LLUCMAJOR-CAMPOS

Ubicada en el extremo meridional de la isla de Mallorca, cubre un área de 638 km², limitando al sur con el mar a lo largo de 80,2 km de costa. Las formaciones acuíferas que se pueden reconocer presentan variaciones espaciales que se pueden resumir en la siguiente distribución: en la Plataforma de Llucmajor se trata de calizas y calcarenitas arrecifales y pararrecifales del Mioceno, que constituyen un acuífero de carácter libre (confinado en el sector Porreres-Felanitx), con permeabilidad por fisuración, conectado hidráulicamente con lumaquelas y dunas del Cuaternario (en el sector de Campos). La recarga por infiltración

del agua de lluvia caída sobre los afloramientos permeables, que se extiende sobre 615 km² constituyen la aportación principal al sistema, seguida de los retornos de riego, la infiltración de aguas residuales y las pérdidas en las redes de abastecimiento, estimándose un total de 52,4 hm³ anuales, mientras que las extracciones por bombeos alcanzan los 34,5 hm³/año.

REDES DE CONTROL PIEZOMÉTRICO Y DE CALIDAD. AÑO 2.000

Actualmente, tanto el IGME como la Direcció General de Recursos Hídrics (DGRH) mantienen sus propias redes de control piezométrico y de calidad e intrusión en las diferentes unidades hidrogeológicas que conforman el archipiélago balear. Estas redes consisten en pozos, sondeos y piezómetros donde se realizan medidas periódicas de la profundidad de los niveles del agua subterránea y se toman muestras de agua para la realización de análisis hidroquímicos. La DGRH cuenta además con varios limnógrafos que permiten un registro continuo de la evolución de los niveles piezométricos en algunos acuíferos de especial interés. Aparte de las medidas periódicas (mensuales, bimestrales, trimestrales o semestrales, según los casos) existen numerosas analíticas adicionales, resultado de la realización de ensayos de bombeo y, también, procedentes de diferentes estudios hidrogeológicos puntuales, que son tenidas en cuenta en la determinación del estado actual de los acuíferos y de su evolución temporal.

En la isla de Mallorca el IGME ha mantenido una red piezométrica con registros históricos en más de 200 puntos de control. Actualmente la red de control habitual está formada por un total de 64 piezómetros controlados bimestralmente y distribuidos en 10 de las 21 unidades hidrogeológicas que forman la isla de Mallorca. Para la elaboración del presente informe se han tenido en cuenta las medidas de la red habitual de control piezométrico del IGME correspondientes al período de abril-mayo del año 2000, siendo estas medidas completadas con las procedentes de la DGRH coincidentes con el mismo período de muestreo y para aquellas unidades en las que el IGME no cuenta con datos propios (unidades hidrogeológicas 18.16 Marineta, 18.17 Artá, 18.18 Manacor, 18.19 Felanitx, y 18.20 Marina de Llevant) o estos son poco representativos por su escasez o distribución espacial (18.01 Andratx, 18.14 Llano de Palma). En total se han seleccionado para el presente informe los registros correspondientes a 204 piezómetros, cuya 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.

En cuanto a la red de calidad el IGME cuenta con registros históricos en más de 150 puntos de control, de los cuales en la actualidad se registran trimestralmente un total de 67 de ellos. Para la elaboración del informe correspondiente al año 2000 se han completado los registros con los procedentes de las redes propias de la DGRH en aquellas unidades en las que los registros del IGME eran insuficientes para el tratamiento informático. Así, en conjunto se han empleado los análisis químicos de 210 puntos de control procedentes de las campañas de abril-mayo del IGME y de la DGRH. Las características de situación de cada uno de estos puntos se recogen en la Tabla II del Anexo I, y su distribución espacial se

puede observar en el “Mapa de Situación de la Red Calidad” que se integra en el mismo anexo.

PIEZOMETRÍA ACTUAL DE LA ISLA DE MALLORCA (mayo 2.000) Y EVOLUCIÓN HISTÓRICA (1.970 - 2.000)

A continuación se recoge la situación de los niveles de agua subterránea de cada una de las unidades hidrogeológicas de la isla de Mallorca en el año 2.000. Para ello, y cuando la densidad de datos así lo permite, se han realizado los mapas de isopiezas (Anexo II) que indican la altura de la lámina de agua sobre el nivel del mar. En la realización de dichos mapas se han considerado los registros seleccionados de las redes de piezometría de la Direcció General de Recursos Hídrics del Govern Balear y del IGME, y que se recogen en el listado de la Tabla I (Anexo I).

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 IV), 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 (Anexo IV).

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.

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 -5 m.s.n.m. en las zonas cercanas al Puerto de Andratx (Anexo II), tal y como puede verse en el Mapa de Piezometría del primer semestre del año 2.000, 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 la venta de agua para abastecimiento al Puerto de Andratx y a la población estacional residente en casas de campo que no cuentan con conexión a ninguna red de abastecimiento. La situación de la piezometría con respecto al año anterior muestra un descenso de los niveles en la zona cercana al Puerto de Andratx, donde en 1.999 se registraban tras el verano valores inferiores a los - 2 m.s.n.m., habiendo disminuido los niveles tras el período invernal hasta - 5 m.s.n.m.

PIEZOMETRÍA U.H. 18.05 ALMADRAVA

El IGME cuenta con una reducida red de control piezométrico en esta unidad, formada por tres puntos de control habitual, si bien para el período considerado sólo se cuenta con registro en uno de ellos. La escasez de datos no permite la elaboración de un mapa de isopiezas en esta unidad, pero el registro histórico de niveles desde el año 1.974 queda

Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

recogido en los gráficos del Anexo IV. La evolución de los niveles en el piezómetro 15 (392570285) indica unos niveles iniciales próximos a los 35 m.s.n.m., con un descenso progresivo situándose en la actualidad en un valor inferior a los 20 m.s.n.m, si bien el gráfico de evolución media de la unidad indica un descenso respecto al año 1.980 de 1,5 m, continuando el descenso con respecto al año 1.999.

PIEZOMETRÍA U.H. 18.08 S'ESTREMERERA

El IGME cuenta con una red histórica de control de niveles formada por cuatro puntos, de los cuales sólo uno de ellos presenta registros continuos desde 1.975 hasta la actualidad, lo que no permite la realización de mapas de isopiezas individualizados para esta unidad hidrogeológica. El registro histórico de evolución de niveles en este punto (16 –Estremera 0) puede verse en el gráfico correspondiente a esta unidad del Anexo IV. Inicialmente presentaba un nivel del agua situado a cota próxima a los 80 m.s.n.m., superando en algunas puntas este valor. En la actualidad (2.000) el nivel supera los 20 m bajo el nivel del mar, lo que supone un descenso continuado de los niveles que supera los 100 m en menos de 25 años. Este continuado descenso está provocado por las extracciones que se realizan en el acuífero liásico de esta unidad para el abastecimiento a la localidad de Palma de Mallorca.

El gráfico de descensos medios de la unidad (Anexo IV) refleja el vaciado progresivo del acuífero, que se encuentra actualmente a 91 m por debajo del nivel que presentaba en el año 1.980, y 10 m por debajo de la cota registrada en 1.999.

PIEZOMETRÍA U.H. 18.09 ALARÓ

El IGME mantiene 6 puntos de control en esta unidad, de los cuales sólo tres cuentan con registro hasta la actualidad. Los gráficos con la evolución de los niveles de estos piezómetros (uno de ellos doble, controlando un acuífero superior y otro profundo) pueden verse en el Anexo IV. Las líneas de tendencia de estos piezómetros indican una evolución hacia el descenso progresivo de los niveles. Así, el piezómetro 392610014 del acuífero superior registra valores medios iniciales superiores a los 90 metros de cota, que en la actualidad se encuentran ligeramente por encima de los 80 m, y el acuífero inferior con valores medios iniciales de 70 m.s.n.m. se encuentra actualmente a 40 m.s.n.m., marcando en este caso un descenso continuado de 30 metros entre 1.975 y 2.000.

El piezómetro 382680044 muestra un descenso continuado de los niveles desde valores iniciales entorno a la cota +100 m hasta valores actuales próximos a los –20 m. En este mismo sentido evoluciona el pozo de abastecimiento que controla el piezómetro 392650134 (Can Negret) donde los registros iniciales próximos a la cota +95 m se encuentran en la actualidad cercanos a los 40 m bajo el nivel del mar.

El gráfico medio de descensos en los acuíferos de la unidad (Anexo IV) refleja una variación negativa superior a los 27 m con respecto al año 1.990, y superior a 1 m respecto al año anterior.

Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

El mapa de isopiezas (Anexo II) no recoge los valores negativos de cota al haberse realizado para el primer semestre del año, es decir, con niveles correspondientes a la primavera y no con los valores más bajos que se recogen en el segundo semestre, tras el período de estiaje.

PIEZOMETRÍA U.H. 18.10

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 IV. Los valores presentan una notable variación que obedece al comportamiento propio de un acuífero cárstico con rápida respuesta a las precipitaciones. La tendencia media presenta una cierta estabilidad desde los 20 m.s.n.m. iniciales hasta valores medios actuales en torno a los 15 m.s.n.m. El resto de los piezómetros, con series parciales, presentan una evolución estable en los últimos años.

El gráfico de evoluciones medias de la unidad (Anexo IV) presenta variaciones notables, con una situación actual de incremento de las reservas con respecto al año 1.980 (+9 m) y un ligero descenso con respecto a 1.999, cercano a 1 m.

PIEZOMETRÍA U.H. 18.11

Los datos para la elaboración del mapa de piezometría que puede verse en el Anexo II proceden de la red de control piezométrico del IGME. Esta red cuenta con 34 piezómetros de los cuales se han tenido en cuenta para el presente informe los datos procedentes de 21 de ellos. En el mapa de isopiezas correspondiente al primer semestre del año 2.000 se observa que el nivel piezométrico es inferior a la cota +5 m al este de una franja imaginaria que partiendo desde el oeste de Llubí se dirige hacia el norte pasando inmediatamente al oeste de Sa Pobla. Entre Sa Pobla y la Albufera los niveles piezométricos se encuentran a cota prácticamente cero, correspondiendo al sector agrícola intensivo de Sa Pobla. En el resto de la unidad las cotas ascienden progresivamente hasta los +20 m de la subcuenca de Inca.

Los gráficos de evoluciones piezométricas de los puntos más representativos de la unidad que se recogen en el Anexo IV muestran una diferenciación clara en el comportamiento de los acuíferos de la subcubeta de Sa Pobla. Así, existe un sector Norte donde los niveles se encuentran muy por encima del resto de la unidad, probablemente debido a la explotación del acuífero liásico del borde septentrional de la unidad hidrogeológica. En esta zona se produciría la recarga proveniente de las unidades vecinas de la Sierra de Tramontana hacia el Llano de Sa Pobla. El comportamiento del acuífero indica variaciones estacionales más marcadas correspondientes a los períodos de recarga y estiaje. Los niveles iniciales, a mediados de los años 70 superan la cota +25 m durante los meses de recarga para descender progresivamente a valores actuales de entre +10 y +15 m. De forma similar pero con variaciones estacionales muy poco marcadas se encuentran los piezómetros del sector occidental donde los valores iniciales de entre +5 y +15 m registran un descenso continuado de los niveles hasta situarse en la actualidad entre +3 y +6 m de cota. El denominado sector oriental corresponde a los piezómetros que presentan cotas muy próximas al nivel del mar y una evolución estacional e histórica prácticamente constante.

Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

En este caso nos encontramos con piezómetros que corresponden al acuífero cuaternario conectado hidráulicamente con el mar y donde las extracciones se ven compensadas por la entrada de agua de mar en el sistema. Entre unos piezómetros y otros se encuentran los del sector central que corresponden a las zonas de transición entre los anteriores, y que en general muestran una tendencia progresiva al descenso lento y continuado de los niveles.

El gráfico de evolución de la piezometría media para el conjunto de la unidad (Anexo IV) muestra un carácter general estable con respecto a los años 1.980 y 1.999 respectivamente.

PIEZOMETRÍA U.H. 18.12 CALVIÁ

El IGME posee una red de control piezométrico de 7 puntos en esta unidad, algunos de ellos de incorporación muy reciente y otros pertenecientes a redes antiguas que no tienen un registro histórico completo. Para el período considerado sólo se cuenta con registro en tres piezómetros con valores muy dispares, por lo que el mapa de isopiezas del Anexo II no es significativo nada más que de un reducido sector de la unidad. Así, el mapa de isopiezas registra una fuerte compartimentación de los acuíferos de esta unidad con cotas que superan los 140 m al noroeste de Capdellá, para pasar al norte de la misma localidad a cotas negativas que superan los -20 m, bajo el nivel del mar.

Los gráficos de evolución histórica de niveles de los tres puntos de la red de control piezométrica se pueden observar en el Anexo IV. El punto 44 Son Sampola presenta una cota de nivel muy alta, en torno a los 145 m.s.n.m. y que se mantiene estable desde el comienzo del período de registro en 1.994. El punto 45 muestra valores negativos desde el comienzo del período de control a finales de los años 80, situándose en la actualidad en torno a los -5 m, bajo el nivel del mar. El punto 43 (Can Molla de Capdellá) presenta valores negativos que superan la cota de -20 m, bajo el nivel del mar, si bien a principios de los años 90 su cota era cercana a +5 m.

El gráfico de evolución media de la unidad indica una tendencia estable a ligeramente ascendente con respecto al año 1.984 en que se inician las medidas, y claramente favorable con respecto al año 1.999, habiéndose producido un incremento de 6 m en los niveles medios.

PIEZOMETRÍA U.H. 18.13 NA BURGUESA

El IGME mantiene 10 puntos de control piezométrico en esta unidad de los cuales sólo 3 cuentan con registro de nivel en el período considerado. 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. El nivel piezométrico oscila entre los +3 m de los piezómetros correspondientes a los puntos 47 y 48, y los +11 m del punto 46.

Los gráficos de evolución de los niveles piezométricos del Anexo IV indican un descenso continuado, pero poco acusado, en el punto 47, y una tendencia estable en los puntos 46 y 48. La tendencia general es estable a ligeramente descendente, como refleja el gráfico

medio de toda la unidad (Anexo IV). Los valores actuales están, por tanto, muy próximos a los registrados al comienzo del período de medida.

PIEZOMETRÍA U.H. 18.14 LLANO DE PALMA

El análisis piezométrico se ha realizado a partir de 15 puntos de control seleccionados de entre los que forman las redes de piezometría de la DGRH (9 puntos seleccionados) y el IGME (6 puntos seleccionados). El mapa de isopiezas resultante (Anexo II) presenta valores muy próximos a la cota cero en toda el área urbana, aeropuerto, y Plá de Sant Jordi, con cotas que llegan a ser negativas en el Pont d'Inca, donde se realizan extracciones para el abastecimiento de la ciudad de Palma. Solamente el extremo nor-oriental de la unidad, al este de la localidad de Santa Eugenia, presenta cotas del nivel freático que superan los 5 m.s.n.m.

Los gráficos de evolución de niveles (Anexo IV) muestran en general una estabilidad en el acuífero cuaternario próxima a la cota cero, lo cual puede ocultar una compensación de las extracciones con la entrada de agua de mar en las zonas cercanas a la línea de costa. Únicamente un punto próximo a la localidad de Santa Eugenia (punto 52, en el interior de la unidad) presenta niveles medios iniciales próximos a la cota 14 m.s.n.m. descendiendo progresivamente hasta situarse por debajo de los 10 m.s.n.m en la actualidad. El descenso acumulado se sitúa por lo tanto próximo a los 5 m desde mediados de los años 70 hasta la actualidad.

El gráfico de evolución del nivel medio de la unidad hidrogeológica (Anexo IV) muestra un claro descenso del orden de 1 m con respecto a los valores registrados en el año 1.980, y ligeramente inferior con respecto al año 1.999.

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 en su práctica totalidad, ya que la red histórica que el IGME mantenía en esta unidad carece de registros desde el año 1.990 hasta la actualidad. El análisis del mapa de isopiezas correspondiente a mayo de 2.000 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 conos de bombeo con cotas que descienden hasta los -2 m cuando los pozos de extracción se encuentran en funcionamiento en este sector. 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.

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 IV, y que muestra un descenso prolongado de los niveles de escasa cuantía. Este mismo descenso queda recogido en el gráfico de evolución media para el conjunto de la unidad (Anexo IV), que sin embargo recoge una ligera tendencia al alza con respecto al año 1.999.

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 37 puntos seleccionados de la red de piezometría de la DGRH. El mapa de isopiezas resultante (Anexo II) presenta variaciones muy acusadas desde los más de 120 m.s.n.m. en los piezómetros situados al suroeste de la localidad de Artá hasta los valores mínimos, en torno a cota +1 m, que se registran al norte de la localidad de Son Servera.

PIEZOMETRÍA U.H. 18.18 MANACOR

El IGME no mantiene actualmente ninguna red de control piezométrico en esta unidad, por lo que el mapa de isopiezas (Anexo II) de esta unidad se ha elaborado con los datos que provienen de un total de 25 puntos controlados por la DGRH en el primer semestre del año 2.000. En esta unidad la piezometría es bastante más homogénea, registrándose oscilaciones de entre 80 y 40 m de cota en toda la mitad nor-occidental de la unidad. En el resto, con una mayor escasez de información, la permeabilidad de los límites con la vecina unidad costera de la Marina de Llevant queda reflejada en el descenso progresivo de los niveles hasta situarse en valores cercanos a la cota +11 m.

PIEZOMETRÍA U.H. 18.19 FELANITX

El IGME mantiene una red de control piezométrico en esta unidad formada por 5 puntos, pero en su mayoría carecen de medidas durante el período considerado para la elaboración del presente informe. El mapa de isopiezas (Anexo II) se ha realizado con datos procedentes casi exclusivamente de la red piezométrica de la DGRH, con un total de 18 puntos registrados en el primer semestre del año 2.000, y uno sólo procedente de la red del IGME. El mapa de piezometría muestra un nivel piezométrico elevado, con cotas que superan los +135 m en las proximidades de Felanitx y que descienden progresivamente hasta valores cercanos a los +50 m en el norte de la unidad. Hacia el este, cerca de la vecina unidad de la Marina de Llevant, el descenso es mucho más acusado debido a la existencia de fuertes conos de bombeo, con cotas que llegan a descender por debajo del nivel del mar hasta casi los -10 m. Estos conos de bombeo obedecen a las extracciones para el abastecimiento de localidades costeras de carácter eminentemente turístico y a la localidad de Porto Colom.

Existe un piezómetro con registro histórico de niveles desde mediados de los años 70 (ver punto 157, Anexo IV). El análisis de estos niveles marca un descenso progresivo desde valores iniciales de +47 m hasta los actuales que se sitúan en +42 m. Este descenso queda recogido en el gráfico de evolución media para el conjunto de la unidad (Anexo IV).

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 11 puntos seleccionados de la red de control piezométrico de la DGRH, para el primer semestre del año 2.000, y muestra como 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. La presencia de un cono de depresión piezométrica generado por las extracciones para el abastecimiento a la localidad de Porto Colom, y que se extiende dentro de la vecina unidad hidrogeológica de Felanitx, queda reflejado en el mapa por valores situados por debajo del nivel del mar, con cotas negativas de hasta -13 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 19 puntos seleccionados de la red de control piezométrico del IGME. En el mapa de isopiezas correspondiente a abril de 2.000 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 suele presentar valores inferiores a la cota cero tras el período estival. 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.

Los gráficos de evoluciones piezométricas incluidos en el Anexo IV 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 compensación de los descensos con 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.

El gráfico de evolución media de la piezometría para el conjunto de la unidad hidrogeológica (Anexo IV) indica un descenso poco acusado de algo más de 2 m con respecto a los valores registrados en el año 1.980, y estables con respecto a las medidas registradas en el año 1.999.

CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA ISLA DE MALLORCA (mayo 2.000) Y EVOLUCIÓN HISTÓRICA (1974-2000)

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

Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

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, así como en el mapa de isoconductividad eléctrica, todos ellos en el Anexo III.

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 trilineal (Piper, Anexo III), que permite asignar un sello de identidad al agua procedente de un acuífero y su estado evolutivo (ver Anexo IV).

Por otra parte, el análisis del contenido en ión cloruro (Anexo IV) 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).

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.

Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

A continuación se describe para cada una de las unidades hidrogeológicas de la isla de Mallorca, y con datos actualizados al año 2.000, la caracterización hidrogeoquímica de acuerdo con la clasificación de Piper-Hill-Langelier (Anexo III), basada en los iones mayoritarios presentes en el agua subterránea; así como los mapas de isoconductividad y contenido 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 III).

CALIDAD U.H. 18.01 ANDRATX

La tipología de las aguas subterráneas de esta unidad se ha obtenido del diagrama de Piper que se incluye en el Anexo III, en el cual se ha representado una única muestra de agua, correspondiente a un punto de control del IGME. El diagrama incluye, en color amarillo, la representación del agua marina (Barcelona, Custodio 1.970) como punto de referencia. De acuerdo con la clasificación de Piper, el agua analizada corresponde a un tipo clorurado sódico-cálcico. Destaca la presencia mayoritaria del anión cloruro que indica un proceso de intrusión marina.

Los mapas de isocontenido en ión cloruro y de conductividad que se recogen en el Anexo III, realizados para marzo de 2.000, reflejan la presencia de valores elevados de ión cloruro y conductividad, superando los primeros los 500 mg/L en la mitad sur de la unidad, que se traduce en conductividades que oscilan entre los 2.000 y 4.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El sector comprendido entre el Puerto de Andratx y S'Arracó, supera ampliamente los 4.000 mg/L tras los bombeos estivales, que no quedan recogidos en el período de tiempo considerado para el presente informe. Por tanto, se refleja claramente un proceso de intrusión marina en este sector, generándose domos salinos en las zonas de más intensa explotación.

El mapa de isonitratos muestra valores normales en casi toda la unidad. Sólo se superan los límites establecidos en la legislación vigente de forma puntual en el pozo nº 6, donde se superan los 80 mg/L de ión nitrato. El contenido en sulfatos es siempre inferior al recomendado para las aguas de consumo humano.

CALIDAD U.H. 18.02 DEIÀ

No existen datos suficientes para una correcta evaluación de esta unidad. Tan sólo un análisis químico del IGME realizado durante el presente año indica una facies bicarbonatada-sulfatada cálcica, propia de acuíferos carbonatados sin problemas de intrusión marina. En líneas generales se trata de una unidad poco explotada, dado que la accidentada orografía no permite el asentamiento de grandes núcleos urbanos ni el desarrollo de una agricultura intensiva. Puntualmente pueden aparecer contaminaciones por sulfato natural procedente de la facies yesífera del Keuper, como es el caso. No se conoce la presencia de focos de intrusión marina inducidos por bombeos.

Los mapas de isocontenidos en iones mayoritarios no son representativos en esta unidad hidrogeológica al no existir puntos de control dentro de la misma.

CALIDAD U.H. 18.03 PUIG ROIG

No existen apenas datos de análisis químicos en esta unidad. Es una zona relativamente virgen desde el punto de vista de la explotación de los recursos de aguas subterráneas, debido a su orografía particularmente agreste. Tan sólo existe una concentración de captaciones en el Torrente de Son March, donde las aguas presentan en general una facies bicarbonatada cálcico-magnésica.

CALIDAD U.H. 18.04 FORMENTOR

No existen redes de control del IGME ni de la DGRH en esta unidad. Dos análisis químicos realizados por el IGME durante el año 1.999 indican facies netamente bicarbonatadas cálcicas, si bien datos procedentes de otras fuentes permiten conocer que existen fenómenos de intrusión marina en parte de la unidad (Cavall Bernat) y en el acuífero cuaternario de la Bahía de Pollença, donde se registran valores de concentración de ión cloruro que superan 1 gramo por litro. Ello es debido a la elevada concentración de pozos y sondeos de abastecimiento (Pollença y Puerto de Pollença).

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. 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. El gráfico de Piper 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. La evolución en la concentración de ión cloruro puede verse en el Anexo IV. Los registros iniciados en el año 1.983 indicaban una concentración inicial por debajo de los 100 mg/L, que han ido incrementándose de forma continuada hasta alcanzar valores actuales que superan los 1.400 mg/L.

Esta intrusión salina queda recogida en el mapa de isocontenidos en ión cloruro y en el correspondiente a la conductividad, que en la zona supera ampliamente los 4.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Los mapas de isocontenidos en ión nitrato e ión sulfato no indican anomalías en esta unidad (ver Anexo III).

CALIDAD U.H. 18.06 FONTS DE SÓLLER

No existen redes de control de la calidad del agua subterránea en esta unidad. De manera general, la facies es fundamentalmente bicarbonatada cálcico-magnésica, tratándose de una unidad excedentaria en recursos hídricos y cuya calidad del agua es muy buena. Únicamente en la zona del Puerto de Sóller se registra un área de intrusión marina incipiente.

CALIDAD U.H. 18.07 FONTS

No existen redes de control de la calidad en esta unidad. Datos procedentes de dos análisis químicos puntuales indican que se trata de aguas bicarbonatadas a sulfatadas cálcicas, propias de acuíferos carbonatados en los que no se registran procesos de intrusión marina, y en las que la presencia de sulfatos es indicativa de la aparición de yesos en el sustrato rocoso (generalmente se debe a la presencia de yesos intercalados en la facies Keuper del Triásico superior, la cual actúa como nivel de base impermeable de los acuíferos liásicos).

CALIDAD U.H. 18.08 S'ESTREMER

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). La facies química que refleja el diagrama de Piper (Anexo III) muestra un agua netamente bicarbonatada cálcica, propia del acuífero carbonatado liásico del que se ha obtenido la muestra. La concentración en ión cloruro es muy baja, situándose en torno a los 50 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 IV). Sin embargo, la intensa explotación del acuífero puede dar lugar a una progresiva mineralización por arrastres, fundamentalmente, de los materiales que constituye la base impermeable de este acuífero.

En cualquier caso, los mapas de isocontenidos en iones mayoritarios y conductividad no reflejan ninguna anomalía en esta unidad hidrogeológica (ver mapas del Anexo III).

CALIDAD U.H. 18.09 ALARÓ

El IGME cuenta en esta unidad con dos puntos de control de la calidad del agua subterránea, los cuales se han representado en el diagrama de Piper del Anexo III, indicando una facies bicarbonatada cálcica a calco-sódica en ambos casos. La concentración de ión cloruro se sitúa entre 50 y 130 mg/L, dentro de los valores normales en este tipo de acuíferos, sin que exista riesgo de intrusión marina ya que esta unidad se encuentra desconectada de la línea de costa.

El mapa de isoconductividad eléctrica indica valores cercanos a los 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sin que aparezcan anomalías en los mapas de isocontenidos en iones mayoritarios (ver mapas del Anexo III).

CALIDAD U.H. 18.10 UFANES

El IGME mantiene un único punto de control de la calidad química de las aguas subterráneas en esta unidad. El análisis realizado durante el primer semestre del año 2.000 se ha representado en un diagrama de Piper (Anexo III) indicando una facies marcadamente bicarbonatada cálcica propia de un acuífero de esta naturaleza. No existe peligro de contaminación por cloruros ya que esta unidad se encuentra desconectada de la línea de costa.

La isoconductividad refleja valores inferiores a los 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con muy bajos contenidos en cloruros, nitratos y sulfatos, tal y como puede verse en los mapas de isocontenidos del Anexo III.

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

Para la obtención de la tipología del agua subterránea se han representado en el diagrama de Piper los análisis de 85 muestras seleccionadas, de entre el total de puntos que constituyen las redes de control del IGME y de la DGRH, tomadas durante los meses de abril y mayo de 2.000. La nube de puntos que queda reflejada en el diagrama de Piper del Anexo III permite dividir las aguas analizadas en dos grandes grupos. Por un lado, la mayoría de las muestras se concentran en el grupo de aguas mixtas cloruradas-sulfatadas cálcicas y cálcicas-magnésicas, que corresponden al sector interior de la unidad. Sin embargo, destaca un grupo menos frecuente pero de peso relativo importante formado por aguas de facies netamente clorurada sódica y cloruradas cálcico-sódicas, que se aproximan en su composición a la del agua de mar, indicando un proceso avanzado de intrusión marina.

El mapa de isocontenido en ión cloruro (Anexo III) marca las zonas donde se localiza el proceso de intrusión. Como consecuencia directa de la intensa explotación del acuífero para el uso de las aguas subterráneas en el riego agrícola de la zona Sa Pobla-Muro, se observa en el mapa de isocontenidos en cloruro para el primer semestre del año 2.000 una alta concentración de este ión, que supera los 1.800 mg/L en el área de Crestaix y supera los 1.000 mg/L al NE de Sa Pobla, desde los límites de la Albufera y hasta la línea de costa. Toda esta zona queda reflejada en el mapa de isoconductividad por valores que superan la isolínea de 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

El gráfico de evolución histórica de la concentración de ión cloruro (Anexo IV), realizado a partir de los datos obtenidos de la red de control de calidad / intrusión del IGME, indican claramente la diferenciación entre los tipos de agua descritos. De un lado se encuentran todas las muestras que presentan facies mixtas, con una concentración de ión cloruro inferior en general a los 250 mg/L y cuya evolución temporal es relativamente estable: punto 19 (sector Sa Pobla-Muro), punto 36 (sector central), y puntos 25 y 32 (sector Sa Pobla) como representativos de estos sectores. Por otro lado se encuentran aquellas aguas que presentan un claro proceso de mezcla con agua de mar, con concentraciones de ión cloruro elevadas y variaciones temporales muy acusadas en función de las precipitaciones, y del tiempo de bombeo en el momento del muestreo, si bien en su mayor parte presenta una tendencia media hacia el incremento progresivo en la concentración de este ión: puntos 24 (norte de Sa Pobla, Crestaix) y puntos 33 y 35 (entorno de la Albufera) donde la concentración en ión cloruro ha pasado en algunos casos de valores iniciales próximos a los 200 mg/L de ión cloruro hasta superar ocasionalmente los 1.000 mg/L en el año 2.000.

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 primer semestre del año 2.000 muestra como toda la

Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

subcuenca de Sa Pobla supera los contenidos máximos admisibles en el agua de consumo humano, situado en 50 mg/L, hasta alcanzar valores superiores a los 700 mg/L de forma puntual, y más de 500 mg/L en varios puntos situados entre la localidad de Sa Pobla y la Albufera, y al Norte y Oeste de la localidad de Muro. En ambas se registran concentraciones con valores medios cercanos a los 300 mg/L entre Sa Pobla y la Albufera, y próximos a los 150 mg/L al NW de la localidad de Muro. Algunos valores anómalos se han registrado también de forma puntual en la subcuenca de Inca, junto a la localidad de Biniali.

El mapa de isocontenidos en ión sulfato 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 2.180 mg/L al norte de la localidad de Campos.

CALIDAD U.H. 18.12 CALVIÁ

El IGME mantiene en la actualidad cinco puntos de control de calidad en esta unidad. La representación en el diagrama de Piper (Anexo III) de los análisis realizados durante el mes de marzo de 2.000, indica la presencia de dos facies netamente diferenciadas. Por un lado existen aguas de tipo mixto bicarbonatado-clorurado cálcico-sódicas, mientras que otro grupo lo forman aquellas aguas que presentan contenidos mayoritarios de anión cloruro y concentraciones cada vez más elevadas de sodio, dando lugar a facies cloruradas sódicas y sódico-cálcicas. Estas últimas reflejan una composición cada vez más próxima a la del agua del mar, indicando la existencia de una mezcla de aguas propias del acuífero con aguas de origen marino

El contenido en ión cloruro es relativamente elevado entre las localidades de Capdellá y Calviá, donde se registran actualmente concentraciones ligeramente superiores a los 600 mg/L de ión cloruro, y conductividad próxima a los 2.700 μ S/cm, que ocasionalmente presenta concentraciones de hasta 1.000 mg/L (ver Anexo III).

Los mapas de isocontenidos en ión nitrato y sulfato indican valores muy por debajo de los máximos autorizados o recomendados por la legislación vigente en materia de agua potable para el consumo humano (ver Anexo III).

CALIDAD U.H. 18.13 NA BURGUESA

El IGME cuenta con una red de control de la calidad de 4 puntos en esta unidad, con registros históricos que abarcan desde el año 1.975 hasta la actualidad. El diagrama de Piper (Anexo III) indica 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. El gráfico de evolución de cloruros (Anexo IV) muestra claramente los puntos que presentan una facies clorurada (103 y 107), con contenidos en este ión que superan los 6.000 mg/L y con una tendencia creciente desde el comienzo del registro histórico, aunque con notables fluctuaciones que dependen de factores como el régimen de precipitaciones y el tiempo de bombeo en el momento del muestreo. Estos dos puntos con elevadas concentraciones de cloruros se encuentran

Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

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 más o menos estables en el tiempo, y del orden de 600 mg/L.

Los mapas de isocontenidos en iones mayoritarios para esta unidad se recogen en el Anexo III. El mapa de isocloruros refleja 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. De forma igualmente marcada se observa la anomalía que generan estas extracciones en el mapa de isoconductividad, donde se llegan a superar los 16.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La elevada conductividad se ve incrementada por la anomalía en la concentración de ión sulfato que se registra en esta zona, donde el mapa de isosulfatos refleja valores superiores a los 800 mg/L. El contenido en ión nitrato no refleja ninguna anomalía destacable.

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 más de 38 puntos seleccionados de entre los pertenecientes a las redes de control de calidad del IGME y de la DGRH. Los análisis obtenidos durante el mes de abril de 2.000 se han representado en el diagrama de Piper (Anexo III) para determinar el tipo de facies hidroquímica característico de este acuífero. El resultado indica que se trata mayoritariamente de 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.

El mapa de isocontenidos en ión cloruro, que se limita al control del acuífero pliocuaternario superior, muestra la presencia de varios focos importantes de intrusión. Así, el acusado domo salino que se observa al NE de la localidad de Palma corresponde a la zona de extracción del Pont d'Inca para el abastecimiento de la capital donde se superan ampliamente los 4.300 mg/L de ión cloruro. En esta zona el acuífero se encuentra fuertemente salinizado, y el agua bombeada se conduce a la planta potabilizadora-desaladora construida al efecto en Son Tugores. El mapa muestra como la cuña de intrusión avanza desde la línea de costa hacia el interior, desde el sureste de la localidad de Palma, siguiendo un corredor curvo hacia el N. La concentración de cloruros puede llegar a superar 1.200 mg/L en el corredor que lo une con la línea de costa. El área comprendida entre El Arenal, Sant Jordi y el aeropuerto de Son Sant Joan existe un importante domo salino muy marcado, 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. En este caso se trata de una intrusión debida a las extracciones para el regadío, al tratarse de una zona eminentemente agrícola. En los últimos años se ha puesto en marcha un plan de riego con aguas residuales depuradas procedentes de las plantas de tratamiento de Palma que tiene como objetivo reducir las extracciones y evitar el avance de la intrusión salina.

Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

En cuanto a la evolución del contenido en ión cloruro, el IGME contaba históricamente con una red de control de 42 puntos, de los cuales la mayor parte tienen registro únicamente en el período comprendido entre 1.977 y 1.990. Desde entonces sólo continúan los registros hasta la actualidad en cuatro de los puntos de control. Los gráficos de evolución de tres de ellos se incluyen en el Anexo IV. La evolución de la concentración de cloruros es creciente 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. El resto de puntos presenta un comportamiento estable con concentraciones entre 100 y 250 mg/L.

El mapa de isoconductividad constituye un claro reflejo del proceso de intrusión marina, con valores superiores siempre a los 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en las zonas afectadas por intrusión. Esta misma zona presenta concentraciones algo elevadas para el contenido en ión sulfato, superándose los 250 mg/L (límite aconsejado para el consumo humano) y presentándose claras anomalías en sectores concretos situados inmediatamente al norte del aeropuerto. En esta zona la concentración de ión sulfato puede llegar a superar los 1.800 mg/L del punto 124. La zona de extracción del Pont d'Inca también marca una anomalía, en la que la concentración de ión sulfato puede superar los 600 mg/L.

En cuanto a la concentración de ión nitrato, el mapa de isonitratos (Anexo III) muestra anomalías muy marcadas en toda la zona de riego del Pla de Sant Jordi y aeropuerto, con valores de concentración que superan siempre los 200 mg/L, llegando en algunos casos a estar muy próximo a los 300 mg/L. El área ocupada por concentraciones superiores a los 50 mg/L es aún mayor, existiendo valores muy próximos a los 100 mg/L hasta las proximidades de Marratxí, desde el norte de la ciudad de Palma.

CALIDAD U.H. 18.15 SIERRAS CENTRALES

En esta unidad hidrogeológica el IGME mantiene un único punto de control de la calidad de las aguas subterráneas cuya analítica para el período considerado se ha incluido dentro del gráfico de Piper del Anexo III. La muestra analizada corresponde a un agua de tipo bicarbonatado cálcico-magnésico que corresponde a un agua de buena calidad.

Las concentraciones de iones mayoritarios se encuentran siempre muy por debajo de los límites tolerados o recomendados por la legislación vigente en materia de aguas potables, por lo que no se registra ninguna anomalía en los mapas de isocontenidos. La concentración en ión cloruro no llega a alcanzar los 100 mg/L, y los valores de sulfato y nitrato son del orden de 50 y 30 mg/L respectivamente. La conductividad no llega a los 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, indicando que se trata de aguas de reducida mineralización para lo usual en los acuíferos mallorquines (ver mapas Anexo III).

CALIDAD U.H. 18.16 MARINETA

En esta unidad hidrogeológica el IGME mantiene una reducida red de control de la calidad formada por sólo cuatro puntos, por lo que el análisis se completa con los datos de la red de

Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

calidad de la DGRH, obteniéndose un total de 12 puntos de control en el período considerado. El diagrama de Piper (Anexo III) muestra unas aguas mayoritariamente cloruradas sódicas y en menor medida de facies mixtas. Esto indica un claro proceso de intrusión marina en el área de representación de dichas muestras.

El mapa de isocontenidos en ión cloruro realizado para abril de 2.000 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 2.200 mg/L. El mapa de isoconductividad refleja esta intrusión, con valores que superan los 4.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

El mapa de isonitratos muestra en este caso un comportamiento inverso al que se registra en el mapa de isocloruros. Así, prácticamente toda la unidad presenta contenidos relativamente altos de ión nitrato, con valores entre 50 y 100 mg/L, exceptuando el área que presenta concentraciones de ión cloruro superiores a los 1.000 mg/L donde la concentración de ión nitrato se reduce por debajo de los 50 mg/L.

En lo referente al ión sulfato se registran igualmente valores superiores a los 250 mg/L en toda la mitad occidental de la unidad, superándose los 400 y 500 mg/L en dos puntos de dicho sector.

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. Las muestras pertenecientes a la red de calidad del IGME, que cuentan con analítica completa, han sido representadas en un diagrama de Piper (Anexo III) dando como resultado aguas de buena calidad, de tipo bicarbonatado cálcico mayoritariamente.

Las concentraciones de ión cloruro en el agua no suelen alcanzar los 200 mg/L, si bien el mapa de isocontenidos en este ión muestra la presencia de concentraciones muy elevadas 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. En esta zona se produce un proceso de intrusión marina que ha dado lugar a concentraciones que rondan los 1.600 mg/L de ión cloruro, y conductividades que superan ampliamente los 5.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Los contenidos en ión nitrato y sulfato son en general muy reducidos. Únicamente se registran valores puntualmente elevados de ión nitrato al este de la localidad de Artá, donde la concentración de este ión llega a alcanzar los 70 mg/L (ver mapas Anexo III).

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. La representación en el gráfico de Piper (Anexo III) indica facies hidrogeológicas muy variadas, desde el tipo clorurado sódico hasta el bicarbonatado cálcico, pasando por la

Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

sulfatada sódica y todas las facies mixtas. A pesar de este grado de variación, la concentración de ión cloruro no llega a alcanzar los 500 mg/L. Parece que existe un incipiente proceso de intrusión marina en las proximidades del límite, permeable, con la vecina unidad hidrogeológica de la Marina de Llevant. En este sector la conductividad eléctrica supera los 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Existe en esta unidad una contaminación por nitratos centrada en el entorno de la localidad de Manacor, que parece deberse más a un proceso de contaminación de origen urbano que no por el empleo de fertilizantes nitrogenados, ya que en esta zona el cultivo de regadío no es destacable. El mapa de isocontenido en este ión indica valores superiores a los 100 mg/L en gran parte de la unidad, llegándose a los 350 en las proximidades de la ciudad de Manacor.

El contenido en ión sulfato se muestra ligeramente superior a los 250 mg/L al noroeste de la localidad de Manacor, superándose puntualmente los 340 mg/L (ver mapas Anexo III).

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 en el período considerado para el presente informe. Este muestreo ha sido completado con otros 6 procedentes de otros tantos puntos de control de la calidad procedentes de la red de la DGRH. Las analíticas completas de los puntos controlados por el IGME han sido representadas en un diagrama de Piper (Anexo III) que indica que se trata en general de aguas de buena calidad, de tipo bicarbonatado cálcico-magnésico, presentándose un único punto con aguas de tipo mixto, de peor calidad (clorurada-bicarbonatada sódica).

El mapa de isocontenidos en ión cloruro muestra en general contenidos inferiores a los 250 mg/L, no mostrándose indicios de intrusión marina, si bien es cierto que no existen suficientes puntos de control en las proximidades de los contactos con la vecina unidad de Marina de Llevant. Los gráficos de evolución del contenido en ión cloruro durante los últimos años indica una tendencia estable en la concentración y en la clasificación del tipo de aguas (Anexo IV).

El mapa de isocontenido en ión nitrato (Anexo III) si marca una anomalía puntual al noroeste de las localidades de S'Horta y Calonge, donde la presencia de un pozo con más de 440 mg/L de ión nitrato genera una importante anomalía en todo el sector. Más al oeste se registran valores de hasta 50 mg/L afianzando así la presencia de un área con problemas de contaminación por la presencia de nitratos. Esta anomalía genera un notable incremento en la conductividad del agua, superando en la zona los 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

El mapa de isocontenidos en ión sulfato (Anexo III) no muestra ninguna anomalía, estando los valores por debajo de los 100 mg/L en toda la unidad.

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. La representación en el diagrama de Piper de la analítica completa realizada sobre el punto 211 muestra un agua de tipo netamente clorurado sódico, con contenidos en ión cloruro que superan los 1.400 mg/L, y que históricamente se han mantenido relativamente estables desde 1.996 (ver gráficos de evolución de cloruros y clasificación de Piper en Anexos III y IV). Esta concentración de ión cloruro es muy similar a la registrada en el resto de puntos de control de la DGRH, donde el ión cloruro se muestra dominante en todos los casos, con concentraciones que casi siempre oscilan entre los 1.000 mg/L y los 2.000 mg/L. Así, el mapa de isocontenido en cloruros muestra una intrusión marina generalizada en toda la unidad, que tiene un fiel reflejo en el mapa de isoconductividad, donde se registran valores de entre 2.000 y 6.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. 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.

El mapa de isocontenidos en ión nitrato (Anexo III) refleja contenidos relativamente elevados en el sector Santanyí y Cala Llobars, donde puntualmente se llegan a registrar contenidos de hasta 70 mg/L.

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 36 para la elaboración del presente informe. La representación en el gráfico de Piper (Anexo III), de los análisis efectuados en abril y mayo de 2.000 indican que la mayor parte de las muestras corresponden a una facies claramente clorurada. 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.

El mapa de isocontenido en ión cloruro muestra como el proceso de intrusión está generalizado en todo el sector comprendido entre las localidades de Sa Rápita, Campos y Ses Salines, originado por la presencia de varios domos salinos con concentraciones de ión cloruro que superan los 6.000 mg/L y que obedecen a la concentración de bombeos que abastecen a la zona agrícola de Campos. El mapa de isoconductividad también refleja el proceso de intrusión, registrándose valores que rozan los 19.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Los gráficos de evolución de la concentración de cloruro (Anexo IV) en el tiempo indican una tendencia general estable o ligeramente descendente en algunos de los puntos representados. Así, al noroeste de Campos (punto 200) y de Ses Salines (punto 208) se registran ligeras tendencias descendentes, si bien las concentraciones siguen superando los 1.000 mg/L de ión cloruro. El resto de sectores muestra una evolución estable.

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 III se incluye el mapa de isonitratos para abril-mayo de 2.000, donde se observa una concentración superior a los 50 mg/L (máximo para las aguas potables) en casi la totalidad de la unidad, exceptuando tan sólo la franja más septentrional de la unidad, entre Felanitx y Porreres, y un estrecho corredor entre las localidades de Llucmajor y Campos. Los máximos registrados se localizan al sur de la localidad de Campos, donde se superan los 160 mg/L de ión nitrato.

En cuanto al contenido en ión sulfato, el mapa de isosulfatos del Anexo III recoge la presencia de anomalías coincidentes con los máximos registrados en cuanto a 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 1.200 mg/L.

PROBLEMÁTICA DE LAS DISTINTAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS. TENDENCIAS HISTÓRICAS Y POSIBLES ACTUACIONES.

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. En el Anexo IV se recogen las evoluciones temporales de la concentración en ión cloruro y de la variación de la facies hidroquímica (clasificación de Piper-Hill-Langelier) para una serie de puntos representativos de cada unidad hidrogeológica o sector de la misma, y de los que se dispone de registro histórico al menos en los últimos 5 años.

EVOLUCIÓN U.H. 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 ha sufrido un descenso con respecto al año anterior, si bien la concentración en ión cloruro no es tan elevada.

La tendencia observada a partir de los datos obtenidos de las redes de control del IGME y la DGRH indican que de mantenerse las condiciones actuales de explotación se producirá un deterioro progresivo en la calidad del agua subterránea en el sector situado inmediatamente al Norte del Puerto de Andratx, debido a una progresiva entrada de la cuña de intrusión marina. Evitar el avance de la intrusión hacia sectores adyacentes, y reducir la zona ya afectada requiere la reubicación de las actuales captaciones para abastecimiento y venta de agua en áreas más alejadas de la línea de costa, así como un control riguroso de la profundidad de ubicación de las bombas de extracción para evitar la formación de importantes conos de bombeo. También puede ser necesaria la redistribución de los caudales extraídos aumentando el número de pozos de bombeo y disminuyendo el caudal en cada uno de ellos.

Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

La presencia de contenidos elevados en ión nitrato se registran por primera vez este año, por lo que no existe ninguna referencia histórica a la evolución de este parámetro en la unidad de Andratx.

EVOLUCIÓN U.H. 18.02 DEIÀ

No existen problemas de intrusión marina detectados en esta unidad, tratándose en general de aguas de buena calidad. No existe riesgo de sobreexplotación dada la escasa densidad de población de la zona. Únicamente existen problemas puntuales de calidad relacionados con la presencia de materiales salinos del Keuper.

EVOLUCIÓN U.H. 18.03 PUIG ROIG

No existen datos suficientes acerca del estado de esta unidad. Su peculiar orografía dificulta el asentamiento urbano, por lo que las captaciones existentes son muy reducidas. En general se trata de una unidad cuyas características deben reflejar las condiciones naturales iniciales, sin que apenas existan modificaciones inducidas por el hombre.

EVOLUCIÓN U.H. 18.04 FORMENTOR

En la actualidad se detectan problemas de intrusión marina en la escama de Cavall Bernat y en la bahía cuaternaria de Pollença. Los datos son muy escasos y es recomendable, para el correcto seguimiento de este proceso y poder proponer las medidas correctoras adecuadas, el establecimiento de una red de control de piezometría y calidad / intrusión de carácter estable.

EVOLUCIÓN U.H. 18.05 ALMADRAVA

Las redes de control piezométrico y de calidad existentes en esta unidad son de escasa entidad, pero ya han detectado la presencia de problemas de intrusión marina, pese a tratarse de una unidad hidrogeológica sin contacto directo con el mar. El gráfico de evolución media de la piezometría de la unidad hidrogeológica a lo largo de los últimos 20 años (Anexo IV) no registra variaciones notables en los niveles, que se mantienen en la actualidad ligeramente inferiores al año 80, pero con una tendencia interanual estable para el conjunto de la unidad. No obstante, el análisis individualizado de los piezómetros indica descensos continuados en algunas áreas, como refleja la evolución de la piezometría del punto 15 (392570285).

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 actuales que superan los 1.500 mg/L en algunos puntos, continuando el deterioro de la calidad con respecto al año 1.999.

EVOLUCIÓN U.H. 18.06 FONTS DE SÓLLER

En general, se trata de una unidad excedentaria en recursos hídricos y con buena calidad de las aguas subterráneas. Tan sólo se detecta intrusión marina incipiente en el entorno del Puerto de Sóller.

Es necesario el establecimiento de una red de control específica que permita caracterizar y efectuar un seguimiento de la zona afectada por intrusión.

EVOLUCIÓN U.H. 18.07 FONTS

El conocimiento de esta unidad es escaso, al no existir redes de control estables. La información disponible indica que se trata en general de aguas de buena calidad, de facies predominantemente bicarbonatada cálcico-magnésica, aptas para riego agrícola y consumo humano. No existen problemas de calidad excepto por la presencia puntual de sulfatos debido a la litología del sustrato rocoso (facies yesíferas del Keuper).

EVOLUCIÓN U.H. 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, con descensos acumulados del nivel piezométrico que se aproximan a los 100 m en los últimos 25 años (ver gráfico de descensos medios del nivel piezométrico para esta unidad en el Anexo IV), encontrándose en la actualidad a más de 20 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). El vaciado acumulado de la unidad acuífera se estima en al menos 10 hm³. Pese a la intensa explotación a la que se ve sometida, para el abastecimiento urbano a la capital, no se registran problemas de calidad, debido a que el acuífero se encuentra desconectado del mar.

La recuperación del acuífero requiere una reducción de las extracciones, situándose por debajo de la recarga estimada del sistema, en primer lugar, mientras no se lleven a cabo otras actuaciones que regulen las condiciones de explotación de la unidad (redistribución de captaciones, recarga artificial, etc.). De continuar la explotación en las condiciones actuales se producirá un progresivo agotamiento del acuífero.

EVOLUCIÓN U.H. 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.

El gráfico de evolución media de niveles para la unidad (Anexo IV) muestra descensos medios superiores a los 27 m en los últimos 11 años, y ligeramente superiores a 1 m desde

Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

el año 1.999, verificándose la tendencia negativa de los últimos años. 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).

EVOLUCIÓN U.H. 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 9 m, si bien existe un ligero empeoramiento con respecto al año 1.999, habiéndose producido un descenso ligeramente inferior a 1 m (ver gráfico de evolución media de la piezometría para esta unidad en el Anexo IV).

No se han detectado indicios de contaminación en esta unidad, que continúa manteniendo de forma invariable unas aguas de tipo bicarbonatado cálcico de buena calidad (ver gráficos de Piper, Anexos III y IV), y unos contenidos en ión cloruro inferiores a los 70 mg/L.

EVOLUCIÓN U.H. 18.11 LLANO DE INCA-SA POBLA

Pese a que la evolución media del nivel piezométrico de la unidad presente un balance general estable (ver gráficos de evolución media del nivel piezométrico por UH, Anexo IV), se trata de una unidad que actualmente presenta un riesgo notable de sobreexplotación en determinados sectores, tanto por los descensos continuados del nivel freático que se producen en algunos sectores de la unidad (sectores norte y occidental, ver gráficos de evolución piezométrica del Anexo II) como por la modificación en la calidad del agua (sectores Sa Pobla, Muro, ver gráficos de evolución hidroquímica del Anexo III), registrándose problemas de contaminación importantes en el Llano de Sa Pobla (mitad NE de la unidad) donde la intensa concentración de puntos de extracción de agua ha generado un avance de la cuña de intrusión marina hacia el interior de la unidad. Destaca la presencia de una importante contaminación por nitratos en todo este sector, relacionada con el empleo de fertilizantes nitrogenados en las áreas de regadío. Su concentración máxima llega a multiplicar por 10 los valores máximos fijados por la legislación vigente para aguas de consumo humano.

La evolución del contenido en cloruros del sector Sa Pobla-Muro está directamente condicionada al futuro empleo de las aguas subterráneas, y por tanto a la evolución en el sistema y tipo de cultivo. De continuar los sistemas actuales de regadío intensivo en la zona, la calidad del agua sufrirá un progresivo deterioro debido a que las extracciones provocarán un incremento en la salinización del acuífero. Igualmente, las técnicas de fertilización empleadas continuarán aportando un contenido en nitratos excesivo en el terreno que continuarán percolando hasta alcanzar el acuífero, contribuyendo a la progresiva pérdida de calidad en el mismo.

Las medidas que pueden impedir que continúe el progresivo deterioro del acuífero deben pasar necesariamente por un replanteamiento del sistema tradicional de cultivo, sustituyendo parte del actual regadío por cultivos de secano, menos exigentes en cuanto a

Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

consumo de agua, y que permitan por tanto una recuperación de los niveles piezométricos. De igual manera, la futura implantación de un código de buenas prácticas agrarias que regule la fertilización deberá contribuir a una reducción del aporte de nitrógeno susceptible de alcanzar finalmente el acuífero.

En la actualidad tanto la DGRH como el IGME están llevando a cabo un seguimiento exhaustivo de la evolución de la contaminación por nitratos de origen agrario en esta unidad hidrogeológica.

EVOLUCIÓN U.H. 18.12 CALVIÁ

La unidad de Calviá presenta un problema de sobreexplotación, siendo mayor el volumen de las extracciones realizadas que el del agua recargada en el sistema. Este hecho ha dado lugar a un progresivo descenso de los niveles piezométricos, especialmente en la zona de Capdellá, hasta situarse en algunos sectores a cotas inferiores a los -25 m, por debajo del nivel del mar, lo cual ha provocado un proceso de intrusión marina que afecta a la calidad de las aguas subterráneas en todo el sector comprendido entre Capdellá y la línea de costa. Sin embargo, el gráfico de evolución media del nivel piezométrico para toda la unidad indica que en la actualidad los niveles medios son similares a los que se registraban a mediados de los años 80, y registrándose un incremento positivo de los niveles de 6 m con respecto al año 1.999.

La evolución previsible y las medidas correctoras son similares a las presentadas para la unidad 18.01 Andratx.

EVOLUCIÓN U.H. 18.13 NA BURGUESA

La explotación de esta unidad para el abastecimiento propio, y sobre todo, 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 no presentan variaciones notables, y sólo puntualmente se registran algunos descensos acumulados en los últimos años. El gráfico de evoluciones medias (Anexo IV) indica un descenso relativo muy reducido con respecto a los valores registrados en el año 1984, pudiendo considerarse estable en términos generales.

Para la eliminación de la intrusión marina es necesaria una drástica reducción de las extracciones, compensándose el déficit con recursos procedentes de otras unidades hidrogeológicas o fuentes alternativas.

EVOLUCIÓN U.H. 18.14 LLANO DE PALMA

Presenta una explotación importante y desigual lo que ha dado lugar a un descenso general de los niveles, existiendo en la actualidad varias zonas con piezometría por debajo del nivel del mar, y con valores medios en la unidad del orden de 1 m por debajo de la media del año 1.980, habiéndose alcanzado un mínimo histórico tras el verano del presente año (ver evolución media de la piezometría de la unidad en el Anexo IV). Ello ha provocado un proceso de intrusión marina, fundamentalmente en el entorno del Plá de Sant Jordi y el sector del Pont d’Inca, con la consiguiente pérdida de la calidad del agua subterránea. Así, en el entorno del Pont d’Inca, donde se concentran las extracciones que se realizan en esta unidad para el abastecimiento a la ciudad de Palma, se registran concentraciones de ión cloruro que llegan a superar los 6.000 mg/L.

En el sector del Plá de Sant Jordi, el problema de la intrusión marina se ve acrecentado por las importantes concentraciones de nitratos procedentes tanto de la utilización de abonos nitrogenados como del empleo en los últimos años de aguas residuales depuradas para el riego agrícola. A medio plazo, el proceso de intrusión generalizado en todo el sector del Plá de Sant Jordi parece haber experimentado un notable descenso como consecuencia de la reducción en las extracciones del acuífero al emplearse los caudales procedentes de la depuradora de Palma. No ocurre lo mismo con el corredor salino que une la línea de costa con el sector del Pont d’Inca donde se registra un aumento notable en la concentración salina durante los últimos años.

Las actuaciones necesarias para la mejoría de la situación actual incluyen la reducción de las extracciones en el sector del Pont d’Inca y la reubicación de nuevas captaciones en zonas más internas de la unidad (Santa Eugenia-Algaida), así como actuaciones conducentes a una reducción de la demanda o en su defecto suplementarla con recursos alternativos (recarga, importación desde otras unidades, desaladoras, etc.).

EVOLUCIÓN U.H. 18.15 SIERRAS CENTRALES

Pese a que el balance de la unidad resulta positivo, el volumen de las extracciones en la unidad se aproxima a la recarga estimada, por lo que un incremento significativo en las extracciones puede poner a la unidad en riesgo de sobreexplotación. No existen datos suficientes para evaluar correctamente la evolución de los niveles, que parecen en líneas generales, presentar descensos acumulados en el tiempo. La calidad del agua subterránea en la unidad es buena, no existiendo indicios de contaminación.

EVOLUCIÓN U.H. 18.16 MARINETA

La piezometría media de la unidad registra un descenso continuado de los niveles desde los valores iniciales del año 1.980, si bien es de escasa cuantía ya que apenas supera los 0,5 m de descenso medio en toda la unidad.

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

Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

intrusión de agua de mar, alcanzándose concentraciones de ión cloruro que superan los 2.200 mg/L.

La tendencia observada en la evolución de la concentración de cloruros en los últimos años hace pensar que de continuar con la explotación del acuífero en las condiciones actuales se producirá un progresivo avance del frente de intrusión salina hacia el interior de la unidad. Para frenar este proceso es necesario el control riguroso de los caudales de bombeo en estas zonas para evitar que la intrusión se convierta en un hecho generalizado que puede extenderse rápidamente a los sectores adyacentes de la unidad.

EVOLUCIÓN U.H. 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 cercanos a 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 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 (70 mg/L).

El porcentaje de explotación de esta unidad es elevado en las localidades costeras próximas a Capdepera. Es necesario un control riguroso de las explotaciones para evitar el riesgo de intrusión marina en este sector (costa oriental).

EVOLUCIÓN U.H. 18.18 MANACOR

El balance hídrico de la unidad es excedentario, pero no se tienen datos suficientes para determinar la evolución temporal de los niveles piezométricos en esta unidad.

Se han registrado problemas de intrusión marina en el límite oriental de la unidad, debido a la existencia de comunicación hidráulica con la vecina unidad 18.20 Marina de Llevant, y como consecuencia de las intensas extracciones que se realizan para el abastecimiento a la localidad costera de Porto Cristo.

También son importantes los problemas de contaminación por la presencia de nitratos, probablemente resultado de la actividad urbana, ya que el desarrollo agrícola en la zona no es intensivo. Las concentraciones registradas llegan a superar los 350 mg/L de ión nitrato.

EVOLUCIÓN U.H. 18.19 FELANITX

La piezometría de la unidad de Felanitx muestra valores iniciales altos, si bien la evolución media de los niveles indica un progresivo descenso que se acerca a los 4 m desde el año 1.980 hasta la actualidad, y de 1 m respecto al año 1.999. Igualmente, se registran conos de bombeo con cotas cercanas a los 10 m bajo el nivel del mar en las proximidades de la vecina unidad de Marina de Llevant. La posible permeabilidad del contacto entre ambas

Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

unidades constituye un riesgo real de que se inicie un proceso de intrusión marina en la unidad de Felanitx.

La calidad del agua es buena, con aguas generalmente de tipo bicarbonatado cálcico-magnésico excepto en algunos puntos donde hay una excesiva concentración de nitratos, procedentes de la contaminación a partir de fosas sépticas en sectores no conectados a la red de alcantarillado, registrándose concentraciones de ión nitrato que superan casi en 9 veces (440 mg/L) el límite establecido para aguas potables (50 mg/L).

EVOLUCIÓN U.H. 18.20 MARINA DE LLEVANT

Se trata de una unidad hidrogeológica excedentaria en recursos de agua subterránea pero que dadas sus peculiares características (un único acuífero muy permeable y transmisivo, conectado directamente con el mar, y una elevada concentración de bombeos en puntos muy localizados y cercanos a la línea de costa para el abastecimiento de localidades turísticas) han sufrido en los últimos años una progresiva salinización, más acusada en los sectores cercanos a núcleos de población importantes, donde la concentración de ión cloruro en las aguas subterráneas supera los 2.000 mg/L, incrementándose progresivamente en los últimos años. La conexión hidráulica existente en determinados sectores con las unidades vecinas de Manacor y Felanitx está determinando que en algunos sectores el proceso de intrusión marina comience a extenderse a dichas unidades.

El análisis de las facies hidroquímicas y de las principales relaciones iónicas confirman el proceso general de avance de la intrusión, con aguas predominantemente cloruradas sódicas o de tipo mixto (clorurado-bicarbonatado-sulfatado calcico-sódico-magnésico).

La tendencia observada en los últimos años pone de manifiesto el progresivo avance de la intrusión, debido a las características del acuífero mioceno y a la concentración de bombeos para el abastecimiento de las poblaciones turísticas. Los bombeos intensos que se localizan al oeste de la localidad de Porto Colom son un claro ejemplo de este proceso, cuya solución pasa por la redistribución de las captaciones existentes hacia el vecino acuífero dolomítico.

En el último año se han empezado a constatar indicios de contaminación por nitratos en los alrededores de la localidad de Santanyí y Cala Llombars, con concentraciones ligeramente superiores a las permitidas por la legislación para su consumo humano.

Para que el proceso de intrusión no se prolongue dentro de las unidades vecinas es necesario determinar mediante estudios hidrogeológicos específicos el tipo de límite que separa ambas unidades, con el objeto de reubicar las captaciones para el abastecimiento en las unidades hidrogeológicas adyacentes, en zonas donde no exista conexión hidráulica entre el acuífero mioceno de la Marina de Llevant y el dolomítico de Felanitx, Manacor y/o Artá. Adicionalmente se deben reducir las extracciones actuales mediante planes de ahorro conducentes a reducir la demanda, y el uso de aguas residuales depuradas para el riego de parques, jardines y campos de golf.

EVOLUCIÓN U.H. 18.21 LLUCMAJOR-CAMPOS

La evolución piezométrica media de la unidad presenta un descenso superior a los 2 m desde comienzos del año 1.980, si bien durante los últimos años la tendencia ha sido estable para el conjunto de la unidad. Por sectores, el sector comprendido entre Campos y Felanitx registra los mayores descensos, que pueden alcanzar los 9 m en los últimos 20 años. Los mapas de isopiezas indican que existe un amplio sector con cotas de nivel de agua muy próximas e incluso por debajo del nivel del mar, reflejo de la fuerte extracción que se produce en estos sectores para el regadío. Estas extracciones han dado lugar a una progresiva pérdida de la calidad del agua por procesos de intrusión marina que se ven acrecentados por la necesidad de extraer caudales superiores a los normales para compensar la salinidad. El resultado son aguas netamente cloruradas sódicas con contenidos en ión cloruro que superan puntualmente los 6.000 mg/L. 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.

La solución del problema implica necesariamente la reducción de las extracciones en la zona de regadío, complementando la dotación a partir de fuentes alternativas tales como el empleo de aguas residuales depuradas. Es recomendable también profundizar en el conocimiento de las características del umbral que separa el Llano de Campos del sector Porreres-Felanitx, para cuantificar el riesgo de afección del proceso de intrusión marina en este último sector, amenazado por un progresivo deterioro de la calidad en los últimos años. Para ello sería recomendable la elaboración de un modelo matemático de flujo y transporte, con el objeto de determinar en última instancia los emplazamientos idóneos para las nuevas captaciones que se realicen en esta unidad, y poder predecir los efectos en la evolución de la calidad del agua en el acuífero.

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).

Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

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

Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

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

(Situación)

- **Mapa de Unidades Hidrogeológicas**
- **Tabla de puntos de la red de piezometría**
- **Mapa de situación de la red piezométrica**
- **Tabla de puntos de la red de calidad**
- **Mapa de situación de la red de calidad**



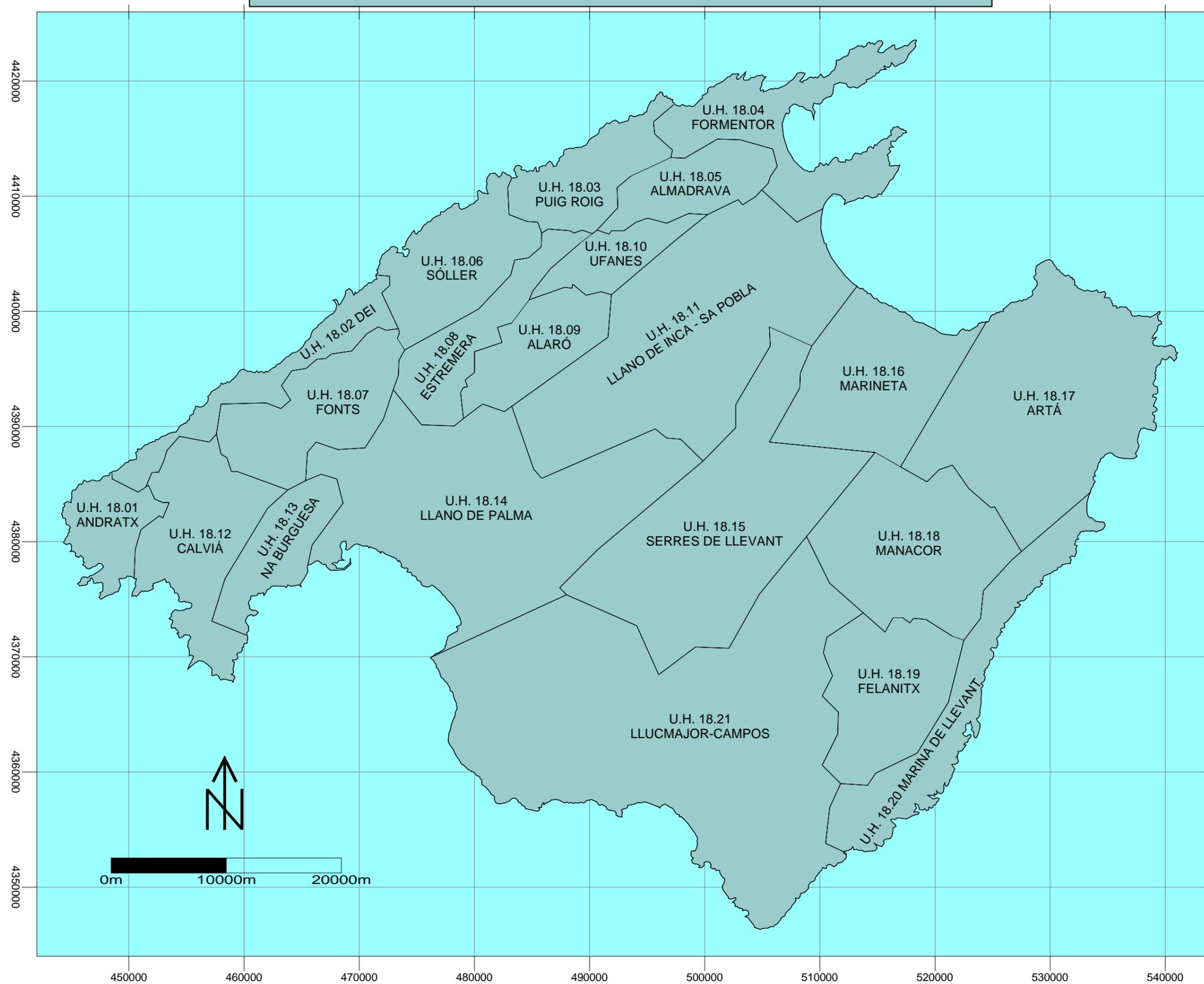
GOVERN BALEAR

Direcció General de Recursos Hídrics



Instituto Geológico
y Minero de España

DELIMITACIÓN DE UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

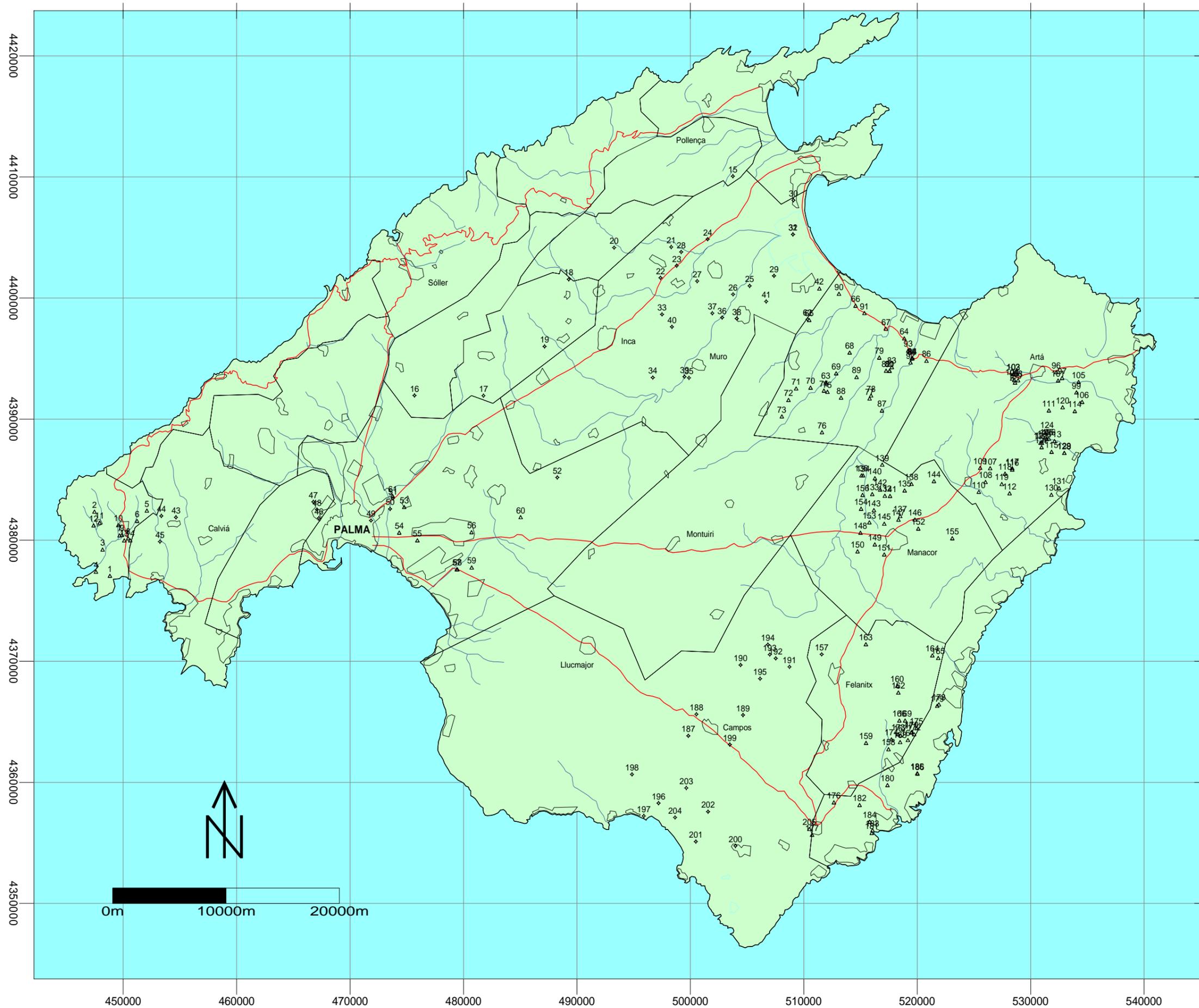


- 18.01 ANDRATX
- 18.02 DEIÀ
- 18.03 PUIG ROIG
- 18.04 FORMENTOR
- 18.05 ALMADRAVA
- 18.06 SÓLLER
- 18.07 FONTS
- 18.08 ESTREMERÀ
- 18.09 ALARÓ
- 18.10 UFANES
- 18.11 INCA-SA POBLA
- 18.12 CALVIÀ
- 18.13 NA BURGUESA
- 18.14 LLANO DE PALMA
- 18.15 SIERRAS CENTRALES
- 18.16 MARINETA
- 18.17 ARTÀ
- 18.18 MANACOR
- 18.19 FELANITX
- 18.20 MARINA DE LLEVANT
- 18.21 LLUCMAJOR-CAMPOS

SITUACIÓN DE LA RED PIEZOMÉTRICA (1º semestre 2.000)



GOVERN BALEAR
Direcció de Serveis i de Recursos Hídrics



LEYENDA

- D.G.R.H.
- I.G.M.E.

TABLA II. RED DE CONTROL DE CALIDAD											
MALLORCA (1º SEMESTRE 2.000)											
Nº ID	IGME/DGRH	UH	X UTM	Y UTM		Nº ID	IGME/DGRH	UH	X UTM	Y UTM	
1	372780082	1	450106	4379325		67		227	11	508760	4402080
2	Pou-1	1	452085	4382450		68		232	11	508628	4402893
3	Pou-2	1	451225	4381600		69		265	11	506340	4403170
4	Pou-3	1	449680	4380400		70		267	11	505900	4402812
5	Pou-4	1	450435	4380160		71		269	11	505279	4402480
6	Pou-6	1	449570	4381245		72		271	11	504721	4401947
7	Pou-7	1	447925	4381450		73		294	11	505770	4404107
8	Pou-8	1	447395	4381230		74		296	11	505862	4404604
9	Pou-9	1	450095	4379985		75		299	11	505134	4403921
						76		301	11	504489	4403533
10	392570287	5	503148	4411443		77		303	11	504077	4403195
						78		318	11	503444	4403389
11	382670003	8	475221	4392250		79		320	11	503962	4404261
						80		323	11	504841	4404941
12	382680039	9	481802	4391948		81		332	11	503046	4404551
13	392650123	9	488344	4396443		82		334	11	503517	4404910
						83		336	11	504106	4405347
14	392620140	10	497030	4406250		84		338	11	504634	4405661
						85		358	11	510795	4402209
17	382780836	11	480800	4375720		86	500 Son Ferragut ??		11	497190	4405040
18	392630144	11	505221	4401007		87	501 Son Ferragut 2 ??		11	501200	4405150
19	392630194	11	502520	4400383			Muro 15				
20	392630492	11	503814	4400922		88	13 Fuente Sont San Joan		11	507382	4401866
21	392630672	11	503475	4402422		89	13 Fss Sondeo		11	507380	4401860
22	392630820	11	505494	4402980			Muro				
23	392630890	11	502936	4406068		90		6	11	505406	4402603
24	392630891	11	502513	4406179		91		7	11	505144	4401801
25	392630899	11	501927	4402783		92		10	11	507122	4402072
26	392630963	11	502829	4405975			Inca				
27	392631060	11	502349	4404254		93		61	11	497032	4395910
28	392631149	11	504626	4403318		94		79	11	496779	4392339
29	392631494	11	502666	4403132		95		94	11	492729	4393160
30	392631524	11	503354	4403941		96		113	11	490900	4390080
31	392631629	11	500799	4404866		97		122	11	487765	4388126
32	392631711	11	503886	4406722			Marineta				
33	392640017	11	511530	4401049		146	Santa Eulalia		11	511375	4400790
34	392640079	11	507382	4401866		149	S'Hort de'n sacco		11	510950	4400735
35	392640935	11	508229	4407857							
36	392660048	11	497118	4393041		98		372740027	12	454651	4381889
37	392660183	11	493630	4394040		99		372780102	12	453801	4381662
38	392670077	11	501995	4398544		100		372780103	12	453835	4381579
39	392670096	11	504345	4398170		101		382710054	12	455385	4383379
40	392670119	11	503484	4399059		102		382750100	12	456178	4381081
41	392670282	11	501001	4397134							
42	392670325	11	501804	4399536		103		382720112	13	466726	4383207
43	392670356	11	500268	4398456		104		382760019	13	466198	4380716
44	392670399	11	503337	4399582		105		382760021	13	466309	4380755
45	392670435	11	498689	4398445							
46	392670460	11	499314	4397355		107		382720049	14	468469	4383506
141	392680126	11	507701	4398963		108		382730288	14	473717	4383578
158	392650162	11	489400	4394760		109		382730296	14	476674	4384681
159	392670514	11	499670	4394260		110		382780827	14	482115	4374885
	Sa Pobla					15		382740126	14	482550	4388500
48		8	501221	4402888		16		382740127	14	480672	4385936
49		13	500238	4402599		111		30	14	472361	4383992
50		15	507125	4400950		112		71	14	475348	4385002
51		19	501011	4400898		113		78	14	470139	4384069
52		43	504057	4401445		114		79	14	470484	4383712
53		66	503544	4402519		115		246	14	474085	4382227
54		82	502374	4403714		116		264	14	474354	4381524
55		91	501791	4399726		117		268	14	474724	4381777
56		109	503586	4400111		118		318	14	475474	4382413
57		114	502392	4399023		119		326	14	475313	4383469
58		121	504339	4400462		120		343	14	476216	4380401
59		142	502951	4398235		121		375	14	477788	4382350
60		152	501021	4397244		122		395	14	477998	4380337
61		159	501863	4398531		123		429	14	478104	4381483
62		171	500224	4398472		124		431	14	478695	4381609
63		173	500089	4397358		125		442	14	479285	4382508

Estado de las Aguas Subterráneas en el Archipiélago Balear

TABLA II. RED DE CONTROL DE CALIDAD (continuación)									
MALLORCA (1º SEMESTRE 2.000)									
Nº ID	IGME/DGRH	UH	X UTM	Y UTM	Nº ID	IGME/DGRH	UH	X UTM	Y UTM
129	587	14	475289	4379677	188	E-12 Ses Cegues	19	518488	4363330
130	636	14	472798	4378720					
131	659	14	473413	4379296	211	392880056	20	511356	4356834
132	872	14	478489	4379527	179	725-2-16	20	521906	4366440
133	926	14	480912	4382256	180	E-13 Marselleta 3	20	520000	4360750
134	932	14	482394	4381683	181	E-14 Marselleta 2	20	520030	4360720
135	986	14	469349	4384911	189	Mondragó A Na Xot	20	514950	4358170
136	1271	14	480320	4376921	190	Mondragó B Forestales	20	516100	4356050
137	1369	14	480360	4375051	191	Mondragó C Simonet	20	515840	4356750
138	1554	14	480384	4380439					
139	1617	14	481478	4379373	200	392830161	21	500534	4365626
140	1653	14	480285	4381389	201	392830181	21	504643	4365559
	Llucmajor				202	392830187	21	504396	4369676
212	723-4-5	14	480280	4372220	203	392830189	21	505080	4369463
213	723-4-6	14	479550	4372570	204	392830190	21	505048	4367700
					206	392840042	21	508742	4370101
106	392730112	15	505240	4385880	207	392860111	21	494855	4360661
					208	392870166	21	503977	4354754
47	402610003	16	513426	4400502	209	392870243	21	504234	4362252
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 Bauilo	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
					224	724-6-5	21	495900	4357300
155	402670303	17	533172	4392043	225	724-6-7	21	497300	4358400
156	402720077	17	526870	4384860	226	724-6-9	21	494908	4360840
157	402720078	17	524480	4385630	227	724-7-1	21	503635	4363240
160	402730269	17	527610	4384120	228	724-7-3	21	501592	4357770
161	402730270	17	529890	4387630	229	724-7-4	21	503830	4355020
	M. Llevant				230	724-7-5	21	500750	4355600
182	700-3-84	17	532500	4384320	231	724-7-8	21	504689	4362050
192	672-7-27	17	532773	4393400	232	724-7-9	21	502280	4356870
193	672-8-26	17	534226	4393070	233	724-7-10	21	501317	4356260
194	672-7-36 b	17	532420	4393195	234	724-7-11	21	505504	4361830
195	672-7-49	17	528476	4393740	235	724-7-12	21	500250	4359210
196	Son Xerubí SS7	17	531607	4388380	236	724-7-15	21	500663	4358800
197	Son Comparèt SS9	17	531131	4387140	237	724-7-16	21	501595	4358348
198	SS-C	17	532960	4387205	238	724-8-4	21	509578	4357935
199	Ca'n Pasta SS5	17	531440	4388970	239	748-3-1	21	502930	4353780
					240	748-3-2	21	500570	4352550
162	402750236	18	512950	4378430					
163	402750237	18	513490	4380949					
164	700-1-1	18	516037	4383813					
165	700-1-14	18	515085	4385358					
166	700-1-19	18	518500	4382000					
167	700-1-21	18	519495	4384650					
168	700-1-57	18	516913	4386244					
169	700-1-7	18	515233	4385354					
170	700-1-87	18	516183	4382490					
171	700-1-A	18	517145	4383673					
172	700-5-76	18	517093	4381361					
173	700-5-89	18	519797	4381703					
174	700-5-95	18	518344	4381701					
175	CGTCC	18	517089	4378829					
176	Vivero	18	515182	4383746					
177	402810005	19	513147	4369705					
178	402810090	19	514571	4369159					
205	392840021	19	511857	4370684					
	M. Llevant								
183	725-1-32	19	519382	4367370					
184	725-1-49	19	519024	4367280					

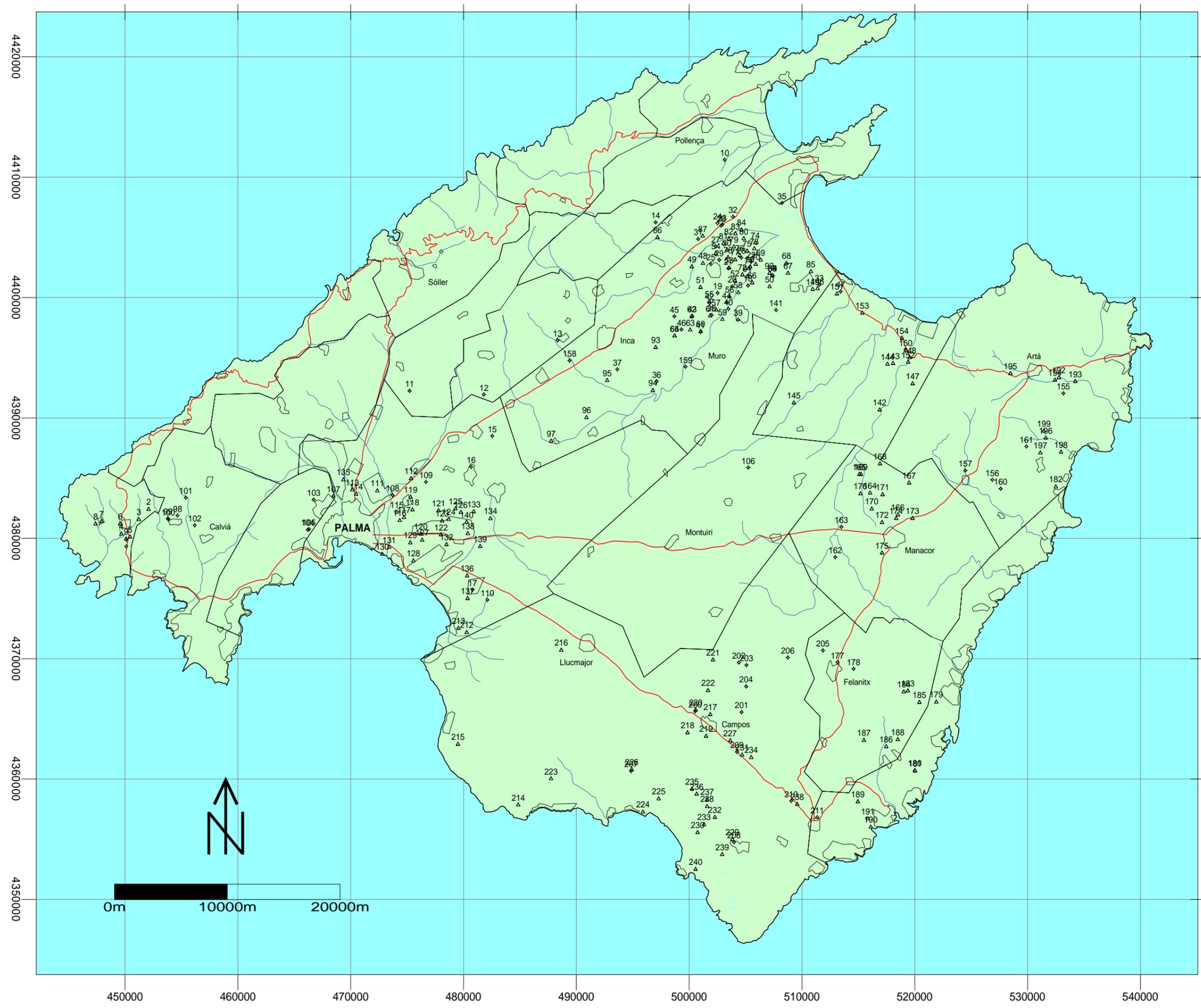
SITUACIÓN DE LA RED DE CALIDAD (1º semestre 2.000)



Instituto Geográfico y Estadístico de España



GOVERN BALEARS
Direcció General d'Informació i Estadística



LEYENDA

- △ D.G.R.H.
- ◇ I.G.M.E.

ANEXO II

(Piezometría 2.000)

- **Mapa de piezometría (por U.H.)**
- **Mapa de piezometría (sin delimitar U.H.)**



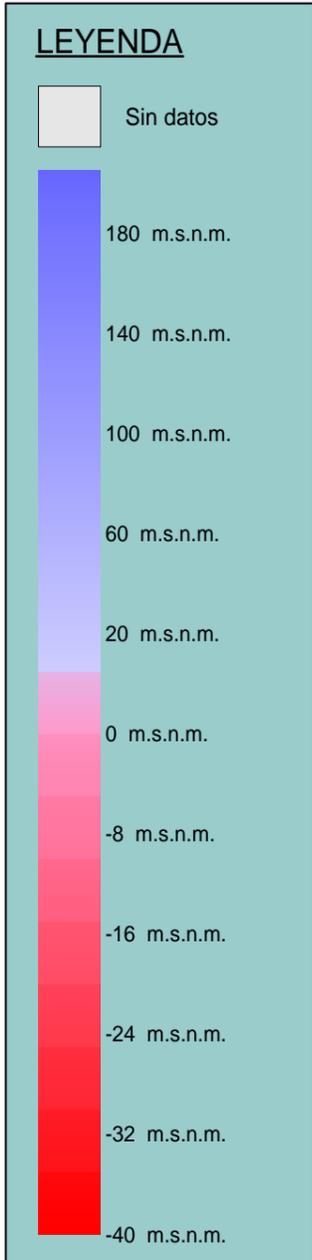
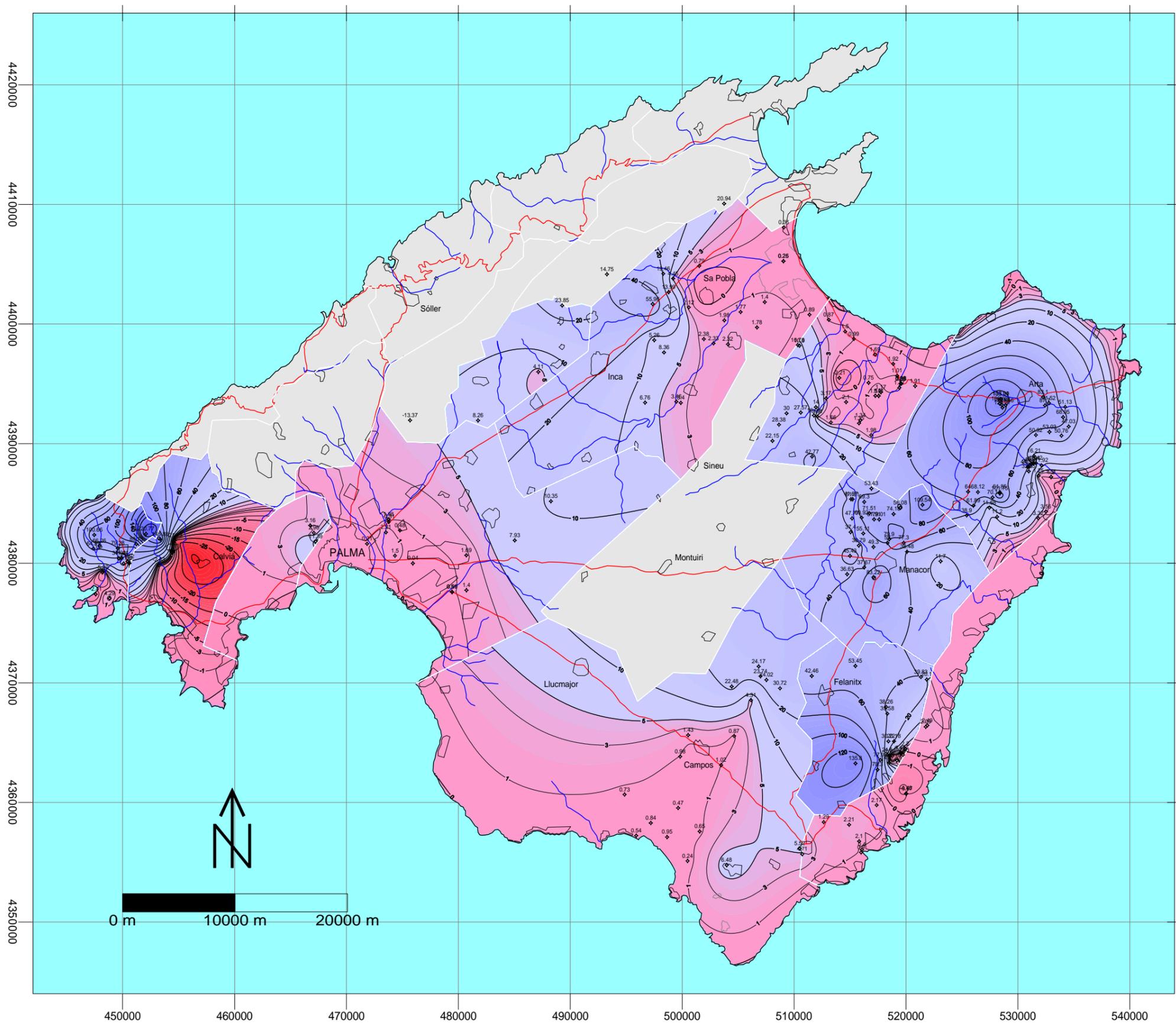
GOVERN BALEAR

Direcció General de Recursos Hídrics

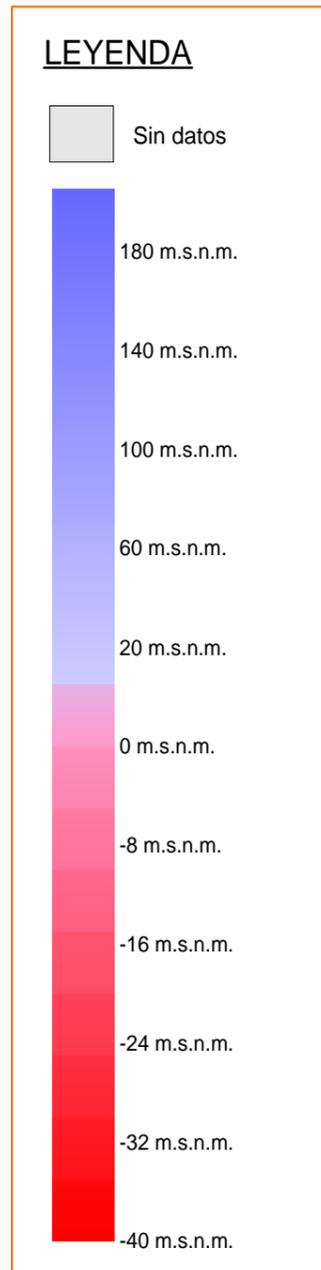
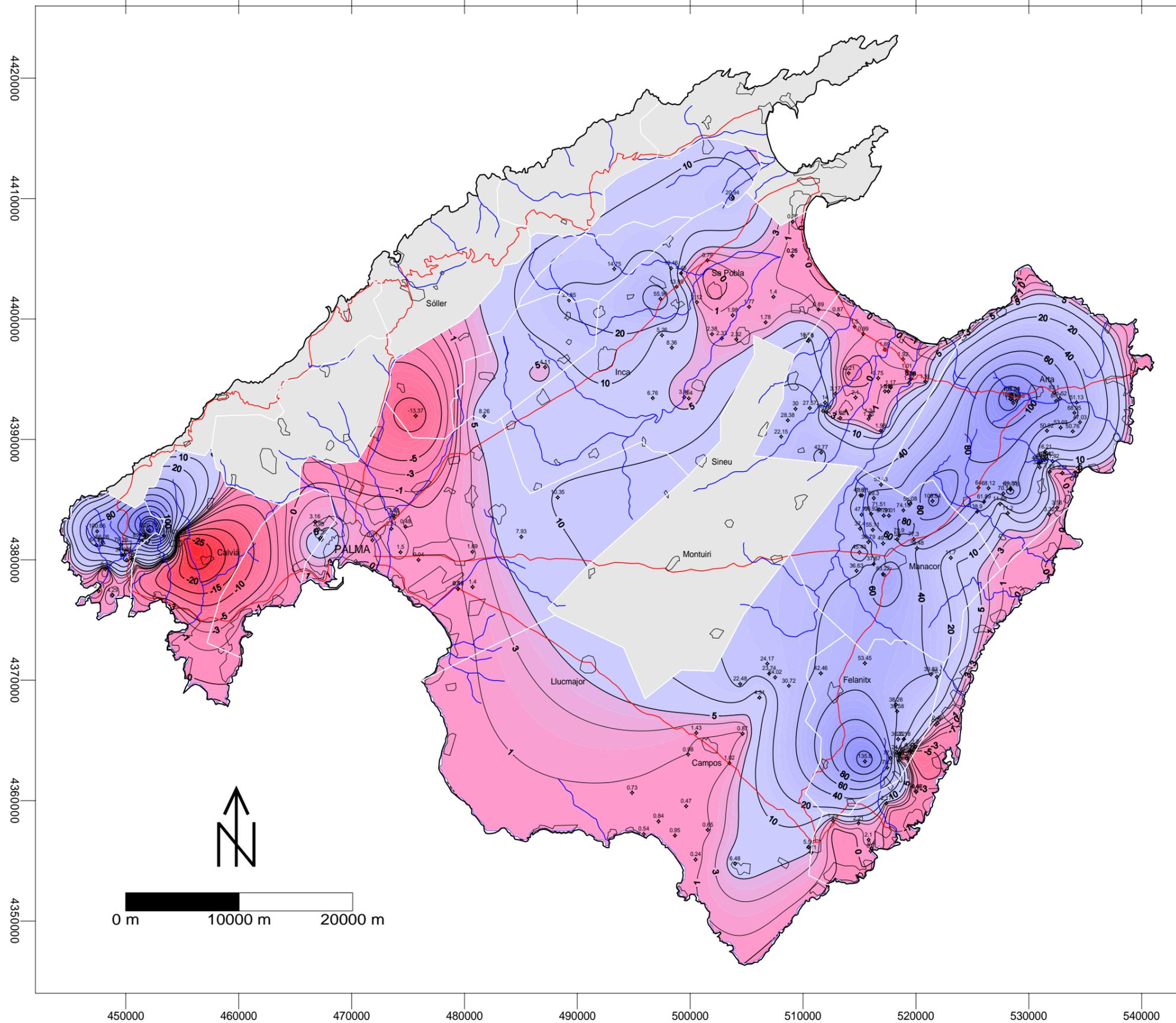


Instituto Geológico
y Minero de España

MAPA DE PIEZOMETRÍA (1º semestre 2.000)



MAPA DE PIEZOMETRÍA (1º semestre 2.000) - Sin delimitar por U.H.



ANEXO III

(Calidad 2.000)

- **Diagramas de Piper (facies hidroquímica) año 2.000**
- **Mapa de isoconductividad**
- **Mapa de isocloruros**
- **Mapa de isonitratos**
- **Mapa de isosulfatos**



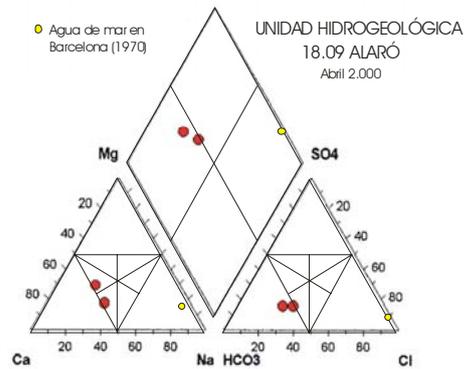
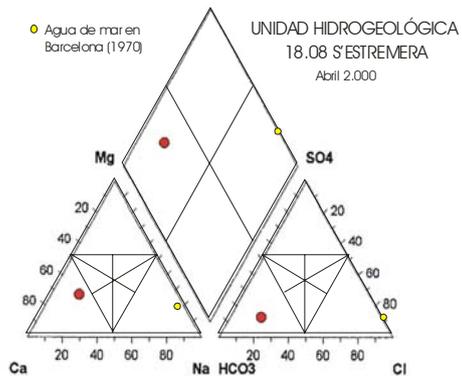
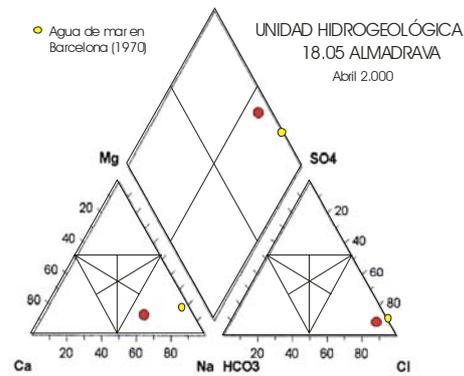
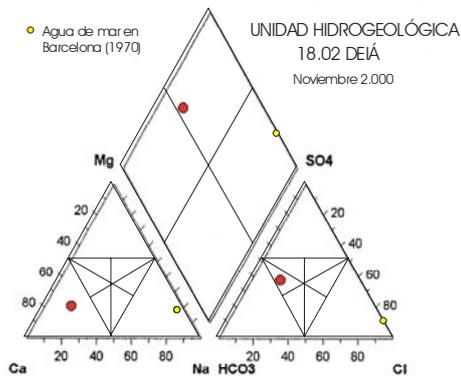
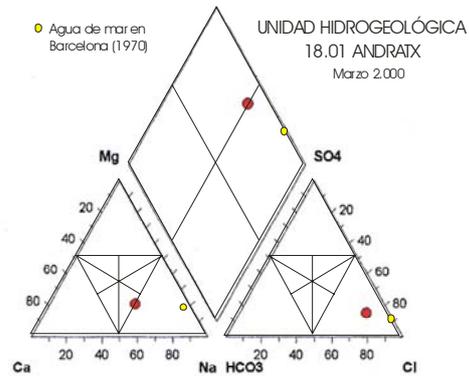
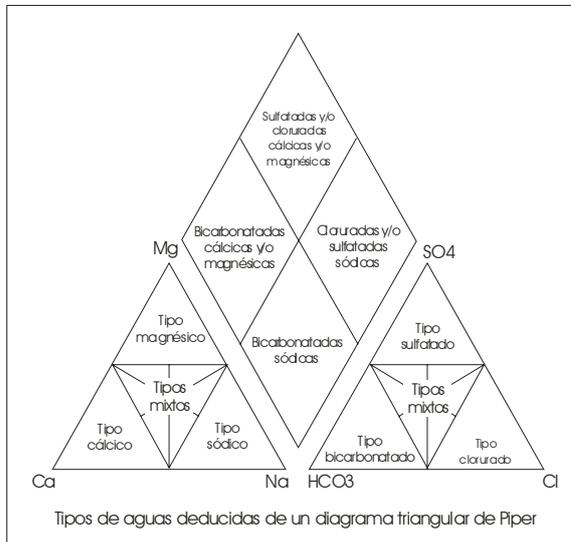
GOVERN BALEAR

Direcció General de Recursos Hídrics



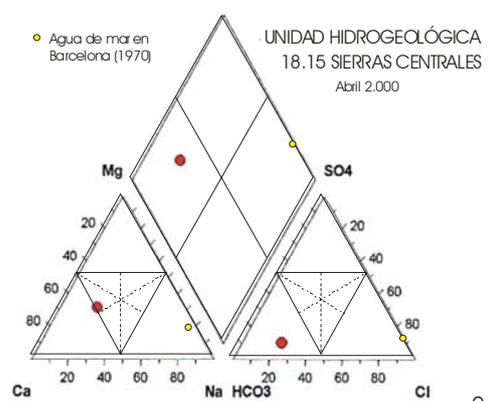
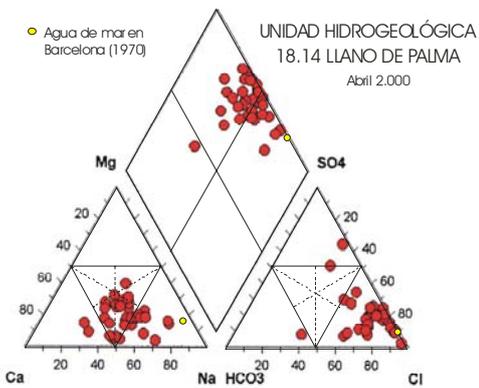
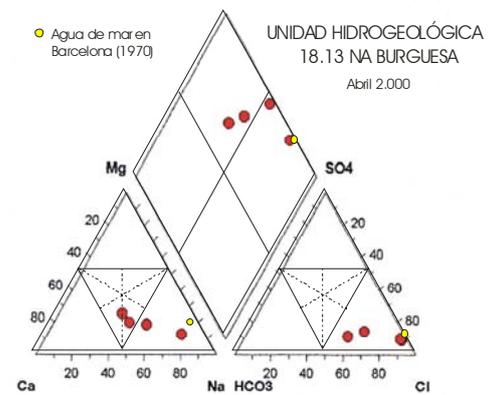
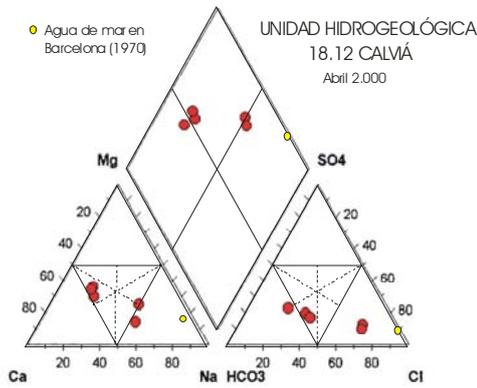
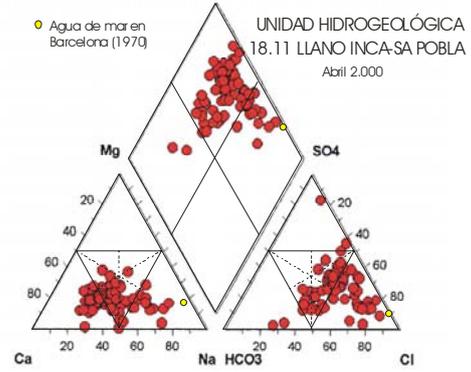
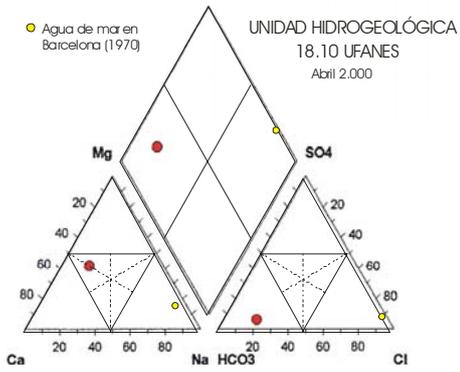
Instituto Geológico
y Minero de España

TIPOLOGÍA DE AGUAS. CLASIFICACIÓN DE PIPER



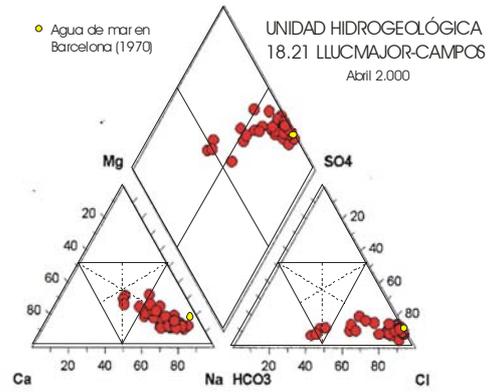
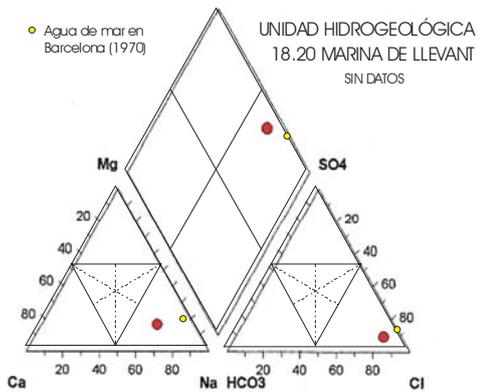
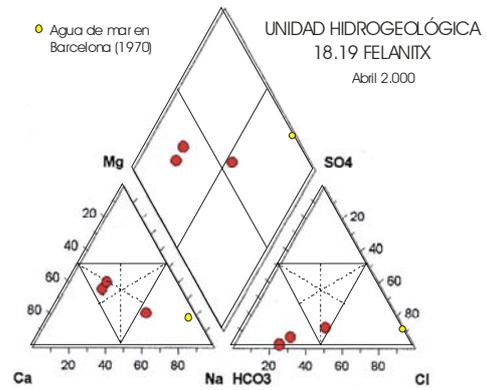
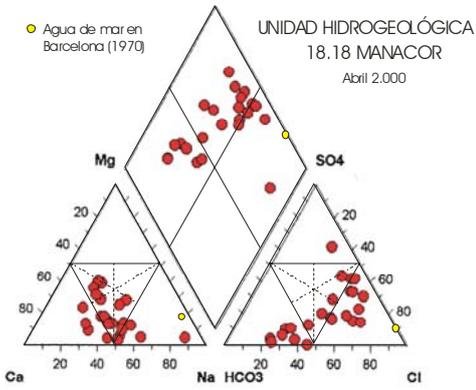
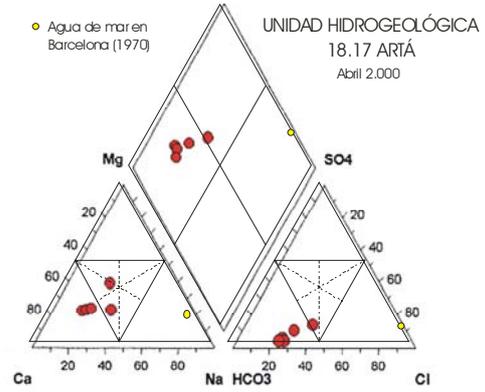
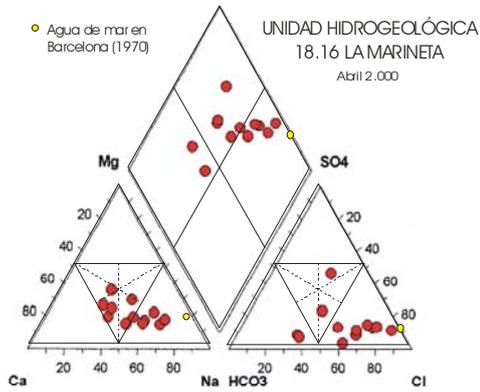
TIPOLOGÍA DE AGUAS. CLASIFICACIÓN DE PIPER

CONTINUACIÓN

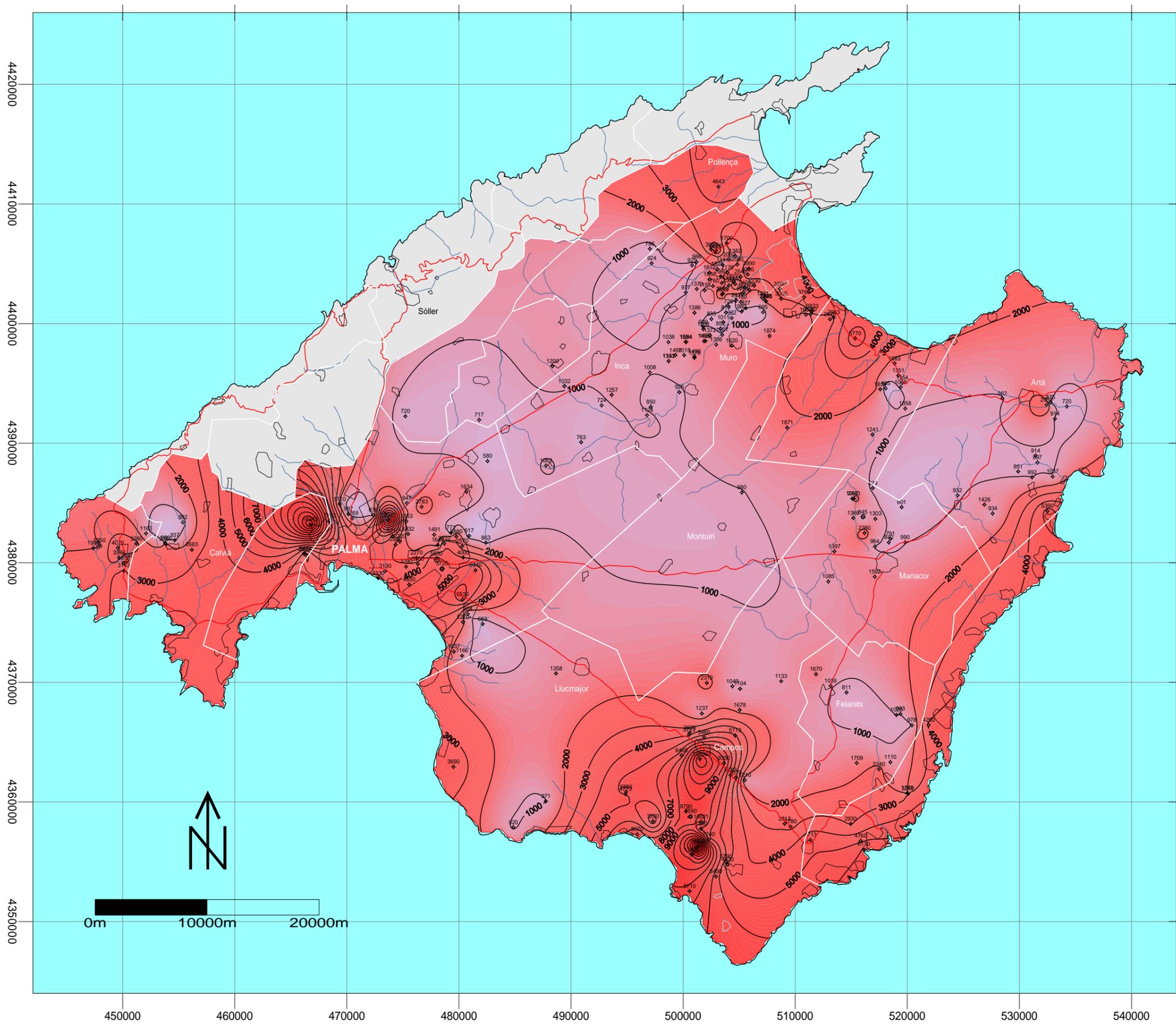


TIPOLOGÍA DE AGUAS. CLASIFICACIÓN DE PIPER

CONTINUACIÓN



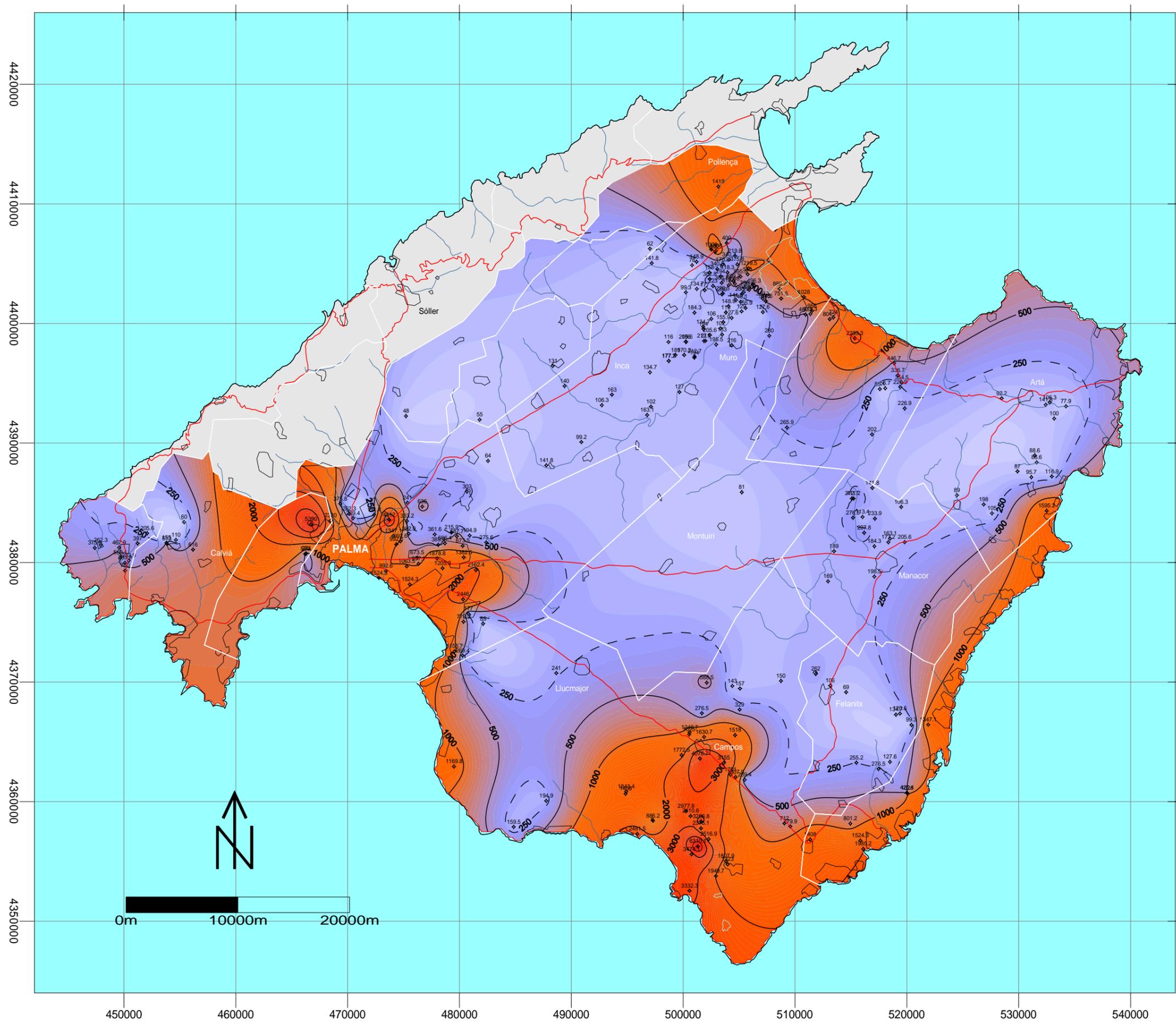
MAPA DE ISOCONDUCTIVIDAD (1º semestre 2.000)



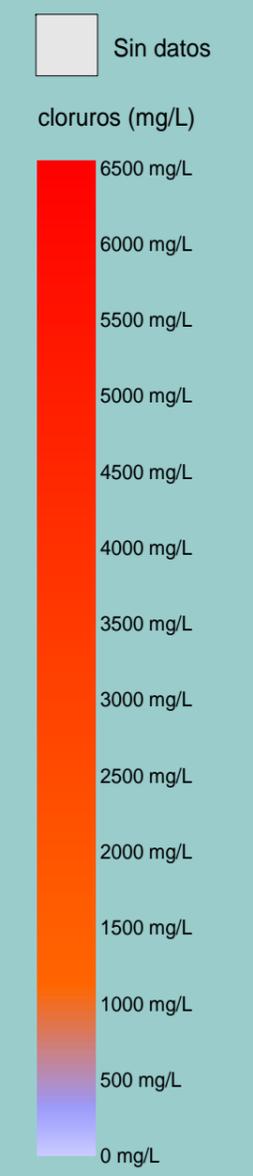
LEYENDA



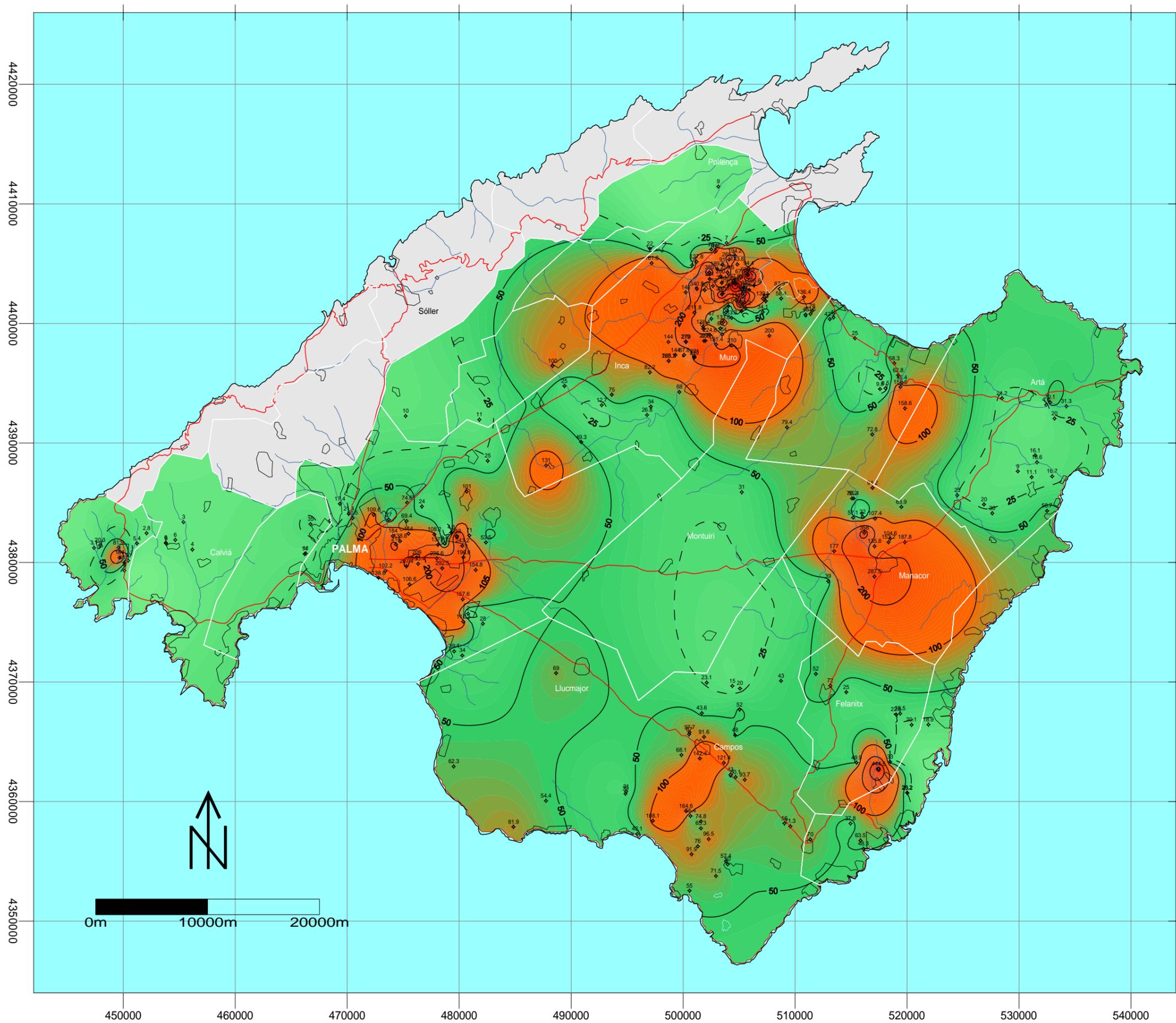
MAPA DE ISOCLORUROS (1º semestre 2.000)



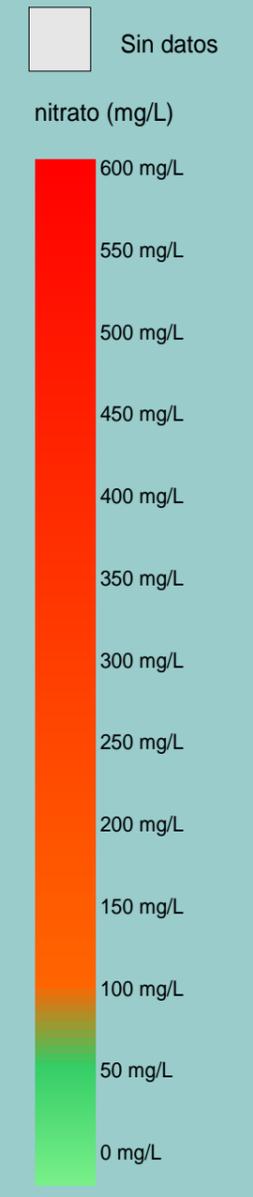
LEYENDA



MAPA DE ISONITRATOS (1º semestre 2.000)



LEYENDA



ANEXO IV

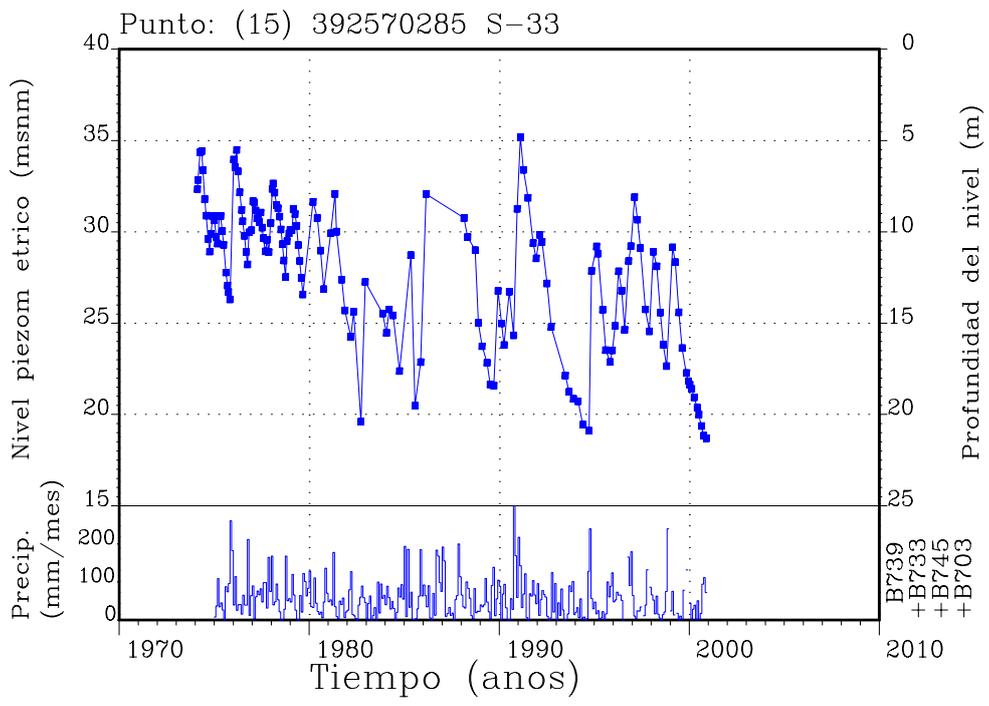
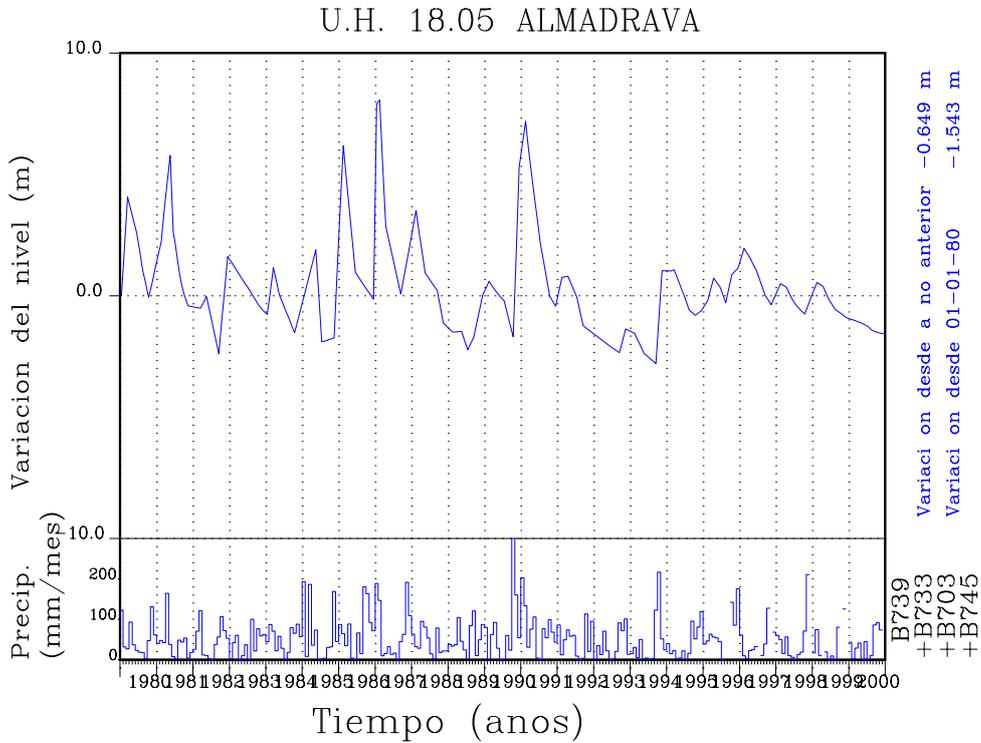
(Evolución piezometría y calidad)

- **Evolución niveles piezométricos**
- **Evolución cloruros y facies hidrogeoquímica**



DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

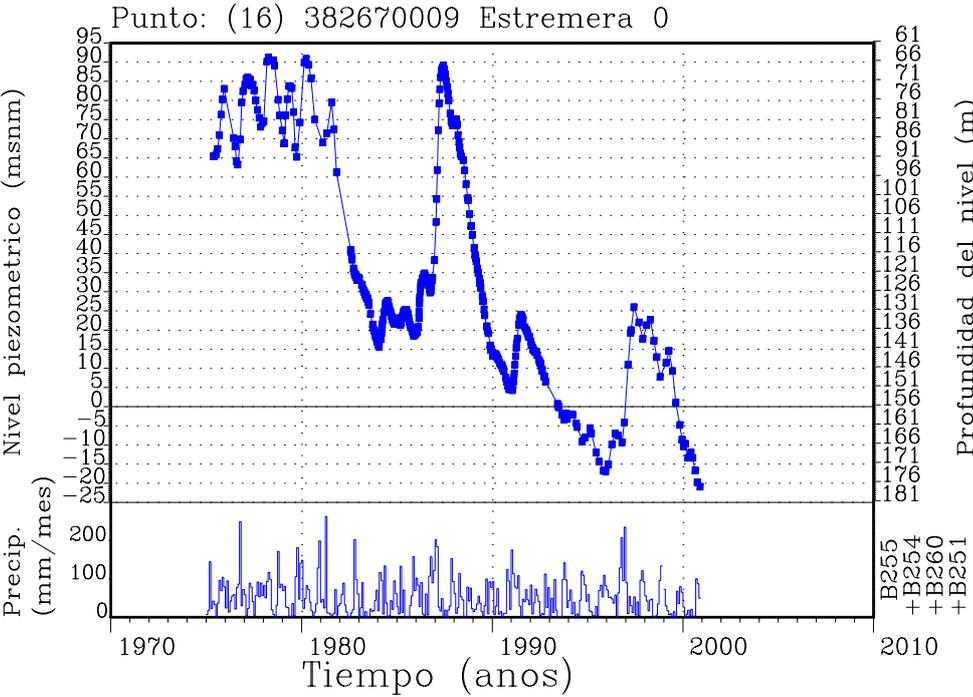
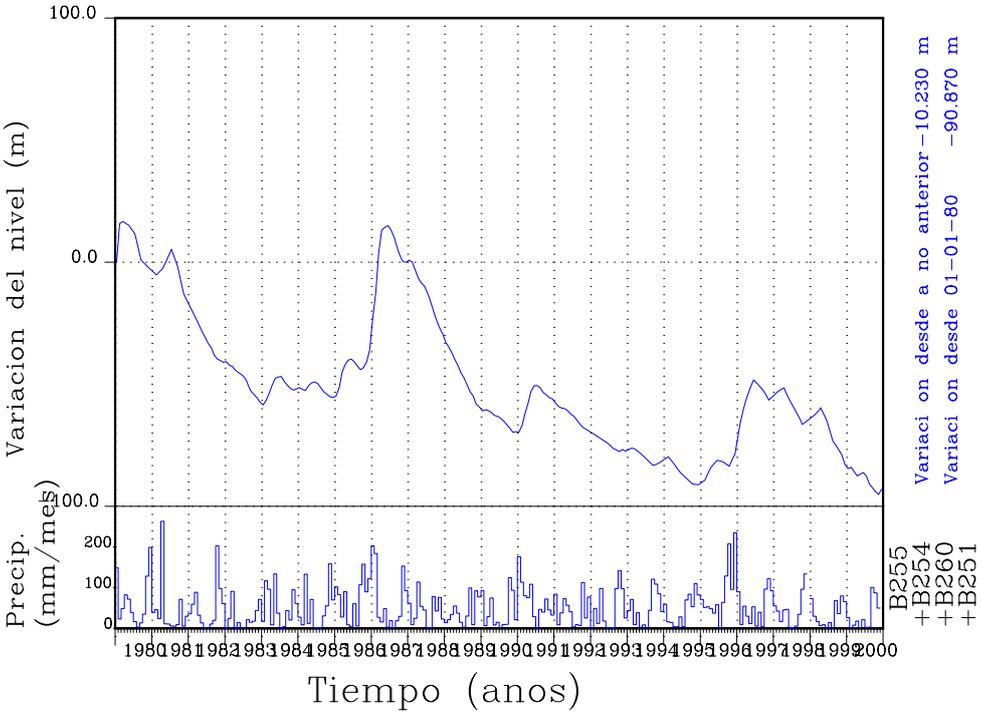
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.05



DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

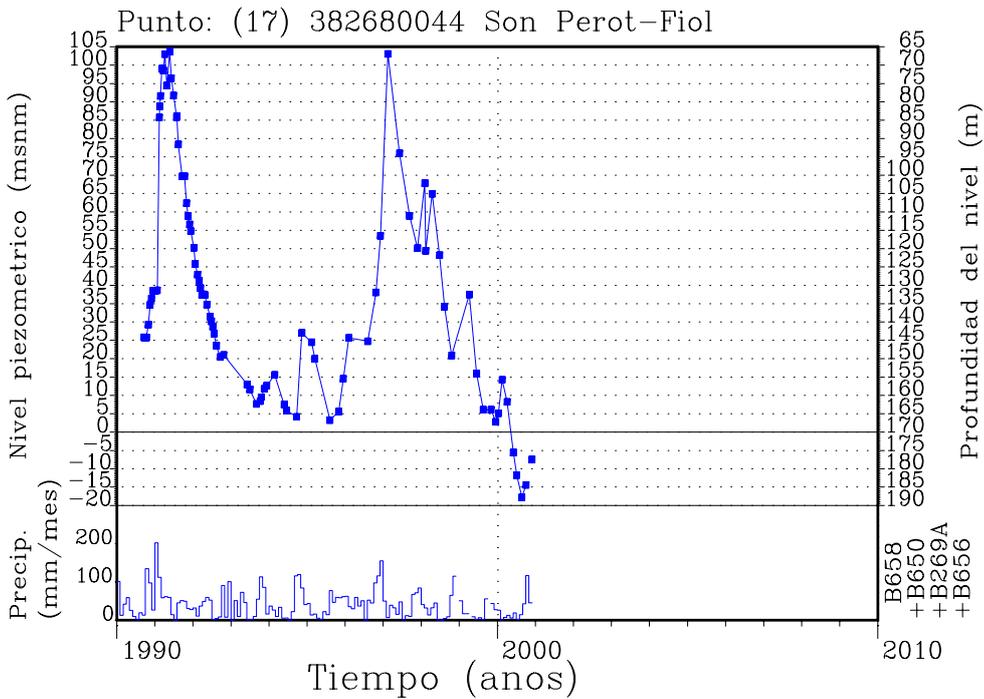
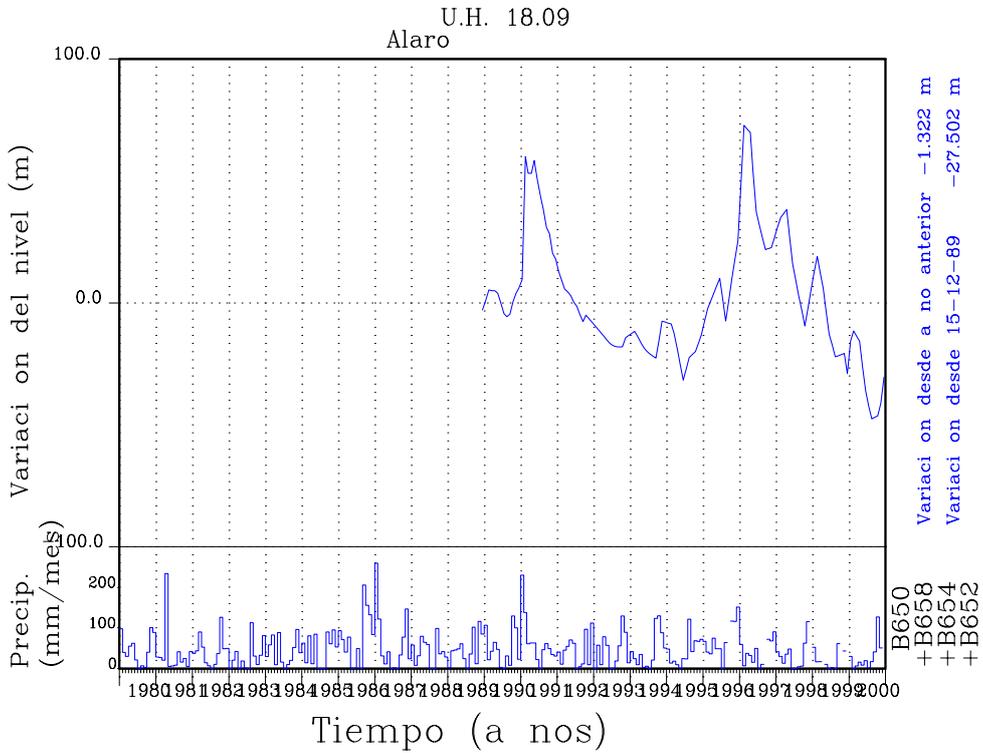
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.08

U.H. 18.08 S'ESTREMERERA



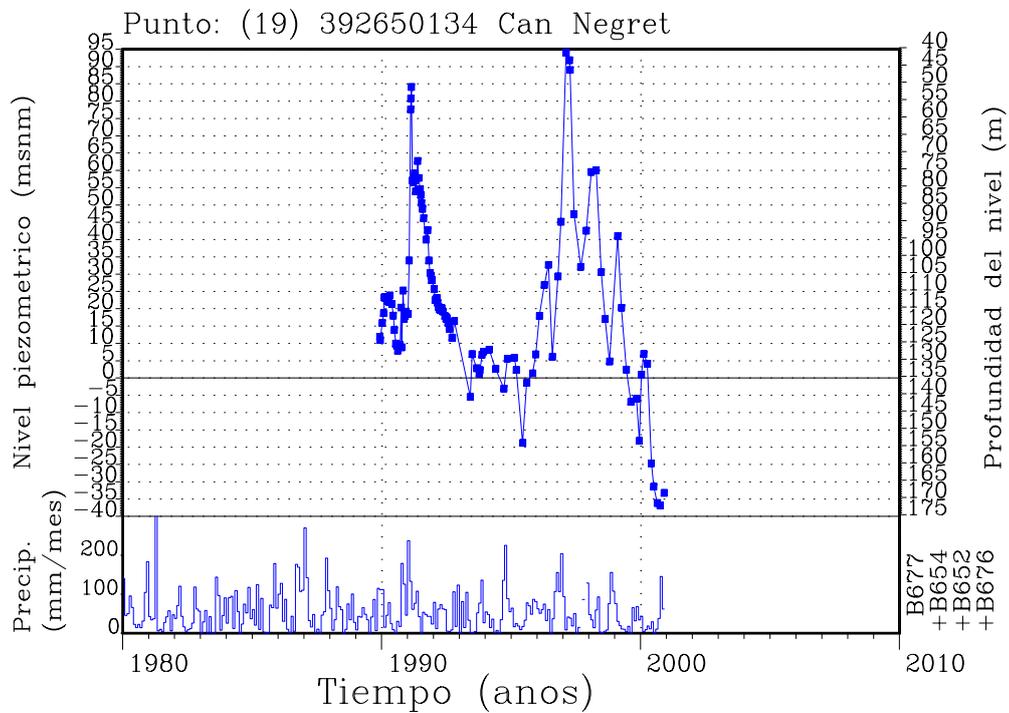
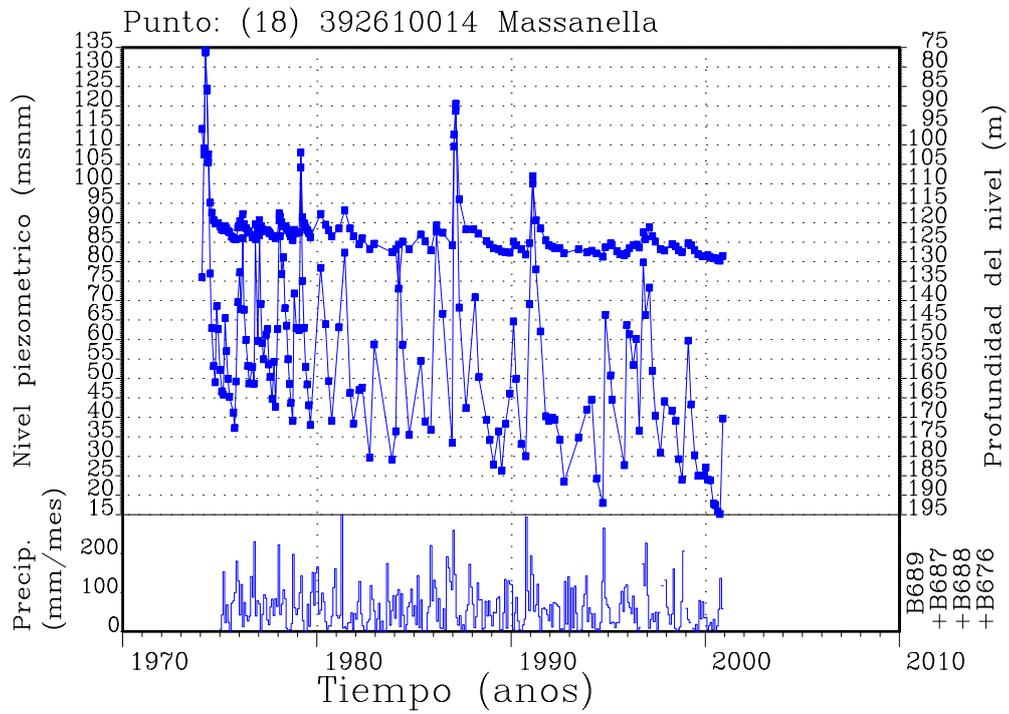
DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.09



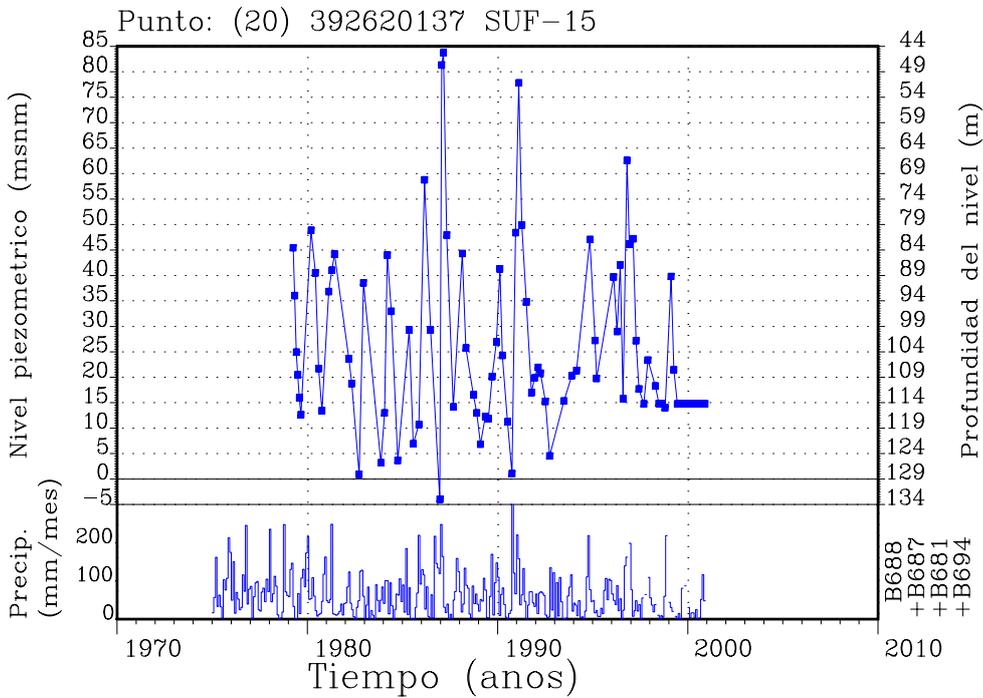
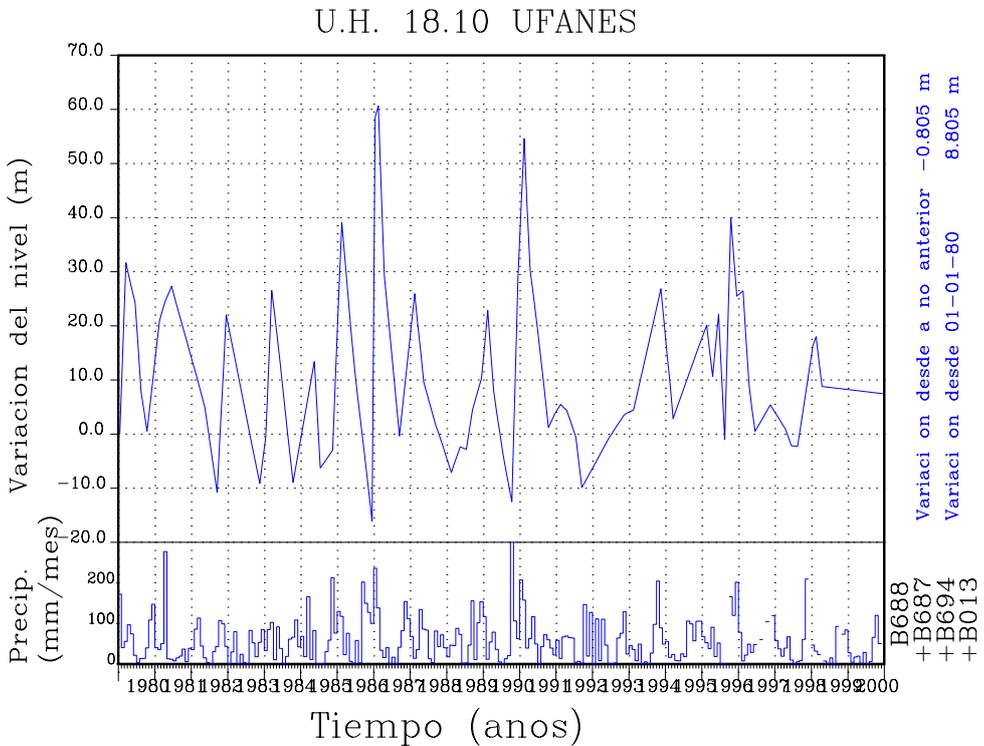
DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.09 (continuación)



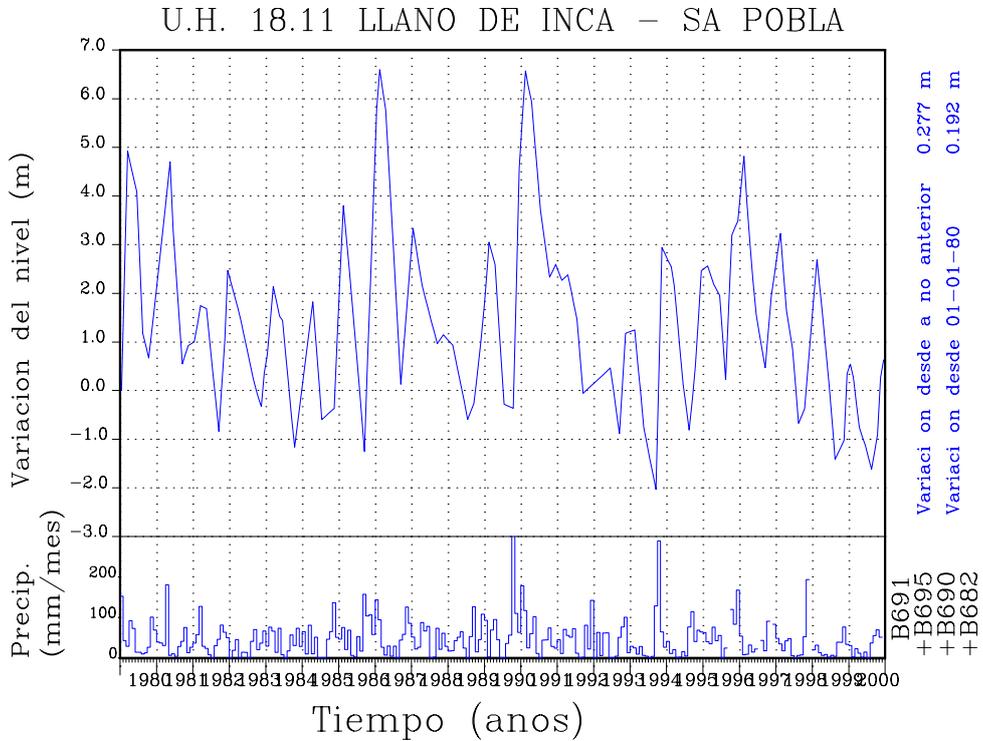
DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.10

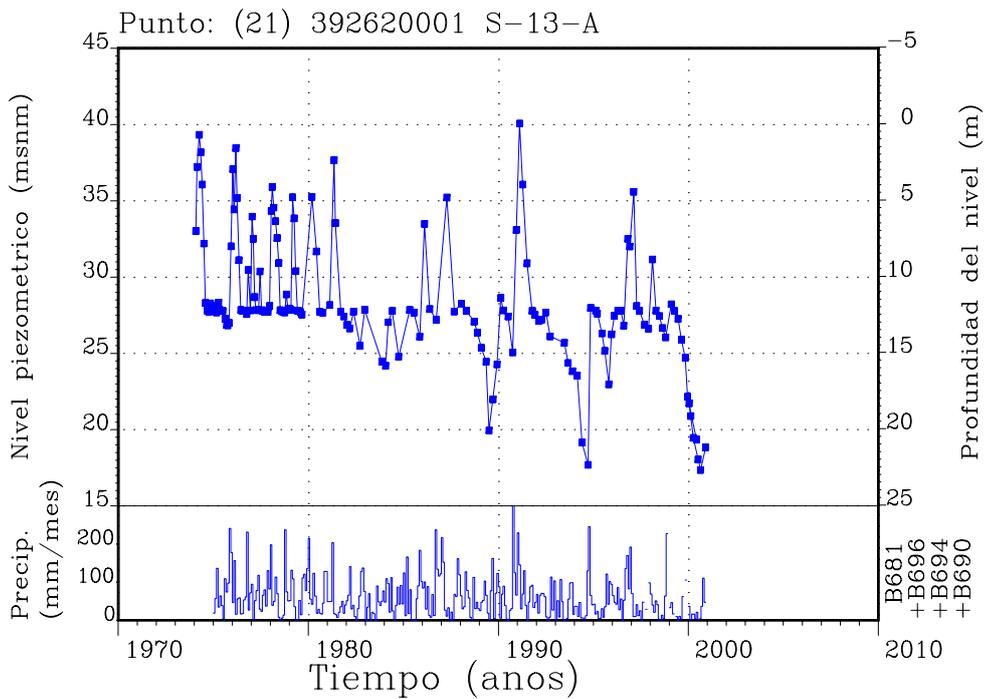


DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.11

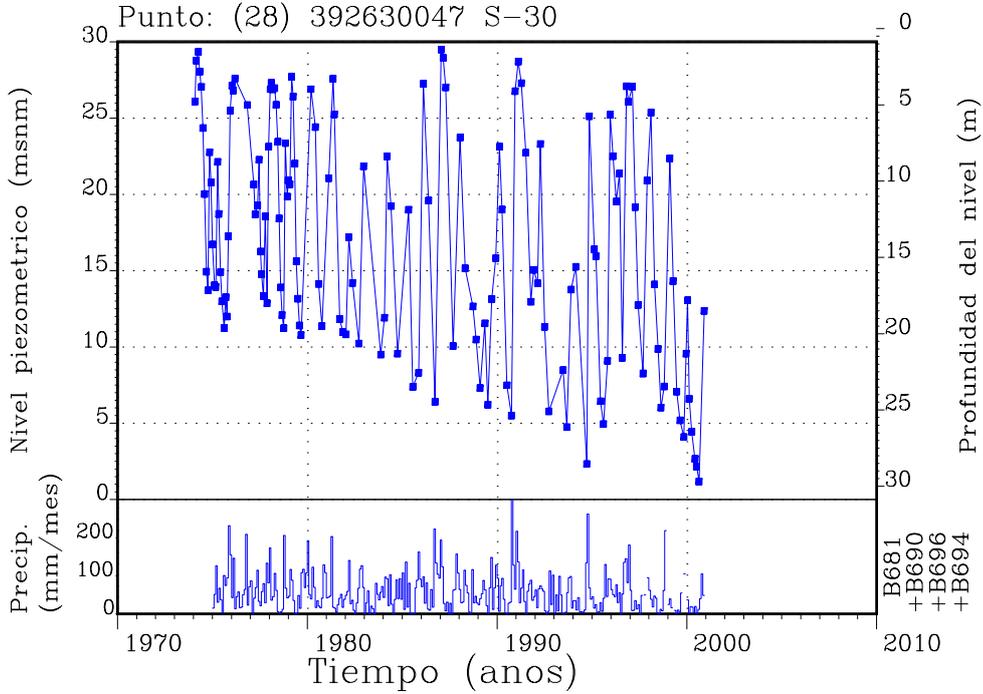


Sector Norte

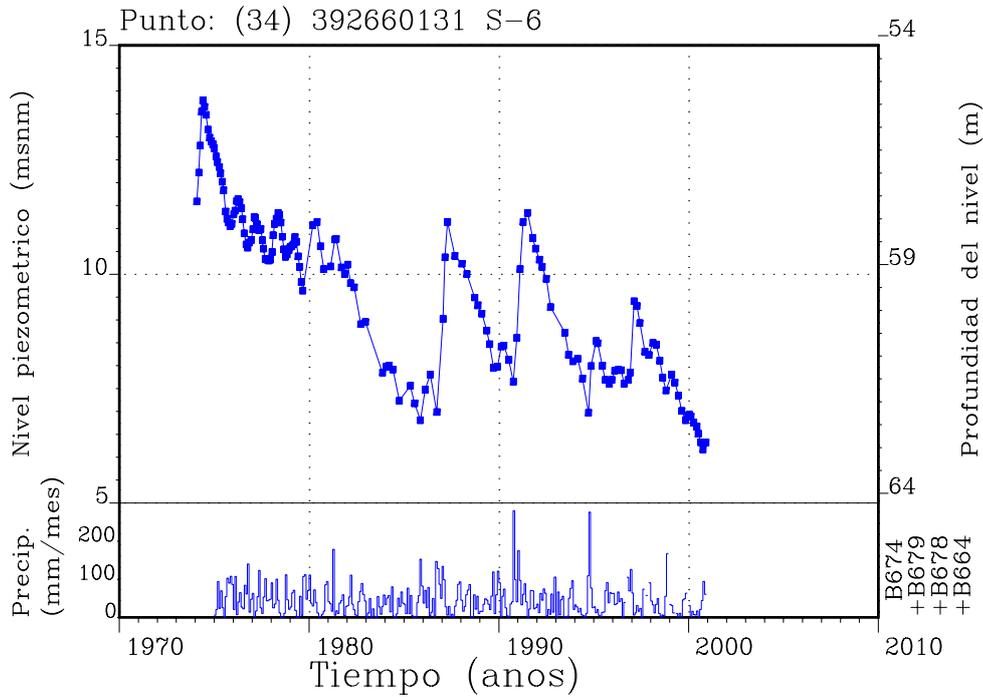


DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.11 (continuación)

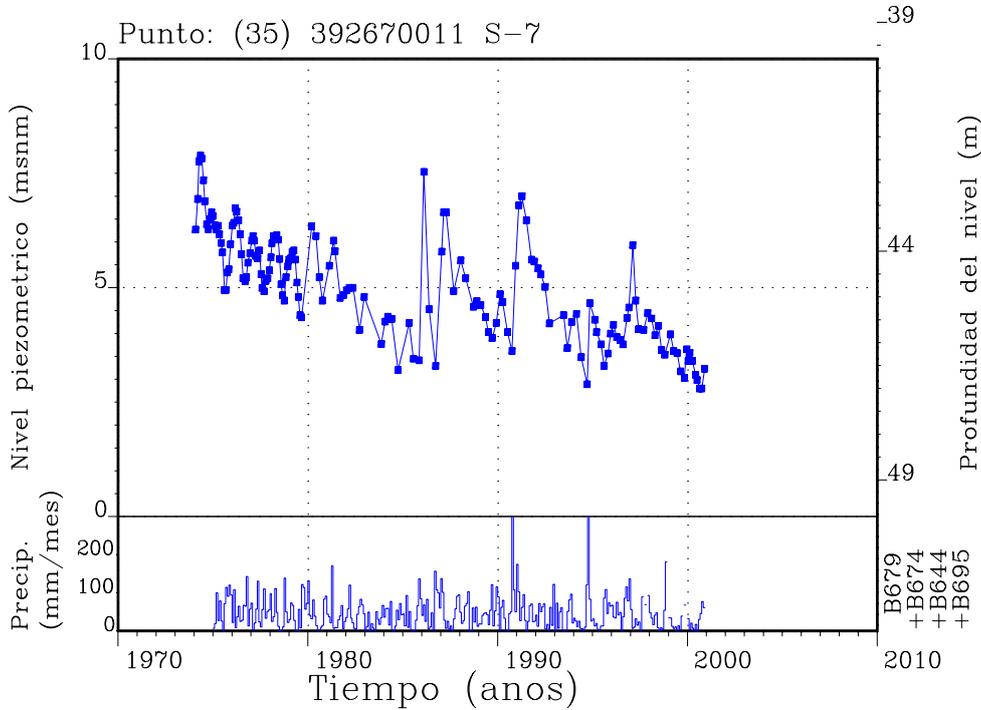


Sector Occidental

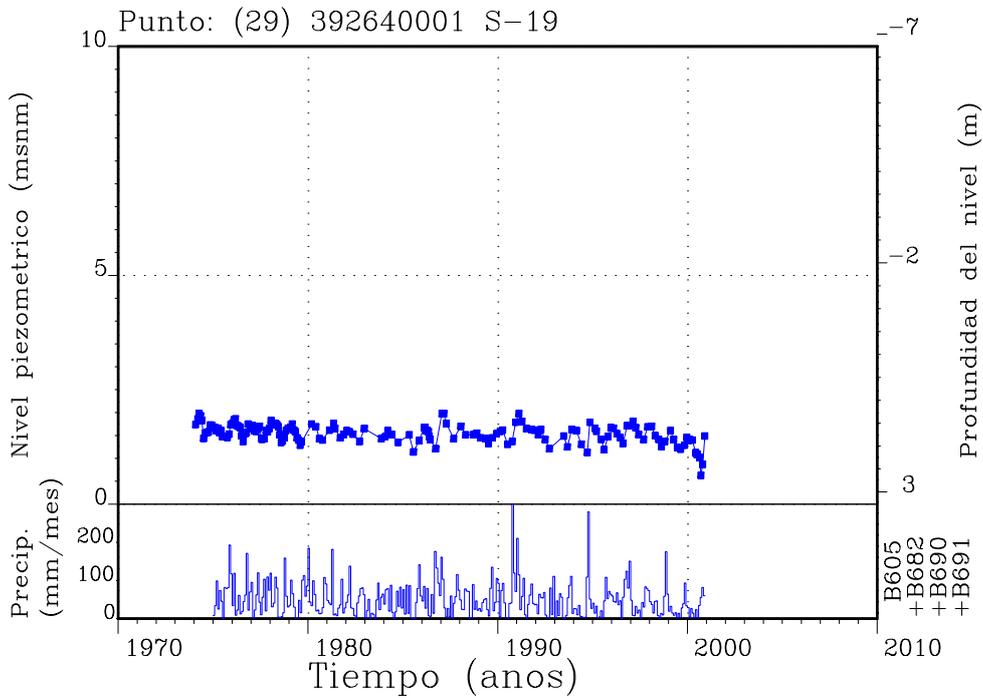


DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.11 (continuación)

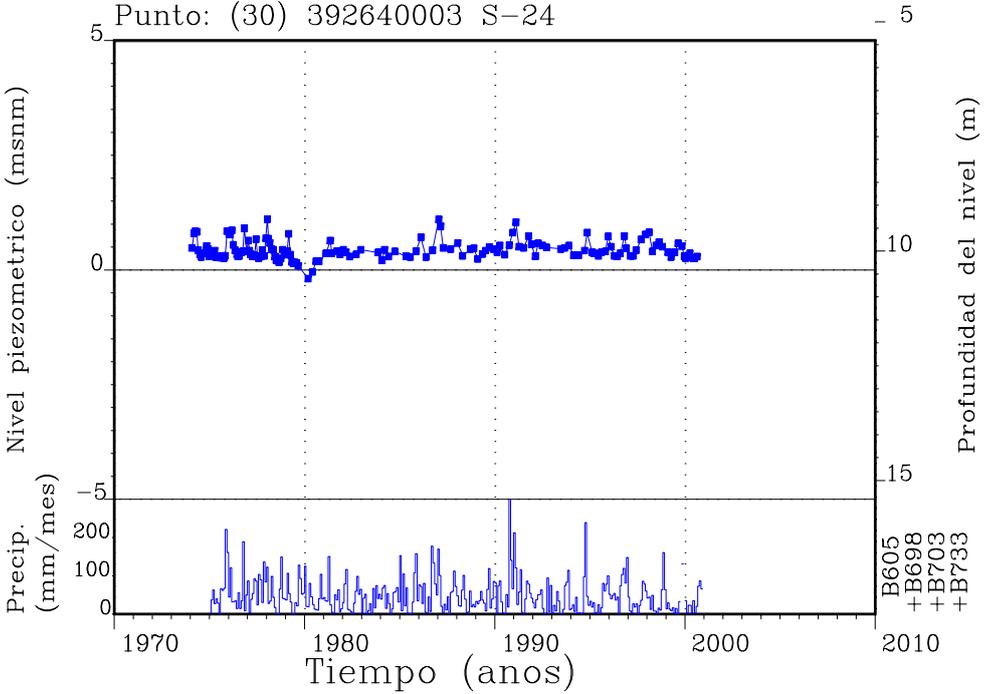


Sector Oriental

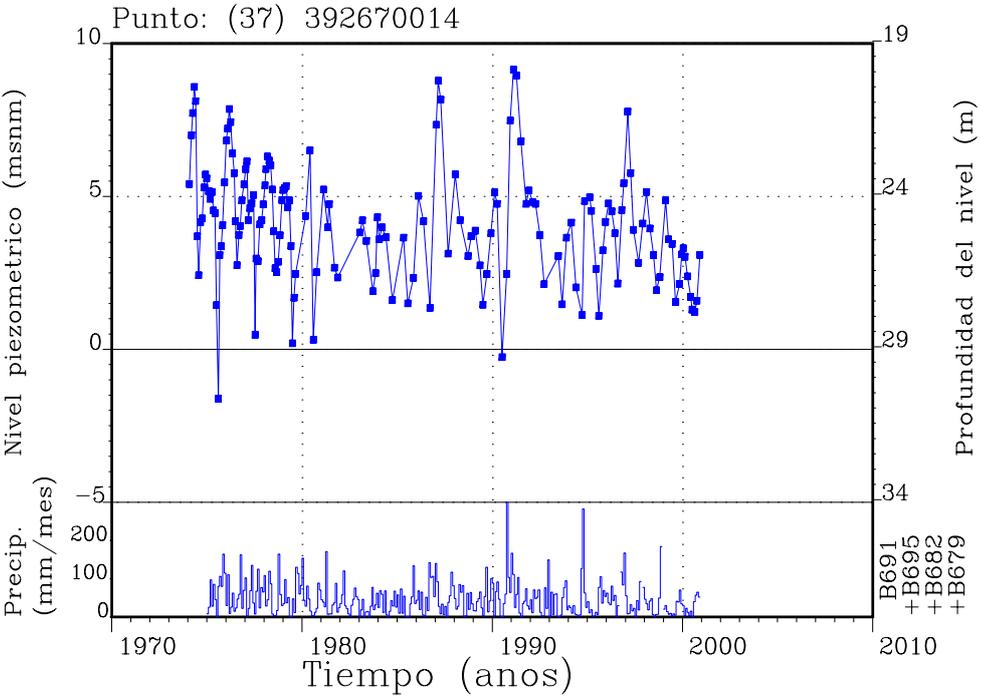


DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.11 (continuación)

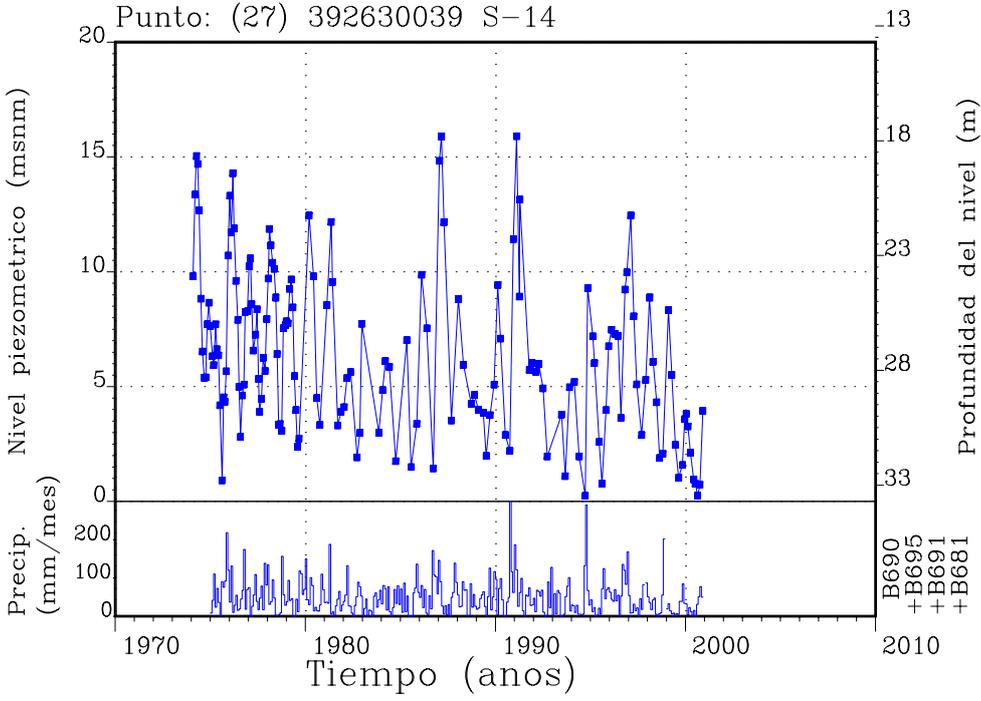


Sector Central

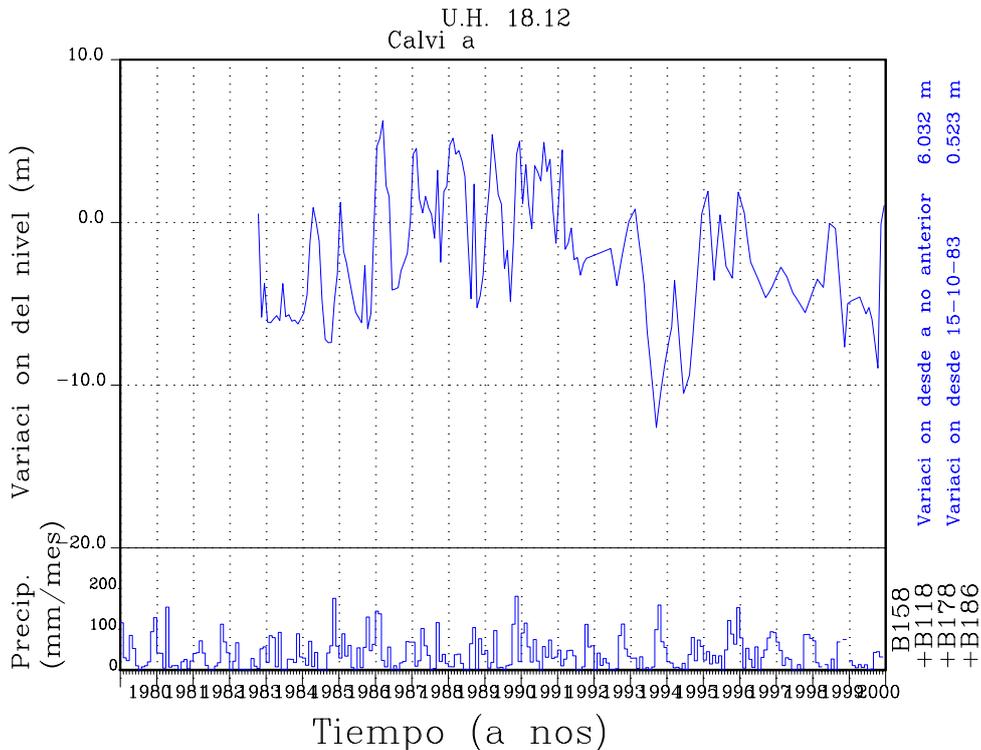


DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.11 (continuación)

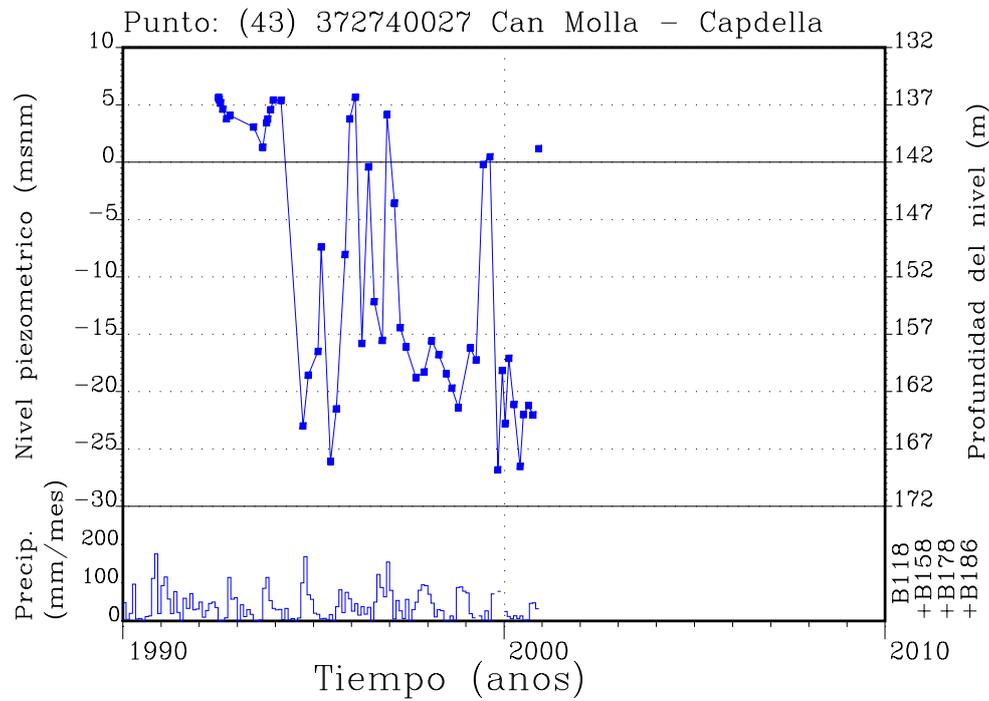
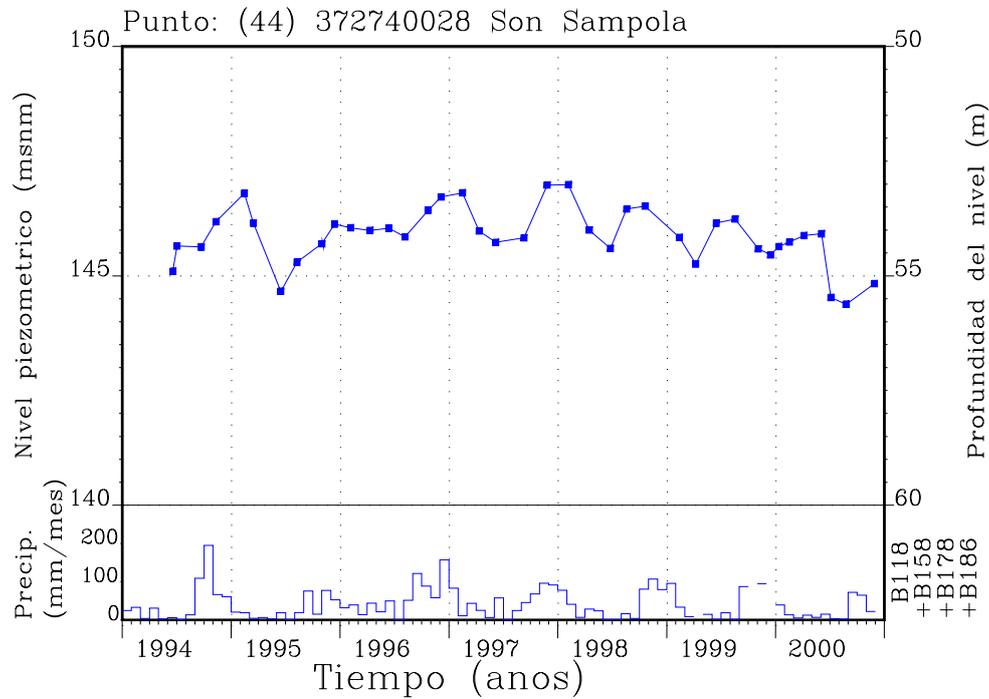


UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.12



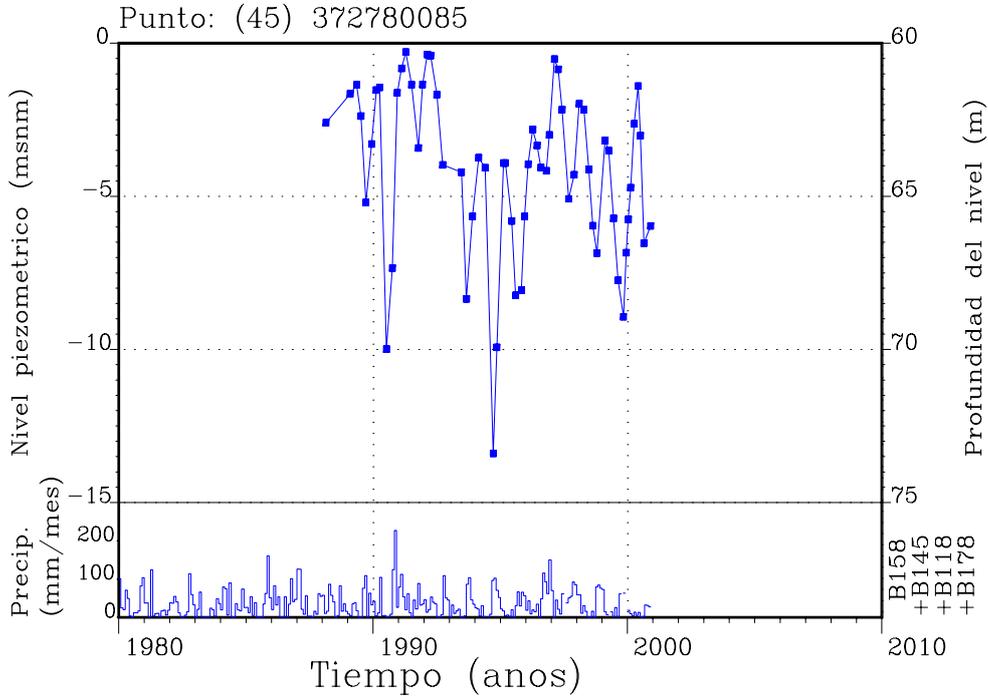
DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.12 (continuación)

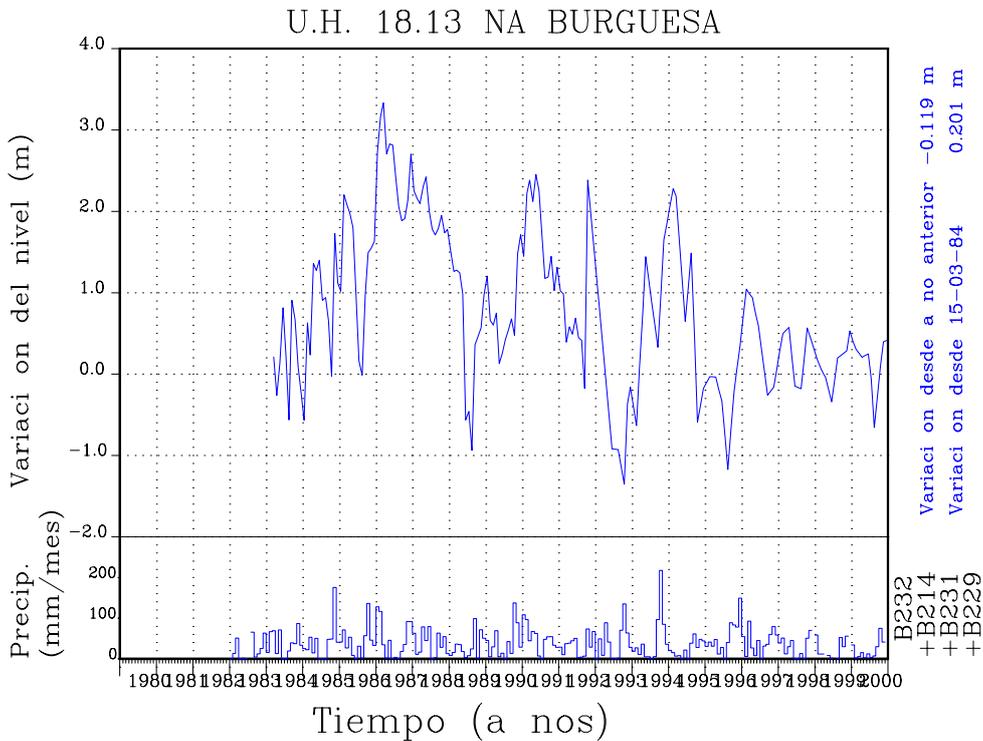


DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.12 (continuación)

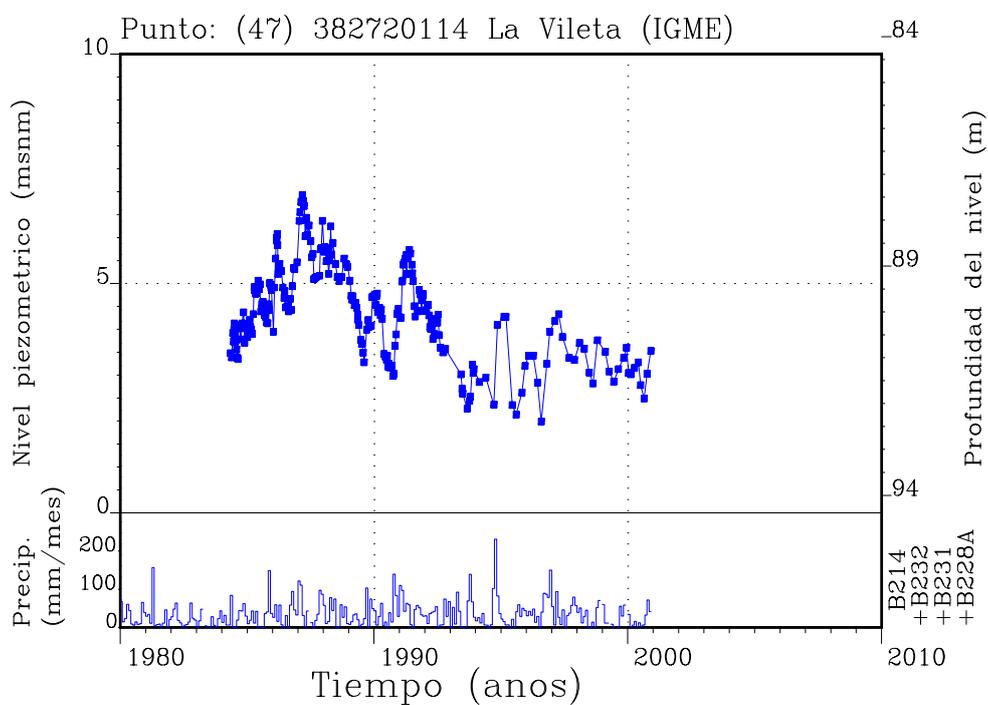
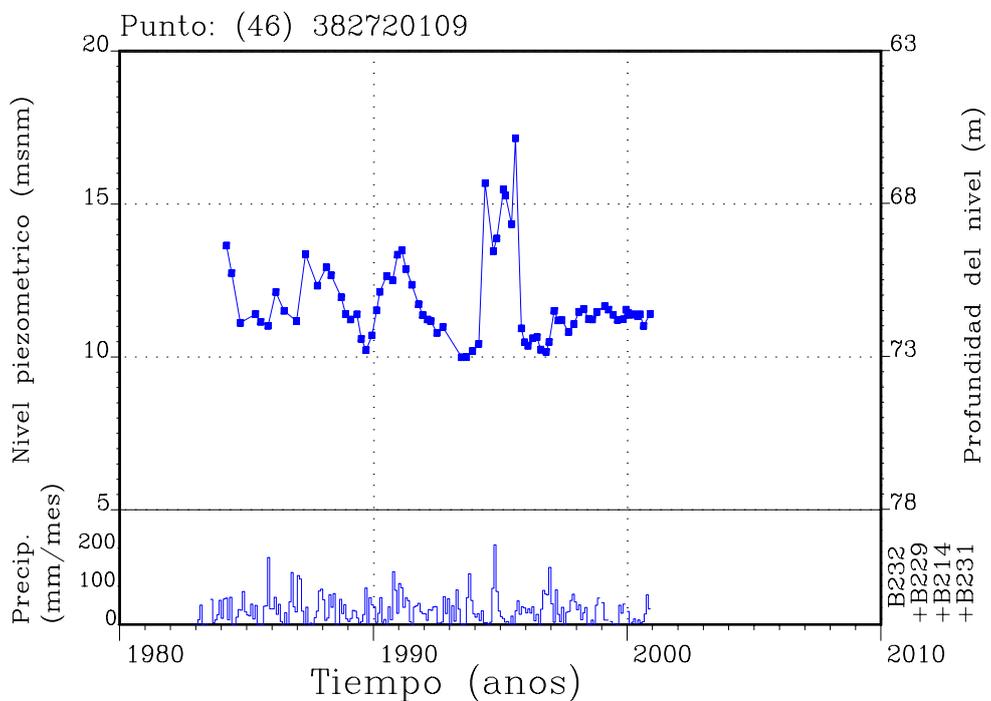


UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.13



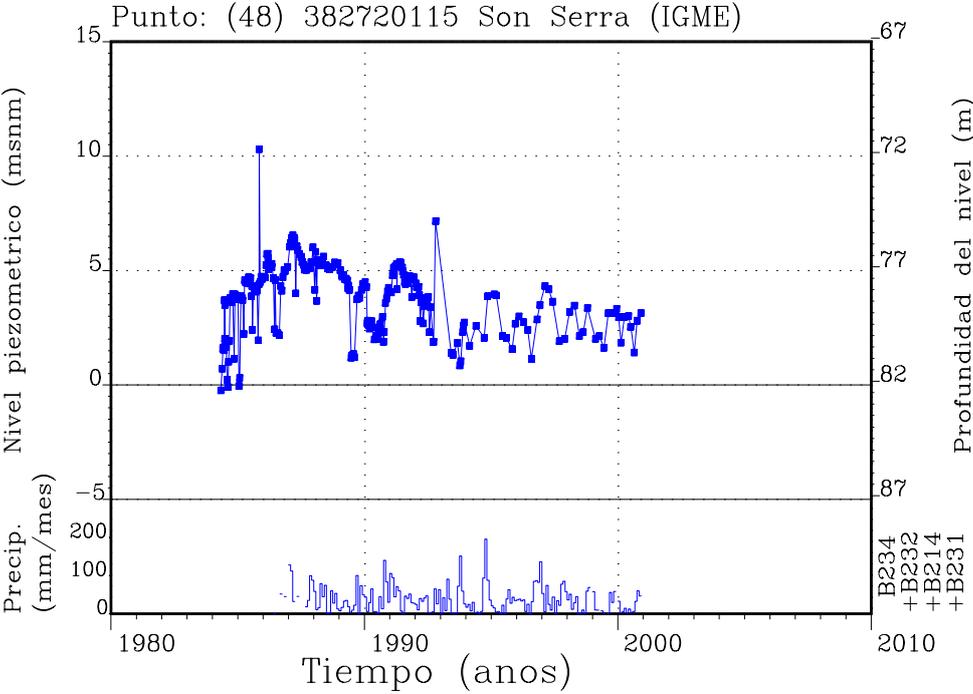
DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.13 (continuación)

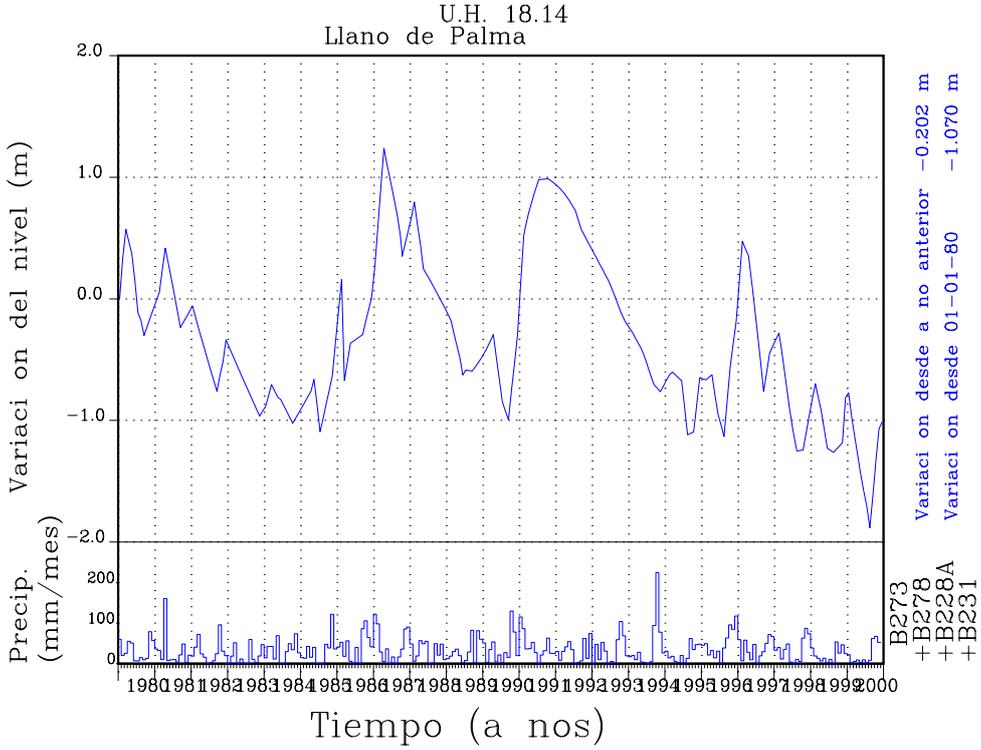


DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.13 (continuación)

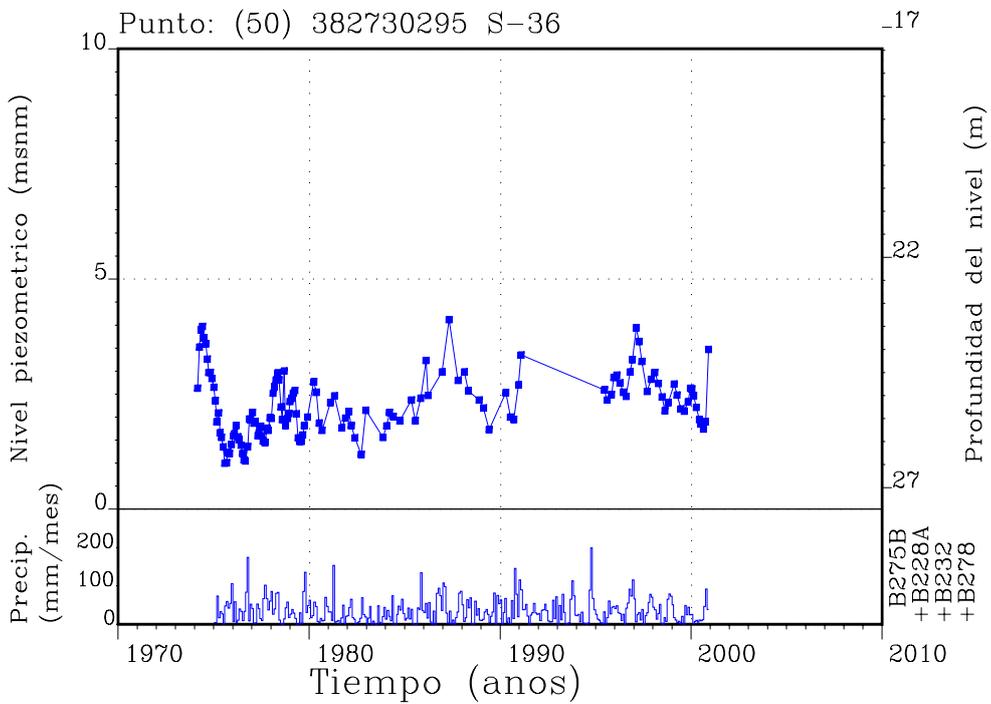
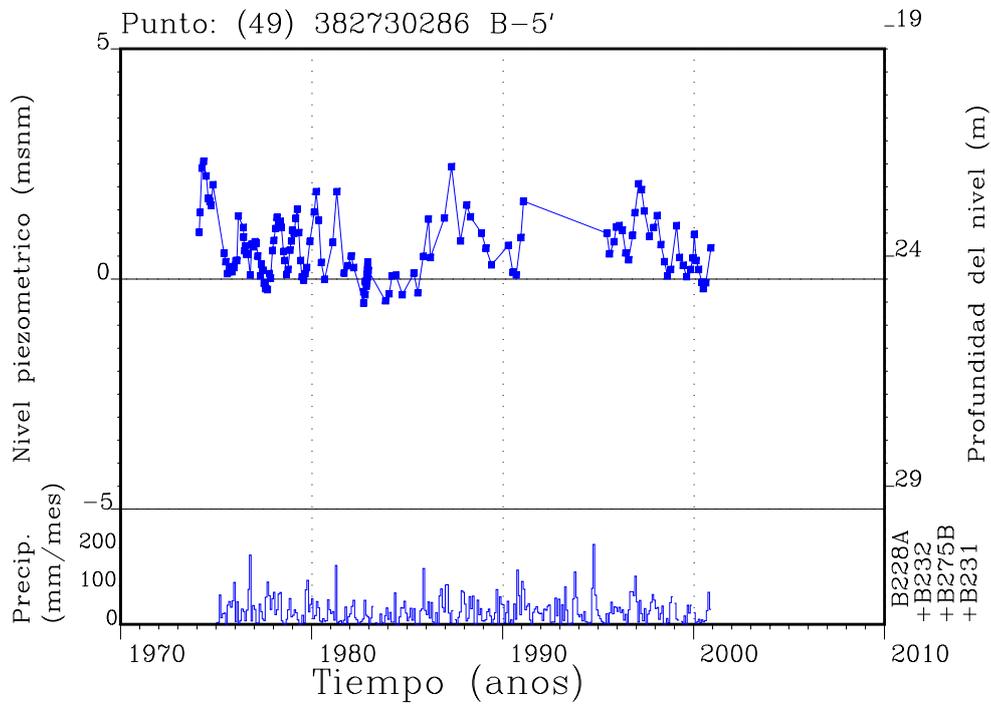


UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.14



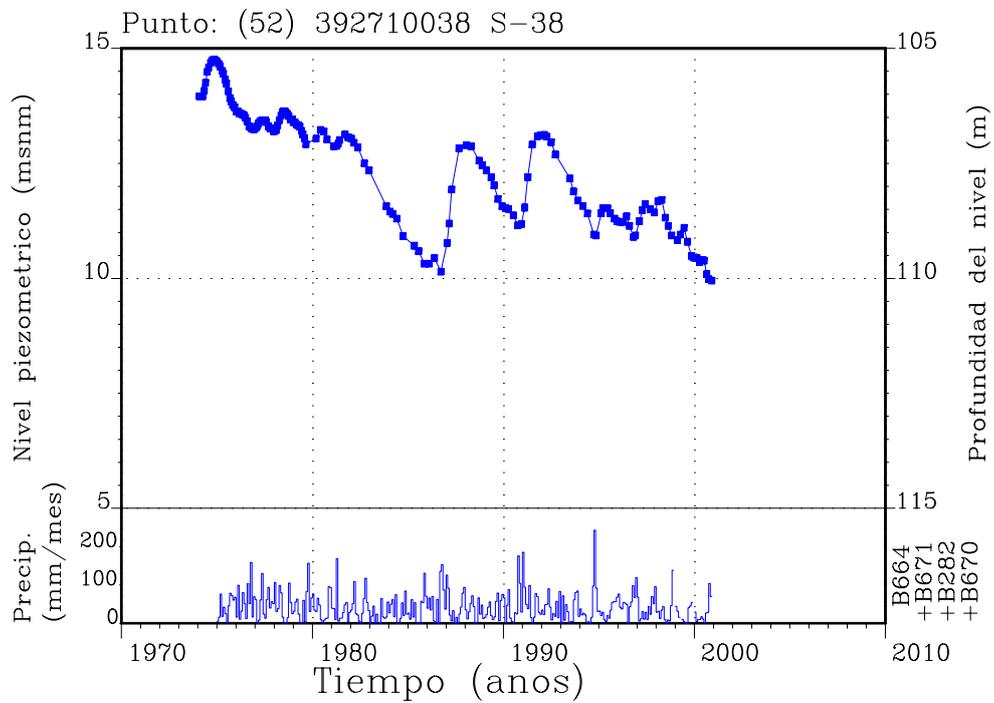
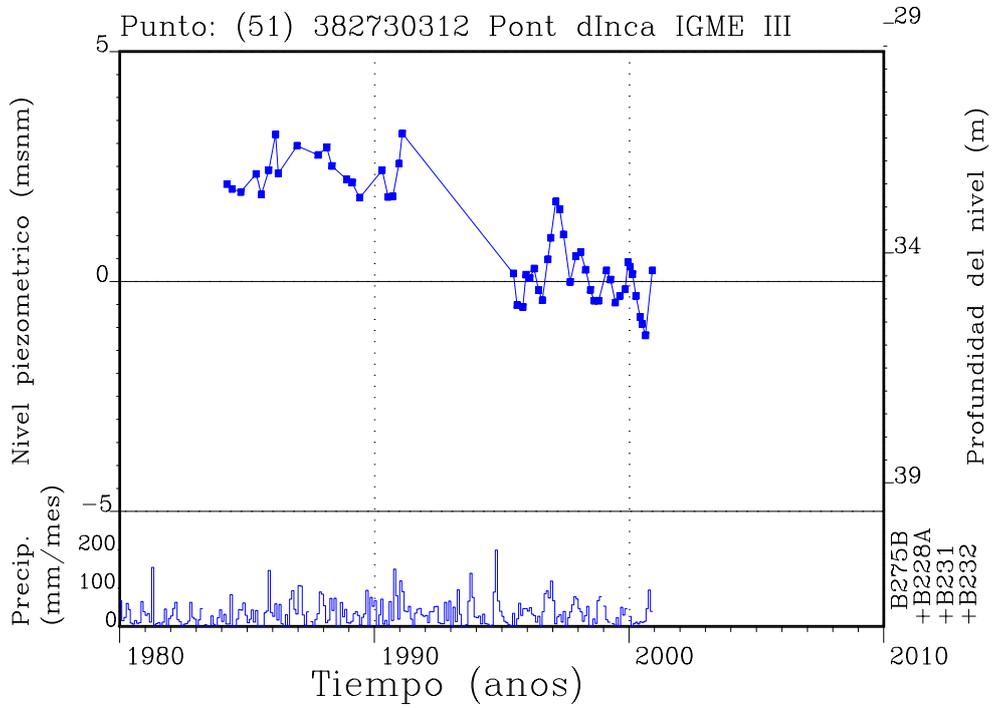
DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.14 (continuación)



DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

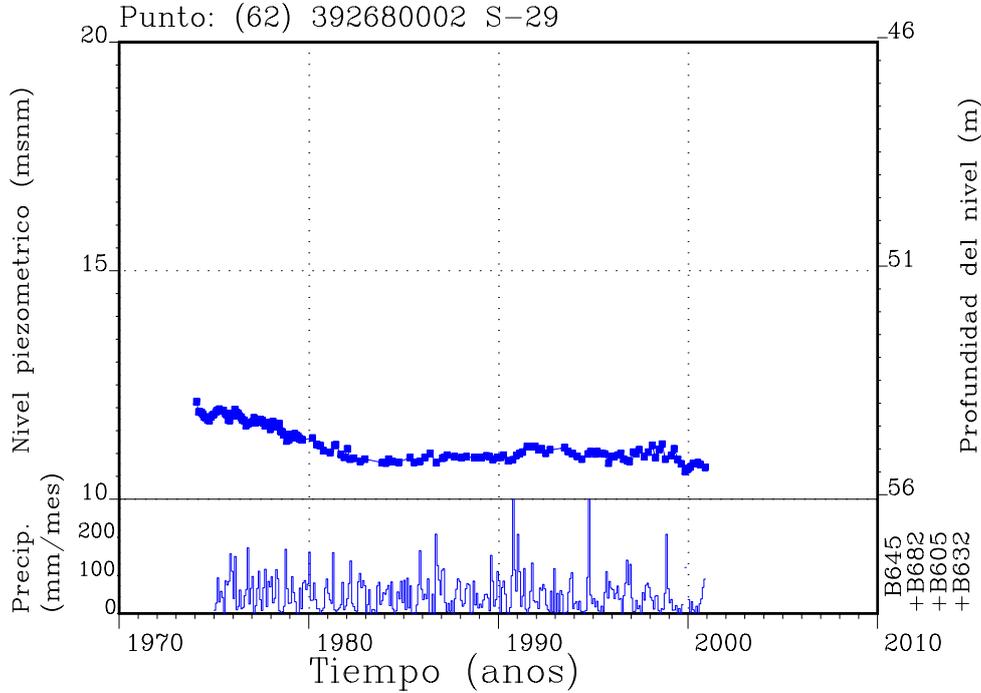
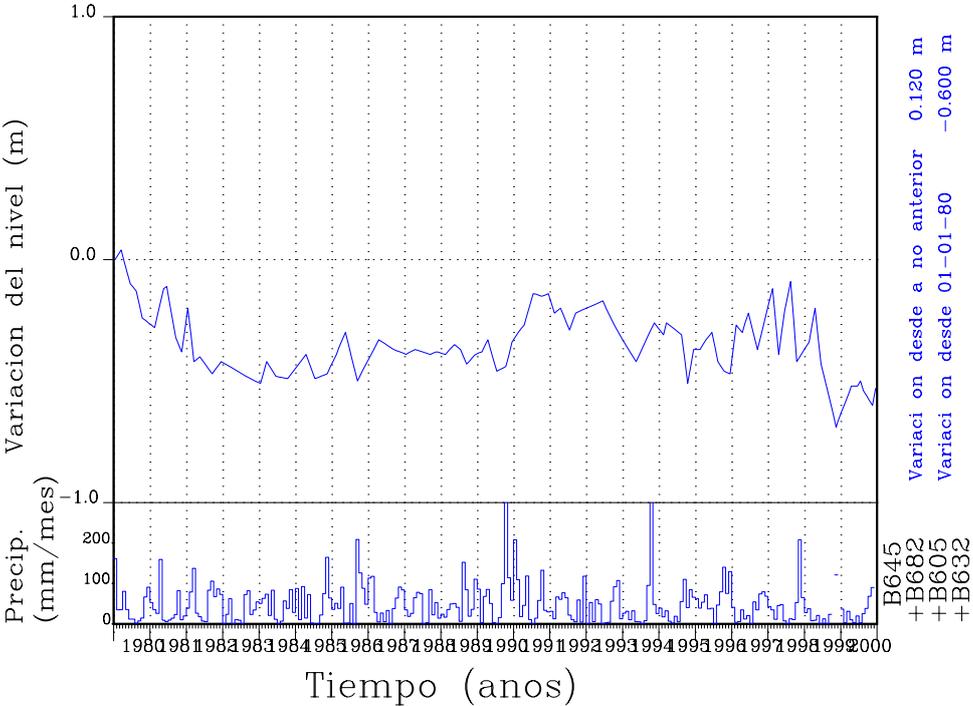
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.14 (continuación)



DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

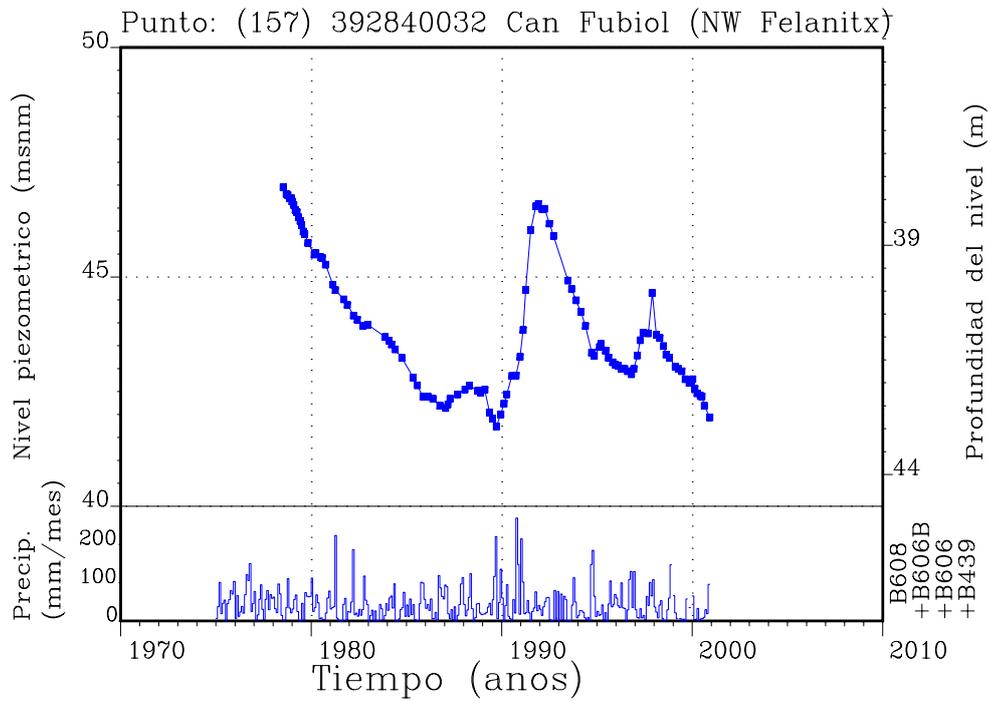
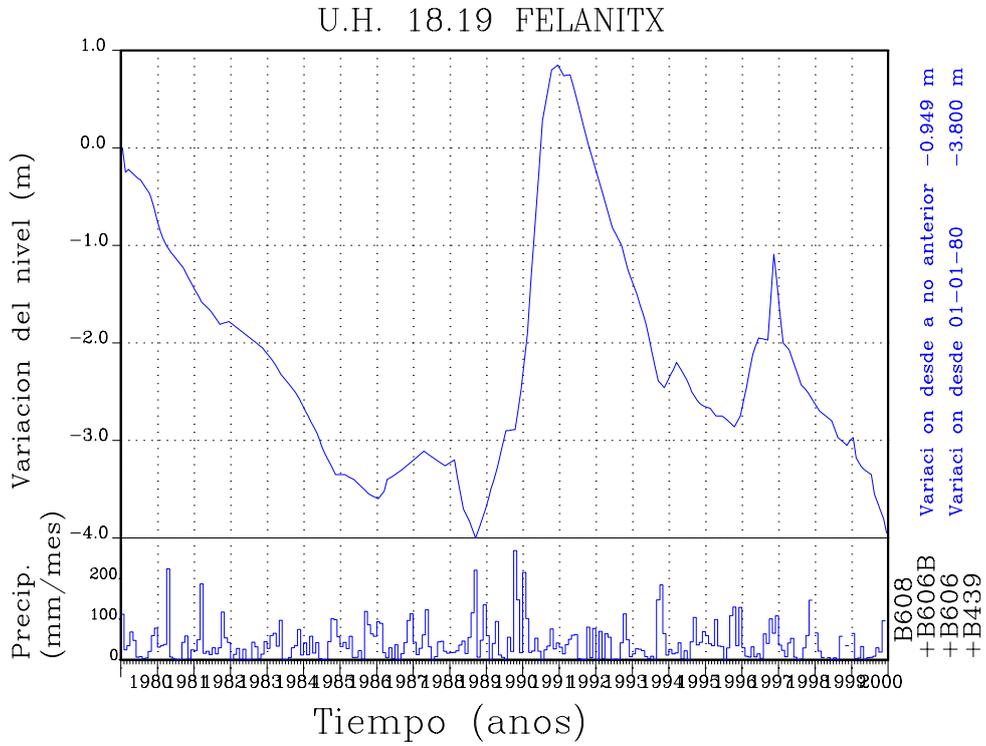
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.16

U.H. 18.16 MARINETA



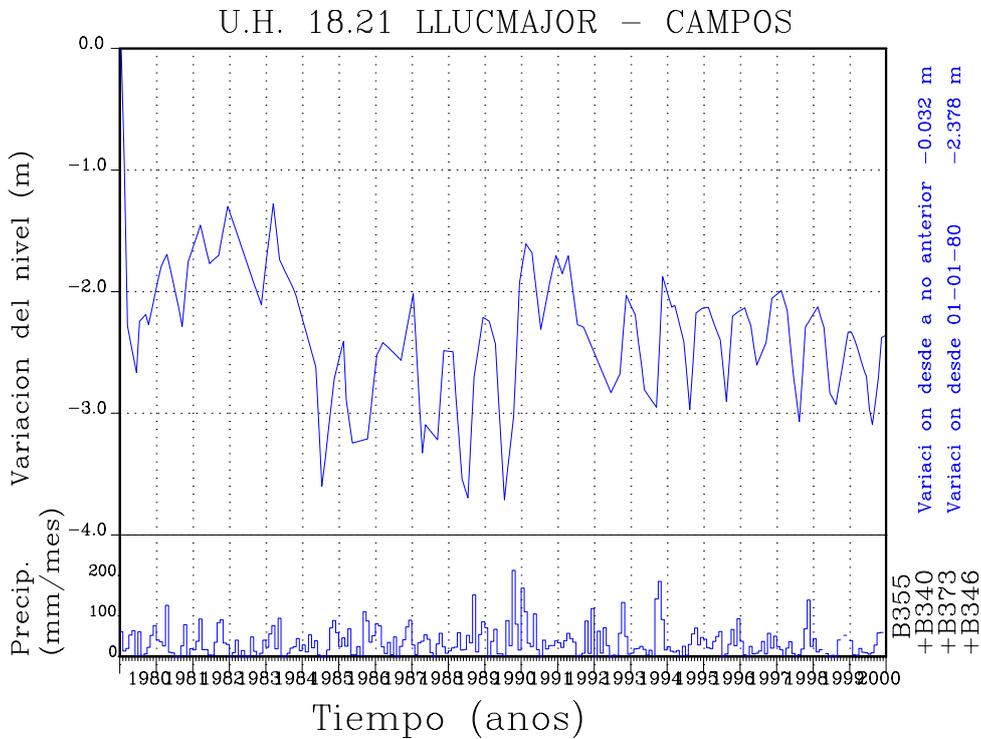
DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.19

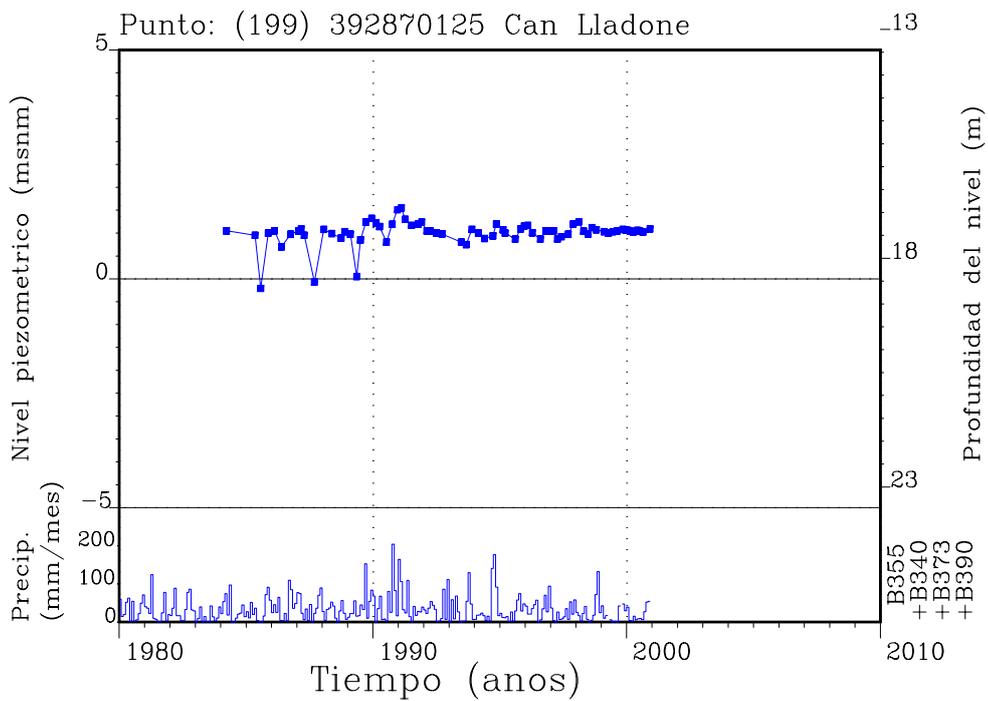


DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.21

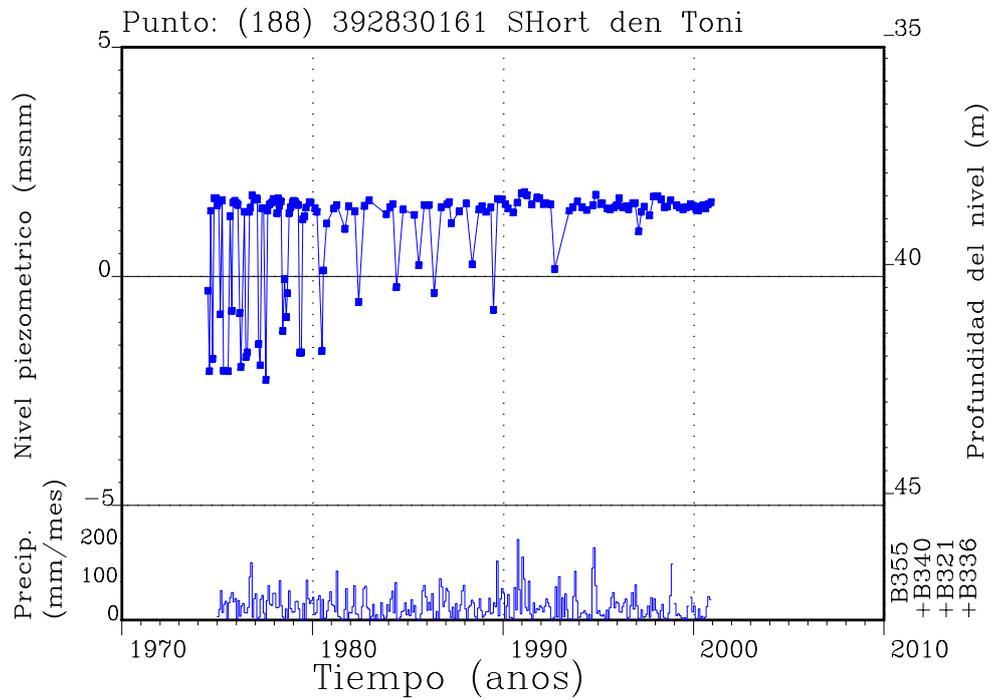


Sector Campos

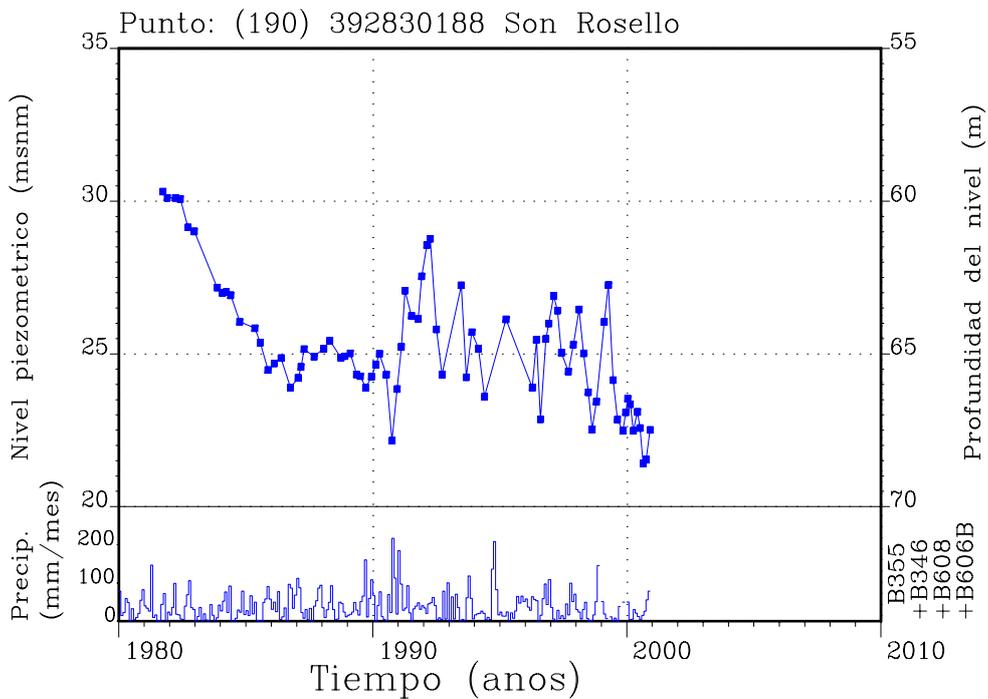


DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.21 (continuación)

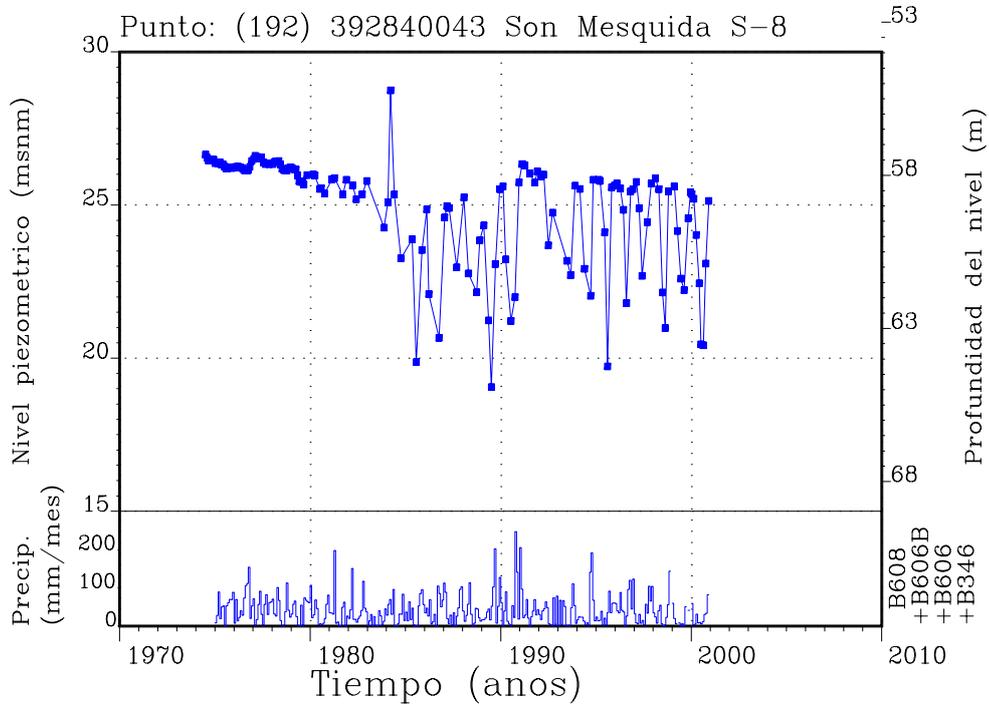


Sector Norte (Campos-Felanitx)

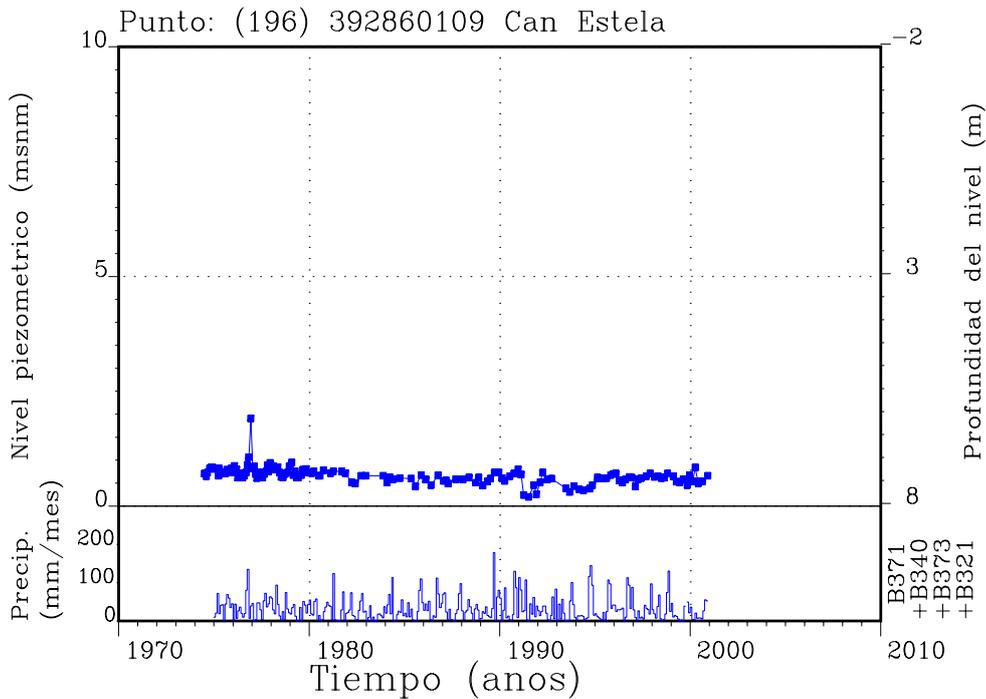


DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.21 (continuación)

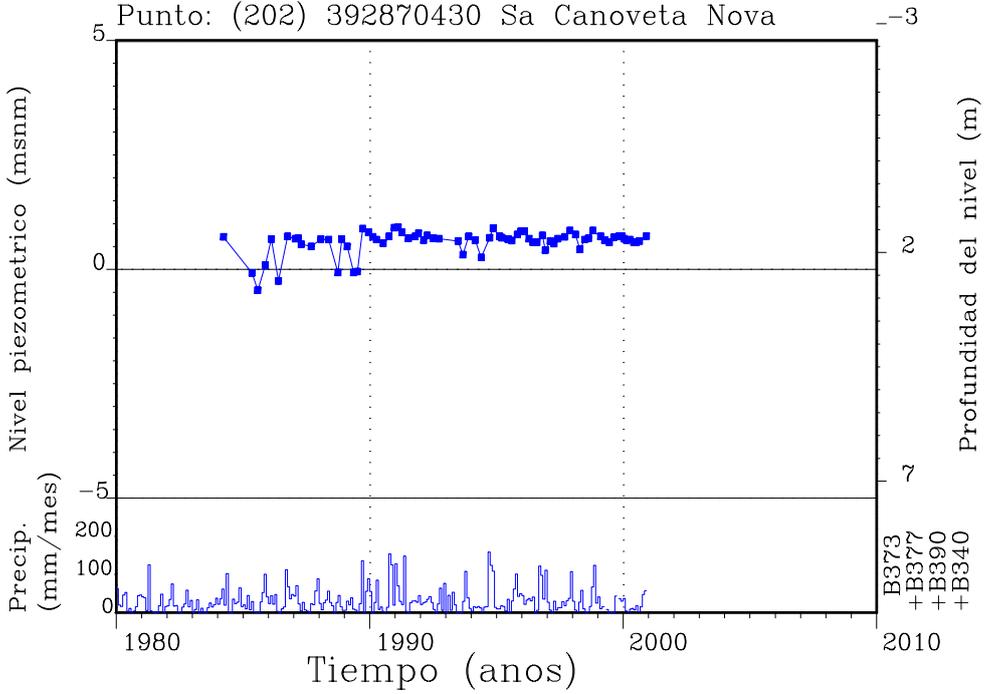


Sector Ses Salines - Sant Jordi



DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.21 (continuación)



DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.01

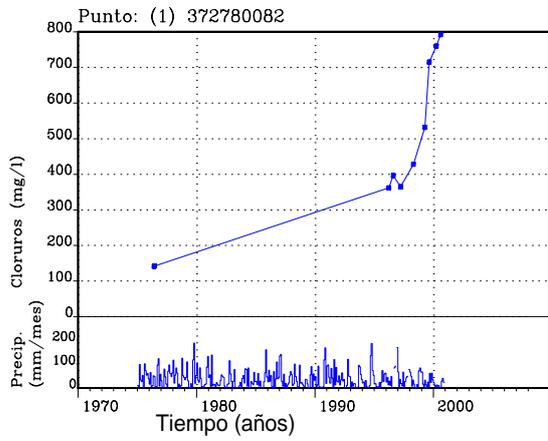
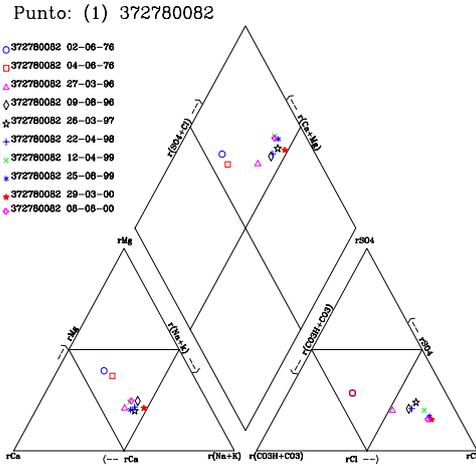


Diagrama de Piper-Hill-Langelier



UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.05

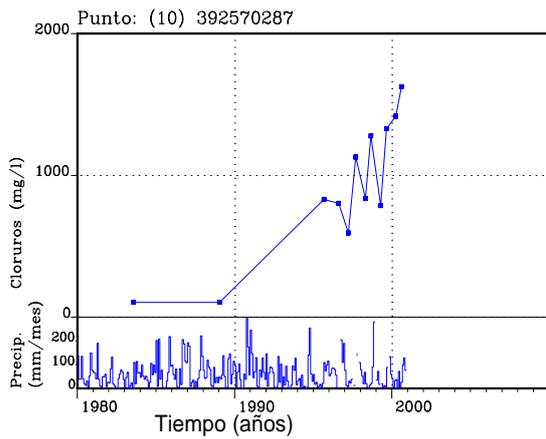
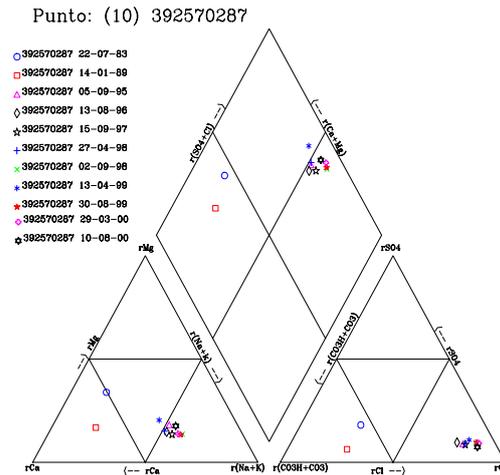


Diagrama de Piper-Hill-Langelier



UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.08

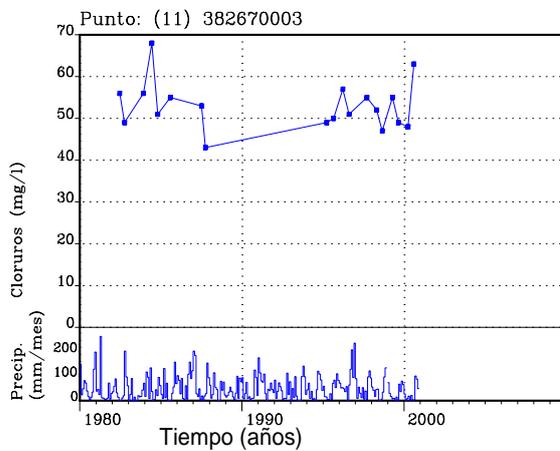
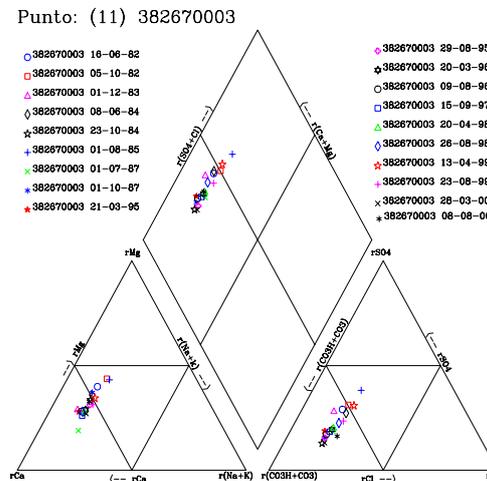


Diagrama de Piper-Hill-Langelier



DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.09

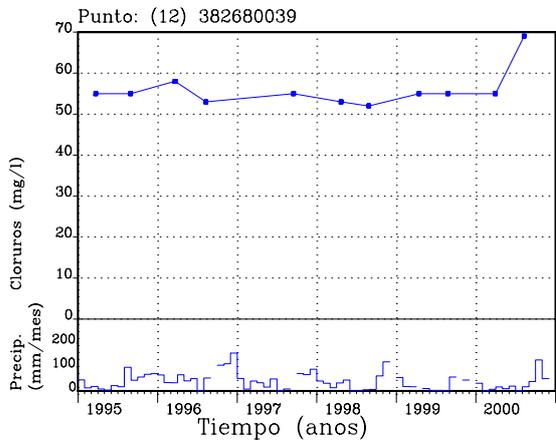
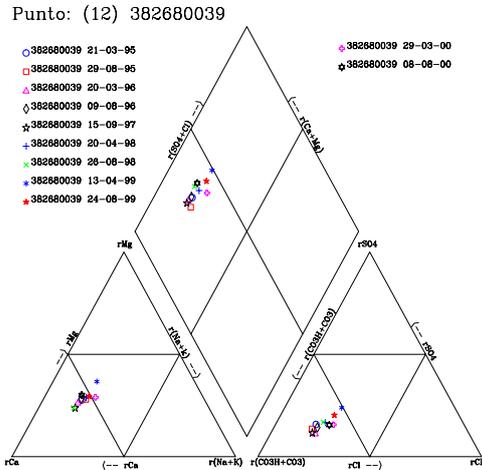


Diagrama de Piper-Hill-Langelier



UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.11

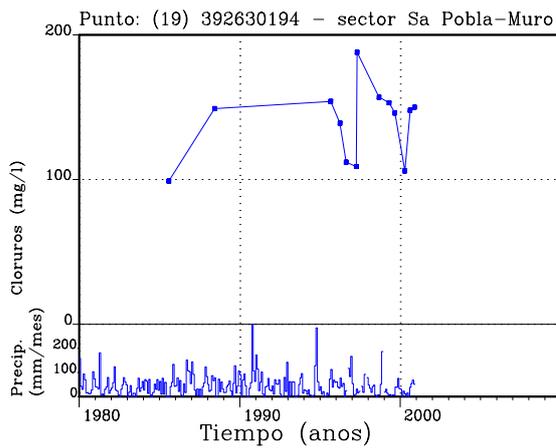


Diagrama de Piper-Hill-Langelier

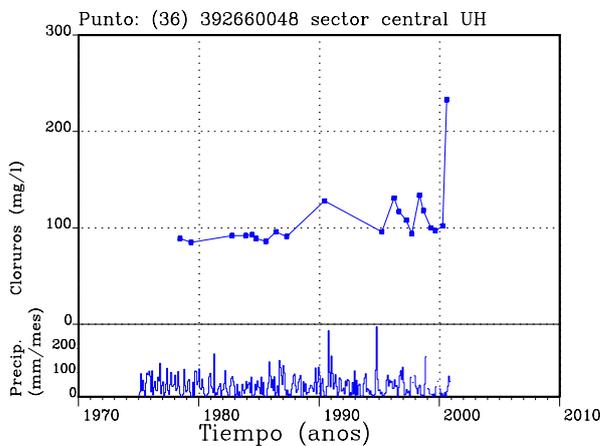
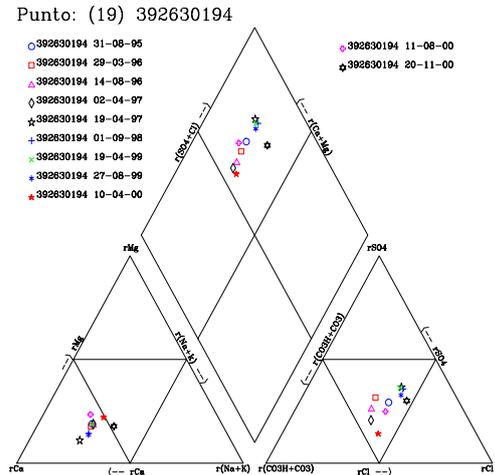
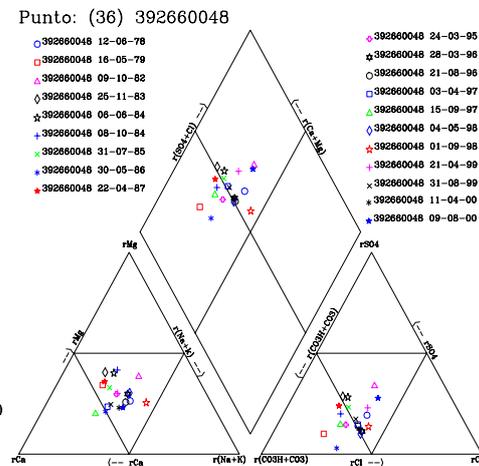
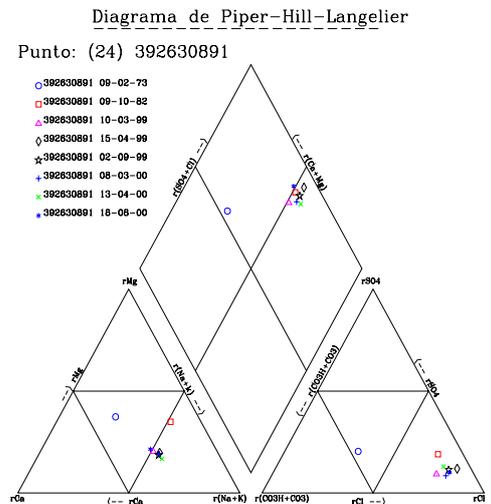
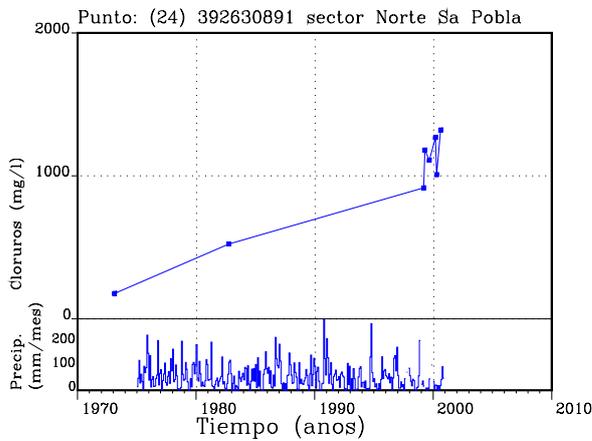
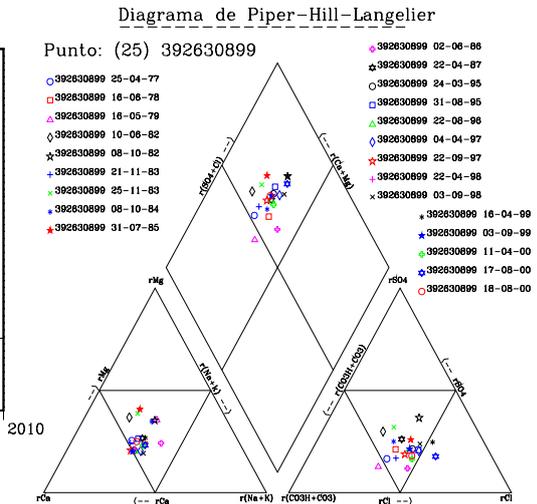
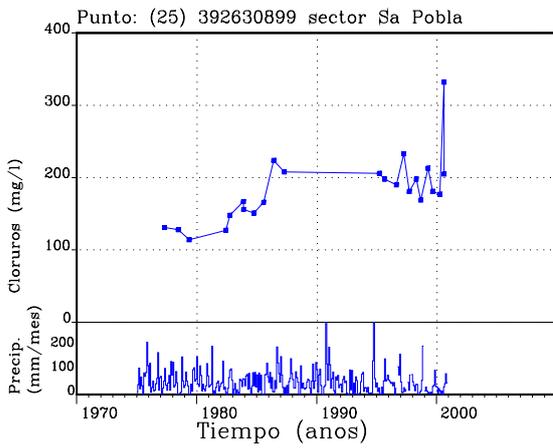
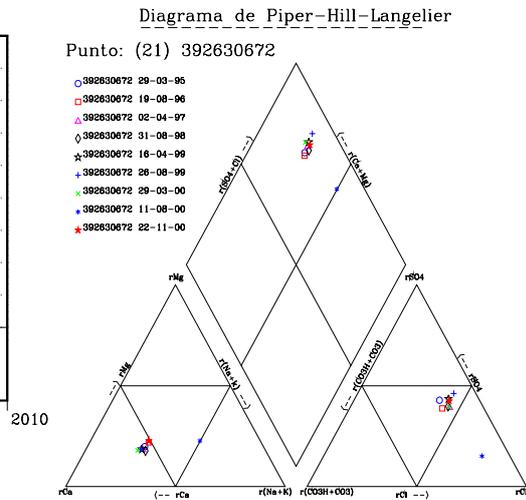
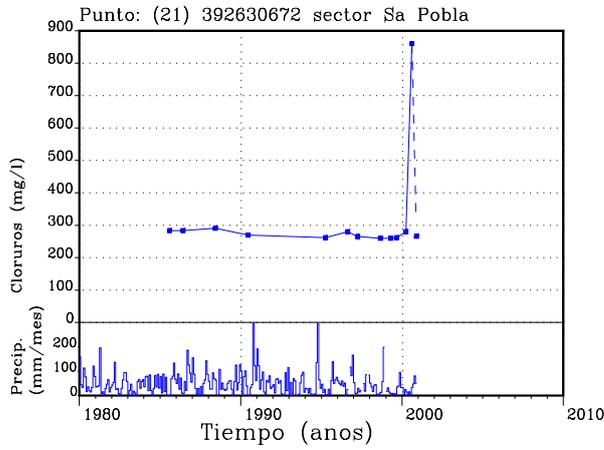


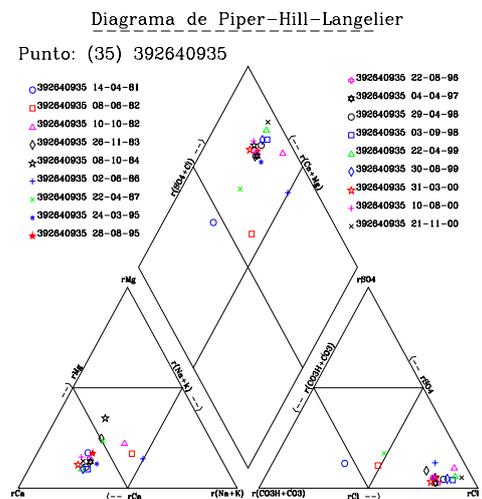
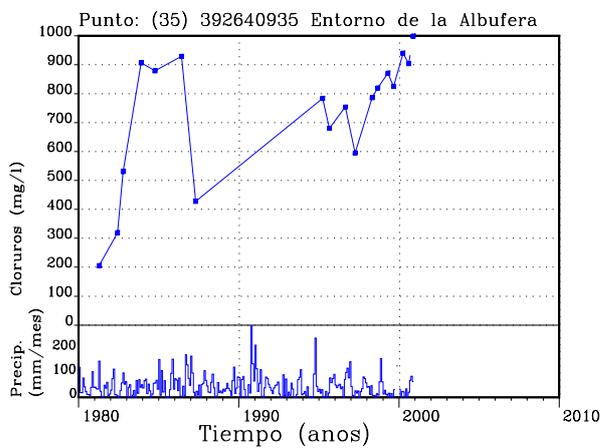
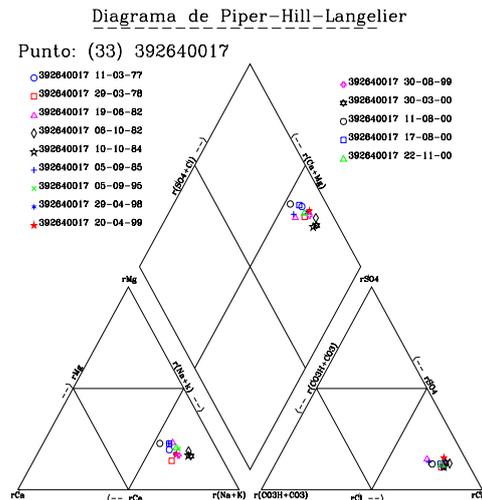
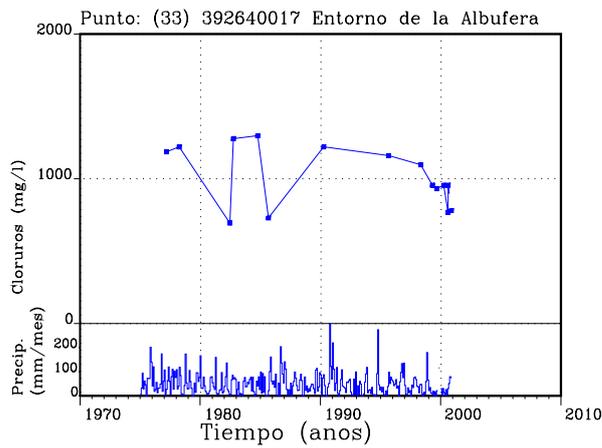
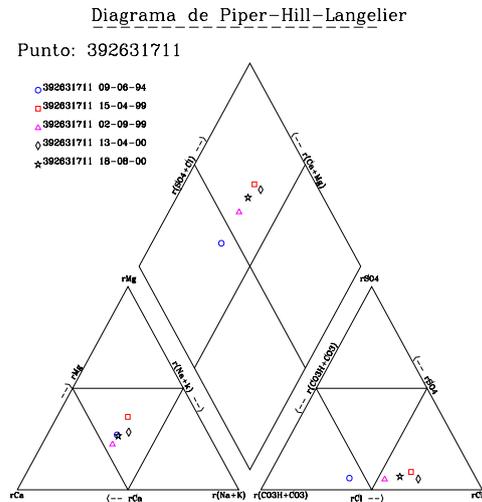
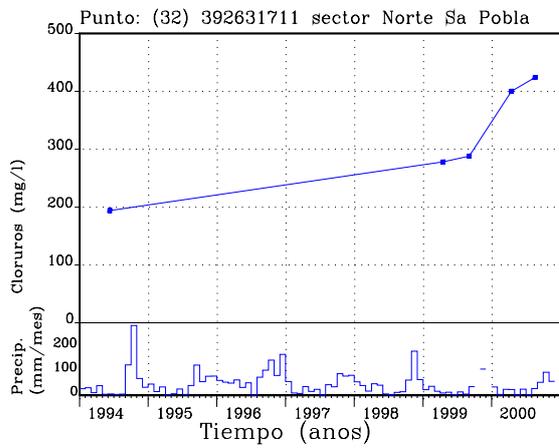
Diagrama de Piper-Hill-Langelier



DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA

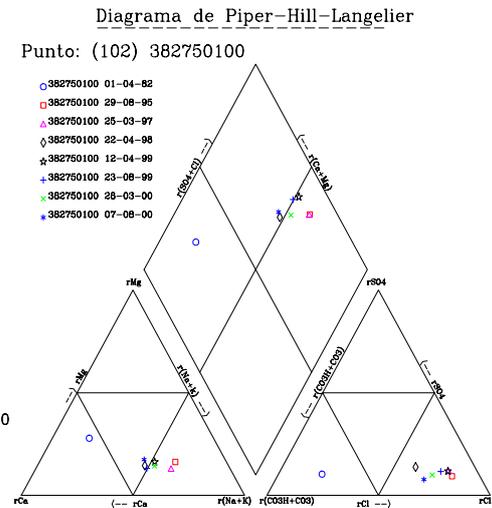
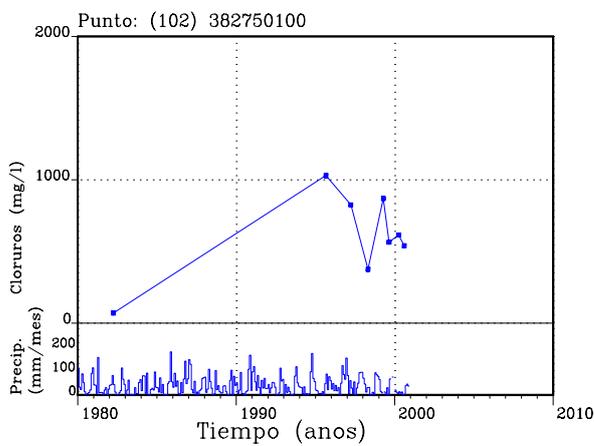
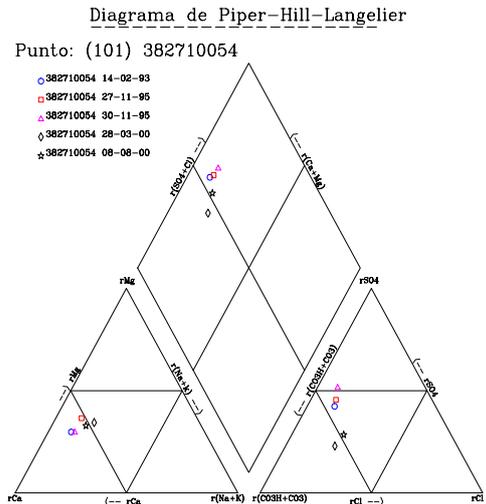
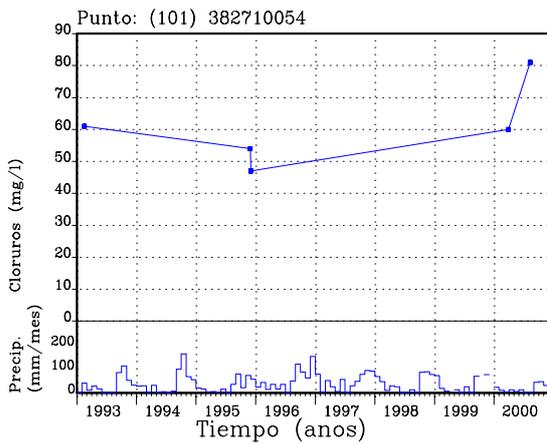
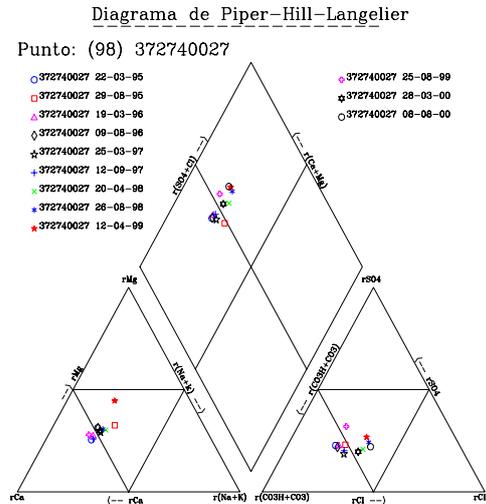
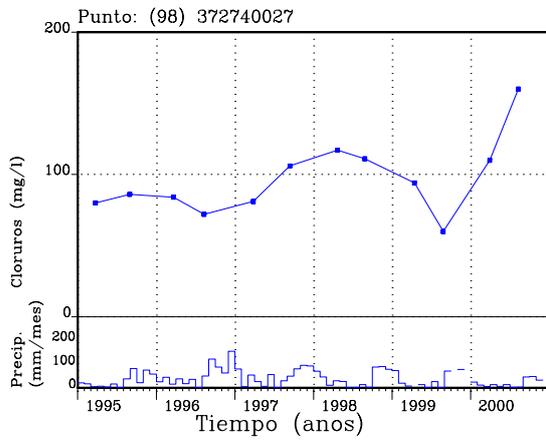


DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA



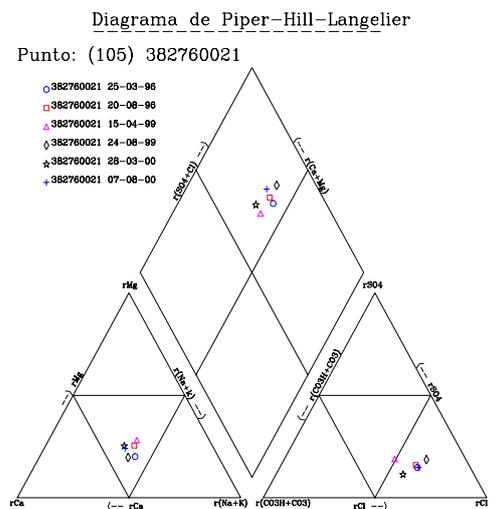
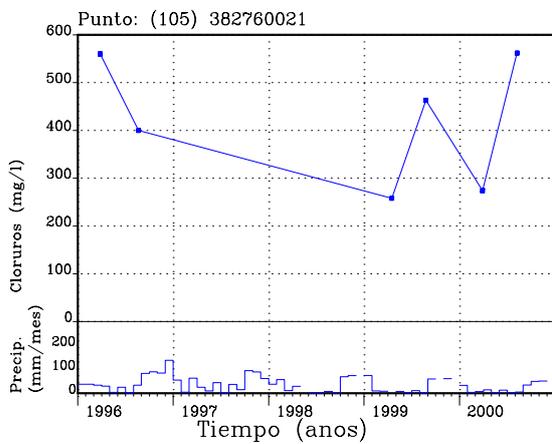
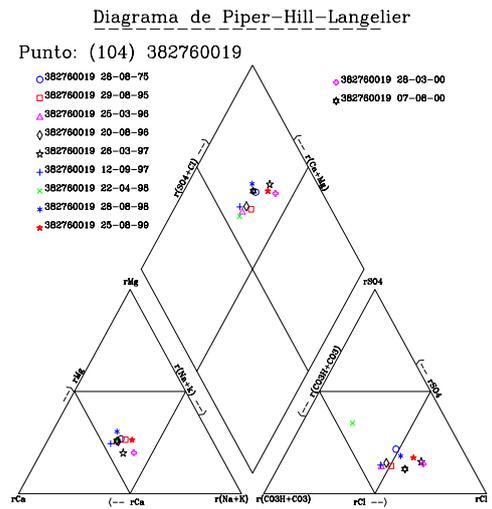
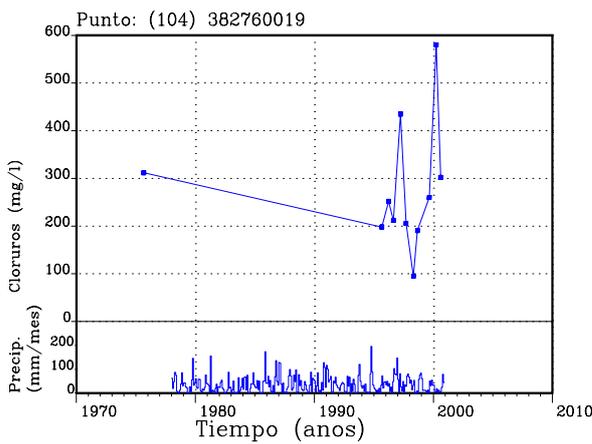
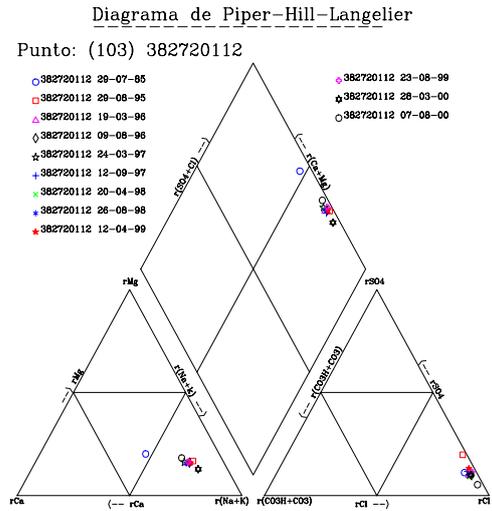
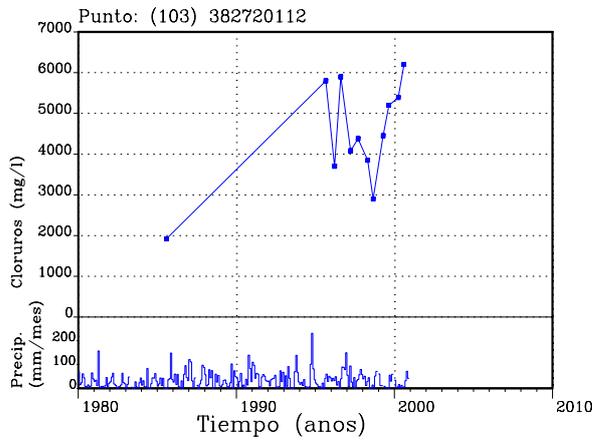
DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.12

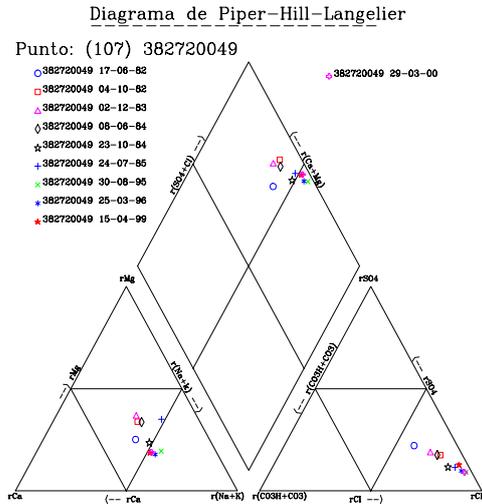
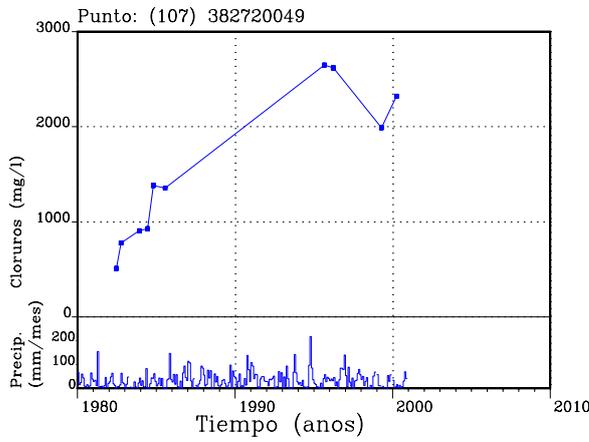


DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA

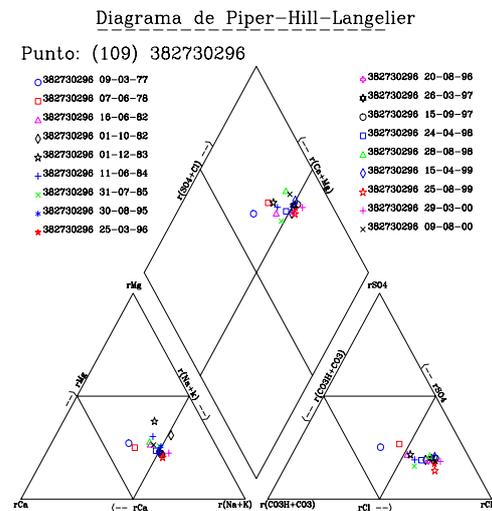
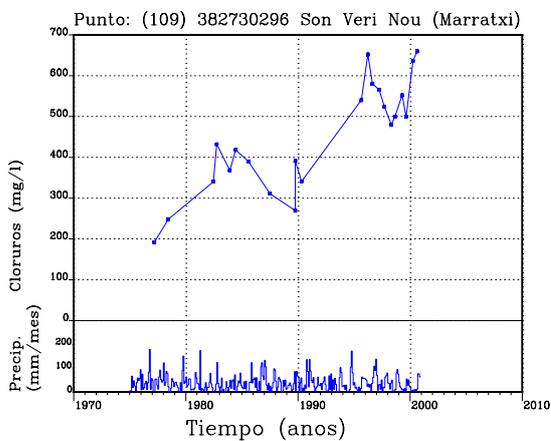
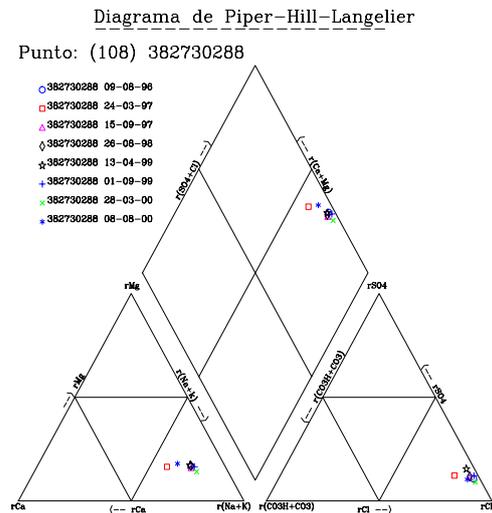
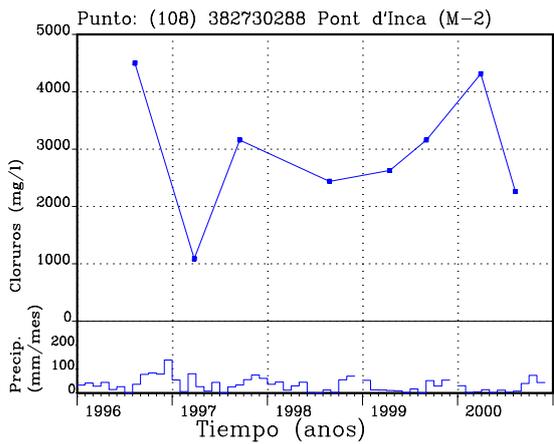
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.13



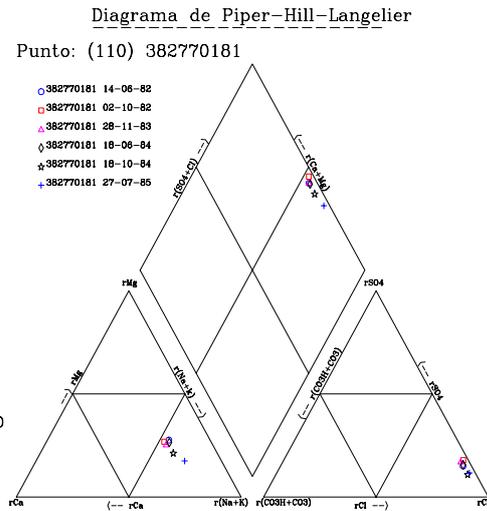
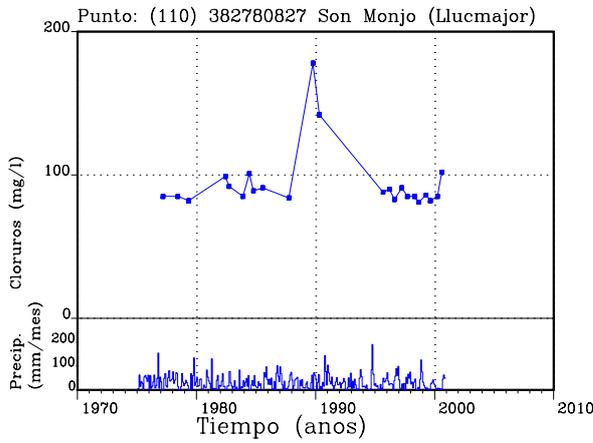
DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA



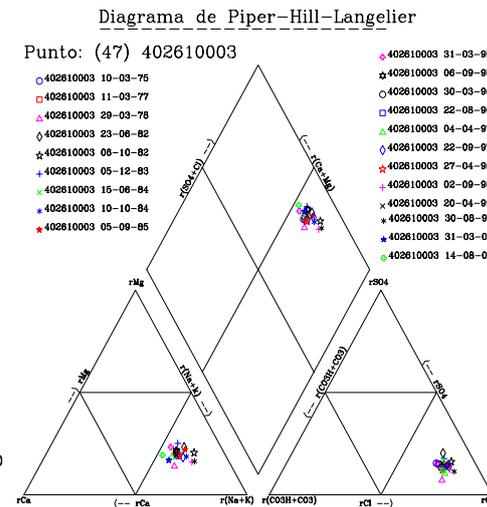
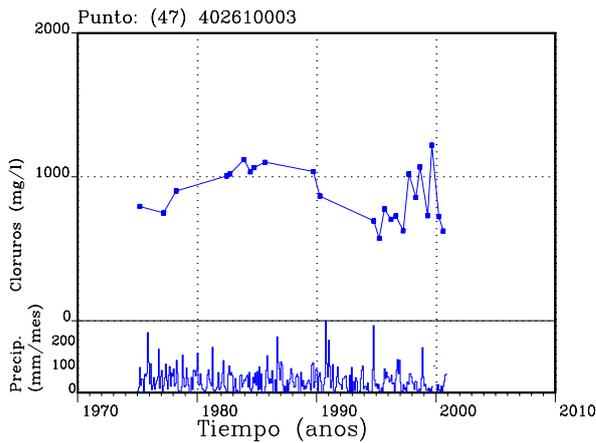
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.14



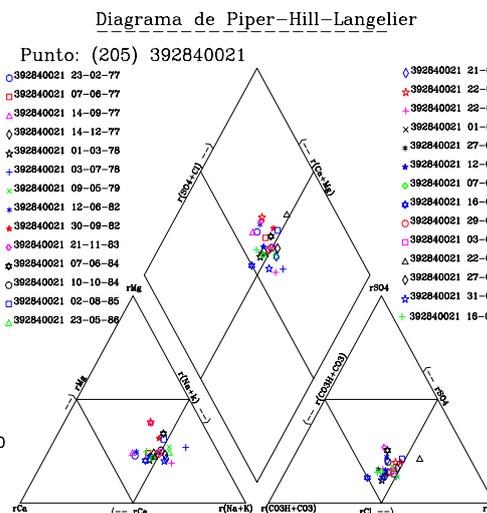
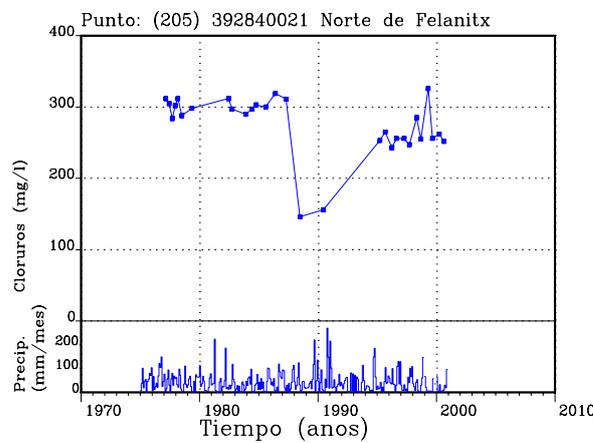
DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA



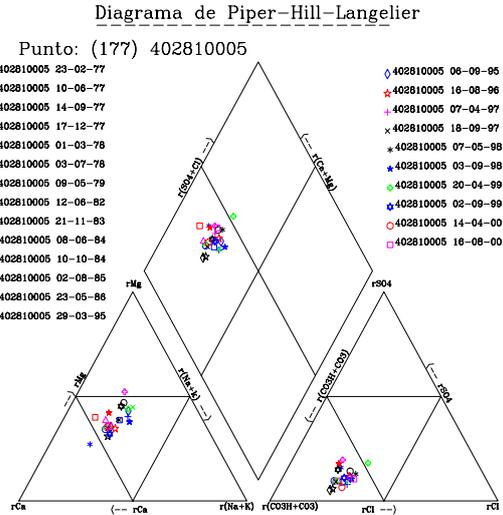
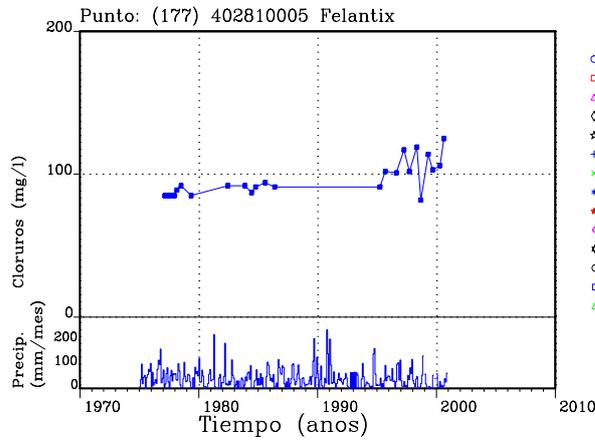
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.16



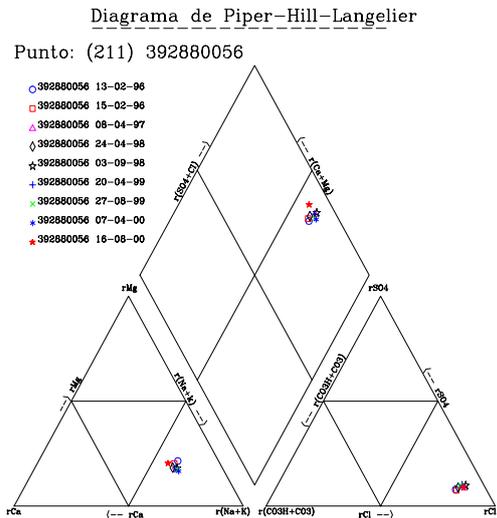
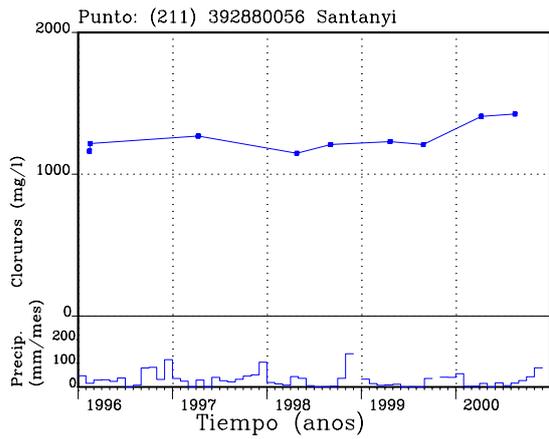
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.19



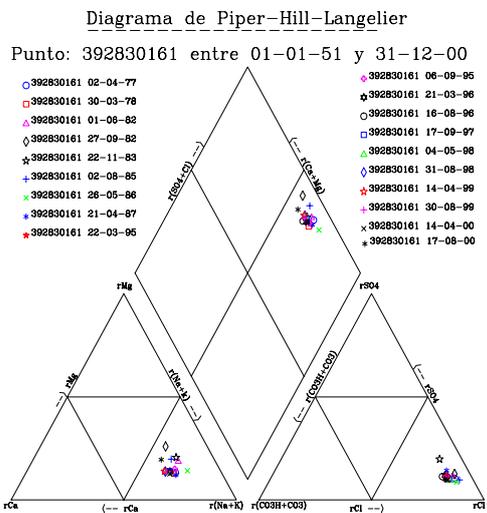
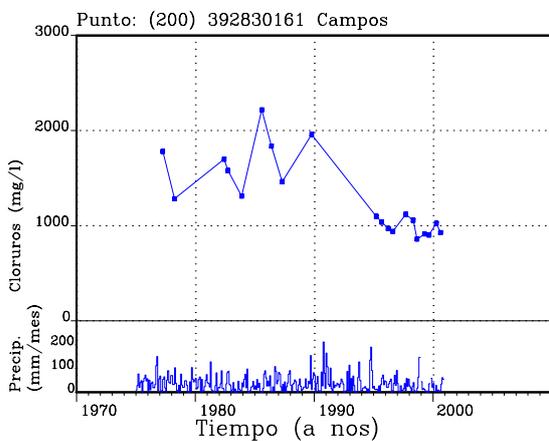
DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA



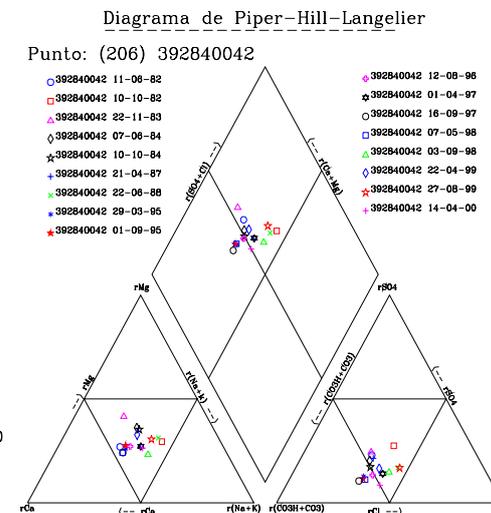
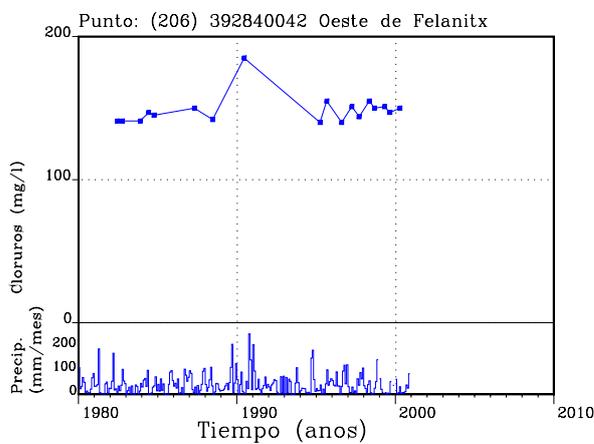
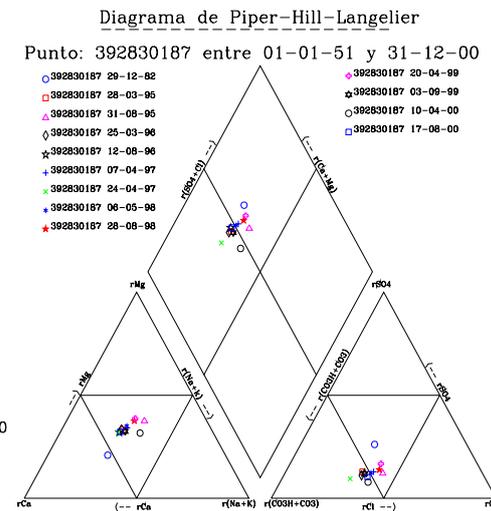
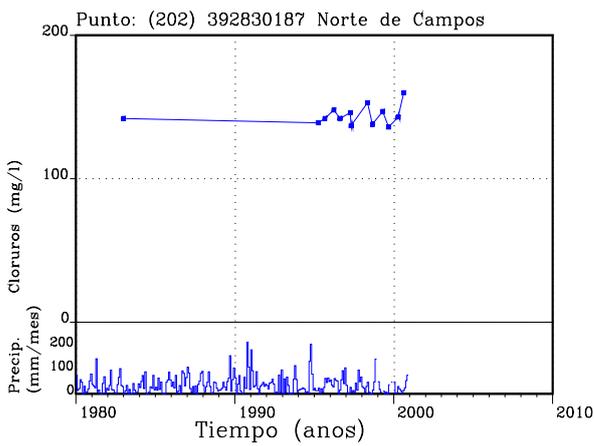
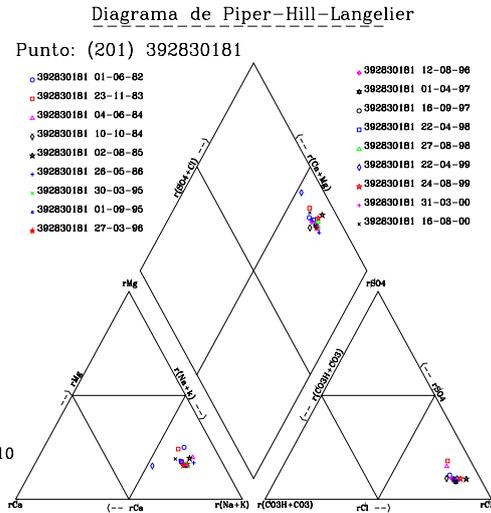
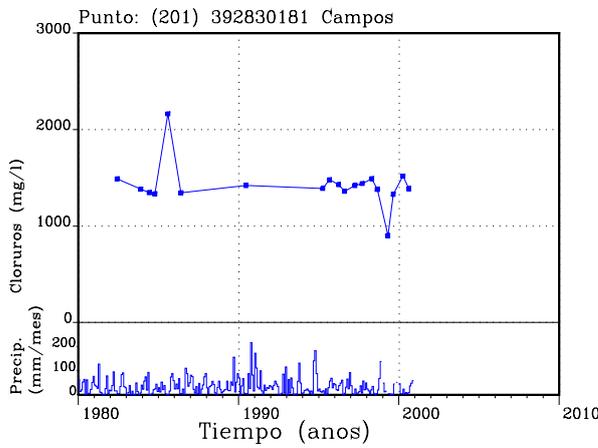
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.20



UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 18.21



DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA



DIAGRAMAS DE EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIDROQUÍMICA

