

INFORME DE LA SITUACION DE LOS ACUIFEROS
DEL CAMPO DE DALIAS (ALMERIA) EN
RELACION CON SU DECLARACION DE
SOBREEXPLOTACION

(Agosto de 1.995)

**INFORME DE LA SITUACION DE LOS ACUIFEROS DEL CAMPO DE DALIAS
(ALMERIA) EN RELACION CON SU DECLARACION DE SOBREEXPLOTACION**

(Agosto de 1.995)

INDICE DE CONTENIDOS

Página

1.- Introducción	1
2.- Antecedentes	1
3.- Esquema del "Campo de Dalías" desde el punto de vista hidrogeológico	3
4.- Evolución del bombeo por áreas y acuíferos y en el conjunto del Campo. Repercusiones en la piezometría y el funcionamiento en cada caso	7
5.- Esquema de modificaciones producida en la calidad química de los acuíferos del Campo, por el uso dado a los mismos	11
5.1.- Acuíferos Inferior Occidental, Intermedio Central y de la "Escama de Balsa Nueva"	12
5.2.- Acuífero Inferior Noreste	14
5.3.- Acuíferos Intermedio Noreste y Superior Noreste	16
5.4.- Acuífero Superior Central	19
6.- Conclusiones sobre la situación de estos acuíferos	21
7.- Consideraciones finales acerca de la situación planteada por la sobreexplotación y el estado del conocimiento hidrogeológico de la zona en relación con las actuaciones de gestión de sus recursos	24
8.- Figuras y Cuadros	

INDICE DE FIGURAS Y CUADROS

- FIGURA 0: Plano Hidrogeológico del Campo de Dalías
- FIGURA 1: Distribución espacial de los acuíferos del Subsistema Sur de S^a de Gádor - Campo de Dalías y situación de los piezómetros referidos en las FIG. 2 a FIG. 7
- FIGURA 2: Acuífero Inferior Occidental: Evolución piezométrica 1972 - 1995
- FIGURA 3: Seguimiento Piezométrico.1972 - 95: Acuífero Inferior Noreste. Aguadulce, El Viso y El Aguila
- FIGURA 4: Seguimiento Piezométrico.1972 - 95: Acuífero de la "Escama de Balsa Nueva"
- FIGURA 5: Acuífero Intermedio Noreste: Evolución piezométrica 1972 - 1995
- FIGURA 6: Acuífero Superior Noreste: Evolución piezométrica 1972 - 1995
- FIGURA 7: Acuífero Superior Central: Evolución piezométrica 1972 - 1995
- FIGURA 8: Evolución de la calidad química del AIO, AEBN y AltC en puntos de la red disponible: valores extremos del intervalo de observación
- FIGURA 9: Evolución de la calidad química del AIN en puntos de la red disponible: valores extremos del intervalo de observación
- FIGURA 10: Evolución de la calidad química del AltN y ASN en puntos de la red disponible: valores extremos del intervalo de observación
- FIGURA 11: Ejemplos de calidad química en las zonas explotadas del ASC
- FIGURA 12: Propuesta de delimitación del perímetro de sobreexplotación del Campo de Dalías

-- Cuadro 1: Evolución del volúmen total y origen de la demanda del Campo de Dalías y Almería capital durante el período 1980/81 a 1993/94

-- Cuadro 2: Resumen de las características de los puntos de la red de calidad del Campo de Dalías

-- Cuadro 3: Rangos de variación de características y sustancias químicas de los puntos de la red de calidad del Campo de Dalías

1.- Introducción

Para completar el procedimiento que determina el apartado 3 del Artículo 171 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico (Real Decreto 849/1.986 de 11 de abril), la Confederación Hidrográfica del Sur -al abordar el estudio de la situación actual del sistema acuífero del Campo de Dalías, del que ya se hizo con el R.D. 2.618/1.986 la "declaración provisional" de acuífero sobreexplotado o en riesgo de estarlo- ha solicitado al Instituto Tecnológico Geominero de España un informe que, en este caso, deberá sólo actualizar el diagnóstico en tal sentido sobre el estado de los acuíferos implicados y determinar el perímetro de la zona afectada de los mismos que deba protegerse. Esta petición se realiza el 19 de julio de 1.995 a la Dirección Gral. del I.T.G.E., acompañada de un Informe redactado por la Subdirección Gral. del Servicio Geológico, como soporte técnico para la toma de decisión, por parte de la citada Confederación, sobre la referida declaración, el cual hace un resumen de los datos publicados por el I.T.G.E. que son esenciales para este asunto.

2.- Antecedentes

La investigación sistemática desarrollada por el Instituto en este sistema hidrogeológico se inició al final de la década de los 60, y se ha venido realizando por personal propio -entre el que se incluye la presencia permanente de un equipo de trabajo especializado en la zona- y el apoyo de otros medios contratados. En distintas ocasiones se han hecho públicos los resultados alcanzados por dichos estudios y puesto en conocimiento de las AA.PP. y los usuarios la situación de los acuíferos existentes, la sobreexplotación de los mismos, y las consecuencias que esta utilización ha venido produciendo, cuya evolución está suficientemente documentada, desde hace tiempo, para fundamentar el diagnóstico que se solicita.

Como otros antecedentes de interés cabe destacar que, en el Decreto 117/1.984 de 2 de mayo, de la Junta de Andalucía, a instancias de la Consejería de Economía, Planificación, Industria y Energía, apareció la primera normativa legal con carácter indefinido, para la regulación de alumbramientos y captaciones de recursos hidráulicos subterráneos en el Campo de Dalías (Almería), como respuesta al informe diagnóstico del I.T.G.E., de diciembre de 1.982, realizado en el marco de dicha investigación, en el que se hacía referencia al proceso de intrusión marina que progresaba en la zona como consecuencia del balance deficitario impuesto a la misma, ya que los volúmenes de agua extraídos superaban las aportaciones medias de recarga a los acuíferos en ella existentes. El otorgamiento de las autorizaciones

prescritas recaía en la citada Consejería de la Junta de Andalucía.

Por otra parte, y entre otras decisiones relacionadas con la escasez de recursos hídricos, las Cortes Generales promulgaban otra normativa legal, de máximo rango, por la que se requería autorización administrativa previa para la ejecución de obras e instalaciones de alumbramiento y elevación de aguas, modificación de las existentes y para la ampliación de zonas de riego, dentro de la Ley 15/1.984 de 24 de mayo "para el aprovechamiento de los recursos hidráulicos escasos a consecuencia de la prolongada sequía", y dadas "las excepcionales circunstancias que concurrían en la comarca del Campo de Dalías", destacadas en el referido informe del Instituto, "con peligro de intrusiones salinas en los acuíferos subterráneos de difícil y prolongada recuperación", que imponían "a la Administración el deber de velar insistentemente y actuar con la debida rapidez y eficacia" en esta Comarca, por lo que era preciso generar los instrumentos legales apropiados. Esta Ley, por su carácter global coyuntural, limitaba su vigencia al 31 de diciembre de 1.984, siendo por su artículo primero un eslabón más de una cadena de prórrogas de otras normativas de idéntica motivación general y carácter coyuntural por la "prolongada sequía" -en este caso de la Ley 6/1.983, de 29 de junio- circunstancia climática habitual para Almería que sólo podía agravar las situaciones ya crónicas para el Campo de Dalías y otros acuíferos almerienses, sometidos desde hacía muchos años a un régimen de explotación deficitario de carácter estructural. Esta restricción legal fué prorrogada sucesivamente por otras normas de igual rango, hasta la entrada en vigor de la Ley de Aguas de 1.985. Las autorizaciones requeridas por estas normativas recayeron en la Comisión correspondiente de la demarcación hidráulica del Sur de España.

Con posterioridad a la nueva Ley de Aguas, y al amparo de su Art. 56, mediante el Real Decreto 2.618/1.986 de 24 de diciembre se adoptaron medidas referentes a estos acuíferos subterráneos almerienses que habían sido ya protegidos a causa de su sobreexplotación por normativas legales anteriores a la Ley de Aguas, con objeto de mantenerlos preservados de un mayor bombeo y aceleración consecuente de sus procesos de deterioro. La oportunidad de estas medidas, que se establecían con la urgencia requerida, estaba indicada por la necesidad de evitar un vacío legal que dejara desprotegidos a estos acuíferos, en espera de que posteriormente, y por el Organismo de Cuenca, se llevaran a cabo en ellos otras actuaciones que complementarían el procedimiento establecido para la generalidad de los casos, recogido en el apartado 3 del Art. 171 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico (R.D. 849/1.986, de 11 de abril).

Los acuíferos almerienses a los que se refiere, en su Anexo, el R.D. 2.618/1.986 son los de Campo de Níjar, Bajo Andarax, Pulpí (parte almeriense) y El Saltador -protegidos desde abril de 1.973- y los del Campo de Dalías, amparados por las normativas ya citadas de mayo de 1.984 y siguientes. Para todos ellos, mediante este Real Decreto 2.618/1.986 se determinó con vigencia indefinida desde el 1 de enero de 1.987, hasta que se ultimasen los estudios y trámites previstos en el procedimiento establecido en el apartado 3 del Art. 171 del R.D.P.H., que serían de aplicación los efectos que, para la declaración provisional de acuífero sobreexplotado o en riesgo de estarlo, establece el apartado 4 de dicho artículo.

Para el caso particular del Campo de Dalías, el mismo R.D. 2.618/1.986 prorrogaba, con vigencia también indefinida, el requerimiento de autorización del Organismo competente en la materia para la implantación o ampliación de cualquier superficie de regadío con aguas subterráneas, siguiendo el criterio adoptado por la Ley 15/1.984 para esta comarca.

3.- Esquema del "Campo de Dalías" desde el punto de vista hidrogeológico

Para facilitar la comprensión de los datos que se aportan, se trata a continuación de presentar una descripción muy esquemática del ambiente hidrogeológico al que se hace referencia. **En informes de este Instituto ya publicados se puede encontrar un tratamiento mucho más extenso sobre la zona (especialmente en IGME 82 e ITGE 89).**

La Sierra de Gádor constituye un segmento de la cadena bética costera situada entre Sierra Nevada y el mar, limitado en sus extremos por los tramos medio-bajos de los ríos Adra y Andarax (FIG. 1). Se trata de un antiforme con sendas fosas marginales (cuyos desniveles pueden llegar a alcanzar hasta varios kilómetros), en donde se encuentra una superposición de dos mantos de corrimiento alpujárrides como rasgo principal de la estructura: el inferior, o de Gádor, presenta un tramo muy permeable de calizas y dolomías triásicas, de varios cientos de metros de espesor, apoyado en una serie permotriásica de filitas, filitocuarzitas, etc., aún más potente, que representa el impermeable de base generalizado a toda la zona. Del manto superior, o de Felix, muy desmantelado por la erosión, sólo aparecen materiales en algunos sectores más bien aislados, tanto sobre la Sierra como en sus bordes y en las fosas marginales, siendo frecuente en estos casos la presencia exclusiva del

tramo impermeable permotriásico y, sólo muy ocasionalmente, van acompañados de retazos calizodolomíticos permeables de su tramo terminal triásico.

Como resultado final de la remodelación geológica de esta estructura, en la mayor parte de éste antiforme afloran los potentes tramos calizodolomíticos permeables del manto inferior, con gran capacidad de infiltración de la lluvia útil, lo que constituye el rasgo más importante de todo este sistema hidrogeológico. Pero la propia estructura general de esta sierra hace también que la elevación del substrato permotriásico impermeable de estos materiales aflorantes, en el núcleo del antiforme y a lo largo de la mayor parte de su eje, haga de divisoria en profundidad entre las tres cuencas hidrogeológicas que constituyen las fosas marginales (del Adra, del Andarax y del Campo de Dalías), que es donde realmente existen condiciones para la existencia de zonas importantes de acumulación en este sistema. Por ello, el **Sistema Acuífero de Sierra de Gádor** se ha dividido en **tres subsistemas**, correspondientes a estas tres cuencas hidrogeológicas que genera su estructura. De ellos, **el más meridional** es el que constituye el objeto de este informe (FIGS. 0 y 1).

En anteriores informes se han llevado a cabo descripciones de la estructura de los acuíferos del Campo y de su funcionamiento como consecuencia del uso, tanto desde la perspectiva del efecto de los bombeos como del producido por los retornos de riego y urbanos, la intrusión de agua de mar, etc.. El seguimiento que se ha llevado a cabo de manera continua, en este subsistema, ha permitido ir mejorando el conocimiento de dicha estructura hidrogeológica y de las relaciones de funcionamiento entre sus distintos acuíferos. Se ha ido pasando así, desde la primitiva concepción simplista de abordar el conjunto del Campo como un sólo acuífero ("Sistema 43", en I.G.M.E. 1977, independizado de Sierra de Gádor o "Sistema 42"), a la consideración del **Subsistema "Sur de Sierra de Gádor-Campo de Dalías"** constituido (FIG. 1) por un conjunto de acuíferos o subacuíferos interrelacionados entre sí y con una distribución espacial que incluye la superposición de hasta tres de ellos en extensas zonas de la llanura, con muy marcadas diferencias de funcionamiento y respuesta a la explotación. (Los estudios y el seguimiento de este conjunto de acuíferos se hacen así bastante más complejos, puesto que han de abordarse individualizando para cada uno de ellos la captación de datos y su interpretación, única forma, se entiende, de comprender una realidad contrastada ya a nivel de usuarios y, con ello, poder orientar la racionalización de su manejo). Estos acuíferos están comprendidos en la U.H. 06.14 y vertiente sur de la 06.13.

Aunque relacionados lateralmente entre sí, en este subsistema hidrogeológico

se han diferenciado (FIG. 1) dos acuíferos fisurados inferiores -el **Inferior Occidental (AIO)** y el **Inferior Noreste (AIN)**- cuyo conjunto incluye a todo el potente tramo calizodolomítico del manto de Gádor de la vertiente de la sierra hacia el Campo de Dalías, así como la extensión del mismo existente en la fosa meridional, por donde estos materiales dejan de constituir acuíferos libres pasando a confinados, bajo coberteras de hasta más de mil metros, en el propio Campo y, más al Sur, de hasta varios millares de metros bajo el mar siendo, sin duda, los acuíferos más importantes de la zona por sus aportaciones medias, su transmisividad, calidad natural del agua, rendimientos de las captaciones, etc..

Sobre los potentes depósitos de margas pliocenas prácticamente impermeables de la cobertera del Campo, es decir, en el tramo marino neógeno terminal (gravas, conglomerados, arenas, calcarenitas, etc.), existe un manto acuífero libre, de naturaleza porosa, limitado por el mar en los bordes oriental-meridional y occidental de la llanura, que se pierde hacia el Norte antes del pie de la Sierra por desaparición de las margas que le sustentan. Se ha dividido también (FIG. 1) en dos acuíferos interrelacionados: el **Superior Central (ASC)** y el **Superior Noreste (ASN)**. La importancia de estos acuíferos es bastante menor que la de los inferiores; sus aportaciones, transmisividades, calidades del agua, rendimiento de las captaciones, etc., son muy variables, desde un tipo medio a muy deficientes o inservibles para riego, destacando algo más por sus reservas, al tener porosidades eficaces más bien altas. Presentan zonas con carácter multicapa.

En las áreas donde existe sobre el manto de Gádor el impermeable permotriásico del manto superior, un depósito de margas miocenas, o ambos confinantes a la vez, y separados de los acuíferos superiores -cuando existen- por las margas impermeables pliocenas, se diferencia bajo la llanura un tercer grupo de acuíferos (FIG. 1): **Intermedio Noreste (AltN)**, **Intermedio Central (AltC)**, del **Horts de Guardias Viejas (AHGV)**, y de la **"Escama de Balsa Nueva" (AEBN)**, cuya importancia es generalmente muy discreta, aunque ocasionalmente engloban enclaves calizodolomíticos fisurados del manto de Felix que, si tienen dimensiones considerables, mejoran localmente las características hidráulicas medias del acuífero (Area de La Gangosa -FIG. 1-, p.ej. en el AltN); a veces merecen destacarse sólo por su papel en el funcionamiento hidrogeológico general del subsistema (AEBN p.ej.), o por el potencial contaminante que en determinadas circunstancias pudieran representar (AltC). Aunque en algún caso o en algún sector de los mismos sean libres, normalmente son confinados, están bastante compartimentados, presentan localmente más de una capa, etc.. La diversidad de características litológicas,

relaciones estructurales, grados de conexión con zonas de recarga o con el mar, etc., ya implicaban antes del bombeo una gran variedad en la calidad química natural de sus aguas, desde un contenido salino medio-bajo, (TDS menor o igual a 1g/l) a salinidades que siempre fueron intolerables para la demanda.

De manera muy simplificada, la **reconstrucción del régimen natural de funcionamiento** de este subsistema hidrogeológico parece responder al siguiente esquema:

- Los **acuíferos inferiores** se recargaban esencialmente por infiltración de lluvia útil en la vertiente meridional de la Sierra que da al Campo. También, en menor escala, mediante una transferencia subterránea "en cascada" desde el Alto Andarax, (por el sector centro-oriental de la divisoria hidrogeológica permotriásica entre ambas vertientes de la Sierra) y, discretamente, desde algún sector del borde norte del ASC. La descarga se producía directamente hacia el mar sólo por el sector nororiental del Campo (Area de Aguadulce), hacia donde debía confluir posiblemente la mayor parte del flujo subterráneo de este subsistema. Por el resto de los bordes (sureste, sur y suroeste) la potencia de los materiales confinantes de la cobertera impide esta descarga directa desde las dolomías al mar, por lo que, tanto el AIO como el AIN, se descargaban también subterráneamente por estos sectores, pero sólo hacia los acuíferos de cobertera, intermedios y/o superiores, por determinadas zonas del contacto lateral con los mismos.

- Este último flujo subterráneo constituiría las principales entradas de los **acuíferos intermedios**, considerados aquí globalmente (sólo de cierta entidad, al parecer, en el caso de la "Escama de Balsa Nueva", en el extremo occidental del Campo, y en el AltN), complementadas con otras aportaciones a los mismos por infiltración directa de lluvia o de las escorrentías superficiales, en sus áreas libres, y por descargas laterales subterráneas desde algunos sectores de los acuíferos superiores. Sus descargas principales -para el conjunto de ellos se entiende- serían hacia el mar (muy especialmente por el Horts de Roquetas y por la "Escama de Balsa Nueva") y hacia determinados sectores de los acuíferos superiores. Al estar compartimentados, hay casos, como estos últimos citados, donde las transferencias de flujos representaban volúmenes considerables o, por el contrario, muy escasos, como ocurre con las del "Horst de Guardias Viejas" y AltC.

- Los **acuíferos superiores**, además de las citadas entradas provenientes de los dos grupos anteriores (prácticamente sólo en los bordes noroccidental y noreste de la llanura) se alimentaban de la lluvia útil: por infiltración desde la precipitación directa

y desde las escorrentías procedentes de la Sierra que alcanzan sus afloramientos (las cuales muy raramente llegan al mar, a excepción de las de los extremos noroccidental y nororiental de la llanura). Sus descargas principales se llevaban a cabo hacia el mar, especialmente por el oeste y este del Campo (dada la configuración interna de este manto acuífero superior, por la que los flujos hacia el Sur son bastante más discretos); además, se producían las descargas por determinados sectores, antes citadas como entradas hacia los dos grupos de acuíferos precedentes. Conviene señalar que, entre el ASC y el ASN, el flujo siempre fué hacia éste último, con un sector central de su límite en donde este flujo era, como ahora, muy poco relevante a prácticamente nulo.

4.- Evolución del bombeo por áreas y acuíferos y en el conjunto del Campo. Repercusiones en la piezometría y el funcionamiento en cada caso

Después de la descripción esquemática del epígrafe anterior acerca de los acuíferos diferenciados en este Subsistema y de su funcionamiento más probable en régimen natural, se hace aquí un somero resumen de los principales cambios que se han producido en la explotación llevada a cabo hasta la actualidad, así como de las repercusiones que este uso de los acuíferos ha provocado en los mismos. La mayor parte de estas evoluciones ya fueron expuestas en la última información de carácter público y contenido general sobre este Campo (I.T.G.E., 1989) y en otros informes sobre aspectos parciales de difusión más restringida. La evolución piezométrica se ha registrado mediante el seguimiento de una red de unos 70 puntos de observación, con frecuencia de medidas mensual a trimestral, repartidos entre los acuíferos existentes, cuyo historial alcanza ya una media de 20 años. Se deja para el epígrafe siguiente la descripción de algunos aspectos más significativos de la evolución de este funcionamiento, relacionados con la calidad química del agua.

Hasta 1941, en que parte de esta Comarca fué declarada "Zona de Interés Nacional", los regadíos sólo alcanzaban unas 1000 has. (A.M.A., 1991), sostenidas con 5-6 hm³/año mediante pozos someros en acuíferos superiores o de cobertera de las zonas occidental y oriental del Campo, junto con aportaciones exteriores de Fuente Nueva y Canal de S. Fernando.

Tanto por la iniciativa pública como por la privada, el bombeo del Campo aumentó espectacularmente a finales de los años 50, alcanzando ya unos 30-35 hm³/año en 1963/64 y 55-60 en 1973/74, tendencia que continuaría en los años

siguientes, de los cuales se cuenta con un seguimiento mucho más detallado (Cuadro I) por punto de captación. La evolución de las extracciones dió lugar a diferentes respuestas en cada uno de los acuíferos, cuyas características generales se exponen a continuación. Descripciones más detalladas se encuentran en documentos de este Instituto citados con anterioridad.

En los acuíferos inferiores (AIN y AIO) la explotación inició un crecimiento espectacular al generalizarse las perforaciones de sondeos, **pasando de ser minoritaria** (un tercio del global del Campo en 1963/64, muy concentrada en el área de Aguadulce del AIN) **a superar**, ya en los años 70, **al bombeo de los acuíferos de cobertera**, tendencia que se ha mantenido hasta hoy, cada vez más acentuada (Cuadro 1).

Como **consecuencia de estas extracciones, en la piezometría del AIO se producen descensos muy notables** desde mediados los años 60, mayores ya de 10 m. al iniciarse los 80 y, del orden de 20 m. (hasta situarse en cotas de -10 msnm) en 1986/87. **En la actualidad se sitúa el nivel a cotas inferiores a -20 msnm.** (FIG. 2). Estos descensos generalizados a todo el acuífero forzaron un incremento en las entradas al AIO desde el AIN (al menos desde el área de El Aguila, FIG. 1) y desde el ASC, y fueron disminuyendo las descargas al mar a través del pequeño acuífero poroso interpuesto de la Escama de Balsa Nueva. El avance de este proceso da lugar, al iniciarse los años 80, a la inversión del flujo entre el citado acuífero y el mar, produciendo la salinización del AEBN (FIG. 8) y la transmisión lateral del flujo de agua salada hacia el AIO. Sin embargo este proceso no queda manifestado en las captaciones de explotación del acuífero inferior, al penetrar éstas únicamente en su parte alta, ya que sus excelentes características hidráulicas en general permiten obtener buenos rendimientos con tramos de captación reducidos.

La intensificación temprana de las extracciones del AIN en el área costera de Aguadulce (FIG. 1) provocó descensos piezométricos de sólo unos metros en los primeros años, que fueron después más amortiguados -con niveles sólo unos decímetros por encima de la cota cero- dada la alta transmisividad del acuífero y el potencial impuesto del mar (FIG. 3). Hacia 1981/82, el descenso piezométrico da lugar a la desaparición del manantial costero de Aguadulce, al avance de las interfases salinas tierra adentro y al inicio del aumento en la salinidad del agua bombeada, llegándose, en la zona más oriental del área, al abandono de algunas de las captaciones por esta contaminación. En su área libre de El Aguila, y en su zona confinada del Viso (FIG. 1), donde los bombeos fueron más tardíos, **el AIN sólo**

sufrió descensos discretos del nivel piezométrico, situación que duró **hasta finales de la década de los 70** (FIG. 3), **fecha en que el aumento de las captaciones en esta zona acelera en ella el ritmo de bajada del nivel**, descenso que se acentúa aún más **en los dos últimos años**, en los que actualmente **se llega a cotas en torno a -10 msnm en El Aguila y de -6 msnm en el Viso**, al haberse intensificado el bombeo en dichas áreas; esta pérdida de carga habría provocado, en los años 80, la disminución de los flujos de descarga del acuífero hacia el AIO, y hacia el área de Aguadulce (a través de la zona confinada del propio AIN bajo los materiales confinantes de las áreas de El Viso, La Gangosa y Vícar). Por otra parte, la nueva situación piezométrica disminuyó los flujos de descarga lateral hacia las zonas de borde de los acuíferos AltN y ASN, que habían sido incrementados en principio por las depresiones creadas en estos acuíferos receptores. En cuanto a las modificaciones en la salinidad del agua de estas dos últimas zonas del AIN, a las profundidades de captación de los sondeos existentes no se aprecian aún variaciones significativas (FIG. 9).

Los acuíferos intermedios son aún medianamente conocidos en general, de manera que el análisis de la evolución de su funcionamiento en relación con la explotación no pasa en gran medida de un nivel muy esquemático, excepto en casos como el AEBN, comentado en el epígrafe anterior -de cuya geometría, funcionamiento y evolución se tiene un conocimiento aceptable (FIGS. 4 y 8)- y **en parte del AltN**. Se hace mayor mención aquí de este último, **debido a la temprana explotación que se produjo en su área libre -La Gangosa** (FIG. 1)- la cual **provocó descensos piezométricos notables** (FIG. 5) -con variaciones dependientes de los compartimentos afectados- aunque en apariencia menores que los esperados del exceso de bombeo en relación con su recarga de agua dulce. Este hecho se justifica por la **aportación al mismo de agua salada, en profundidad**, proveniente de la inversión del flujo de descarga hacia el mar a través de capas profundas al parecer del ASN y del propio AltN, cuya salinización ya se iniciaría, al menos en algunas capas, en la década de los 60. **Este deterioro de la calidad ha provocado últimamente un importante descenso de los bombeos** (Cuadro 1), cuyo efecto en la piezometría (FIG. 5) -unido a la recuperación debida a los años más húmedos en torno al último cambio de década- ha originado **el ascenso de niveles a cotas positivas**, lo que **habrá que tomar en consideración para evitar el movimiento de flujos de agua salada al AIN, por las áreas de El Aguila y Aguadulce**.

Las incidencias de los cambios de funcionamiento del AltN en la calidad química de sus aguas son difíciles de precisar por la existencia de dos procesos

principales: las mezclas de aguas de subacuíferos de distintas cargas y salinidades mediante las perforaciones realizadas, y el proceso de intrusión marina que ha ido afectando de diferente forma a las citadas capas. De manera muy esquemática, la salinidad del agua extraída fué aumentando, en general, observándose en algunos puntos incrementos de hasta 6 veces en el contenido en cloruros; no obstante, en los sectores de este acuífero más alejados del mar y relacionados con el área del Aguila del AIN, del que recibían en régimen natural gran parte de su recarga, presentan aún buenas calidades, circunstancia que puede cambiar en el futuro por la inversión de las situaciones relativas de carga hidráulica y, por tanto, del flujo subterráneo entre estos acuíferos, por cuya evolución el AIN pasa a ser receptor de los flujos del AltN.

En los **acuíferos superiores** la incidencia tanto del bombeo como de los retornos ha sido siempre más ostensible, al menos desde los años 60, debido a su menor permeabilidad, mayor accesibilidad, y utilización ya muy antigua. **En el ASN**, las relativamente **altas explotaciones implantadas** en la década de los 60, incluso anteriormente, en particular en el **área de El Viso** (FIG. 1), produjeron pronto una fuerte **depresión piezométrica en la misma**, que ya en los años 70 mostraba un gran cono interior con cotas muy negativas (FIG. 6) de hasta 15-20 m en su sector más deprimido. Como en el caso del AltN, los sectores próximos al área del Aguila del AIN han mantenido las cargas hidráulicas más altas y las mejores calidades (últimamente sufren un descenso provocado por la depresión de niveles en este sector del acuífero inferior); asimismo, en las zonas más deprimidas por el bombeo (área de El Viso) se generó un "endorreísmo" en la circulación subterránea hacia este área **que fué provocando una salinización progresiva de sus aguas por intrusión marina** -pese a las mayores aportaciones recibidas desde los acuíferos del contorno- muy similar, y en parte relacionada, con la señalada para el AltN. **Esta salinización provocó una caída de las extracciones** (Cuadro 1), que ya en los últimos años se han reducido a menos del 50%, **y se están produciendo** las correspondientes **repercusiones del nivel** (FIG. 6), **cuyo ascenso también producirá un efecto contaminante en el AIN que habrá que controlar**. Como en el AltN, las captaciones interconectaron capas de diferente salinidad y carga hidráulica, haciendo muy complejo el análisis de la evolución del proceso, que, al menos en algunas capas del acuífero, eleva las concentraciones de cloruros de 0.3 a 4 g/l entre 1965 y la actualidad.

En el ASC, el de mayor carga hidráulica del Campo, también se ha producido una tendencia decreciente en el bombeo (Cuadro 1). Las variaciones esenciales en el funcionamiento se refieren al incremento de las entradas por los retornos de riego y urbanos, en buena parte de aguas procedentes de los acuíferos inferiores (incluso

del E. de Benínar), y a la evolución de los bombeos internos, dando lugar a ascensos y descensos del nivel continuados, según las zonas (FIG. 7), incluso a cotas piezométricas negativas (área de Onáyar), lo que no ha supuesto problemas de intrusión (sí, de pérdidas de rendimiento de las captaciones en algunos casos, unidas a empeoramientos locales en la calidad). En general, la evolución del funcionamiento no parece haber supuesto más cambio en el quimismo de sus aguas que el derivado de los efectos de la agricultura intensiva desarrollada sobre el mismo, así como de los vertidos de origen urbano, y el que pueda producirse por la aplicación de aguas ajenas y movilización, en algunos casos, de aguas congénitas contenidas en tramos inferiores del mismos ASC, menos permeables, atravesados con los sondeos. Por otra parte, los descensos piezométricos en los acuíferos marginales (AIO, ASN y AIN) también han generado un aumento progresivo de las descargas laterales hacia los mismos. Este incremento de las aportaciones laterales subterráneas desde este acuífero, de calidad mediocre, hacia los contiguos, que representa una potenciación de la recarga que ya existía en régimen natural, es lógicamente beneficioso para éstos, con el valor añadido de mejorarse la "gestión" del agua del conjunto, ya que la mezcla resultante -algo más salina que la de los acuíferos inferiores- continua siendo aceptable para la demanda.

5.- Esquema de modificaciones producidas en la calidad química de los acuíferos del Campo, por el uso dado a los mismos.

A continuación se describen, por acuíferos y de forma esquemática, las principales modificaciones sufridas en las características químicas generales del agua de los mismos, debidas a su utilización. Las Figuras 8 a 11 exponen ejemplos indicativos de la evolución de esta calidad en algunos puntos de la red disponible, mostrando los valores extremos del intervalo de observación. Los datos de los análisis químicos correspondientes al muestreo en bombeo se representan mediante diagramas de Stiff, mientras que los del muestreo en profundidad se muestran con registros verticales de conductividad eléctrica del agua -en el tramo que puede ser registrado del punto de observación- o también con diagramas de Stiff de análisis químicos en el caso de muestras obtenidas a una determinada profundidad. (Se adjuntan Cuadros 2 y 3, con las características de las obras y los intervalos de variación hidroquímicos observados en los puntos de la red actual de calidad, que aporta una información más amplia sobre el particular).

5.1.-Acuíferos Inferior Occidental, Intermedio Central y de la "Escama de Balsa Nueva" (FIG. 8).

Desde que a inicios de los años 80 se produjo la inversión del flujo de descarga hacia el mar a través del AEBN desde el AIO (al descender los niveles de este último acuífero bajo los del mar), este proceso de intrusión marina ha ido avanzando, como muestran los datos de los puntos 2144-4-0023 y 2144-4-0104, situados en la zona libre del acuífero de la "Escama de Balsa Nueva" (área de Balanegra) muestreados en bombeo y profundidad, respectivamente (FIG. 8). En el primero de ellos, la mezcla con agua de mar da lugar a un aumento en la concentración de cloruros del agua bombeada de 99 a 1090 mg/L, entre 1982 y 1985, causando su inutilización para el uso agrícola, proceso que continúa, como muestran los datos de análisis químicos de muestras tomadas entre 1987 y 1995 a igual profundidad, así como los registros verticales realizados en el período 91-95 correspondientes al sondeo de investigación 2144-4-0104, en los que se aprecia la práctica salinización del acuífero (del orden del 90% de agua de mar entre 20 mbnm y el muro del mismo, con un aumento en la concentración de calcio -por intercambio catiónico entre el agua del mar y el material acuífero- de 44 a valores de más de 900 mg/L), y la presencia actual en el mismo de únicamente unos 10 m de agua dulce en la parte superior. En la primera mitad de la década de los 80 tuvieron que abandonarse ya cuatro sondeos de explotación que captaban este acuífero (AEBN) para riego en la zona.

Este proceso de **salinización del AEBN**, consecuencia de la sobreexplotación del AIO, incide de forma aún no acusada en la evolución de la calidad de este último, en contacto lateral con el primero ya intruído, al ser destinatario de sus flujos de descarga desde hace más de 10 años. La sobreexplotación del AIO produce además otros efectos que inciden en la evolución de su calidad: el descenso continuado de sus niveles piezométricos fuerza las entradas laterales desde otros acuíferos colindantes (ASC y AIN). El aumento del flujo lateral desde el ASC, con aguas de mayor salinidad y contenidos más elevados en cloruros y sodio, supone como ya se dijo una mezcla forzada de aguas de ambos acuíferos que puede considerarse globalmente beneficiosa (ver, en la FIG. 8, los análisis químicos del muestreo en bombeo entre 1983 y 1995 del punto 2244-1-0014 correspondiente al AIO, situado en el límite de ambos acuíferos). El incremento de entradas laterales desde el AIN es beneficioso a nivel de las cotas de captación -cosa que se reconoce por la mejor

calidad del agua en su frente de contacto (ver, análisis químico del agua de bombeo del punto 2244-1-0019 representado en la FIG. 8)- pero no puede decirse lo mismo del previsible proceso a cotas inferiores, por la calidad del agua de recarga a mayores profundidades, ya que **cabe esperar que se produzca o que se esté ya produciendo la transmisión de flujos de aguas saladas al AIO procedentes de la intrusión marina del AIN.**

Las consecuencias de estas contaminaciones por agua de mar aún no han sido detectadas por las captaciones de explotación existentes en el AIO, y no se cuenta con sondeos de investigación en el acuífero donde poder observar estas variaciones en las zonas y a las profundidades convenientes, cosa que se considera de primordial interés.

Los datos hidroquímicos de muestras de agua en bombeo de los puntos 2244-1-0019 y 2244-1-0014, 2244-1-0026/2244-1-0152 , y 2144-4-0095, correspondientes a las áreas de El Tomillar, Pampanico y Tarambana, respectivamente, se presentan en la FIG. 8; puede observarse la falta de variación entre los extremos del intervalo de observación (para el período de inicios de los años 80 a 1994/95), excepto para el punto del área del Tomillar, más cercano a la zona de flujo de descarga del ASC, por las razones ya aludidas. Las facies hidroquímicas son de la familia B/MC en la zona de recarga desde el área de El Aguila (límite oriental del área de El Tomillar), con mayores proporciones de cloruros y sodio al alejarse de dicha área y aproximarse al ASC (CB/SMC-CB/MSC-BC/SMC). Las aptitudes de los puntos muestreados de este acuífero para el abastecimiento urbano son buenas (desde el punto de vista de sus características físico-químicas) y no presentan concentraciones importantes de compuestos de nitrógeno, aunque existen trazas de éstos en la mayoría de los puntos analizados en su zona libre, lo que muestra la existencia de retornos agrícolas/urbanos, procedentes de actividades directas sobre su superficie o del agua recargada desde el acuífero superior.

En la actualidad se tiene un **conocimiento sólo parcial del AItC**, mediante la evolución de sus niveles piezométricos y calidades químicas en los últimos años, que han originado la **rápida salinización** de sondeos de explotación. La diferenciación piezométrica entre este acuífero -actualmente con cotas piezométricas próximas a -50 msnm- y el AIO se produce a partir de 1993, debido al incremento de la sobreexplotación del primero con la realización y puesta en bombeo de varias captaciones en los últimos años, así como a la pequeña magnitud de sus entradas (consecuente con su posición en la fosa tectónica, "desenganchada" -al menos parcialmente- de los materiales permeables de sus bordes), a su constitución

litológica, etc.. Este excesivo bombeo ha ocasionado la movilización de salmueras, localizadas en algunos sectores del acuífero desde su génesis, lo que ha originado, directa o indirectamente, el abandono de algunas captaciones con importante extracción, durante 1993 y 1994. En la FIG. 8 se presentan las características hidroquímicas de una de estas obras (punto 2244-5-0125, muestreado en 1994 a 435 m de profundidad), abandonada en 1993; la facies hidroquímica es clorurada sódica y la concentración de sales excede la existente en el agua del mar, estando relacionada con la disolución de depósitos evaporíticos miocenos (yesos, cloruro sódico, etc.) -con un TDS de 84 g/L, y concentraciones de cloruros, sulfatos y sodio de 48, 34 y 27 g/L, respectivamente. Este proceso será progresivo, extendiéndose a otros sectores con sondeos que actualmente explotan este acuífero, los cuales se verán afectados por este importante aumento en la salinidad del agua, quedando inutilizados. Posteriormente **habrá que vigilar la relación de cargas** de este acuífero con las del AIO, **para evitar salinizaciones indeseables** hacia éste **por eventuales migraciones de estas salmueras**.

(El Cuadro 3 muestra los intervalos de variación de los principales iones y características hidroquímicas de los puntos de la red de calidad del AIO, AEBN y AltC).

5.2.-Acuífero Inferior Noreste (FIG. 9):

Como consecuencia de la intensa explotación de este acuífero, su calidad química está siendo alterada en el área de Aguadulce, con un aumento progresivo en la salinidad del agua debido a un **proceso continuado de intrusión marina desde su zona costera**. Esta contaminación, iniciada a principios de los 80, **ha afectado ya a las captaciones más profundas y cercanas a la costa, y ha provocado la sustitución de gran parte del bombeo de esta zona, por extracciones en sondeos situados en áreas interiores** (El Viso y El Aguila), aún no afectados por este proceso.

En la FIGURA 9 se presenta como ejemplo la evolución de las características químicas de las mezclas de bombeo y de muestreos en profundidad en 5 puntos de la zona costera de Aguadulce: 2244-4-0132, 2244-4-0149, 2244-4-0143, 2244-4-0170 y 2244-4-172, de los que los dos primeros continúan actualmente en explotación. En ella se muestra la variación observada en la calidad del agua bombeada y en profundidad para el caso de la captación abandonada 2244-4-0143 (que penetra en el acuífero hasta 128 mbnm), durante dos intervalos temporales: entre el inicio de su bombeo y el año en que dejó de ser utilizable para la agricultura (período 1981-85),

y entre 1991 y la actualidad (correspondiente a datos en profundidad). En el agua bombeada el contenido en cloruros aumentó de 284 a 3120 mg/L, y la concentración de calcio de 72 a 393, incrementándose la salinización hasta la actualidad, según muestran los registros de conductividad eléctrica en profundidad realizados para el citado punto y el sondeo de investigación 2244-4-0170 en Enero de 1991 y Marzo de 1995, en los que se observa una mayor conductividad eléctrica con la profundidad en esta última fecha.

Este proceso, que da lugar a aguas con un aumento en los porcentajes de cloruro sódico y mayor concentración de calcio, se detecta en todos los puntos de la zona costera del AIN, con distinta intensidad en función de su penetración en el acuífero y de la distancia a la zona de recarga de agua dulce del mismo; de esta manera, las captaciones 2244-4-0132 y 2244-4-0149, con fondo a 51 y 102 mbnm, respectivamente, se han visto menos afectadas que la más profunda anteriormente mencionada y, de ellas, la segunda tiene actualmente una mayor mezcla con agua de mar, al ser más penetrante y estar más próxima a la costa o a mayor distancia de la zona de recarga local del área (con contenidos en cloruros y calcio de 155 y 1040, y de 123 y 639 mg/L, para los puntos 2244-4-0132 y 2244-4-0149, respectivamente).

Este ascenso de la salinidad en profundidad, más acorde con el incremento del orden del 60% experimentado en las extracciones globales del acuífero AIN, que con el descenso a la mitad del volumen bombeado en el área de Aguadulce de éste acuífero, pone especialmente de manifiesto el valor de la pérdida de información por la carencia de puntos de seguimiento del avance en profundidad, tierra adentro, de este proceso de salinización, hacia las otras áreas del AIN (El Viso, El Aguila), donde por el contrario ha aumentado la explotación, desconociéndose en ellas la velocidad de avance del proceso. El agua bombeada de los puntos de estas dos últimas zonas no presenta hasta ahora variaciones en la salinidad, teniendo un TDS entre 0.3 y 0.5 g/L y facies predominantemente bicarbonatadas magnésico-cálcicas, frente a las mineralizaciones de medias a fuertes y las facies cloruradas sódicas o sódico magnésicas presentes en el agua de bombeo de la zona costera de Aguadulce. La falta de tendencias en las calidades del agua bombeada de los puntos 2244-2-0149 y 2244-3-0221, correspondientes a las áreas de El Aguila y Viso, respectivamente, se muestran en la FIGURA 8, para los valores extremos de los intervalos de observación, aunque otra cosa bien distinta reflejarían los datos de zonas más profundas del acuífero -si los hubiera- dada la evolución piezométrica del acuífero en estas áreas, en los últimos años.

Desde el punto de vista de la utilización del agua bombeada de este acuífero para abastecimiento urbano, en el área de Aguadulce los puntos muestreados no son admisibles por tener altas concentraciones, fundamentalmente de sodio y magnesio, (aunque también existen concentraciones de sulfatos y potasio por encima de los rangos admisibles), mientras que sí lo son los del resto de las zonas de extracción. Aparecen compuestos de nitrógeno con concentraciones destacables en puntos del área costera (35 mg/L en el 2244-4-0149), como testigos aparentes de la actividad humana en su entorno, y trazas en el resto de las zonas muestreadas.

5.3.-Acuíferos Intermedio Noreste y Superior Noreste (FIG.10):

El estudio de la evolución de la calidad del agua del Acuífero Intermedio Noreste, a consecuencia de su sobreexplotación, resulta especialmente complicado debido a la existencia de una estructura hidrogeológica compleja que, como ya se ha mencionado, da lugar a capas de distinto funcionamiento y diferentes relaciones hidráulicas con acuíferos del entorno o con el mar, las cuales han sido interceptadas y mezcladas en muchos casos por los sondeos de explotación. No obstante, **se ha comprobado la existencia de un proceso de intrusión de agua de mar en este acuífero AltN** iniciado ya en etapas tempranas de su explotación, que ha afectado de distinta manera a cada capa -según el análisis del aumento progresivo de la salinidad del agua bombeada en cada caso- **por el cual se han tenido que abandonar la mayoría de los sondeos de explotación del mismo**, principalmente los **situados en el área de La Gangosa** (ver FIG. 1). En la FIGURA 10 se muestran como ejemplo las evoluciones de la calidad del agua bombeada en el área confinada de El Viso y la zona libre de La Gangosa, para los valores extremos del intervalo de observación; para ésta última, se exponen además registros de conductividad eléctrica en profundidad, realizados en su parte central entre 1991 y 1995. La mineralización del AltN en La Gangosa ha pasado de débil o media, al principio de los años 70, a fuerte o muy fuerte, aumentando el contenido en cloruro sódico (ver Cuadro 3); los 4 puntos de observación de esta zona expuestos en la figura son: 2244-3-0032, 244-3-0029, 2244-3-0028 y 2244-3-0176, de los que únicamente continúa en funcionamiento el último citado dada su muy inferior penetración en el acuífero (con fondo a 19 mbnm, frente a los 101 a 180 mbnm de los restantes puntos). Destaca la salinización producida en la antigua captación 2244-3-0028 (de 180 mbnm de penetración), con un aumento en la concentración de cloruros y de calcio en el agua bombeada, entre 1972 y 1988, de 0.3 a 6 g/L y de 82 a 354 mg/L, respectivamente para cada uno de

los referidos iones. Esta contaminación progresa hasta la actualidad, como se observa al comparar el registro de conductividad eléctrica en profundidad de Enero de 1991, del punto citado, con el de Marzo de 1995 del punto 40-VC. En el agua de bombeo del área de La Gangosa, los muestreos realizados indican que, las concentraciones de varios de los iones sulfato, sodio, magnesio y potasio superan los límites admisibles para abastecimiento urbano, encontrándose también compuestos de nitrógeno en todos ellos (hasta 94 mg/L en el 2244-3-0176, más superficial), testigos de la entrada de agua procedente de retornos de riego y urbanos.

Las características de la evolución del agua bombeada **en el borde noroeste del AltN**, en la zona de El Viso, se representan en la FIGURA 10 por el punto 2244-2-0188, para el cual no se aprecia tendencia alguna a las cotas de captación; responden, principalmente, a la recarga de éste procedente del AIN (área de El Aguila), por lo que se trata **aún de aguas de mineralización débil** (TDS entre 0.5 y 0.6 g/L), facies hidroquímicas del tipo bicarbonatadas a bicarbonatadas-cloruradas cálcico-magnésico-sódicas y buenas aptitudes para el abastecimiento urbano. Más al Sureste, en el sector confinado del AltN, la salinidad presentará una transición hacia concentraciones mayores de sales, como las destacadas antes para el área de La Gangosa.

La disminución de la explotación en Junio de 1993, en el área de La Gangosa (que pasa de 12 hm³/año a sólo unos 3 en la actualidad) ha dado lugar a un aumento progresivo general en su cota piezométrica, al menos en algunas capas del acuífero, llegando a alcanzar en la actualidad valores positivos en la misma zona deprimida de la antigua explotación (ver FIG. 5). Este ascenso ha podido dar ya lugar a una **inversión del sentido del flujo entre el acuífero intermedio y el inferior, con el consiguiente transporte de agua salada hacia este último y a las zonas dulces del propio AltN.**

Para el caso del **Acuífero Superior Noreste**, aunque son varios los factores que afectan a la variación de su calidad química del agua (uso de aguas de riego y urbanas con distinto quimismo; cambios en las relaciones de flujos entre acuíferos colindantes; inversiones de flujos en relación con la zona subyacente a la explotación salinera; intercomunicación de capas, vía sondeo, etc.), **el principal proceso modificador es la entrada de agua de mar**, a través de sus zonas costeras -áreas de Aguadulce y Roquetas- hacia zonas y áreas interiores. **Este problema** (que tiene su origen ya al principio de los años 70, o incluso antes, es de difícil estudio con el detalle adecuado, dado el ya mencionado carácter multicapa del acuífero -debido a

la falta de infraestructura de seguimiento en la calidad de los distintos subacuíferos-) **ha traído como consecuencia el abandono de la mayoría de las captaciones**, sustituidas por otras realizadas en las zonas dulces del AIN.

La evolución de la intrusión en el agua bombeada del ASN en las áreas de El Viso, Roquetas y Aguadulce se expone también mediante ejemplos representativos, en la FIGURA 10, con los puntos 2244-3-0090, 2244-3-0053/ 2244-3-0070 y 2244-40012, respectivamente. En el correspondiente al área de El Viso (2244-3-0090, con 183 mbnm de penetración en el acuífero), entre 1983 y 1988 el TDS varía de 1.3 a 3.8 g/L, oscilando los cloruros de 425 a 1918 mg/L, y el calcio de 51 a 202 mg/L (ver FIG. 10 y Cuadro 3); los datos reflejados en la figura para el año 1994 corresponden al muestreo a 82 m de profundidad, pero no difieren de los resultantes de la mezcla de bombeo del final del período de explotación del punto en 1988. Por otra parte, el 2244-4-0012 muestra la evolución registrada de la salinización en el área de Aguadulce, entre 1964 y 1995, desde las características hidroquímicas presentes al inicio de su explotación (similares a las existentes para la misma fecha en al AIN de esta misma zona, dada la relación de flujos entre ambos acuíferos), con concentración de cloruros de 100 mg/L y 22 mg/L de calcio, hasta los valores actuales de 954 y 116 mg/L, respectivamente, para cada uno de los citados iones.

La evolución de la salinidad en los puntos 2244-3-0053 y 2244-3-0070 muestra la tendencia observada para capas superficiales del ASN (con penetración en el acuífero entre 9 y 27 mbnm) del área de Roquetas, entre 1972 y 1994, fecha en que el último de los referidos puntos queda inutilizable para la agricultura por el aumento sufrido en la concentración de cloruro sódico (desde 766 a 1040 mg/L de cloruros para el intervalo temporal referido). Esta contaminación también se observa en profundidad en el sondeo de investigación 2244-4-0156 (ver Cuadros 2 y 3), en el que se producen conexiones verticales de capas de distintas salinidades, aumentando el contenido salino total, en el tramo de 58 a 72 m de profundidad, de 6.8 a 15.7 g/L, entre 1985 y 1994 (con un incremento en cloruros de 3900 a 8700 mg/L y en potasio de 80 a 141 mg/L).

Las aptitudes actuales del agua del ASN para el consumo urbano son muy variadas y están principalmente en relación con las entradas por infiltración de escorrentías superficiales que desde la Sierra alcanzan esta zona, y con la localización, hasta hace muy poco, de flujos de recarga de agua dulce desde el AIN, y también con la distribución de la mezcla con el agua de mar intruida. De esta manera, en la zona noroccidental del Viso la recarga que ha existido desde el acuífero

inferior especialmente, ha proporcionado una reserva de aguas con mineralización entre débil y media (con TDS de 0.6 a 1g/L), con mayores proporciones de bicarbonatos, magnesio y calcio (ver Cuadro 3, punto 90-FE) y generalmente buenas aptitudes para la demanda urbana, mientras que en las zonas centrales y orientales de El Viso y en las áreas de Roquetas y Aguadulce, las altas concentraciones en distintos tipos de iones (sodio, magnesio, etc.) no las hacen admisibles para este tipo de utilización, presentando también contenidos en nitratos en el agua de bombeo que llegan a ser importantes en algunos de los puntos muestreados (ver Cuadro 3), asociados principalmente a los retornos de origen agrícola sobre la superficie del ASN, y en parte también a los de tipo urbano.

Como ya se ha comentado, en las capas libres del acuífero de las áreas de El Viso y Roquetas los niveles vienen subiendo por la importante reducción en las extracciones del acuífero, al menos desde 1988/89 (ver FIG. 6), siendo este incremento superior a 3 m desde 1990/91 a 1994/95. No se tiene aún información acerca de la repercusión de esta recuperación piezométrica en la salinidad del ASN.

5.4 Acuífero Superior Central (FIG. 11):

Este acuífero **no presenta problemas de intrusión marina**, ni variaciones muy importantes, en general, en los componentes mayoritarios del agua que contiene. La evolución de la calidad de ésta aparece ligada a la utilización de su superficie para las actividades agrícolas y urbanas (entre las que está el uso de aguas ajenas) y muy particularmente asociada a la aplicación de compuestos de nitrógeno y otras sustancias agroquímicas o de uso doméstico. (En el registro histórico de análisis químicos se vienen observando ya concentraciones importantes de nitratos en algunas zonas de este acuífero). Sólo a título de ejemplo, por no entrar aquí en el análisis de los factores que pueden enmascarar la comparación de datos históricos, en la FIGURA 11 se exponen 5 ejemplos de la calidad del agua bombeada en la zona de extracciones de Las Norias y El Ejido - Santa María (puntos 2244-2-0077, 2244-2-0039, 2244-1-0034, 2244-1-0070 y 2244-5-0107), con los valores extremos del intervalo de observación en los mismos. Además se destacan las concentraciones de nitratos existentes en las muestras analizadas en 1994 / 1995, con valores entre 7 y 440 mg/L. En el Cuadro 3 se exponen las características químicas de estos y otros puntos de la red de calidad del ASC. En otras zonas más meridionales (San Agustín, por ejemplo), donde no se dispone de puntos adecuados de muestreo, las calidades del agua deben presentar mayores salinidades, como corresponde a los tramos

acuíferos saturados de las mismas, mucho menos permeables y con muy lenta circulación del flujo, defecto de lavado, etc..

El agua de los puntos muestreados del ASC no tiene condiciones para su utilización en abastecimiento urbano, debido a las altas concentraciones en uno o varios de los siguientes iones: sodio, magnesio, potasio, nitratos y sulfatos, además de los procedentes de los retornos de riego y urbanos.

NOTA sobre los Cuadros 2 y 3:

La identificación y los rasgos principales de los puntos de observación actual de la calidad química de los acuíferos del Campo de Dalías están representados en el Cuadro 2, agrupándolos por acuíferos y áreas. El Cuadro 3 muestra los rangos de variación de las principales características y especies químicas durante el período histórico de datos existente de cada punto; en la columna de facies hidroquímica se hace sólo referencia a "grupos de facies" (no se describen, dentro de éstos, las variaciones de facies generadas por diferencias en las proporciones de los iones considerados). Estas facies se han considerado de manera que el límite inferior de las mixtas corresponde a un porcentaje del 15% y se identifican con el tipo aniónico y catiónico separados por una barra (siendo C=clorurada, B=bicarbonatada, S=sulfatada, S=sódica, M=magnésica y C= cálcica).

6.- Conclusiones sobre la situación de estos acuíferos

Como conclusiones sobre la situación de los acuíferos del Subsistema Sur de Sierra de Gádor-Campo de Dalías (o Campo de Dalías en sentido hidrogeológico) pueden resumirse las siguientes:

* **El bombeo bruto actual (1993/94) en el conjunto de estos acuíferos alcanza los 126 hm³/año** (Cuadro 1), lo cual origina una **clara sobreexplotación del conjunto**, que se estima del orden del 200% de lo que hubiera sido posible extraer en un uso sostenible (del orden de 50 hm³/año).

* El origen de esta situación se remonta ya, en algunos acuíferos de cobertera (ASN y AltN), a más de veinte años, y fué extendiéndose e intensificándose con el tiempo a todos los acuíferos existentes, excepto el ASC. No obstante, hay que tener en cuenta que si se aumenta el bombeo en éste último, al perder carga hidráulica se incrementarían los efectos de la sobreexplotación en los acuíferos a los que recarga lateralmente, por disminuir esta recarga. Por lo tanto, **debe considerarse esta sobreexplotación extendida a todo el conjunto de acuíferos del Subsistema.**

* **En la actualidad, más del 80% del agua bombeada en el Campo se extrae de los acuíferos inferiores, que sufren el mayor incremento anual de bombeo** (48% en los últimos 3 años) al absorber las nuevas demandas y la sustitución de dotaciones antes servidas por acuíferos de cobertera, en parte salinizados. **En dichos acuíferos inferiores**, de carácter fisurado y muy transmisivos, **se acentúa la depresión de niveles**: en la actualidad, el Acuífero Inferior Occidental (del que se bombea el 43% del total del Campo) tiene el nivel del agua a **20-23 m bajo el nivel del mar**; y en el Acuífero Inferior Noreste (que soporta el 38% del bombeo global) los niveles oscilan entre **6-12 m bajo el nivel del mar** (en las áreas de extracción más alejadas de la costa) y la cota 0 m en las más cercanas al mar e influenciadas por su nivel.

* **Las repercusiones principales** que sobre los acuíferos produce la utilización que se está haciendo de los mismos ya se han venido enunciando en diferentes ocasiones: **consumo de reservas dulces** (no renovables) -con desaturación a techo y sustitución de agua dulce por salada en fondo- y **salinización progresiva de reservas por mezclas con el agua salada.**

* Como se sabe, esta sobreexplotación reduce la cantidad de recursos disponibles, con carácter sostenible (para poder utilizarlos al hacer la planificación de este subsistema), a valores muy inferiores a sus recursos renovables, tanto menores cuanto mayor sea el deterioro alcanzado. Las estimaciones realizadas para el Plan Hidrológico sobre recursos disponibles en estos acuíferos del Campo, situaban esta disponibilidad -en el Horizonte 1.992- en unos 25 hm³/año.

* El mantenimiento de esta situación supone un alto riesgo, que se agrava con el paso del tiempo y el crecimiento de las extracciones.

* Los trabajos en curso vienen constatando, el avance de la salinidad en profundidad en las zonas actualmente aseguibles al seguimiento, y la necesidad de disponer de puntos de control de este proceso en las áreas internas del Campo, actualmente opacas a la observación del mismo. Es decir, deben mejorarse sustancialmente los sistemas de control, en distintos aspectos: la distribución espacial y el acondicionamiento de los puntos de medida, la metodología de captación y tratamiento de datos, etc..

* La mayor parte del bombeo practicado en estas áreas interiores del Campo se sigue llevando a cabo sin un conocimiento directo de los efectos que produce, por falta de los citados sondeos de control adecuados para el seguimiento en profundidad de los procesos de intrusión, ya que los utilizados son captaciones privadas que hasta ahora sólo penetran el techo de los acuíferos y/o interceptan distintas capas, etc., no acusando los cambios que estarán ocurriendo en las zonas profundas de los mismos, ni su evolución individualizada por subacuíferos en muchas ocasiones. Esta falta de conocimiento, unida a las características de los distintos medios de propagación (carácter compartimentado, generalmente fisurado, en parte confinado, etc.) y a las condiciones cada vez más favorables al incremento de la velocidad de la intrusión hacia el interior del Campo y hacia las cotas de captación, por el descenso de niveles (que pueden originar salinizaciones de carácter grave) reducen de manera muy preocupante la garantía de suministro a la demanda.

* Por otra parte, al tratarse de un medio muy heterogéneo y anisótropo, la pérdida de información sobre el avance de este proceso en los distintos sectores del Campo, debida a las deficiencias de la red de seguimiento, repercutirá muy negativamente en la toma de decisiones al salinizarse nuevas áreas del Campo, por carecerse de conocimientos sobre el medio particular y las variaciones concretas

del funcionamiento que han provocado en cada caso la entrada del agua salada.

* **El avance en el conocimiento** de la estructura y funcionamiento de este subsistema hidrogeológico **viene confirmando las diferencias de comportamiento de los distintos acuíferos o subacuíferos hasta ahora considerados, el tipo de relación hidráulica entre los mismos, y la necesidad inexcusable de abordar tanto su estudio y seguimiento, como su gestión, considerando su individualidad dentro del conjunto, para obtener resultados coherentes. La investigación complementaria** para desvelar algunos de los rasgos esenciales del funcionamiento del subsistema aún mal conocidos **se considera un objetivo irrenunciable para la racionalización de la explotación, la reordenación de captaciones, etc., es decir, para el manejo del mismo. (Como ejemplo gráfico de ello se hace referencia a la necesidad de controlar y evitar la movilización hacia las zonas de acuíferos aún dulces, de las masas de aguas saladas que se van generando y que progresivamente ganan carga hidráulica al abandonar el bombeo de las mismas).**

* Es bien patente **la urgencia de actuaciones de gestión por parte del Organismo de Cuenca**, ante la situación generada en este conjunto de acuíferos del Campo de Dalías; pero también **son evidentes las dificultades** de todo tipo **que entrañan tales actuaciones**, potenciadas **por la falta de disponibilidad** inmediata **de los recursos** necesarios de otro origen para hacer la adecuada **sustitución de bombeos**, por lo que **este Organismo tendría que ser apoyado ampliamente para superar estas dificultades** de la forma más eficaz, **ante la magnitud del problema**. Este informe pretende proporcionar, de manera esquemática y urgente, un diagnóstico actualizado de la situación de estos acuíferos, como apoyo técnico inmediato que el I.T.G.E. puede aportar. También se incluye, como propuesta de demarcación del espacio físico objeto de las referidas actuaciones, el comprendido en la poligonal definida (FIG. 7) por los siguientes límites, considerados de mayor garantía y sencillez que los vigentes:

Limite occidental: "Línea recta, desde el mar, que pasa por el cruce de la Rambla de la Estanquera con la carretera nacional 340 (Málaga-Almería), y por la intersección de la carretera comarcal 331 (Adra-Berja) con el límite de Términos entre estos dos municipios. Y, desde esta intersección, línea recta hasta la puerta del Cementerio de Berja, en la carretera Berja-Dalías".

Limite septentrional: "Línea recta entre el Cementerio de Berja y el cruce de la carretera de Roquetas de Mar a Alicún, con la de acceso a El Marchal de Antón

López (Término municipal de Enix)".

Límite oriental: "Línea recta entre este último cruce y el mar, pasando por el vértice geodésico Canteras II (Término municipal de Almería)".

* (El límite occidental corrige el propuesto en el Decreto del 84, cubriendo una pequeña área fuera de éste, en el extremo oeste del Campo, en la que pudiera captarse el AIO. El resto garantiza suficientemente el control sobre los acuíferos inferiores (AIO y AIN), ampliando convenientemente la demarcación por el norte y reduciéndola por el este, al resultar excesivo el alcance que tenía).

* **En cuanto a las actuaciones de gestión** a desarrollar por el Organismo de Cuenca que estén directamente **relacionadas con este medio hidrogeológico**, se estima oportuno hacer **unas consideraciones** basadas por una parte en las dificultades que presentará su manejo (según el conocimiento alcanzado de la complejidad del funcionamiento y del proceso de salinización de sus acuíferos) y, por otra, en los problemas añadidos por la referida falta de recursos de otro origen para plantear con carácter inmediato la sustitución de bombeos que el proceso de salinización exige, ya que, **en unos años será difícil eliminar la falta de garantía de suministro de agua a toda la demanda del Campo y Almería capital (por no disponer de esos otros recursos de sustitución de bombeos para invertir el proceso de intrusión) por lo que éste continuará generando salinización y mayor pérdida de garantía de atención a dicha demanda. Pero** dado el carácter y la extensión de **estas consideraciones, se exponen en el apartado siguiente**, fuera del contexto de las conclusiones aquí expresadas.

7.- Consideraciones finales acerca de la situación planteada por la sobreexplotación y el estado del conocimiento hidrogeológico de la zona en relación con las actuaciones de gestión de sus recursos

De acuerdo con la resolución del R.D. 2.618/1.986 (segunda medida y Anexo del mismo), **desde el 1 de enero de 1.987 son aplicables los efectos que**, para la declaración provisional de un acuífero sobreexplotado o en riesgo de estarlo, **establece el apartado 4 del Art. 171 del Reglamento del D.P.H.**, que son:

a.- Paralización de todos los expedientes de autorización de investigación o de

concesión de aguas subterráneas.

b.- Suspensión del derecho de apertura de nuevas captaciones (con extracción menor de 7.000 m³/año), establecido en el artículo 52.2 de la Ley de Aguas.

c.- Paralización de todos los expedientes en trámite de modificación de características de las concesiones de aguas subterráneas.

d.- Constitución forzosa de la Comunidad de Usuarios del acuífero, si no existiese, por aplicación del artículo 79 de la Ley de Aguas.

Con independencia de la aplicación cuanto antes de estos efectos -por su carácter urgente, dada la situación de los acuíferos afectados- para ultimar los estudios y otros trámites previstos en el procedimiento establecido por el Art. 171 del R.D.P.H., así como para elaborar el preceptivo Plan de Ordenación de las extracciones "en orden a conseguir la superación de los problemas planteados", lograr la condición de declaración definitiva de "acuíferos sobreexplotados" y alcanzar el carácter ejecutivo del Plan (apartados 5 y 6 del mismo artículo), **la Confederación Hidrográfica del Sur necesitaría disponer: por una parte, de recursos hídricos de otro origen**, con carácter inmediato y cantidad suficiente para eliminar todo el bombeo del Campo que se requiera para la regeneración de sus acuíferos sin desatender el suministro a la demanda dependiente del mismo; **por otra, del apoyo decidido y coordinado de entidades involucradas en los aspectos que inciden en toda la ordenación y gestión de los recursos hídricos de esta zona**, con un papel muy relevante de la Junta Central de Usuarios de la misma.

Puesto que estos recursos (del orden de 100 hm³/año) **por ahora no existen**, y su consecución se irá alcanzando con distintas aportaciones en cuantía y plazos aún no del todo definidos (Plan Hidrológico de la Cuenca Sur), **parece inevitable que durante los próximos años tengan que seguir siendo estos acuíferos las principales fuentes de suministro a las demandas del Campo y de Almería capital, lo que obligará al Organismo responsable de su gestión a adoptar medidas urgentes sobre los mismos**, tendentes a que su uso esté presidido por la máxima racionalidad, dada la situación de pérdida creciente de garantía de atención a la demanda por sus procesos de intrusión.

Por diversas razones -entre las que pueden señalarse: la ya referida complejidad de la estructura de los acuíferos presentes y de las relaciones que

existen entre los mismos o entre algunos de ellos y el mar; los cambios de funcionamiento que se han producido y se producirán en los mismos por las variaciones en la forma de utilizarlos; el desfase aún existente entre el grado de conocimiento alcanzado, en relación con el que sea razonablemente asequible y necesario obtener para manejar adecuadamente estos acuíferos, y el tiempo que hará falta para alcanzar este necesario conocimiento complementario, como también para ir obteniendo recursos de otro origen, ahora inexistentes, que puedan sustituir el bombeo excesivo en cada caso- **parece aconsejable establecer un planteamiento que relacione las necesidades de información que de los distintos aspectos hidrogeológicos del problema sean requeridas para las actuaciones de gestión, con la disponibilidad de la misma o con el tiempo necesario para obtenerla.**

Como apoyo del I.T.G.E. al Organismo de Cuenca en la gestión de esta información, **se esbozan unas primeras consideraciones** (que podrán ser objeto de mayor concreción futura) **sobre dicho planteamiento:**

-- Dentro de la **necesidad** inmediata de **disponer de un catálogo de captaciones** de este conjunto de acuíferos, el Organismo de Cuenca tendría que definir los aspectos administrativos que han de figurar en cada punto del mismo, así como los relativos al destino del agua. **La información hidrogeológica correspondiente a cada captación podría ser reunida por el propio I.T.G.E.**, ya que se dispone, para cada punto de agua, de una copiosa información -aunque dispersa en distintos documentos o soportes convencionales e informáticos- relativa a características físicas, historial de extracciones, acuífero(s) captado(s) a lo largo del tiempo, respuesta piezométrica observada en el punto y en el área del acuífero captado, variación de la calidad, etc, cuyo grado de actualización es bastante aceptable en la mayoría de los casos de interés. **La materialización de este apoyo hidrogeológico requeriría un tiempo discreto**, simultáneo al que se necesitará para la obtención de los datos administrativos y de uso del citado inventario, **quizás del orden de 6 meses a un año de trabajo.**

-- Teniendo en cuenta que **los sondeos de investigación y control representan el principal medio de obtención de la información hidrogeológica complementaria que se requiere para orientar las actuaciones del obligado Plan de Ordenación y para el correspondiente seguimiento del mismo** (como la ausencia de ellos ha sido la causa principal de las lagunas de conocimiento existentes), y considerando también que su

ejecución constituye el capítulo más problemático, lento, costoso e imprescindible de la investigación complementaria, se considera necesario realizar un tratamiento y análisis previo de los datos recabados por el I.T.G.E. en los últimos años **y una reinterpretación del modelo conceptual del sistema hidrogeológico**, a la luz de todos los datos disponibles, con objeto de mejorar la situación de partida del conocimiento alcanzado sobre el mismo y, ya con mejor criterio, delimitar los objetivos concretos en cuanto al conocimiento que es necesario y posible obtener con dicha investigación complementaria, así como diseñar las operaciones a realizar con mayor fundamento, entre ellas, los objetivos, la ubicación, características constructivas, equipamiento, etc. de cada uno de estos sondeos a realizar, que han de servir de complemento del conocimiento y de redes de control del funcionamiento en profundidad de estos acuíferos.

-- De acuerdo con las consideraciones precedentes, y con la urgencia que requiere la situación planteada para las actuaciones de gestión, **se estima conveniente organizar la obtención de información en dos etapas de trabajo:**

a) Una primera etapa de tratamiento y análisis de datos existentes, y reinterpretación previa del modelo conceptual de la geometría y funcionamiento actual de los acuíferos. Sus conclusiones tendrían que incluir, por una parte, la definición del programa de investigación complementaria, incluidos los sondeos; por otra, y en función del estado de los acuíferos en ese momento, y de la disponibilidad de otros recursos ajenos a los mismos, se tendrían que establecer alternativas para orientar las primeras actuaciones de un Plan de Ordenación (a efectos de declaración definitiva de sobreexplotación) que, con las perspectivas que ahora existen, tendría que procurar solamente retrasar los procesos contaminantes introduciendo la máxima racionalidad en el uso de estos acuíferos. La duración de esta primera etapa sería del orden de 1 año. Podría ser simultánea a las actuaciones señaladas anteriormente, relativas al inventario de captaciones, usos, etc..

b) Una segunda etapa, de investigación complementaria propiamente dicha, desarrollaría el programa de actuaciones definido en la etapa precedente, a la vez que iría proporcionando

conocimientos sobre el estado de la intrusión en cada uno de los acuíferos implicados, **orientando en lo posible la gestión de los mismos**, entre cuyas actuaciones se encontrarían las sucesivas sustituciones de bombeos en función de nuevos volúmenes disponibles de origen ajeno a estos acuíferos, la reordenación de bombeos en función de las respuestas observadas del proceso de salinización, en cada caso, etc. **Las conclusiones de esta investigación, los recursos de sustitución conseguidos y los programados por el Plan Hidrológico de manera consolidada para esta Comarca, la situación particular de los acuíferos en ese momento, etc., darían fundamento a una revisión más sólida del Plan de Ordenación de la zona.**

-- Como **consideración final** -con independencia de las actuaciones referidas anteriormente- en la medida que las actuales propuestas del **Plan Hidrológico de la Cuenca Sur** son susceptibles de modificación y dada la situación de falta de garantía de suministro a una demanda actual, plenamente consolidada, y de tanta relevancia socioeconómica como la este Subsistema III-4 de explotación, se estima que **debería darse la mayor celeridad al "Estudio de factibilidad de las posibles transferencias internas hacia el sector oriental" de la Cuenca** -previsto en el programa 5, Art. 66 del Título Tercero de la Normativa del Plan- **considerándolo con carácter urgente y previo a la consolidación de algunas de las actuaciones previstas** en la alternativa de planificación de recursos actualmente propuesta por el citado Plan, **ya que de dicho Estudio podría derivarse otra alternativa diferente** (que pudiera requerir cambios en las infraestructuras ahora consideradas, además de otros relativos a la asignación de recursos u otras modificaciones que pudieran cumplir mejor los objetivos generales del Plan) **en la que estuviera contemplado un trasvase de recursos al Campo de Dalías desde la Cuenca Sur Occidental, globalmente excedentaria.**

VºBº

Redactado por:

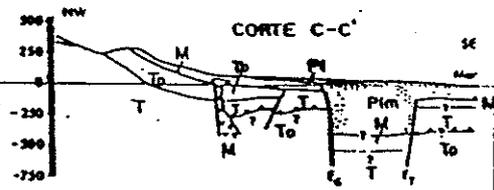
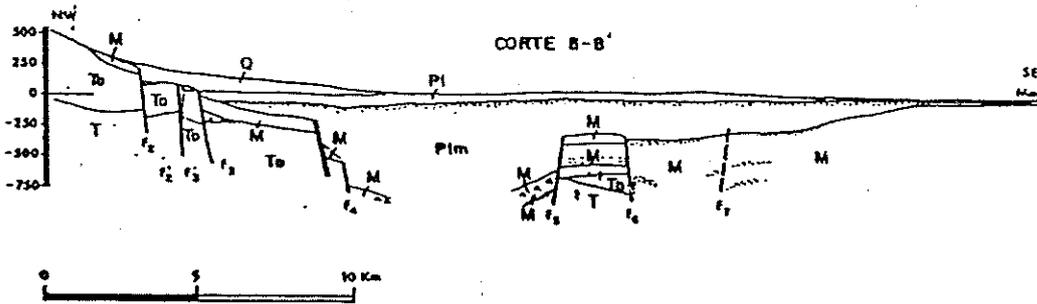
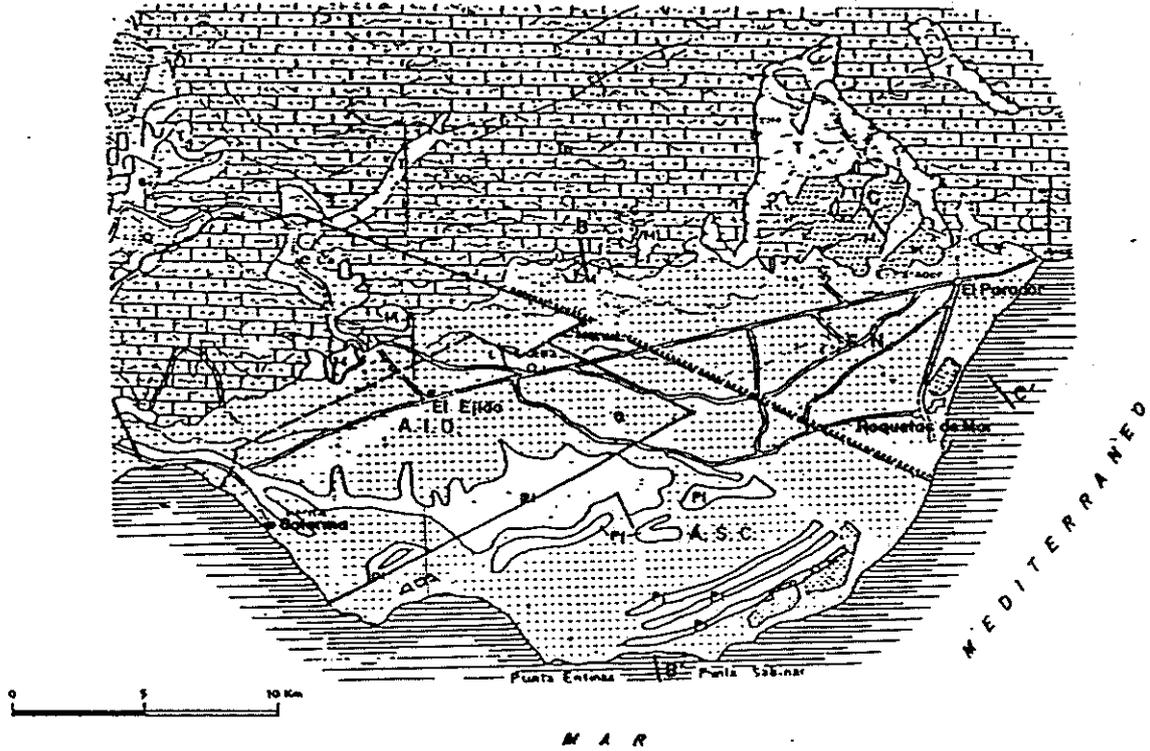
El Subdirector General de
Aguas Subterráneas y Geotecnia

Fdo: Patricia Domínguez Prats
y Angel González Asensio

Fdo: Juan Antonio López Geta



Plano Hidrogeológico del Campo de Dalías



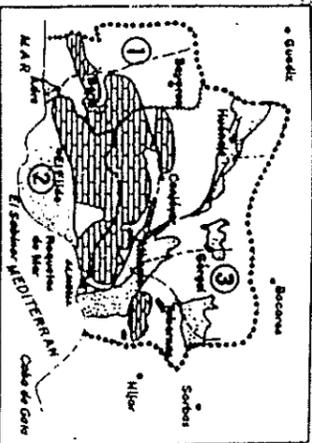
- A.I.O. Acuífero Inferior Occidental
- A.S.C. Acuífero Superior Central
- S.N. Acuíferos Sector Noreste

- Q CUATERNARIO (conglomerados, etc)
- PI PLIOCENO (calizas, arenas, etc)
- Pim PLIOCENO (margas, etc)
- M MIOCENO (calizas, volcánicas, etc)
- To TRIAS (dolomas, calizas)
- T PERMOTRIAS (Maastricht, etc)

FIGURA 0

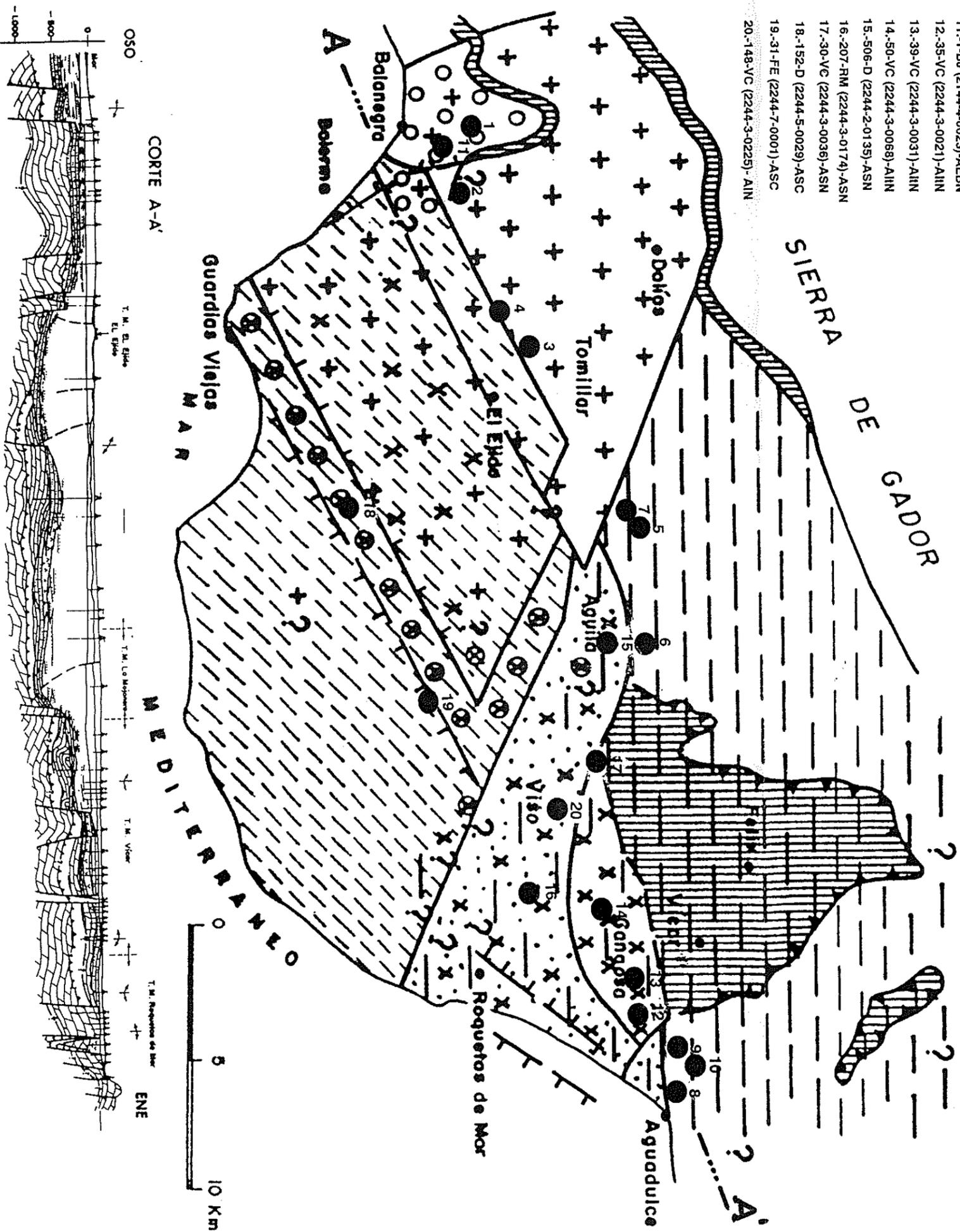


SISTEMA ACUIFERO DE LA SIERRA DE GADOR
Y ACUIFEROS DE LAS CUENCAS MARGINALES



IDENTIFICACION DE PIEZOMETROS: (●)

- 1.-454-BJ (2144-4-0087)-AIO
- 2.-12-D (2144-4-0012)-AIO
- 3.-252-D (2244-1-0026)-AIO
- 4.-260-D (2244-1-0058)-AIO
- 5.-212-D (2244-2-0003)-AIN
- 6.-522-D (2244-2-0148)-AIN
- 7.-681-D (2244-2-0186)-AIN
- 8.-6-RM (2244-4-0006)-AIN
- 9.-216-RM (2244-4-0130)-AIN
- 10.-253-RM (2244-4-0169)-AIN
- 11.-1-BJ (2144-4-0023)-AEBN
- 12.-35-VC (2244-3-0021)-AINN
- 13.-39-VC (2244-3-0031)-AINN
- 14.-50-VC (2244-3-0068)-AINN
- 15.-506-D (2244-2-0135)-ASN
- 16.-207-RM (2244-3-0174)-ASN
- 17.-30-VC (2244-3-0036)-ASN
- 18.-152-D (2244-5-0029)-ASC
- 19.-31-FE (2244-7-0001)-ASC
- 20.-148-VC (2244-3-0225)-AIN



ACUIFERO SUPERIOR CENTRAL (A.S.C.)	
Acuífero libre	

ACUIFERO SUPERIOR NORESTE (A.S.N.)	
Acuífero libre (localmente multilicop)	

ACUIFERO INTERMEDIO CENTRAL (A.It.C.)	
Confinado entre el Acuífero Superior Central y el Acuífero Inferior Occidental	

ACUIFERO INTERMEDIO NORESTE (A.It.N.)	
Zona libre	
Zona confinada entre el Acuífero Superior Noroeste y el Acuífero Inferior Noroeste	

ACUIFERO INFERIOR OCCIDENTAL (A.I.O.)		
Zona libre	Zona confinada bajo:	
	el Acuífero de la "Escama de Bolso Nuevo"	el Acuífero Superior Central (y el Acuífero Intermedio Central)
Pequeño acuífero de la Escama de Bolso Nuevo (A.E.B.N.)	Pequeño acuífero confinado del Horst de Guardias Viejas	Pequeño acuífero

ACUIFERO INFERIOR NORESTE (A.I.N.)		
Zona libre	Zona confinada bajo:	
	el Acuífero Intermedio Noroeste	los Acuíferos Intermedio y Superior Noroeste.
Pequeño acuífero de la Escama de Bolso Nuevo (A.E.B.N.)	Pequeño acuífero confinado del Horst de Guardias Viejas	Pequeño acuífero

Distribución Espacial de los Acuíferos del Subsistema Sur de S^e de Gádor - Campo de Dalías

FIGURA 1



Acuífero Inferior Occidental Evolución piezométrica 1972-1995

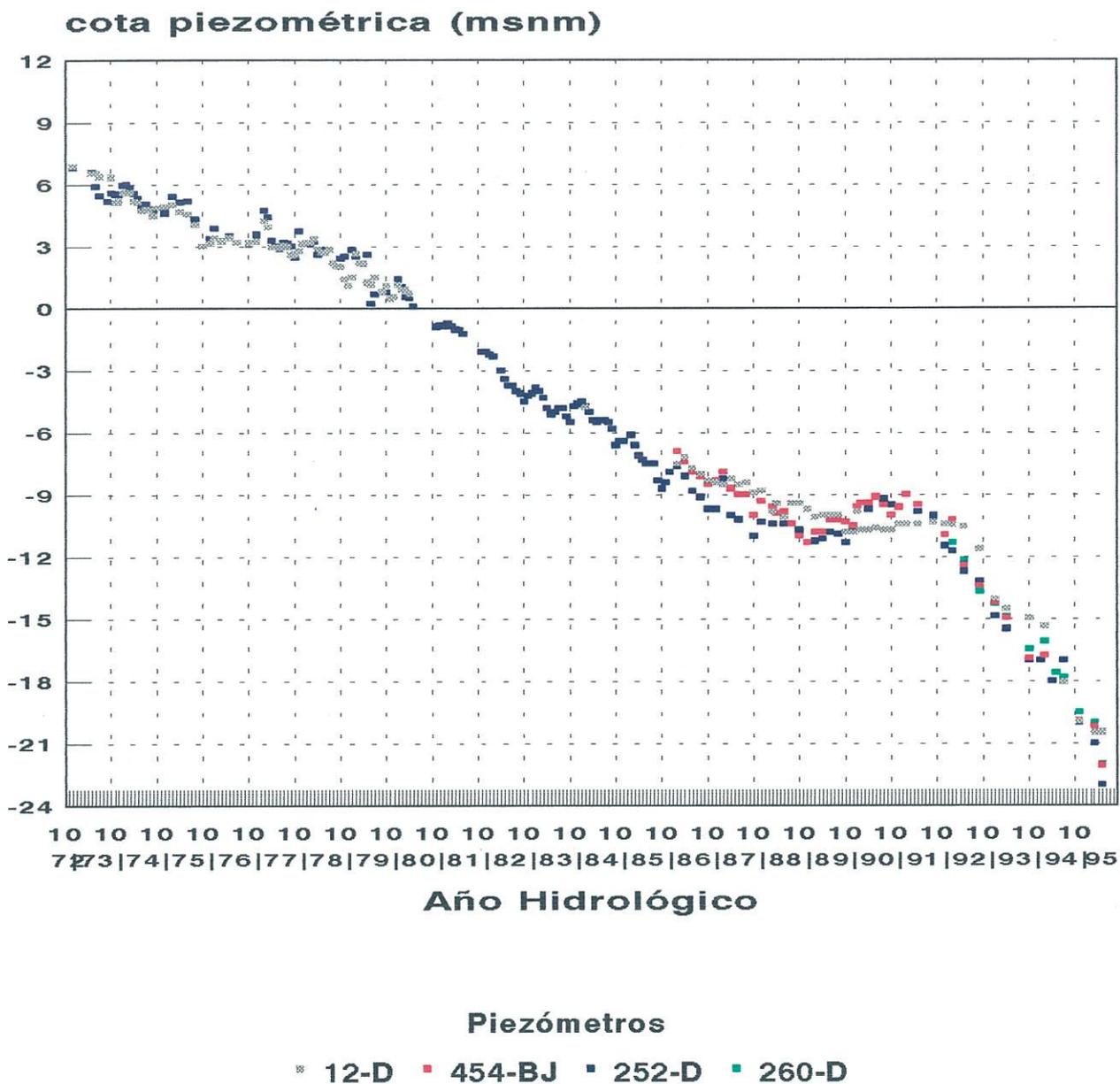
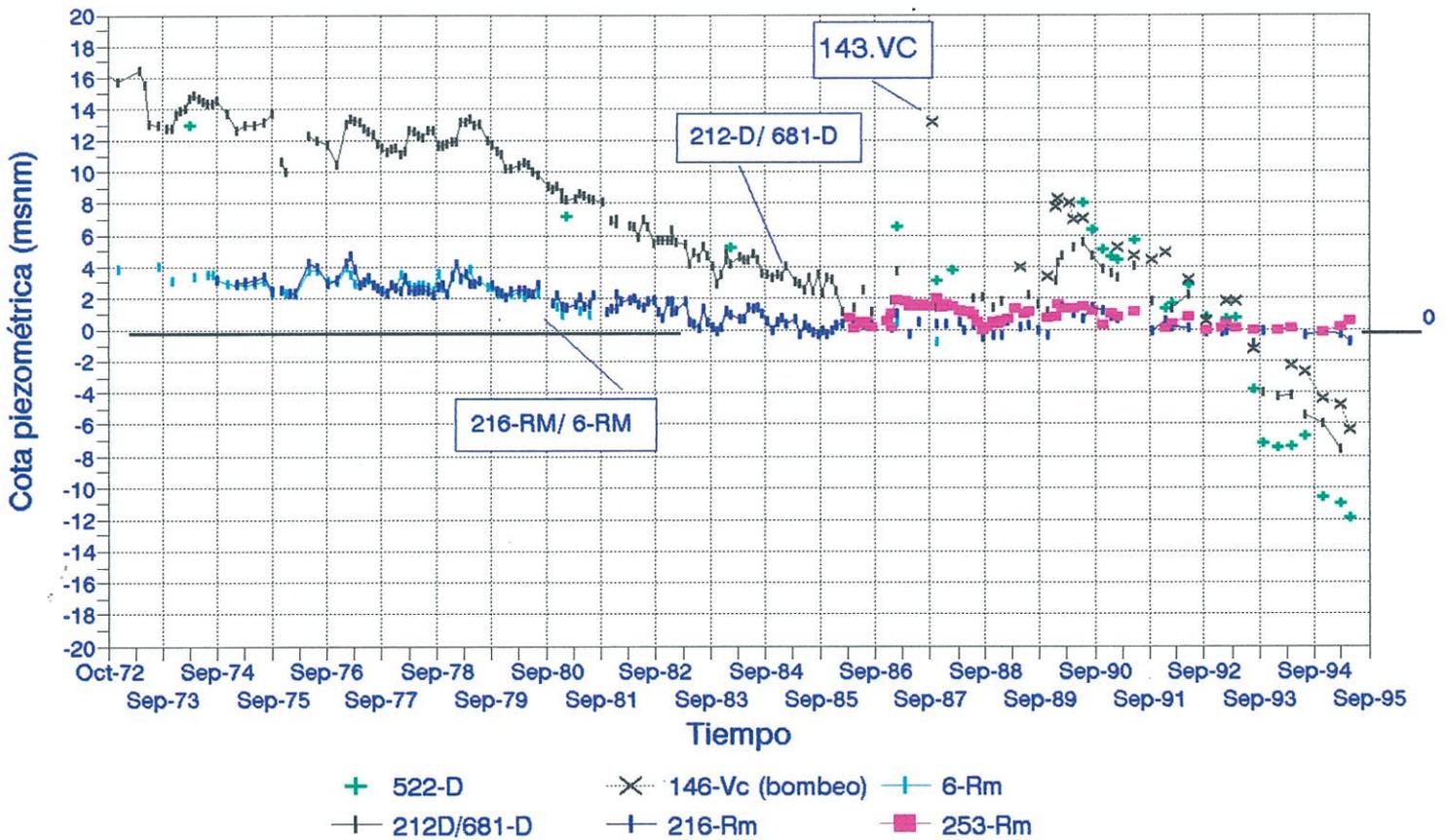


FIGURA 2



Seguimiento Piezométrico. 1972-95 AIN.Aguadulce, El Viso y El Aguila



Los puntos 6-RM, 216-RM y 253-RM corresponden al área de Aguadulce, el 143-VC y 146-VC a la zona confinada (El Viso) y el resto de los piezómetros pertenecen al área de El Aguila.

FIGURA 3



Seguimiento Piezométrico 1972-95 Acuífero de la "Escama de Balsa Nueva"

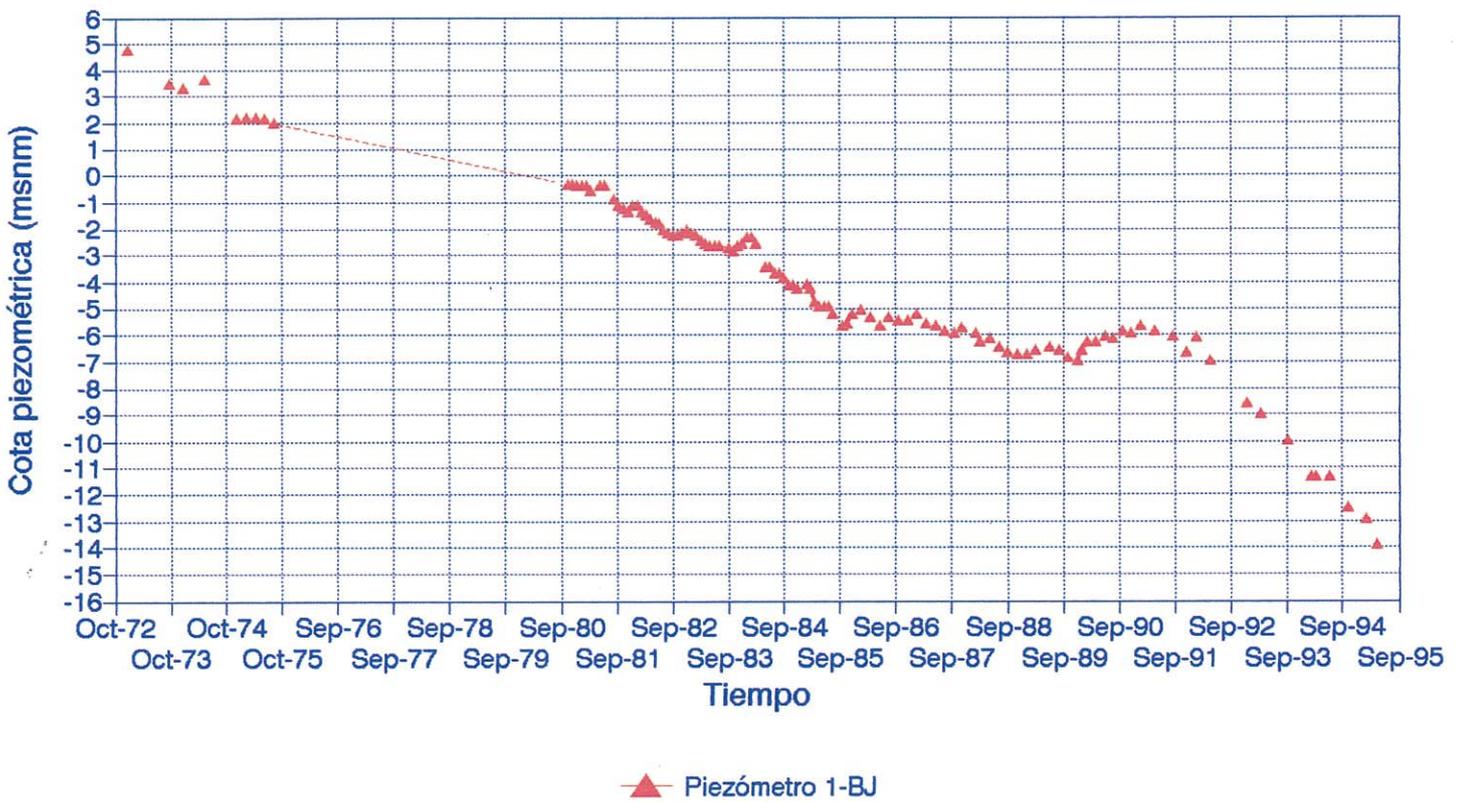
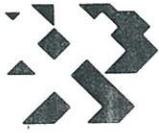
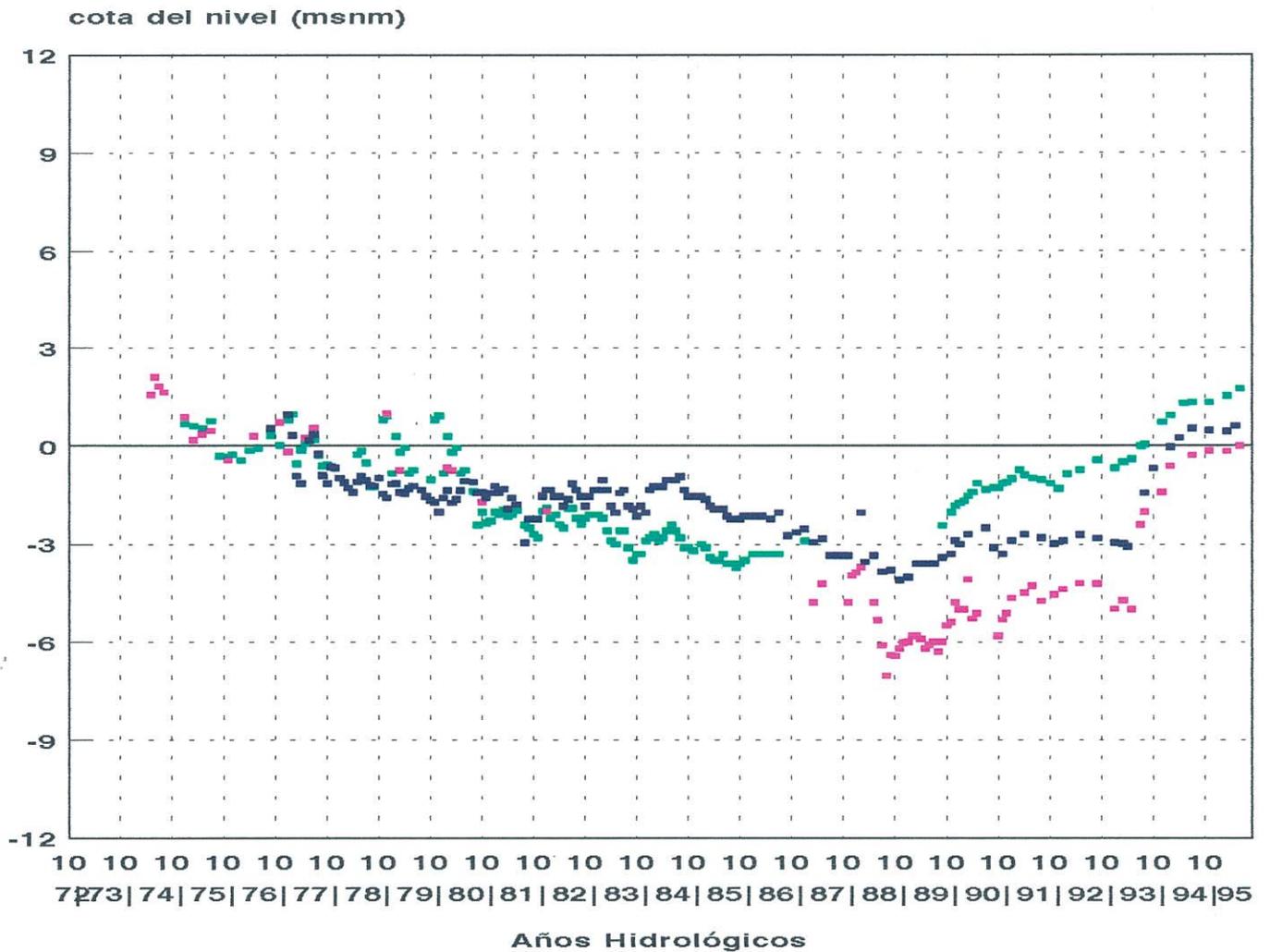


FIGURA 4



Acuífero Intermedio Noreste Evolución piezométrica 1972-1995



Piezómetros:

■ 35-VC ■ 39-VC ■ 50-VC

FIGURA 5



Acuífero Superior Noreste Evolución piezométrica 1972-1995

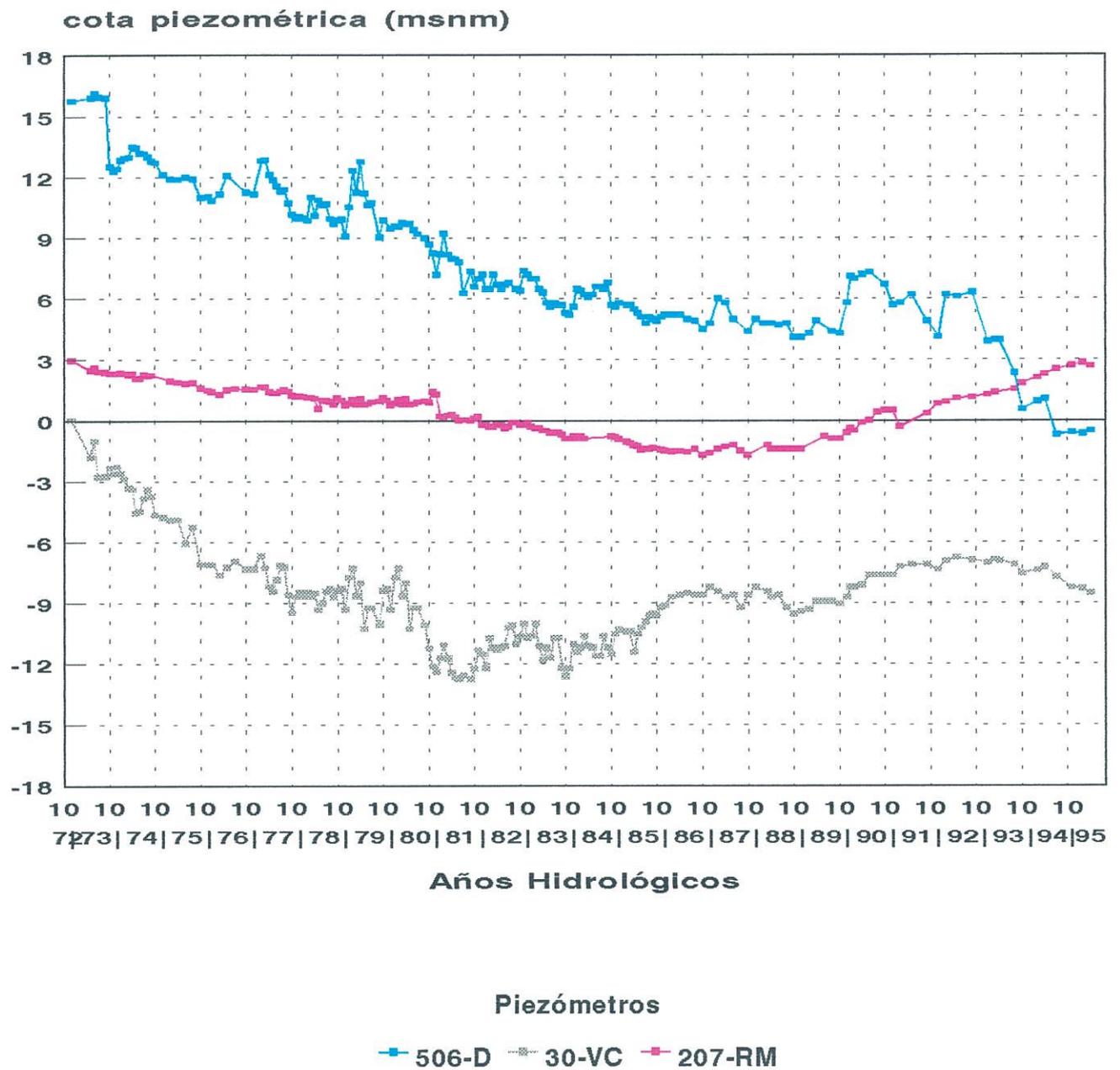
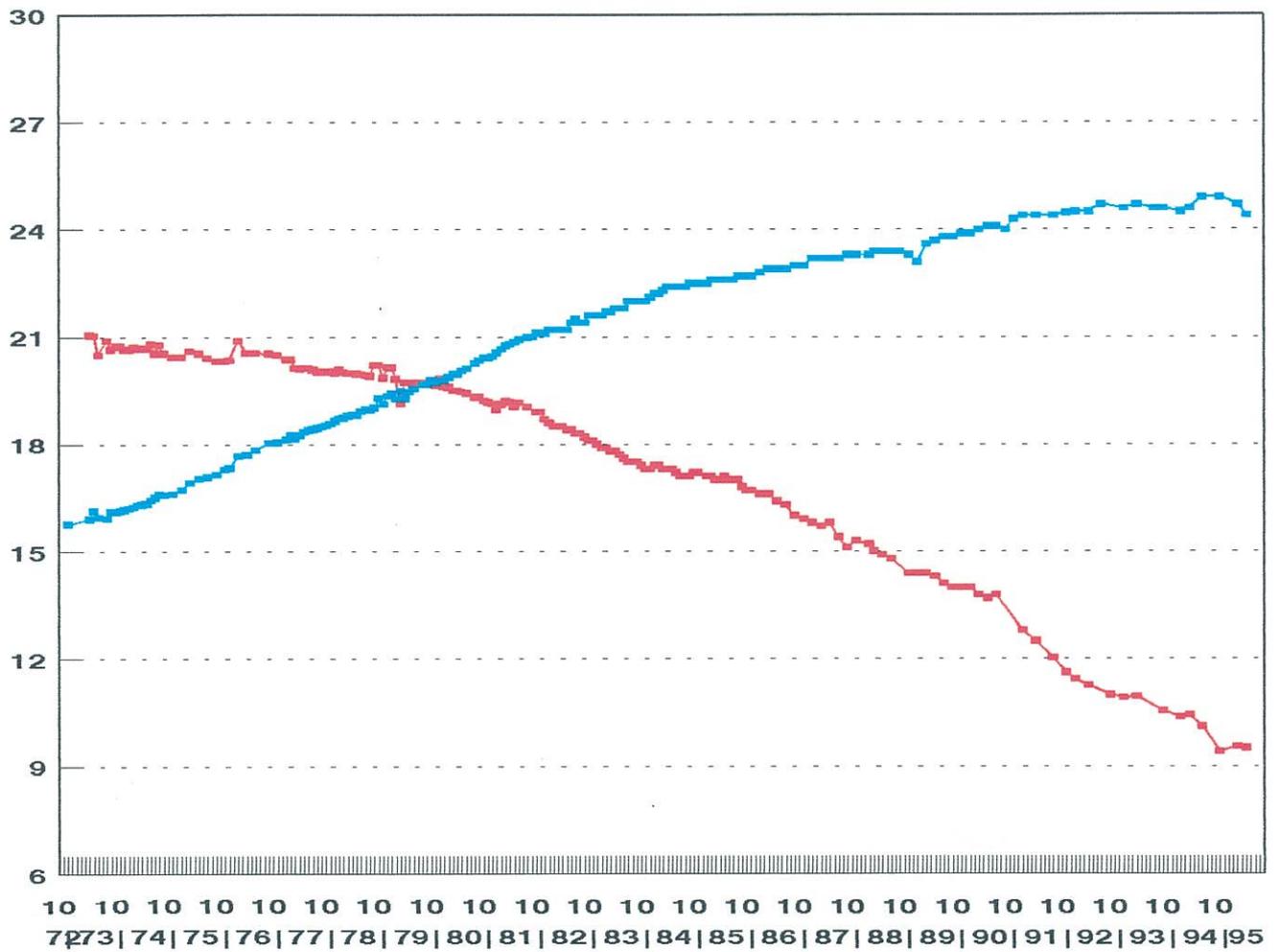


FIGURA 6



Acuífero Superior Central Evolución piezométrica 1972-95



Piezómetros:

— 31-FE — 152-D

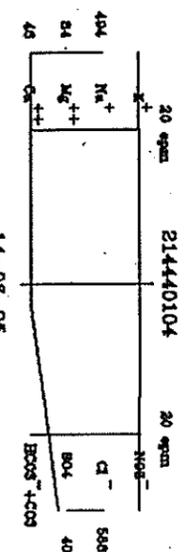
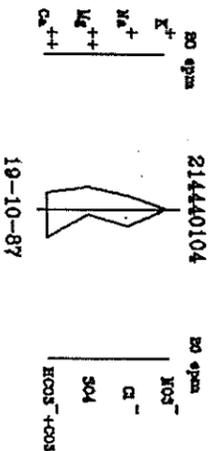
FIGURA 7



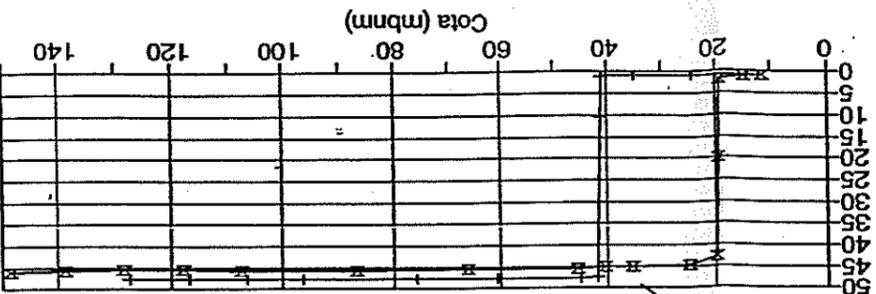
IDENTIFICACION DE PUNTOS: (●)

Cota fondo en mbnm

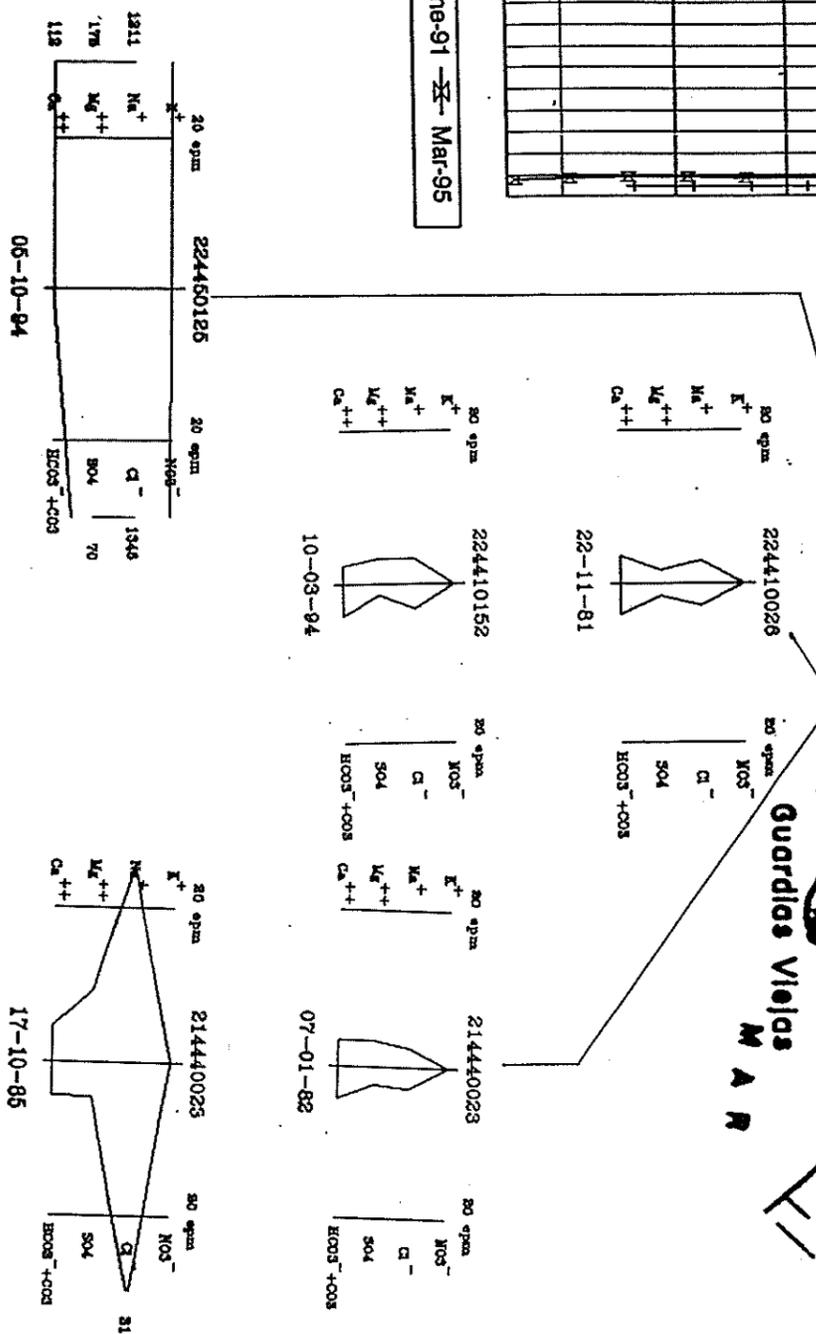
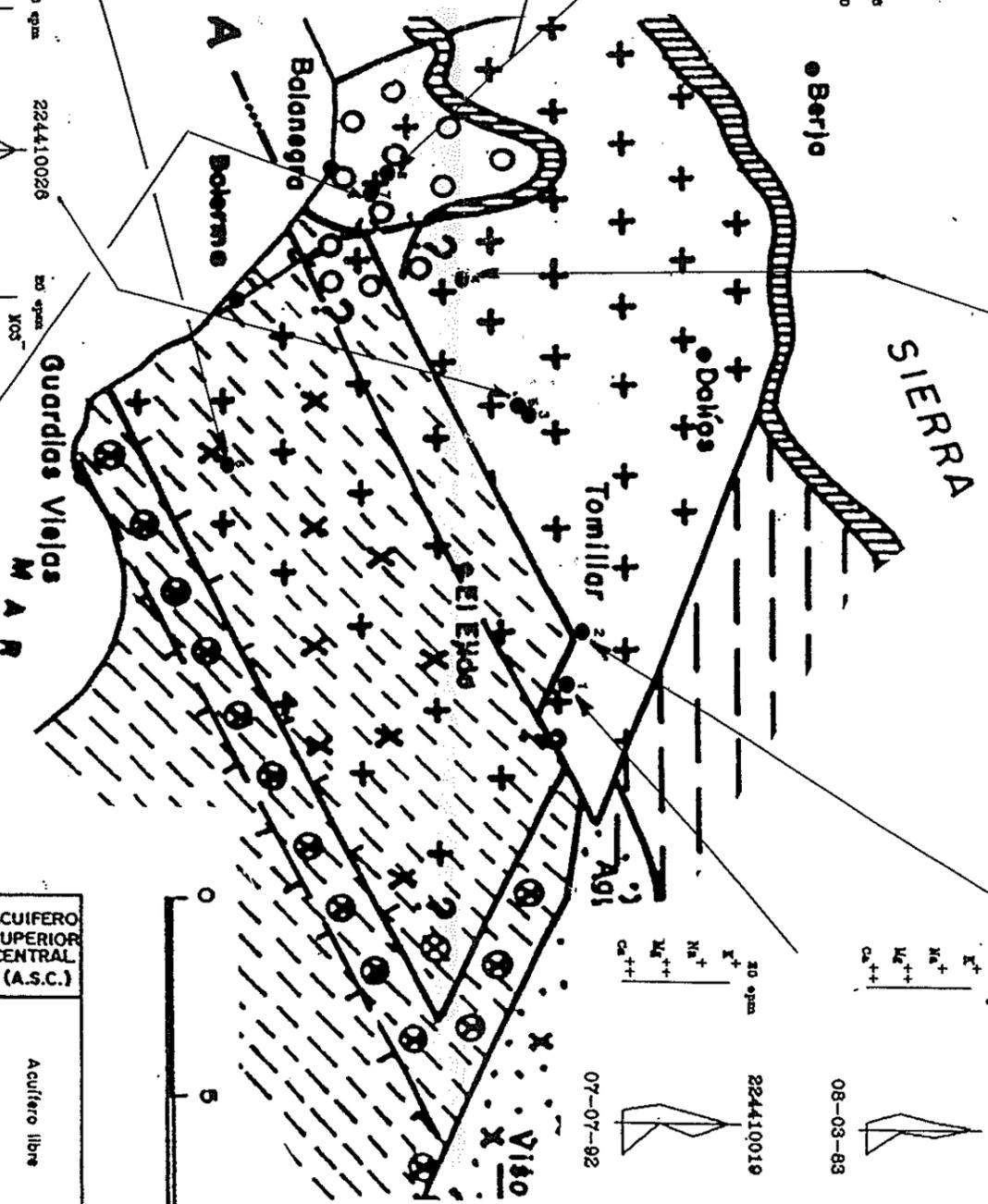
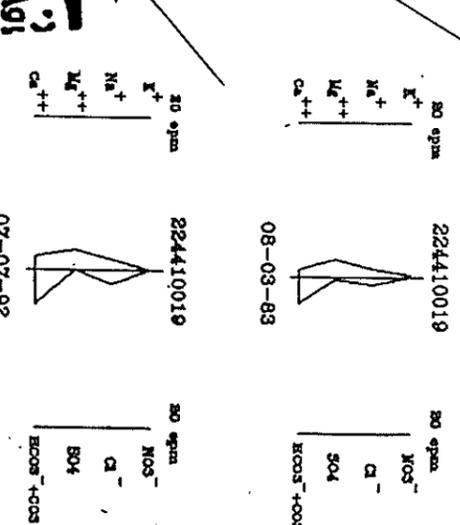
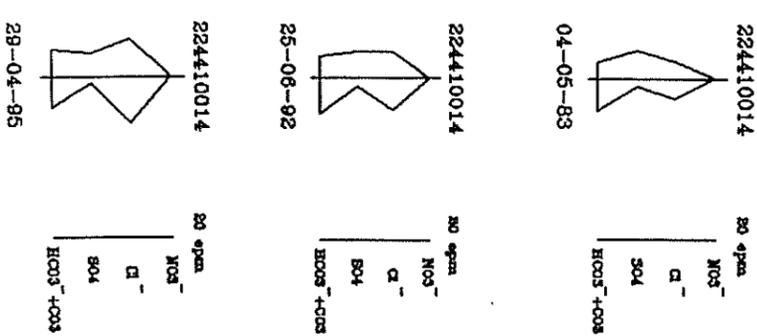
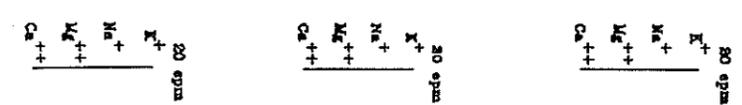
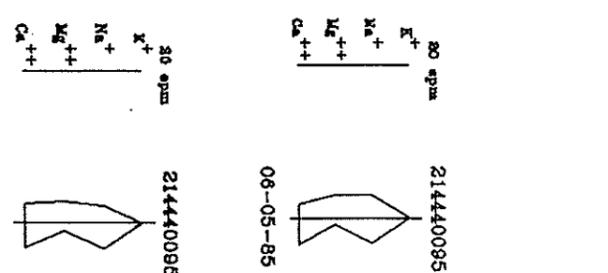
- 1.-66-D (2244-1-0019)-A10
- 2.-69-D (2244-1-0014)-A10
- 3.-252-D(2244-1-0026)-A10
- 4.-660-D (2144-4-0095)-A10
- 5.-710-D (2244-1-0152)-A10
- 6.-685-D (2244-5-0125)-A1C
- 7.-1-BJ (2144-4-0023)-AEBN
- 8.-506-BJ (2144-4-0104)-AEBN



Conductividad eléctrica (microS/cm)
(Milles)



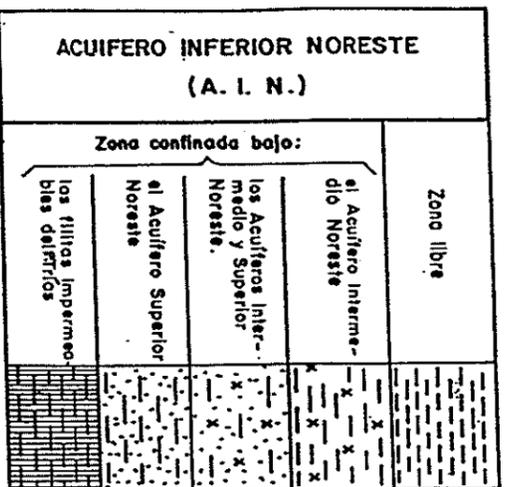
Ene-91 - Mar-95



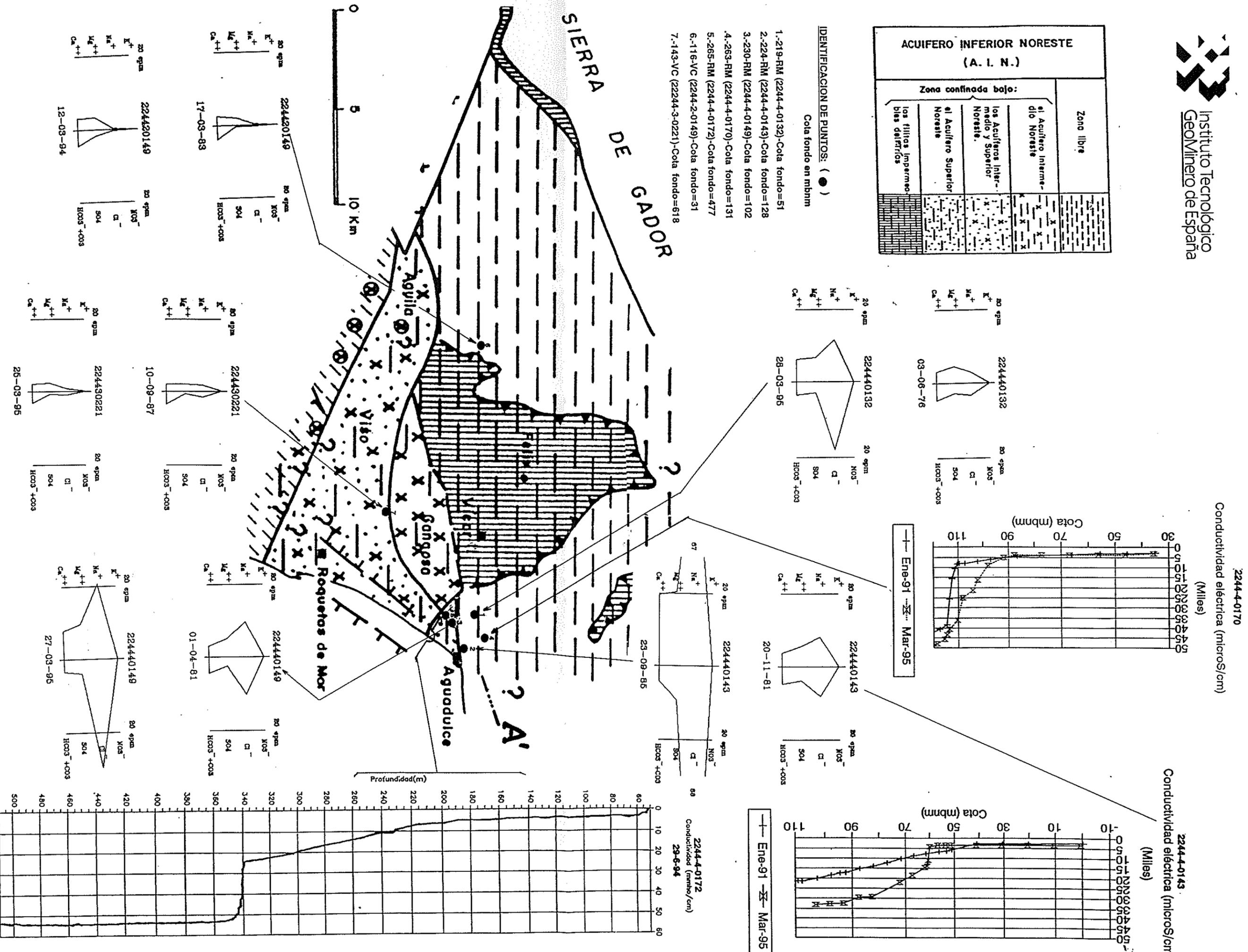
ACUIFERO SUPERIOR CENTRAL (A.S.C.)		Acuífero libre	
ACUIFERO INTERMEDIO CENTRAL (A.I.C.)		Confinado entre el Acuífero Superior Central y el Acuífero Inferior Occidental	
ACUIFERO INFERIOR OCCIDENTAL (A.I.O.)		Zona confinada bajo:	
		el Acuífero de lo Nuevo	
		el Acuífero Superior Central (y el Acuífero Intermedio Central)	
		Los Acuíferos Superior Central y del Horst de Guardas Viejos	
		Zona libre	
		el Acuífero de lo Nuevo	
		el Acuífero Superior Central (y el Acuífero Intermedio Central)	
		Los Acuíferos Superior Central y del Horst de Guardas Viejos	
Pequeño acuífero de la Escoma de Boiso Nuevo (A.E.B.N.)			
Pequeño acuífero confinado del Horst de Guardas Viejos			

Evolución de la calidad química del AIO, AEBN y AIC en puntos de la red disponible: valores extremos del intervalo de observación (datos en bombeo y registros en profundidad)

FIGURA 8



- IDENTIFICACION DE PUNTOS: (●)**
Cota fondo en mbnm
- 1.-219-RM (2244-4-0132)-Cota fondo=51
 - 2.-224-RM (2244-4-0143)-Cota fondo=128
 - 3.-230-RM (2244-4-0149)-Cota fondo=102
 - 4.-263-RM (2244-4-0170)-Cota fondo=131
 - 5.-265-RM (2244-4-0172)-Cota fondo=477
 - 6.-116-VC (2244-2-0149)-Cota fondo=31
 - 7.-143-VC (2244-3-0221)-Cota fondo=618



Evolución de la calidad química del AIN en puntos de la red disponible: valores extremos del intervalo de observación (datos en bombeo y registros en profundidad)

FIGURA 9

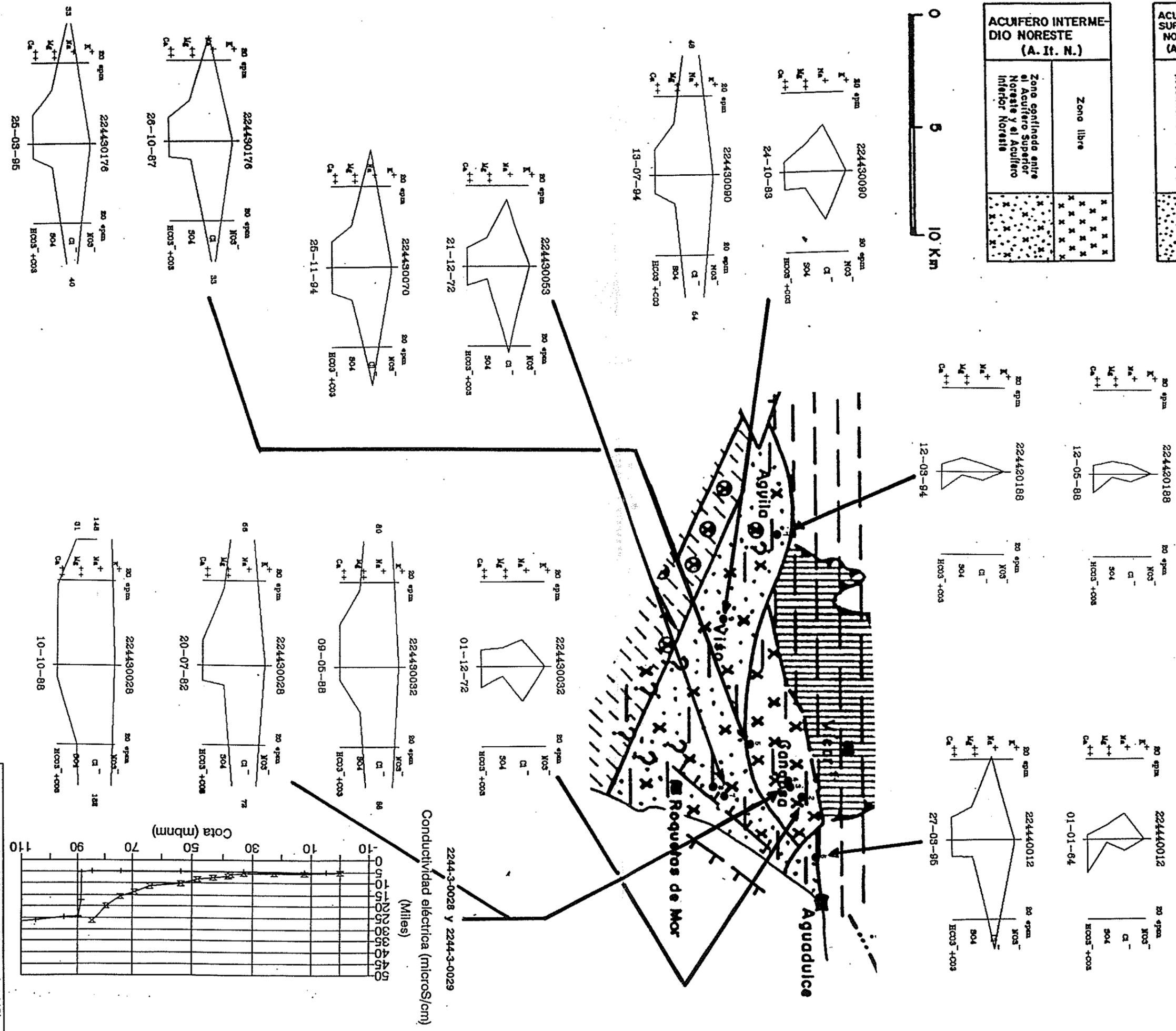


ACUIFERO SUPERIOR NORESTE (A.S.N.)	Acuífero libre (localmente multicaño)	
------------------------------------	---------------------------------------	--

ACUIFERO INTERMEDIO NORESTE (A. It. N.)	Zona libre	
	Zona confinada entre el Acuífero Superior Noreste y el Acuífero Inferior Noreste	

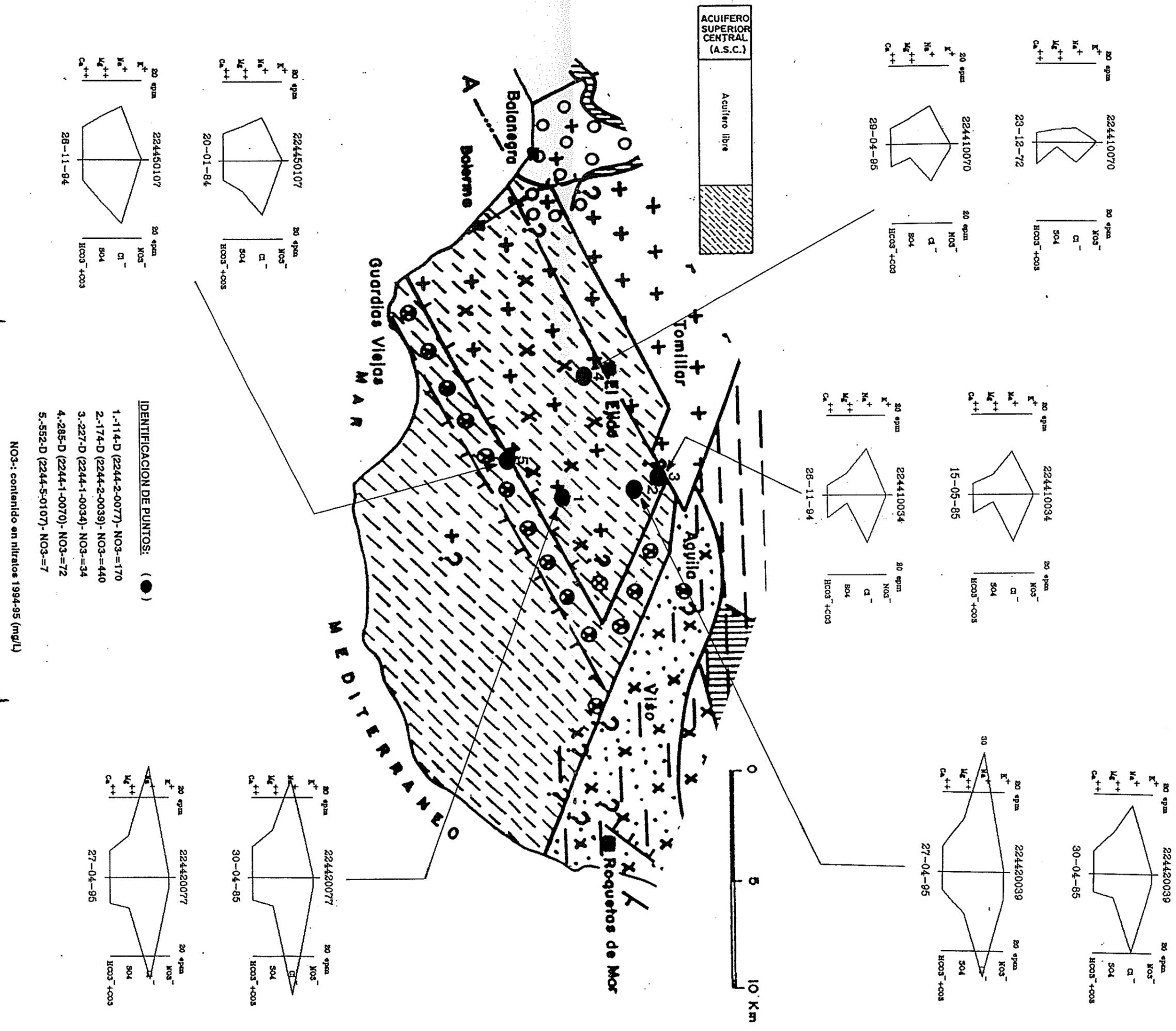


- 1.-89-FE (2244-2-0188)-AIIIN- Cota fondo =331
- 2.-37-VC (2244-3-0032)-AIIIN- Cota fondo =130
- 3.-40-VC (2244-3-0029)-AIIIN- Cota fondo =101
- 4.-41-VC (2244-3-0028)-AIIIN- Cota fondo =180
- 5.-82-VC (2244-3-0176)-AIIIN- Cota fondo =19
- 6.-12-RM (2244-4-0012)-ASN- Cota fondo =21
- 7.-109-RM (2244-3-0053)-ASN- Cota fondo =9
- 8.-110-RM (2244-3-0070)-ASN- Cota fondo =27
- 9.-54-VC (2244-3-0090)-ASN- Cota fondo =183



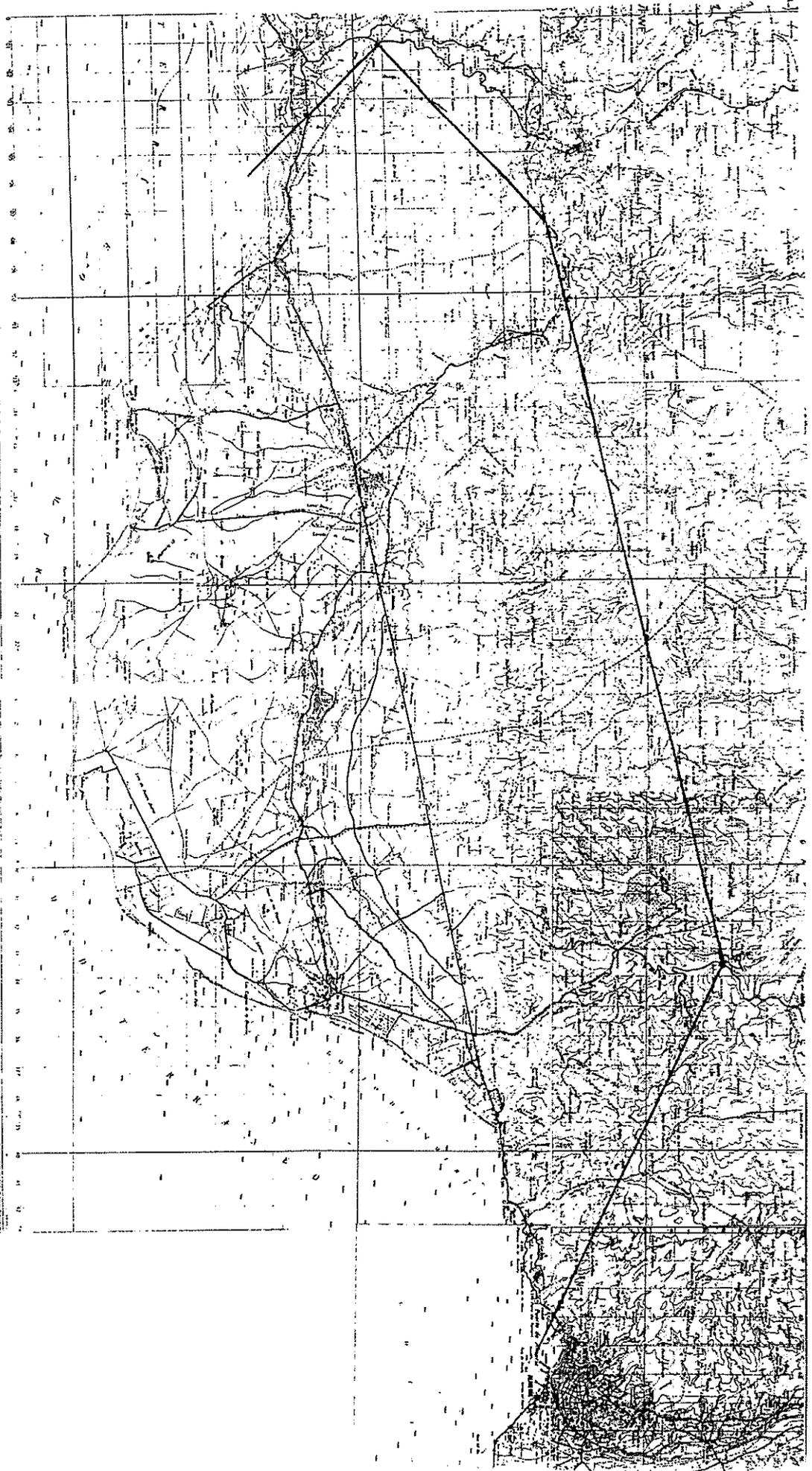
Evolución de la calidad química del AIIIN y ASN en puntos de la red disponible: valores extremos del intervalo de observación (datos en bombeo y registros en profundidad)

FIGURA 10



Ejemplos de calidad química en las zonas explotadas del ASC
(datos en bombeo)

FIGURA 11



Propuesta de delimitación del perímetro de sobreexplotación del Campo de Dalías

FIGURA 12



CUADRO 1: Evolución del volumen total y origen de la demanda del Campo de Dallas y Almería capital durante el periodo 1980/81 a 1993/94..

Años Hidrológicos-->	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94
CONCEPTOS (hms)														
Bombas AIO	27	33	34	34	39	36	37	42	37	38	39	53	54	54
Bombas AIN	20	23	30	27	32	31	29	28	27	29	30	38	38	48
Bombas ASC	18	19	17	13	17	14	16	15	15	14	12	12	13	13
Bombas ASN							14	13	10	7	6	6	7	6
Bombas ASN + AIN	23	23	27	26	27	28	32	31	29	25	23	22	20	9
Bombas AIN							18	18	19	18	17	16	13	4
Total Bombas Campo de Dallas	88	97	106	99	114	108	113	114	108	106	105	125	125	126
Volumen desde otros acuíferos ajenos al Campo (U.Colln, D. Adrel)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Volumenes Importados E. Benimar								5	10	15	18	7	5	4
Bénimar para S.II y S.III								3	6	10	13	2	0	0
Volumen total suministrado ajeno a los acuíferos del Campo.	5	5	5	5	5	5	5	10	15	20	23	12	10	9
Total agua suministrada al Campo + Almería capital	93	102	111	104	119	113	118	124	123	126	128	137	135	135
% De Humedad C. Dallas	37	54	16	65	38	137	70	62	176	95	42	117	95	63
Porcentaje del Total de Agua al Campo + Almería abastecida por volúmenes ajenos al C.Dallas	5%	5%	5%	5%	4%	4%	4%	8%	12%	16%	18%	9%	8%	6%

Cuadro 2. Resumen de las características de los puntos de la red de calidad del Campo de Dalías.

Nº Estudio	Numero Inv. Nacional	Provincia	Acuifero	Área	Municipio	Coordenadas X Y		Topografía	Cota	Naturaleza	Profundidad Actual (m)	Uso	Nicleo Abastecido	Nº análisis Químicos	Periodo Muestreo	Observaciones
008BI	21440008	Almería	AEDR	Bahíera	Berja	66973	23945		41	Sondeo	70	Urbano	Bahíera	14	1983-95	
508BI	21440104	Almería	AEDR	Bahíera	Berja	(*) 508475	(*) 406793		79	Sondeo	230	Investigación		10 (P)	1988-95	
270D	21440004	Almería	AEDR	Bahíera	Ejido	670500	239415		45	Sondeo	68	Agrícola		21	1972-95	
056RM	22440006	Almería	AIN	Aguadice	Requena Mar	697975	248775		162	Sondeo	307	Agrícola		8	1985-95	
057RM	22440007	Almería	AIN	Aguadice	Requena Mar	697975	247300		82	Sondeo	110	Agrícola		10	1972-95	
216RM	22440130	Almería	AIN	Aguadice	Requena Mar	697975	247925		98	Sondeo	135	Ag+ Urb.	La Benta	9	1987-95	
219RM	22440132	Almería	AIN	Aguadice	Requena Mar	698390	248000		65	Sondeo	116	Investigación	El Pander	9	1976-95	
230RM	22440143	Almería	AIN	Aguadice	Requena Mar	699650	247575		52	Sondeo	161	Agrícola		22	1981-94	Muestreo: 10 (B) y 12 (P)
230RM	22440149	Almería	AIN	Aguadice	Requena Mar	698760	247240		52	Sondeo	154	Urbano		16	1981-95	
237RM	22440138	Almería	AIN	Aguadice	Requena Mar	699075	246975		35	Sondeo	93	Urbano		15	1981-94	
241RM	22440133	Almería	AIN	Aguadice	Requena Mar	698850	248820		86	Sondeo	114	Urbano		10	1983-94	
249RM	22440104	Almería	AIN	Aguadice	Requena Mar	699175	247925		119	Sondeo	155	Urbano		10	1983-94	
116VC	22420149	Almería	AIN	Agulla	Vicar	687350	248450		344	Sondeo	375	Ag+ Urb		4	1983-94	
144VC	22420139	Almería	AIN	Agulla	Vicar	687975	246920		285	Sondeo	350	Urbano		4	1987-94	
522D	22420148	Almería	AIN	Agulla	Ejido	684175	245910		222	Sondeo	300	Agrícola		6	1987-94	
682D	22420185	Almería	AIN	Agulla	Ejido	683700	245205		228	Sondeo	362	Urbano		5	1985-94	
683D	22420187	Almería	AIN	Agulla	Ejido	683690	(*) 407925		237	Sondeo	312	Urbano		3	1986-94	
143VC	224302021	Almería	AIN	Vieo	Vicar	693000	244495		83	Sondeo	701	Ag+ Urb	Almería cap.	7	1985-95	
146VC	22430223	Almería	AIN	Vieo	Vicar	(*) 520025	(*) 407975		78	Sondeo	585	Urbano	Urb. Requena	3	1990-94	
147VC	22430224	Almería	AIN	Vieo	Vicar	(*) 530100	(*) 407125		87	Sondeo	601	Ag+ Urb	Requena Mar	3	1990-94	
148VC	22430225	Almería	AIN	Vieo	Vicar	(*) 530625	(*) 407195		94	Sondeo	681	Agrícola	Requena Mar	3	1990-94	
710D	22440132	Almería	AIO	Pampalco	Ejido	676625	247600		136	Sondeo	210	Ag+ Urb	El Ejido	12	1981-94	Santiluz el 232D en 1994
712D	22440133	Almería	AIO	Pampalco	Ejido	(*) 512145	(*) 407000		161	Sondeo	440	Agrícola		2	1992-94	
268D	21440035	Almería	AIO	Trambana	Ejido	671320	248190		78	Sondeo	210	Urbano	Bicerna	4	1983-94	
666D	21440095	Almería	AIO	Trambana	Ejido	671100	241560		177	Sondeo	240	Agrícola		8	1985-95	
069D	22440014	Almería	AIO	Tomillar	Ejido	679320	244850		120	Sondeo	301	Agrícola		6	1983-95	
622D	22440136	Almería	AIO	Profunda	Ejido	676250	241425		94	Sondeo	500	Agrícola		7	1983-94	
661D	22440024	Almería	AIC	Profunda	Ejido	675350	237970		33	Sondeo	666	Niaguano		8	1987-94	Muestreo: 7 (B) 1 (P)
683D	22440125	Almería	AIC	Profunda	Ejido	675950	237760		42	Sondeo	755	Niaguano		7	1988-94	
693D	22440144	Almería	AIC	Profunda	Ejido	680900	241100		52	Sondeo	672	Agrícola		4	1990-94	Muestreo: 6 (B) 1 (P)
697D	22440146	Almería	AIC	Profunda	Ejido	682700	242075		54	Sondeo	867	Agrícola		5	1990-94	
001VC	22440110	Almería	AIN	Ongena	Vicar	696730	246620		49	Sondeo	120	Agrícola		3	1972-94	
034VC	22440111	Almería	AIN	Ongena	Vicar	697300	246975		70	Sondeo	199	Agrícola		27	1972-94	
037VC	22440032	Almería	AIN	Ongena	Vicar	693450	246475		71	Sondeo	91	Investigación		17	1982-94	Muestreo: 16 (B) 1 (P)
122VC	22440200	Almería	AIN	Ongena	Vicar	695100	246150		89	Sondeo	180	Agrícola		6	1987-94	
141VC	224402019	Almería	AIN	Ongena	Vicar	(*) 533300	(*) 407475		119	Sondeo	212	Ag+ Urb	Gargasa	2	1990-94	
145VC	224402022	Almería	AIN	Ongena	Vicar	692350	245975		94	Sondeo	500	Agrícola		4	1988-94	
087FE	224402017	Almería	AIN	Vieo	Mojón	689750	243250		134	Sondeo	515	Agrícola		3	1988-94	
089FE	224402018	Almería	AIN	Vieo	Mojón	688375	244605		168	Sondeo	499	Agrícola		5	1988-94	
258D	22440060	Almería	ASC+AIO	Alcázar	Ejido	674975	242100		130	Sondeo	183	Agrícola		2	1992-94	
704D	22440139	Almería	ASC+AIO	Alcázar	Ejido	674440	242310		138	Sondeo	400	Agrícola		3	1972-94	Santiluz el 260D en 1994
227D	22441004	Almería	ASC	Ejido	Ejido	681150	243950		90	Sondeo	80	Agrícola		5	1987-94	
285D	22441070	Almería	ASC	Ejido	Ejido	678275	241825		63	Sondeo	80	Agrícola		7	1987-95	
114D	22442007	Almería	ASC	Norúa	Ejido	683400	240875		31	Sondeo	20	Agrícola		7	1987-95	
174D	22442009	Almería	ASC	Norúa	Ejido	682325	242775		40	Sondeo	67	Agrícola		8	1987-94	
552D	22442017	Almería	ASC	Norúa	Ejido	681800	239775		46	Sondeo	87	Agrícola		7	1987-94	
012RM	22440012	Almería	ASN	Aguadice	Requena Mar	698550	246750		51	Sondeo	71	Agrícola		17	1968-95	
110RM	22440070	Almería	ASN	Requena Mar	Requena Mar	695420	244250		29	Sondeo	56	Niaguano		7	1985-94	
220RM	22440134	Almería	ASN	Requena Mar	Requena Mar	698000	243350		29	Sondeo	50	Investigación		22	1985-94	Sondeo de investigación A-4
261RM	22440136	Almería	ASN	Requena Mar	Requena Mar	697300	244550		5	Sondeo	118	Investigación		12 (P)	1984-94	
065FE	22442006	Almería	ASN	Vieo	Mojón	699205	244030		138	Sondeo	193	Agrícola		2	1972-94	
070FE	22442013	Almería	ASN	Vieo	Mojón	699400	244800		139	Sondeo	300	Agrícola		8	1972-94	
081FE	22442015	Almería	ASN	Vieo	Mojón	688225	244875		177	Sondeo	299	Agrícola		5	1987-94	
090FE	22442019	Almería	ASN	Vieo	Mojón	688700	244875		171	Sondeo	267	Agrícola		2	1990-94	
054VC	22443099	Almería	ASN	Vieo	Vicar	693400	245325		66	Sondeo	107	Investigación		17	1980-94	Muestreo: 17 (B) 1 (P)
156VC	22443013	Almería	ASN	Vieo	Vicar	691900	240400		102	Sondeo	> 320	Urbano	Urb. Requena	9	1987-94	

* Coordenadas U.T.M. (resto Lambert)

Tipos de muestreo: (B): obtención de la muestra en bombeo; (P): muestreo en profundidad.



Cuadro 3. Rangos de variación de características y sustancias químicas de los puntos de la red de calidad del Campo de Dalías

Aouifero	Area	Nº Estudio	Concentraciones en mg/L												p/L		SAR	Facies	NºAn. Quím.	Periodo Muestreo
			Cl	SO4	CO3H	NO3	Na	Mg	Ca	K	NH4	TDS								
AEBN	Bahnegra	008BJ	132-197	42-137	193-298	6-38	74-114	41-68	44-68	5-10	0-0,03	0,6-0,8	SI/C2	CB/MSC-CB/SM	14	1983-95				
AEBN	Bahnegra	508BJ	63-20845	23-2430	165-183	4-16	47-11356	24-1155	25-922	2-397	0	0,4-36,6	...	CB/MSC-C/S	10 (P)	1987-95				
AEBN	Bahnegra	270D	121-370	182-310	200-269	0-92	65-256	41-98	77-164	3-9	0,0,05	0,7-1,4	SI/C2-C4	CB-BSC-C/S/CMS	21	1972-95				
AIN	Agridulce	056RM	103-690	69-156	133-274	2-7	47-290	40-87	45-138	1-4	0-0,14	0,6-1,6	SI/C2-C3	CB-BSC-C/S/CMS	9	1983-95				
AIN	Agridulce	057RM	218-1208	45-198	116-320	0-41	100-562	41-107	60-145	3-9	0,13	0,7-2,5	SI/C2-C4	CB-C/SMC	11	1972-95				
AIN	Agridulce	216RM	111-721	77-112	219-293	4-10	40-336	43-81	80-113	2-7	0,7	0,5-1,6	SI/C2-C3	CB/SMC	10	1987-95				
AIN	Agridulce	219RM	149-639	5-140	216-293	4-15	87-269	48-81	60-123	2-5	0-0,20	0,7-1,5	SI/C2-C3	CB/SMC	10	1976-95				
AIN	Agridulce	224RM	284-3120	28-441	224-297	0-22	160-1536	46-248	49-393	6-34	0-0,42	1-6	...	CB/SMC	22	1981-94				
AIN	Agridulce	230RM	283-1040	42-188	212-292	0-35	161-696	47-122	39-155	6-11	0-0,05	1-2,2	SI/C2-C4	CB/SMC	16	1981-94				
AIN	Agridulce	237RM	218-2348	78-292	134-390	0-25	107-1069	44-255	72-180	5-22	0-0,20	0,8-4,5	SI/C2-C4	CB/SMC-C/SM	15	1983-94				
AIN	Agridulce	241RM	319-1112	103-169	241-299	2-39	147-595	49-95	3-142	5-8	0-0,3	1-2,1	SI-S2/C3	CB/SMC	10	1983-94				
AIN	Agridulce	249RM	496-1111	124-158	253-315	4-11	234-468	40-100	94-139	5-9	0-0,25	1,4-2,3	SI-S2/C3-C4	CB/SMC-C/S	10	1983-94				
AIN	Agulla	116VC	13-50	18-117	232-332	0-6	5-33	24-54	48-64	1-3	0-0,20	0,3-0,6	SI/C1	B-B/CM-C/MCS	4	1983-94				
AIN	Agulla	144VC	9-17	6-12	198-222	0-6	4-8	19-27	44-50	1	0-0,12	0,3-0,4	SI/C1	B/CM	4	1987-94				
AIN	Agulla	522D	18-50	23-43	254-279	2-4	15-24	31-37	38-52	2-3	0-0,19	0,4-0,5	SI/C1	BC-B/MC-MC	6	1987-94				
AIN	Agulla	682D	14-36	15-54	232-310	0-6	10-13	30-40	25-51	1-2	0-0,15	0,4-0,5	SI/C1	BS-B/MC	5	1985-94				
AIN	Agulla	683D	8-17	12-59	234-299	3-28	7-15	28-36	43-57	1-2	0-0,17	0,4-0,5	SI/C1	BS-B/MC	3	1986-94				
AIN	Viso	143VC	28-60	20-43	193-256	0-2	15-38	25-35	39-53	3-5	0-0,13	0-0,4	SI/C1	BC-B/CMCS	7	1983-95				
AIN	Viso	146VC	14-33	4-18	226-282	0-1	9-10	25-29	43-56	2	0-0,08	0,3-0,4	SI/C1	B-B/CMC	3	1990-94				
AIN	Viso	147VC	12-35	12-24	237-256	0-3	8-20	23-30	43-50	2	0,05	0,4	SI/C1	B-B/CM-C/MCS	3	1990-94				
AIN	Viso	148VC	34-36	5-26	243-359	0	17-29	29-45	47-50	3-8	0-0,01	0,4-0,5	SI/C1	BC/MSC-MC	3	1990-94				
AIO	Pampanico	710D	99-140	29-101	226-286	0-20	53-107	11-49	43-108	3-4	0-0,06	0,5-0,6	SI/C1	BC/MSC	12	1981-94				
AIO	Pampanico	712D	133-151	34-43	229	4-10	80-91	35-36	46	4-5	0-0,07	0,6	SI/C2	CB/SMC	2	1992-94				
AIO	Tarambana	268D	139-223	51-205	220-309	3-15	87-115	46-63	49-76	4-7	0,18	0,7-0,9	SI/C2	CB/SMC	4	1982-94				
AIO	Tarambana	660D	90-122	22-54	198-250	5-12	53-72	31-44	31-53	2-5	0-0,12	0,5-0,6	SI/C1-C2	BC/MCS	8	1985-95				
AIO	Tomillar	069D	71-207	6-101	201-281	0-5	39-106	15-46	47-62	4-6	0-0,06	0,5-0,9	SI/C1-C2	CB/MSC	6	1983-95				
AIO	Profunda	622D	93-153	17-60	227-310	0-3	51-100	32-43	41-69	3-6	0-0,18	0,5-0,7	SI/C1-C2	BC/SMC	7	1983-94				
AIC	Profunda	661D	108-55000	6-2900	56-233	0-2	57-30000	37-2100	41-2500	2-793	0-58,7	0,5-94	SI-S4/C1-C4	BC/MSC-C/S	8	1987-94				
AIC	Profunda	685D	61-48000	48-3400	101-268	0-2	31-28000	39-2100	37-2200	2-721	0-49	0,4-84	SI-S4/C1-C4	BC/MSC-C/S	7	1988-94				
AIC	Profunda	693D	348-375	66-110	197-238	0-2	180-230	31-41	53-72	7-16	0-0,39	1	SI/C2	CB/SMC	4	1990-94				
AIC	Profunda	697D	542-1393	137-502	206-275	0-146	339-754	39-176	58-144	14-22	0-0,36	1,3-3,4	SI/C3-C4	CB-C/S/SMC-SM	5	1990-94				
AIN	Gangosa	001VC	539-859	148-260	122-240	0-29	225-481	83-109	72-101	12-17	0-0,05	1,4-2,1	SI/C4	CB-C/S/SMC-SM	3	1972-94				
AIN	Gangosa	034VC	230-432	193-813	226-343	0-18	120-303	63-165	29-168	7-12	0-0,21	0,7-1,5	SI/C2-C3	CB/SMC	27	1972-94				
AIN	Gangosa	037VC	1092-3120	247-530	155-360	0-25	586-1840	106-258	70-213	14-48	0-0,34	2,6-6,2	SI-S3/C4	C/SM	17	1982-94				
AIN	Gangosa	122VC	540-1116	153-204	270-303	7-9	231-508	87-141	98-148	6-10	0-0,04	1,4-2,4	SI/C3-C4	CB-C/SMC	6	1987-94				
AIN	Gangosa	141VC	167-450	95-155	296-311	0-5	90-185	57-88	70-104	5-6	0-0,2	0,8-1,3	SI/C2-C3	CB/SMC	2	1990-94				
AIN	Gangosa	145VC	223-285	150-247	264-336	0-2	183-206	33-55	40-74	3-19	0-0,1	0,8-1,2	SI/C2-C3	CB/SMC	4	1988-94				
AIN	Viso	087FE	98-127	37-40	231-251	2-5	62-89	35-44	32-38	4-5	0-0,02	0,5-0,6	SI/C1-C2	BC/SMC	3	1988-94				
AIN	Viso	089FE	64-74	37-46	217-327	2-6	42-52	38-42	30-53	3-5	0-0,01	0,5-0,6	SI/C1	BC/MSC	5	1988-94				
ASC+AIO	Alacranes	281D	145-147	1-37	245-253	3-4	83-86	36-39	42-48	5	0,21	0,6	SI/C2	CB/SMC	2	1992-94				
ASC+AIO	Alacranes	704D	164-174	44-45	224-236	0-6	88-92	36-37	42-48	5-8	0-0,29	0,6	SI/C2	CB/SMC	3	1972-94				
ASC	Ejido	227D	377-425	90-110	284-349	1-34	235-267	55-68	37-59	9-12	0-0,03	1,1-1,3	SI/C3	CB/SMC-SM	5	1987-94				
ASC	Ejido	285D	230-333	75-160	311-390	30-72	122-224	57-93	62-82	8-11	0-0,37	0,9-1,3	SI/C2-C3	CB/SMC	7	1987-95				
ASC	Noritas	114D	541-1079	199-400	371-681	79-200	401-640	115-163	96-161	21-45	0-1,2	2,2-3	SI/C3-C4	CB/SMC	7	1987-95				
ASC	Noritas	174D	652-1134	294-417	291-371	73-190	306-628	135-180	108-144	10-19	0-0,08	2-3	SI/C4	CB/SMC	8	1987-94				
ASC	Noritas	552D	489-574	202-550	240-330	0-20	250-314	82-136	90-167	8-14	0-0,12	1,5-2,1	SI/C3	CB/SMC	7	1984-94				
ASN	Agudulce	012RM	100-954	18-368	244-512	0-72	147-476	43-102	22-122	8-15	0-0,11	0,9-2,2	SI/C2-C3	CB/SMC	17	1964-95				
ASN	Agudulce	110RM	780-1044	222-388	272-383	90-296	442-693	89-146	89-124	18-29	0-0,09	2-2,9	SI-S2/C4	C/SM	7	1985-94				
ASN	Requejas Mar	220RM	652-861	162-311	148-358	28-108	361-534	95-136	85-124	10-18	0-0,34	1,8-2,3	SI/C3-C4	CB/SMC	22	1983-94				
ASN	Requejas Mar	261RM	3900-8700	286-1080	71-95	0-1	2000-4800	119-589	297-361	80-141	0	6,8-15,7	...	C/C-SM	12 (P)	1984-94				
ASN	Viso	065FE	134-287	41-94	286-289	0-5	75-160	52-63	33-47	5-8	0-0,07	0,6-1	SI/C2	CB/SMC	2	1972-94				
ASN	Viso	070FE	126-135	48-126	272-331	0-3	66-80	43-56	43-67	4-6	0-0,01	0,6-0,7	SI/C2	CB/SMC	8	1972-94				
ASN	Viso	081FE	87-112	41-50	220-265	0-1	54-75	40-43	40-41	4-5	0-0,01	0,5-0,6	SI/C2	CB/SMC	5	1987-94				
ASN	Viso	090FE	78-92	29-42	252-315	0-5	49-51	39-42	40-50	5	0,17	0,5-0,6	SI/C1	BC/MCS	2	1990-94				
ASN	Viso	054VC	425-1900	160-360	244-325	0-54	186-841	75-195	51-202	7-15	0-0,25	1,2-3,8	SI/C3-C4	CB/SMC	18	1983-94				
ASN	Viso	136VC	500-871	78-133	242-288	17-27	198-378	84-137	78-137	6-10	0-0,11	1,2-1,9	SI/C3	CB/SMC	9	1987-94				

* Coordenadas U.T.M. (resto Lambert)

Tipos de muestreo: B: obtención de la muestra en bombeo; P: muestreo en profundidad.