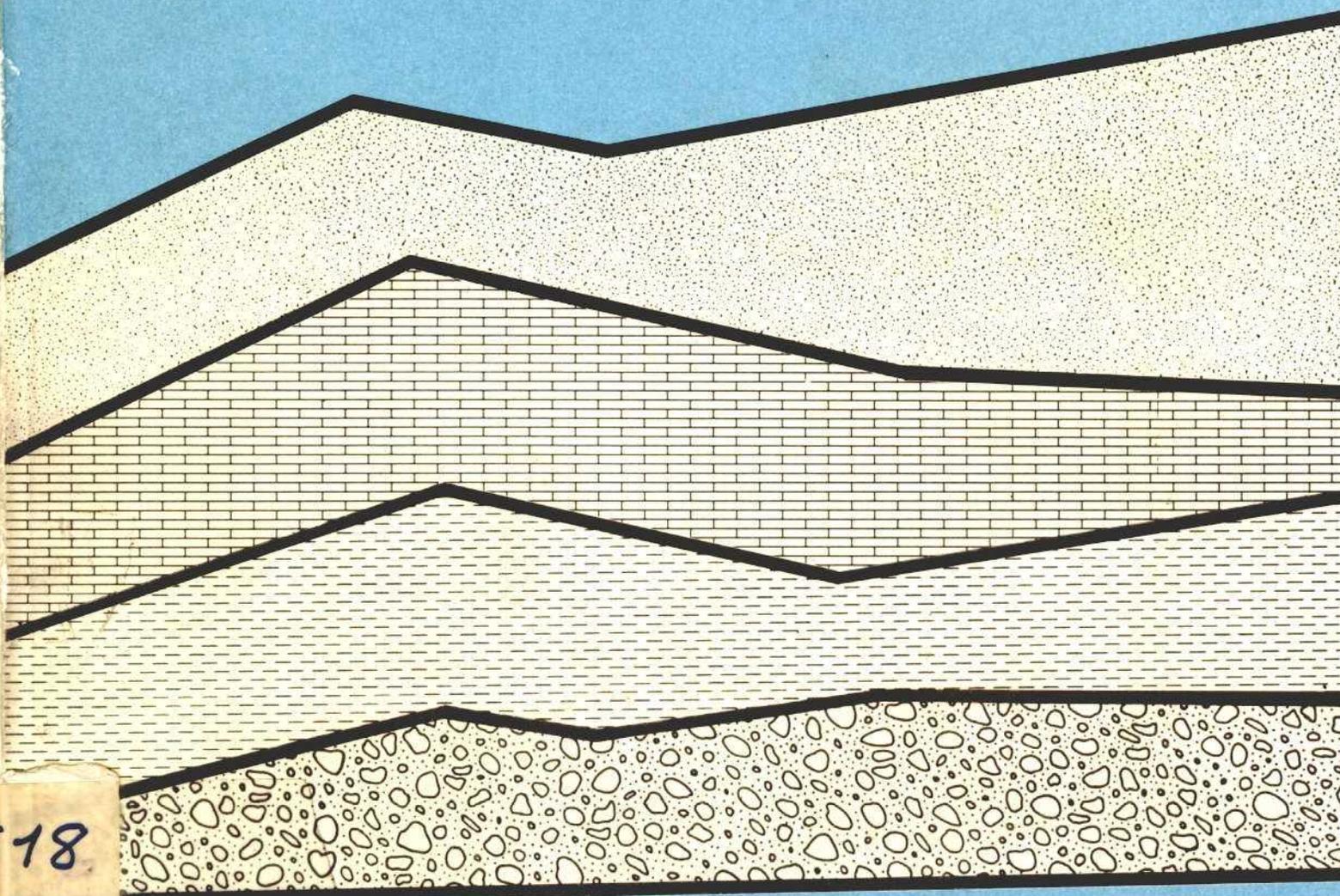


INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA

PLAN NACIONAL DE INVESTIGACION
DE AGUAS SUBTERRANEAS

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO
DE LA CUENCA SUR
(ALMERIA)

MEMORIA - RESUMEN



518

COLECCION - INFORME

30518

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**PLAN NACIONAL DE INVESTIGACION
DE AGUAS SUBTERRANEAS**

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO
DE LA CUENCA SUR
(ALMERIA)**

MEMORIA - RESUMEN

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

30518

INTRODUCCION

La DEMANDA DE AGUA crece a un ritmo vertiginoso, de tal modo, que se prevé un aumento del orden del 100 por ciento, para el conjunto del país, en el plazo tan sólo de los próximos 25 años, pudiéndose alcanzar, en algunas zonas, incrementos del orden del 200 por ciento.

Los RECURSOS HIDRAULICOS son, por el contrario, limitados y además están expuestos a posibles contaminaciones que pueden reducir su utilización.

De ello se desprende la urgente necesidad de APROVECHAR dichos recursos de la manera más RACIONAL, técnica y económicamente, tomando las medidas adecuadas para evitar su posible contaminación por agentes exteriores.

Puesto que los recursos hidráulicos, superficiales y subterráneos, tienen el mismo origen, la lluvia, y están estrechamente relacionados, toda política hidráulica exige una planificación INTEGRAL, de la utilización de los recursos superficiales y subterráneos.

Para llevar a cabo esta planificación global, la primera premisa es el CONOCIMIENTO de los recursos hidráulicos.

Este conocimiento, al principio de la década de los 70, era aceptable en cuanto a los recursos superficiales y totalmente incompleto en cuanto a los recursos subterráneos.

Se plantea por tanto en 1970, la necesidad ineludible de definir o cuantificar los

recursos hidráulicos SUBTERRANEOS dotando el País de una infraestructura hidrogeológica adecuada.

El INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (I.G.M.E.), como organismo dedicado a la investigación, consciente de su responsabilidad y de su dilatada experiencia en el campo de las aguas subterráneas, inicia en dicha fecha, con carácter urgente, la investigación hidrogeológica del país, bajo el "PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION DE AGUAS SUBTERRANEAS" (P.I.A.S.), encuadrado dentro del "PLAN NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA" (P.N.I.M).

Dada la complejidad de los trabajos a realizar y ante la IMPOSIBILIDAD de atender simultáneamente a todo el Territorio Nacional, la PLANIFICACION de la investigación basada en los criterios de:

- Terminar las investigaciones en curso.
- Cuantificar los recursos subterráneos de cada región.
- Conocer los problemas más urgentes.

se encaminó al estudio de las grandes áreas con problemas más urgentes eligiéndose entre ellas la Provincia de ALMERIA, como una de las regiones de España más deficitaria de agua.

En el período 1971 – 1975 se han realizado simultáneamente, los siguientes proyectos de investigación:

- Cuenca MEDIA Y BAJA DEL JUCAR.
- Cuenca ALTA DEL JUCAR Y SEGURA.
- Cuenca MEDIA Y BAJA DEL SEGURA.
- Cuenca ALTA Y MEDIA DEL GUADIANA.
- Cuenca SUR—ZONA OCCIDENTAL (Málaga).
- Cuenca SUR—ZONA ORIENTAL (Almería).
- Baleares.

y se terminaron los estudios de la Cuenca del Guadalquivir, iniciándose los estudios de la Cuenca del Duero. Por lo tanto en este cuatrienio se han investigado seis de las diez grandes cuencas hidrográficas españolas.

La presente MEMORIA es un resumen de la investigación hidrogeológica llevada a cabo por este INSTITUTO concretamente en la Cuenca Hidrográfica del Sur (parte oriental), bajo el título "ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR—ALMERIA".

En ella se exponen los resultados de la investigación llevada a cabo durante un período de 4 años, en el intervalo de 1971 a 1975, y las principales conclusiones y recomendaciones para la gestión y conservación de los principales sistemas acuíferos, en resumen, para la óptima explotación del agua subterránea.

Esta Memoria es tan sólo una parte del INFORME completo editado, en número

restringido de ejemplares, en donde se recoge todo el trabajo realizado.

Dicho INFORME consta de 11 volúmenes cuyos títulos son:

MEMORIA

INFORME I	Marco geográfico y económico.
INFORME II	Climatología e hidrología.
INFORME III	Demanda.
INFORME IV	Planes hidráulicos.
INFORME V	Campo de Dalías.
INFORME VI	Cuenca del Andarax.
INFORME VII	Cuencas del Almanzora y Antas.
INFORME VIII	Cuenca del Aguas.
INFORME IX	Cuenca del Adra.
INFORME X	Campo de Níjar.

Además de este Informe, la documentación complementaria generada durante los trabajos de investigación (campañas de geofísica, inventario de puntos acuíferos, ensayos de bombeo, análisis químicos, cartografía hidrogeológica, etc...) se halla convenientemente archivada en las dependencias del INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, a disposición del público en general y particularmente de las Entidades o Corporaciones locales de la Provincia de Almería.

INDICE

	Pág.
PRIMERA PARTE: DESCRIPCION DE LA ZONA EN ESTUDIO	1
1. PRESENTACION	3
1.1. Introducción	3
1.2. Objetivos	5
1.3. Descripción general de la zona estudiada	6
2. MARCO GEOGRAFICO Y ECONOMICO	7
2.1. Marco geográfico	7
2.2. Marco económico	9
3. CLIMATOLOGIA E HIDROLOGIA	11
3.1. Climatología	11
3.1.1. Pluviometría	11
3.1.2. Evapotranspiración y otros parámetros climáticos	12
3.2. Hidrología	12
3.2.1. Cuenca del río Almanzora	13
3.2.2. Cuenca del río Aguas	14
3.2.3. Cuenca del río Andarax	14
3.2.4. Cuenca del río Adra	15
3.2.5. Otras cuencas	15
4. DEFINICION DE LOS SISTEMAS ACUIFEROS	17
4.1. Geología estructural y Litología	17
4.1.1. Generalidades	17
4.1.2. Estratigrafía	18
4.1.3. Tectónica	23
4.2. Esquema hidrogeológico	26
4.2.1. Generalidades	26
4.2.2. Esquema hidrogeológico general	26
5. DEMANDA DE AGUA	
5.1. Procedimientos de cálculo	31
5.2. Síntesis	37
6. ANALISIS DE LOS PLANES HIDRAULICOS EXISTENTES EN LA CUENCA	43
6.1. Antecedentes	43

	Pág.
6.2. Embalses y aprovechamientos previstos	43
6.2.1. Cuenca del Adra	44
6.2.2. Cuenca del Andarax	46
6.2.3. Cuenca del Almanzora	47
6.2.4. Cuenca del Aguas	47
6.2.5. Zona de Níjar	47
6.3. Conclusiones	48
SEGUNDA PARTE: SINTESIS HIDROGEOLOGICA	49
7. LA COMARCA DE SIERRA DE GADOR	51
7.1. El acuífero dolomítico de la sierra de Gádor	51
7.1.1. Geología	52
7.1.2. Descripción hidrogeológica	55
7.1.3. Recursos subterráneos y reservas	61
7.1.4. Conclusión	63
7.2. El Delta del Adra	64
7.2.1. Descripción hidrogeológica	64
7.2.2. Recursos globales	65
7.2.3. Conclusiones	67
7.3. El campo de Dalías	67
7.3.1. Geología	67
7.3.2. Descripción hidrogeológica	70
7.3.3. Recursos subterráneos y reservas	74
7.3.4. Conclusión	75
7.4. El valle del Andarax y sus afluentes	75
7.4.1. Geología	75
7.4.2. Descripción hidrogeológica de la cuenca del río Nacimiento (680 km ²)	79
7.4.3. Descripción hidrogeológica de la cuenca de las ramblas de Gérgal y de Tabernas (740 km ²)	81
7.4.4. Descripción hidrogeológica del valle del río Andarax	82
8. COMARCA DEL ALMANZORA	87
8.1. Introducción	87
8.1.1. Presentación	87
8.1.2. Geología	88
8.2. El alto Almanzora	91
8.2.1. Mármoles del complejo Nevado—Filábride	92
8.2.2. Dolomías y calizas del complejo Ballabona—Cucharón	92
8.2.3. Dolomías y calizas del complejo Alpujárride	93
8.2.4. El Valle	94
8.2.5. Explotaciones y disponibilidades globales	96

	Pág.
8.3. Cubetas Plio—Cuaternarias del bajo Almanzora	97
8.3.1. Cubeta de Overa	97
8.3.2. Cubeta del Saltador	101
8.3.3. Cubeta de Pulpí	105
8.3.4. Valle bajo y delta del Almanzora	108
8.4. Cuenca del Antas	112
8.4.1. Acuíferos calizo—dolomíticos	112
8.4.2. Cubeta de La Ballabona	113
8.5. Cuenca de Aguas	116
9. LA COMARCA DE NIJAR	119
9.1. Campo de Níjar	119
9.1.1. Geología	120
9.1.2. Descripción hidrogeológica	122
9.2. El resto de la comarca	125
9.2.1. Rambla de Carboneras	125
9.2.2. Rambla de Morales	126
9.2.3. Area de sierra de Gata	126
 TERCERA PARTE: RESUMEN Y CONCLUSIONES	 129
1. GENERALIDADES	131
2. ESTADO DE EXPLOTACION DE LOS PRINCIPALES ACUIFEROS	133
3. PREVISIONES DE DEMANDAS	135
4. POSIBILIDAD DE INCREMENTAR LOS RECURSOS	137
5. RECOMENDACIONES	141
RELACION DE LA DOCUMENTACION COMPLEMENTARIA	143

El presente Informe ha sido realizado por el INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (I.G.M.E.) con la colaboración del INSTITUTO DE REFORMA Y DESARROLLO AGRARIO (I.R.Y.D.A.).

Como Empresa "colaboradora" ha participado la "Empresa Nacional ADARO de Investigaciones Mineras, S.A."

La relación nominal del personal técnico que ha intervenido en el estudio y redacción del Informe, es la siguiente:

EQUIPO DE DIRECCION

Instituto Geológico y Minero de España

D. Juan Enrique COMA GUILLEN	Ingeniero de Minas
D. José OCHOA BRETON	Ingeniero de Minas
D. José FUSTER CENTELLES	Ingeniero de Minas
D. Manuel VALLE CARDENETE	Ldo. Ciencias Geológicas
D. J. Manuel FALCON JIMENEZ	Ing. Técnico de Minas
D. Cayetano LUCENA BONNY	Ingeniero de Minas

EQUIPO DE EJECUCION

Empresa Nacional "ADARO" de Investigaciones Mineras, S.A.

D. Ignacio DIAZ DE BERRICANO	Ingeniero de Minas
D. J. Antonio FERRANDO LOPEZ-CORDON	Ingeniero de Minas
D. Jean Pierre THAUVIN HELIX	Hidrogeólogo
D. Manuel RUIZ-TAGLE MORALES	Ingeniero de Minas
D. Julián PASCUAL GARCIA	Ingeniero de Minas
D. Gabriel MARTIN ZUÑIGA	Ldo. Ciencias Geológicas
D. José FRIAS REDONDO	Ing. Técnico de Minas
D. Enrique MOTA ROMERO	Ing. Técnico de Minas
D. Manuel JUAREZ GARCIA	Ing. Técnico de Minas
D. Fidel MOHEDANO VALBUENA	Ing. Técnico de Minas

PRIMERA PARTE

DESCRIPCION DE LA ZONA EN ESTUDIO

1.— PRESENTACION

1.1.— INTRODUCCION

El presente Informe es el resultado de la investigación hidrogeológica llevada a cabo en la parte oriental de la Cuenca Hidrográfica del Sur, correspondiente prácticamente a la Provincia de Almería.

Este PROYECTO, con una duración de cuatro años, en el intervalo de 1971 a 1975, forma parte de un ambicioso Plan de investigación hidrogeológica de todo el país, que bajo el título "PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION DE AGUAS SUBTERRANEAS" (P.I.A.S.) y encuadrado dentro del "PLAN NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA" (P.N.I.M.) emprendió este Instituto al comienzo de la década de los años setenta.

Dada la complejidad y extensión de los trabajos a realizar para tan vasto Plan y ante la imposibilidad material de atender simultáneamente a todo el territorio nacional, la "planificación" de la investigación, basada en los criterios de:

- Terminar las investigaciones en curso.
- Atender a los problemas más urgentes.

se encaminó al estudio de las áreas deficitarias del país en recursos hidráulicos, entre las cuales, evidentemente, se encuentra la Provincia de Almería.

Para la ejecución del Proyecto se han estudiado en detalle todos los factores relacionados con la explotación y uso del agua subterránea:

- Estudio de la demanda de agua.
- Estudio de los recursos superficiales.
- Estudio de los recursos y reservas de aguas subterráneas.
- Ubicación de los principales sistemas acuíferos.
- Grado de la explotación actual.
- Delimitación de áreas sobreexplotadas.
- Recomendaciones para una óptima explotación de los recursos hidráulicos subterráneos.

El presente Informe consta de una MEMORIA que sistematiza los conocimientos generales y particulares del área en estudio y de diez INFORMES TECNICOS que tratan de temas o áreas concretas, denominados:

- INFORME I Marco geográfico y económico.
- INFORME II Climatología e hidrología.
- INFORME III Demanda de agua.
- INFORME IV Planes hidráulicos.
- INFORME V Campos de Dalías.
- INFORME VI Cuenca del Andarax.
- INFORME VII Cuencas del Almanzora y Antas.
- INFORME VIII Cuenca del Aguas.
- INFORME IX Cuenca del Adra.
- INFORME X Campo de Níjar.

Complemento de toda esta documentación, que no puede, ni debe ser exhaustiva, en el Informe se citan todos aquellos trabajos complementarios que se han llevado a cabo durante y para el desarrollo del Proyecto: campañas de geofísica, inventario y nivelación de puntos de agua, aforos, análisis químicos, cartografía hidrogeológica, etc.

Toda esta documentación generada por el Proyecto, se encuentra convenientemente archivada en las oficinas del INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, a disposición del público en general.

Para la ejecución del PROYECTO, que, como hemos indicado anteriormente, tuvo una duración de cuatro años, ha sido necesaria la dedicación completa de 180 meses de Técnicos Superiores y de 140 meses de Técnicos Medios, más el correspondiente apoyo del personal auxiliar, técnico y administrativo.

En el conjunto de las distintas fases del PROYECTO, las principales actuaciones se pueden resumir en las siguientes cifras:

- Inventario de más de 9.000 puntos de agua.

- Nivelación de unos 1.500 puntos de agua.
- Ejecución de 9.400 m de sondeo de reconocimiento.
- Ejecución de 6 campañas de geofísica eléctrica, con un total de 550 sondeos eléctricos y calicatas.
- Testificación eléctrica, rayos gamma esencialmente, de unos 6.200 m de sondeo.
- Ejecución de 80 bombeos de ensayo, con un total de 4.000 horas de bombeo y 1.500 horas de control de recuperación.
- Análisis químicos de 700 muestras de agua.
- Toma de más de 12.000 medidas piezométricas en 500 puntos de agua.

1.2.— OBJETIVOS

El objetivo fundamental del Estudio Hidrogeológico de la Provincia de Almería, ha sido el definir, con la mayor exactitud posible, el esquema hidrogeológico de las diferentes cuencas o unidades en que se ha subdividido la zona de estudio, con el fin de obtener una visión global del conjunto que constituye la Cuenca Hidrográfica del Sur, incluida dentro de la provincia de Almería.

Aparte de estudiar y analizar el funcionamiento hidrogeológico de los diferentes acuíferos localizados en la zona de estudio (geometría, parámetros físicos, superficie piezométrica, sistemas de explotación), se ha establecido un balance hídrico global para cada una de las cuencas, con el fin de evaluar cuáles son las disponibilidades de cada zona, la viabilidad de regulación y las posibilidades de expansión en el futuro.

Asimismo, ha sido objeto de este estudio, el investigar, mediante la realización de sondeos de reconocimiento y geofísica aquellos acuíferos que, o bien estaban sin explotar, o no suficientemente, con el fin de definir las áreas más interesantes de explotación y las características de las futuras obras de captación que convenía realizar en estos sectores.

Se estudió la posibilidad y factibilidad de realizar obras de trasvase de unas zonas excedentarias a otras deficitarias, con el fin de hacer una mejor distribución y regulación de los recursos.

Se previeron los efectos de las captaciones sobre los acuíferos subterráneos, fijando los perímetros de protección y caudales máximos de explotación, sobre todo en las zonas costeras, para evitar la intrusión marina.

Y como último, se determinaron e investigaron las zonas favorables a una recarga artificial de los acuíferos, mediante aguas procedentes de otros acuíferos; sea de la zona o de otras zonas próximas del estudio, o con aguas trasvasadas de otras cuencas (Trasvase Tajo—Segura).

Lógicamente, aunque se indican unas conclusiones y recomendaciones, como resumen y síntesis de los trabajos realizados, éstas en algunos de los casos, no deberán considerarse definitivas, ya que el futuro control y comprobación de las hipótesis de cálculo demostrará y ajustará los resultados obtenidos.

1.3.— DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA ESTUDIADA

La zona objeto de estudio comprende básicamente la mayor parte de la Provincia de Almería, a la que se añaden, por la elección de los límites hidrológicos, parte de la cuenca del río Almanzora comprendida en la Provincia de Murcia, la parte más alta del río Nacimiento, perteneciente a la de Granada, y la margen derecha de la cuenca del río Adra, ubicada también en esta última provincia.

El límite de la zona estudiada se corresponde con el de la división administrativa "Cuenca Sur de España", desde la cuenca del río Almanzora, hasta la del río Adra, inclusive. Se adjunta plano núm. 1 "Situación geográfica".

Abarca una extensión de 8.450 km², de los 18.390 km² que tiene la "Cuenca del Sur de España".

La longitud aproximada de la línea costera, en la zona, es del orden de 180 km.

Los 8.450 km², se reparten entre las cuencas de los ríos (nombrados de Norte a Sur) Almanzora, Antas, Aguas, Andarax y Adra y las ramblas de Carboneras y Morales, además de otras pequeñas ramblas que vierten directamente al mar.

Las características climáticas son muy variables, existiendo una gran diferencia entre las condiciones medias imperantes en las zonas costeras y las interiores.

Las primeras se distinguen por un clima benigno, que se caracteriza por un régimen tormentoso. La pluviosidad anual oscila en valores comprendidos entre los 150 y 300 mm.

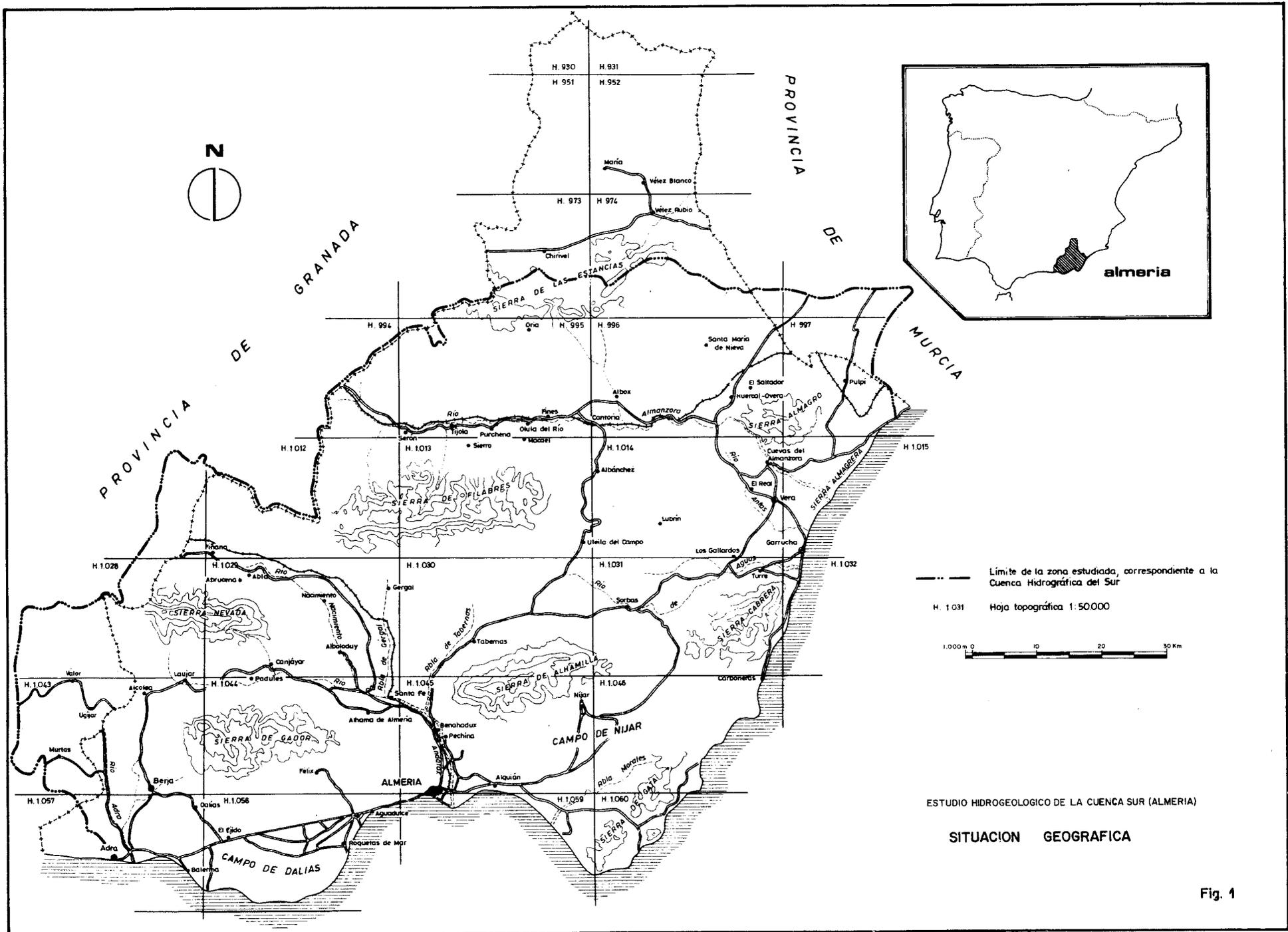
Las zonas interiores, tienen un clima más duro, con mayores oscilaciones de temperatura y medias anuales mucho más bajas que en la anterior. La lluvia anual varía entre valores de 300 y 900 mm.

La población total de la zona era, en el año 1974, de 400.557 habitantes, distribuidos en 107 Términos Municipales.

El riego se extiende a una superficie aproximada de unas 50.000 ha y sus principales cultivos son los agríos, el parral, la huerta y los frutales. En la actualidad, las zonas de mayor rendimiento agrícola son las litorales.

La industria no es muy importante y está localizada principalmente en los alrededores de la Capital.

El turismo está en un momento de desarrollo, no alcanzando en la actualidad la densidad que existe en otras zonas similares del litoral mediterráneo, por lo que es de suponer un fuerte incremento en los próximos años.



--- Limite de la zona estudiada, correspondiente a la Cuenca Hidrográfica del Sur
 H. 1.031 Hoja topográfica 1:50.000



ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)

SITUACION GEOGRAFICA

Fig. 1

2.— MARCO GEOGRAFICO Y ECONOMICO

2.1.— MARCO GEOGRAFICO

En el plano núm. 1 se indica claramente la situación y límites de la zona objeto de estudio, así como las principales características geográficas tales como montañas, ríos, puertos y varios de sus municipios. Por ello omitimos más detalles al respecto.

Su superficie es de 8.450 km² y su población, según el censo de 1.974, 400.557 habitantes. De ellos, 7.663 km² corresponden a la provincia de Almería y 787 a la de Granada y Murcia. Análogamente, 382.386 son los habitantes de Almería y 18.171 los de Granada.

En la pequeña parte del territorio murciano incluido en el estudio, no existen entidades de población dignas de mención, ya que sólo se trata de pequeños caseríos pertenecientes a los términos municipales de Lorca y Puerto Lumbreras.

La gama de altitudes, variable de 0 a 2.609 m, es muy extensa.

El punto de mayor altitud es el Chullo (2.609 m) situado en Sierra Nevada, siendo la distribución de superficies, según su altura, aproximadamente la siguiente:

- El 20 por ciento está comprendida entre 0 y 200 m.
- El 50 por ciento está comprendida entre 200 y 1.000 m.
- El 30 por ciento es superior a 1.000 m.

La Provincia de Almería se caracteriza por fuertes contrastes, existentes no solamente en el aspecto orográfico, sino también en el climático e incluso en su geografía humana.

El clima pasa de ser el más benigno de la península en sus costas mediterráneas, a los crudos inviernos de las comarcas interiores asentadas en las sierras que surcan su geografía.

La temperatura media en la capital es de 17,8°C. La media de las máximas 21,9° y la de las mínimas 13,8°C.

La aridez de las tierras es el común denominador de la zona, dada la escasez de precipitaciones, que son de las más bajas de España. Por este motivo la mayor parte de sus cauces hidrográficos permanecen secos durante casi todo el año. Sin embargo, el carácter tormentoso de las lluvias, la cortedad y fuerte pendiente de la mayoría de sus lechos y la carencia total de obras de regulación, convierten en catastróficas inundaciones lo que pudiera ser fuente de riqueza para los núcleos de población situados en sus márgenes.

No obstante, la gran labor desarrollada por el IRYDA, completada por el estudio que nos ocupa, ha dado sus frutos en el descubrimiento de varias zonas con abundante contenido en aguas subterráneas, que han convertido en verdaderos oasis lo que hace unas décadas no eran más que desiertos, dando origen al desarrollo de una floreciente agricultura de frutos extratempranos y al asentamiento de urbanizaciones turísticas.

La zona se halla surcada por ásperas y descarnadas sierras carentes de vida, buscando el asentamiento de su población en los fértiles valles, donde la presencia de agua hace posible los cultivos.

El litoral almeriense, de unos 180 km de longitud, carece de puertos comerciales importantes. Solamente al de la capital, con calados que no sobrepasan los 10 m, puede adjudicársele tal calificativo. En los restantes, no pueden atracar en sus muelles más que barcos de pequeño tonelaje, la mayoría de ellos dedicados a las faenas de la pesca.

En lo referente a la geografía humana de la zona en estudio, el dato más importante referente a su población, es el carácter casi estacionario del total provincial, ya que si tomamos como base 100 para el año 1.900, obtenemos para 1960 un índice de 100,49; 100,45 para 1970 y 111,41 para 1974.

Sin embargo es una de las provincias de mayor índice de natalidad de España, con un constante decrecimiento de la mortalidad, lo que origina un fuerte contraste con el escaso crecimiento del número de sus habitantes, debido únicamente a la fuerte emigración existente, tanto interior, hacia la capital o zonas de enriquecimiento agrícola, como al extranjero.

En efecto, en el mismo período de tiempo, la media del número total de nacimientos y defunciones es de 12.500 y 4.200 respectivamente. El crecimiento anual es, por tanto, de 8.300 habitantes. Por otra parte y en lo referente a la provincia de Almería, la diferencia entre los censos de 1974: 400.003 y de 1900: 359.013, es solamente de 40.990 habitantes, lo que supone una media anual de aumento en lo que va de siglo, de 554 personas por año. Esta media, como es lógico, se va incrementando en los últimos tiempos, ya que si bien el censo permanece prácticamente invariable en los primeros 60

años, en la última década, el aumento anual ha sido de 3.263 habitantes; muy por bajo de la media nacional.

La diferencia con la cifra anteriormente consignada, corresponde al número de almerienses que han tenido que abandonar su patria chica en busca de mejor fortuna.

Insistimos en este punto, por ser uno de los principales niveles indicadores del subdesarrollo provincial.

La capital, en el mismo período de tiempo, experimenta un aumento del 83, 141 y 166 respectivamente. A finales de 1974, tenía 125.961 habitantes.

El número de municipios existentes en la zona, son 99 de la provincia de Almería, de un total de 103, y 8 de la de Granada.

2.2.— MARCO ECONOMICO

En el marco económico, la carencia de agua y comunicaciones ha imposibilitado el asentamiento de industrias, base primordial para el progreso y resurgimiento de toda comarca.

Tan sólo el sector agrícola, al impulso de las aguas subterráneas, y el turístico, por la bondad de su clima costero, son las únicas fuentes de riqueza que, no sólo han impedido que naufrague el barco de la economía almeriense, sino que le están impulsando a alcanzar puertos cada vez de mayor calado.

Las hectáreas en regadío han pasado de 57.895 en 1970 a 64.679 en 1974. Su aumento ha sido de 6.784 ha, lo que representa un 11,71 por ciento en relación a 1970, con una media anual de 1.696 ha.

Junto a la uva y la naranja, hoy tan depreciadas, son los frutos extratempranos los que están experimentando un fuerte incremento, sobre todo en las zonas de Níjar y Dalías. En esta última, el valor de la producción bruta actual, sobrepasa los 1.000 millones de pesetas.

En lo que respecta a turismo, el aumento conseguido en plazas hoteleras y extra-hoteleras ha sido de 4.495 en el período 1970—74. Existen en la actualidad 8.245 plazas en Hoteles, 2.283 en Apartamentos y 3.157 en Campings.

Las otras dos actividades de gran importancia en épocas pasadas: la minería y la pesca, se han reducido a su mínima expresión.

También conviene destacar el escaso papel de la industria, e incluso el proceso de desarrollo de una floreciente industria cinematográfica.

Los últimos datos consignados en el libro "Renta Nacional de España y su distribución provincial: 1973" publicado por el Banco de Bilbao son, en lo que se refiere a Almería y para el bienio 1971—73, los siguientes:

En el V.A.N. por persona, ha pasado de 136.448 a 227.531 Pts y el mismo valor añadido neto por km², de 1.951.000 Pts. a 3.160.000 Pts, con incrementos del 66,8 y 62

por ciento respectivamente.

Los ingresos "per capita" han aumentado en un 64 por ciento, al pasar de 43.323 a 71.040 Pts.

En lo referente a la posición relativa de las distintas provincias, la de Almería ha pasado del puesto 40 al 36 en relación a su producción neta total, y del 45 al 40 en sus ingresos "per capita". Este favorable ascenso en el ámbito nacional puede ser mejorado con la construcción de la, tan debatida, autopista del mediterráneo; la modernización de comunicaciones ferroviarias; el establecimiento de polígonos industriales y sobre todo el mejor aprovechamiento de ese AGUA, de la que es tan deficitaria.

El futuro económico de la provincia depende, en un elevado porcentaje, de las asignaciones que se fijen para ella en los Planes de Desarrollo.

En este sentido han sido solicitadas numerosas peticiones a través del V Consejo Económico Social Provincial, clausurado en Diciembre de 1974.

3.— CLIMATOLOGIA E HIDROLOGIA

3.1.— CLIMATOLOGIA

3.1.1.— PLUVIOMETRIA

La lluvia media anual ocurrida en el período 1950–51 a 1959–60 es de 335 mm, que equivalen a un volumen para la cuenca de 2.820 hm³/año.

Sólo se alcanzan los 400 mm de lluvia en Sierra de los Filabres, Sierra Nevada, Sierra Gabor y Delta del Adra. En algunas áreas costeras no llega a los 200 mm de pluviosidad media anual y para años secos no sobrepasa los 100 mm.

Por otra parte, la precipitación media del año húmedo en la provincia es sólo de 500 mm, muy baja en relación con la media nacional. Para este año se alcanzan los 1.000 mm en alguna cota de Sierra Nevada y los 800 mm en la Sierra de los Filabres, mientras que un tercio de la provincia queda por debajo de la isoyeta de 400 mm.

La distribución mensual de la lluvia presenta grandes diferencias.

Las máximas precipitaciones ocurren en los meses de finales de otoño y principios de primavera. Durante los meses de estío pueden producirse ocasionalmente fuertes tormentas de corta duración, pero normalmente es una época muy seca (ver informe técnico núm. II).

La torrencialidad de las lluvias es muy acusada. Hay pocos días de lluvia al año con

altos valores diarios e intensidades instantáneas muy altas (300 mm/h).

Se adjunta plano núm. 2 "Isoyetas anuales (año medio").

3.1.2.— EVAPOTRANSPIRACION Y OTROS PARAMETROS CLIMATICOS

El ciclo anual de temperaturas presenta valores máximos para Julio y Agosto y mínimos para Enero y Febrero. Las oscilaciones térmicas anuales son comunes a todos los observatorios y giran alrededor de 16°C. De las dos zonas climáticas que se pueden distinguir, la costera no conoce las heladas, mientras que en la interior se registra algunas. La oscilación máxima de temperatura llega a ser en el año de 40°C.

La isoterma media de 20°C bordea la provincia en una línea paralela a la costa decreciendo sucesivamente hacia el interior en sentido Este—Oeste. En Almería, Níjar y Los Gallardos la temperatura media anual es de 18°C. En Laujar es de 14°C y en Bacares sólo de 12°C.

El elevado número anual de horas de sol (3.000 h) junto al ciclo de temperaturas mencionado, hacen que la evapotranspiración potencial anual alcance valores muy altos, que disminuirán geográficamente siguiendo la misma pauta que las temperaturas. En la estación de Almería se alcanzan valores de 900 mm aplicando el método de Thornthwaite; si se calcula por los métodos de Turc o de Penman, se obtienen las cifras de 1.250 mm y 1.100 mm, respectivamente.

La humedad relativa media es de 73 por ciento, pudiendo llegar en las madrugadas al 85 por ciento en las zonas costeras. Estos valores de la humedad influyen de forma notable en los bajos consumos de agua de los cultivos enarenados en contradicción, si cabe, con los valores altos de evapotranspiración potencial.

Los vientos dominantes son de dirección Este—Oeste y Sur—Oeste y adquieren grandes velocidades, motivado en parte, por los grandes desequilibrios térmicos.

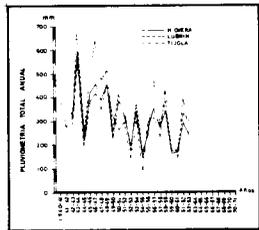
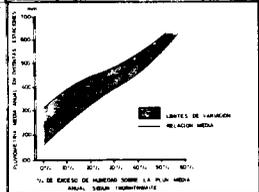
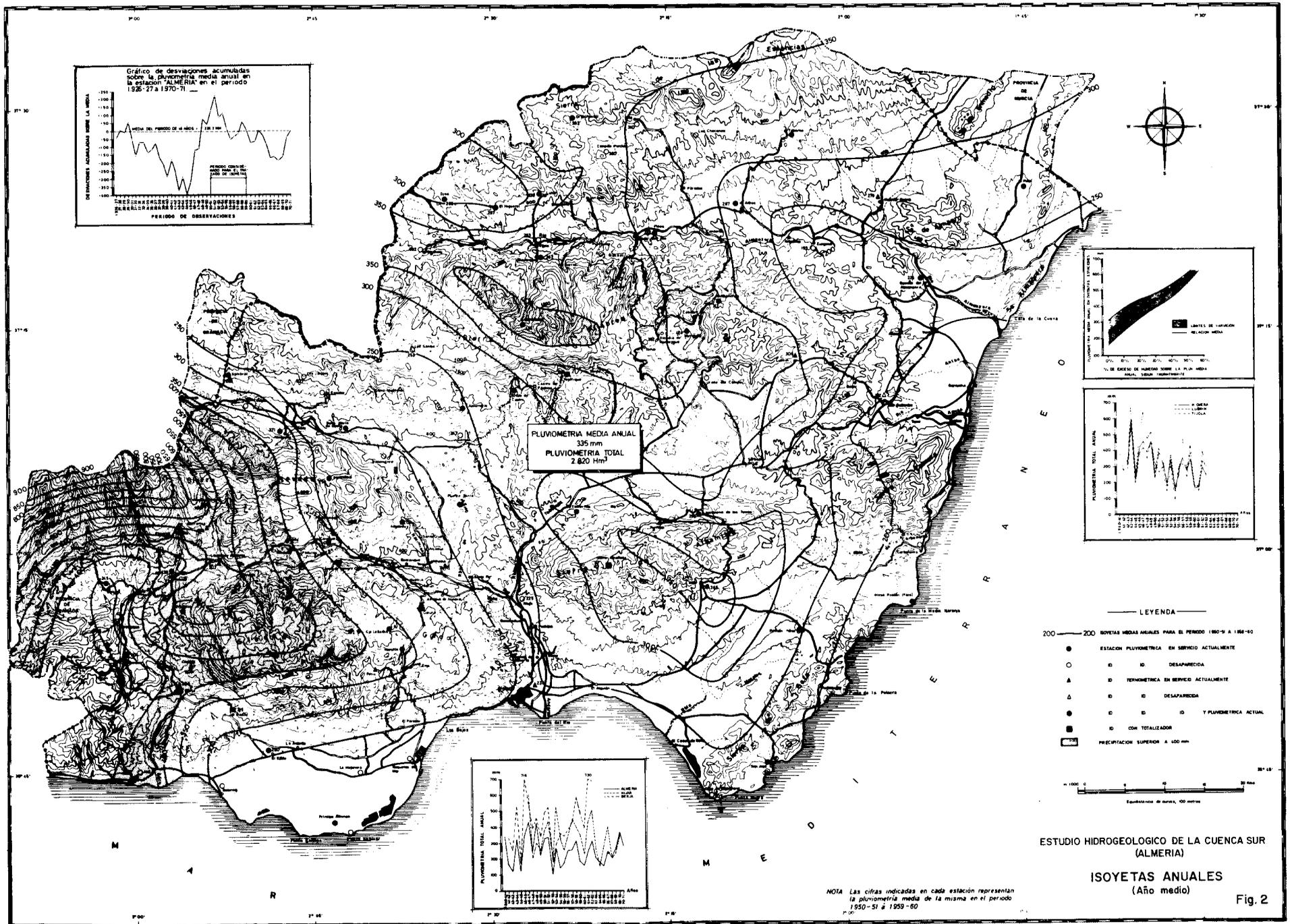
Existen muchos criterios para hacer la clasificación climática (ver informe técnico núm. II); todos ellos coinciden en situar en esta provincia los climas más áridos y secos de la península, incluyendo a las áreas costeras de Almería dentro de la región subtropical del globo.

3.2.— HIDROLOGIA

Se puede dividir la zona de estudio en 15 cuencas independientes que desaguan directamente al mar (ver informe técnico núm. II y figura 3). De ellas, siete tienen un río o cauce principal del que toman el nombre. El resto son pequeñas cuencas formadas por la vertiente costera de sierras y separan dos cuencas de río o cauce principal. Estas últimas ocupan el 80 por ciento de la superficie del Estudio.

Todos los ríos se caracterizan por un fuerte estiaje. Los cursos principales tienen caudal todo el año, pero no en todo su recorrido.

En el régimen y características de la esorrentía influyen cuatro factores comunes a



PLUVIOMETRIA MEDIA ANUAL
335 mm
PLUVIOMETRIA TOTAL
2.820 Hm³

LEYENDA

200 — 200 ISOJETAS MEDIAS ANUALES PARA EL PERIODO 1960-71 a 1969-70

- ESTACION PLUVIOMETRICA EN SERVICIO ACTUALMENTE
- " " " DESAPARECIDA
- △ " " " EN SERVICIO ACTUALMENTE
- ◐ " " " DESAPARECIDA
- ◑ " " " " Y PLUVIOMETRIA ACTUAL
- ◒ " " " " CON TOTALIZADOR
- PRECIPITACION SUPERIOR A 400 mm

1:1000 0 5 10 15 20 Km

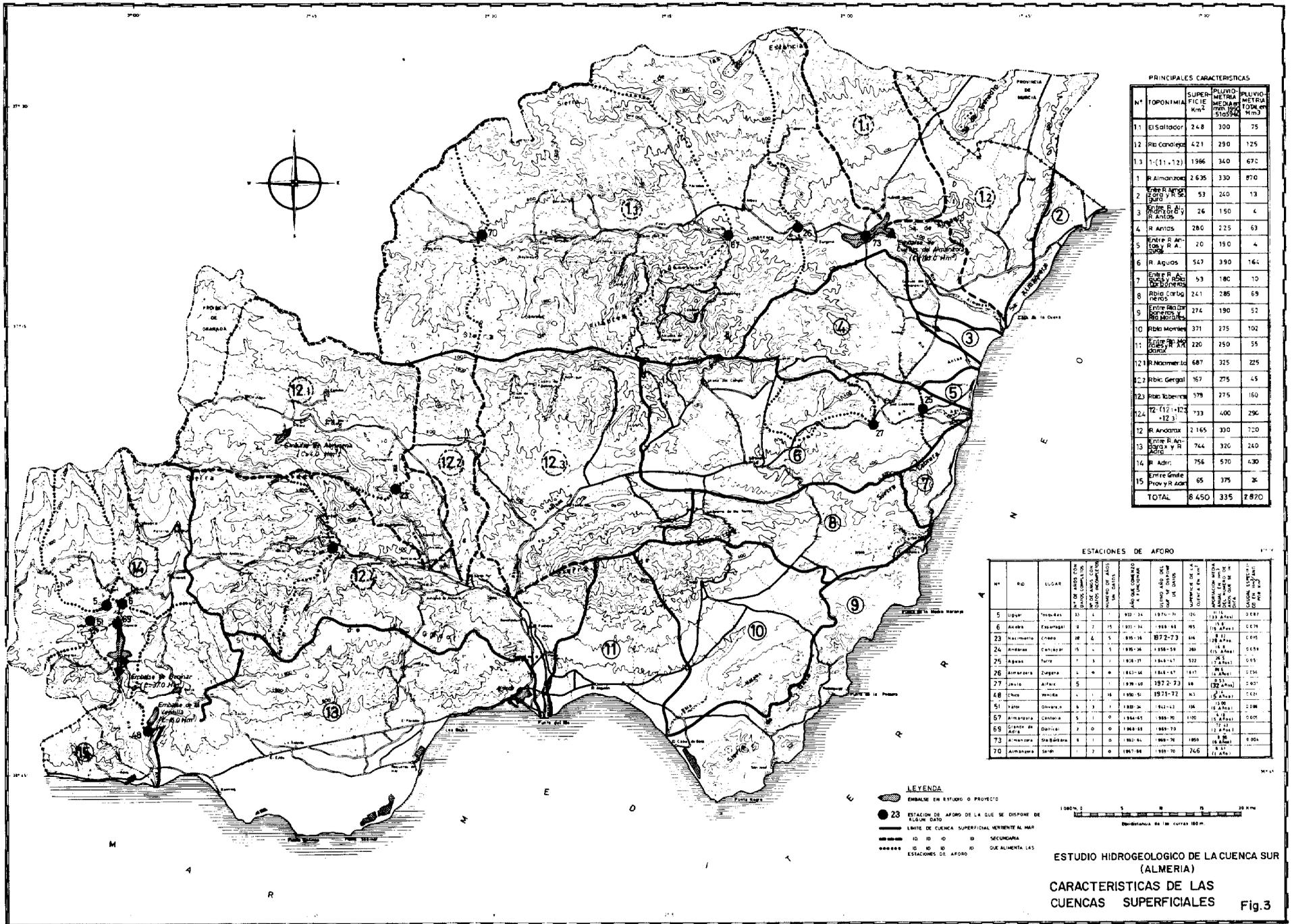
Escala de 1:1000, 100 metros

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)

ISOJETAS ANUALES (Año medio)

NOTA Las cifras indicadas en cada estación representan la pluviometría media de la misma en el periodo 1950-51 a 1959-60

Fig. 2



PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Nº	TOPONIMIA	SUPERFICIE Km²	PLUVIOMETRÍA PROM. (1954-55) Mm	PLUVIOMETRÍA PROM. (1956-57) Mm
11	El Saladar	248	300	75
12	Rio Canales	421	290	125
13	1-(11)-12)	1966	340	670
1	R. Almanzora	2635	330	670
2	Entre R. Almorox y R. de San Juan	53	240	13
3	Entre R. Almorox y R. Andarax	24	150	4
4	R. Antas	280	225	63
5	Entre R. Antas y R. A. de San Juan	20	150	4
6	R. Aguas	547	390	164
7	Entre R. Aguas y R. de San Juan	53	180	10
8	Rio Carboneros	241	285	69
9	Entre Rio Carboneros y R. de San Juan	274	190	52
10	Rio Morera	371	275	102
11	Entre R. Morera y R. de San Juan	220	250	55
12.1	R. Almorox	687	325	225
12.2	Rio Gergal	167	275	45
12.3	Rio Taberna	579	275	160
12.4	12.1-12.2-12.3)	733	400	290
12	R. Andarax	2165	330	720
13	Entre R. Andarax y R. de San Juan	744	320	240
14	R. Adra	756	570	430
15	Entre Gergal y R. de San Juan	65	375	26
TOTAL		8450	335	2870

ESTACIONES DE AFORO

Nº	RD	LUGAR	Nº DE AÑOS DE DATOS DISPONIBLES	PERÍODO DE DATOS DISPONIBLES						
5	Ubeda	Ubeda	33	1	1923-34	1976-77	26	12 (Año)	1978	0,687
6	Andaluz	Espartero	2	15	1923-34	1988-89	65	12 (Año)	1978	0,678
23	Almorox	Chico	18	4	1923-34	1972-73	44	12 (Año)	1978	0,645
24	Almorox	Canal	15	1	1923-34	1958-59	28	12 (Año)	1978	0,619
25	Almorox	Torre	1	1	1923-34	1945-47	23	12 (Año)	1978	0,615
26	Almorox	Zagora	1	0	1923-34	1945-47	17	12 (Año)	1978	0,534
27	Almorox	Alfara	5	1	1923-34	1972-73	48	12 (Año)	1978	0,607
48	Chico	Benica	1	16	1923-34	1971-72	41	12 (Año)	1978	0,629
51	Torre	Olivera	5	3	1923-34	1942-43	36	12 (Año)	1978	0,608
67	Almorox	Canal	5	1	1923-34	1969-70	36	12 (Año)	1978	0,605
68	Almorox	Darica	7	0	1923-34	1969-70	35	12 (Año)	1978	0,605
73	Almorox	Taberna	8	1	1923-34	1969-70	35	12 (Año)	1978	0,604
70	Almorox	Serp	1	2	1923-34	1969-70	26	12 (Año)	1978	0,604

LEYENDA

- ◻ ENDAZE EN ESTUDIO O PROYECTO
- 23 ESTACION DE AFORO DE LA QUE SE DISPONE DE ALGUN DATO
- LIMITE DE CUENCA SUPERFICIAL VERDADERA AL MAR
- ID ID ID ID SECUNDARIA
- ID ID ID ID QUE ALIMENTA LAS ESTACIONES DE AFORO



ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)
CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS SUPERFICIALES Fig.3

todas las cuencas; estos son:

- **Pluviosidad.**— Su escaso valor anual y el régimen torrencial de la misma, hacen que las escorrentías superficiales directas sean fuertes pero muy discontinuas.
- **Pendientes.**— El efecto anterior se agranda por la existencia de fuertes desniveles topográficos.
- **Geología.**— La diferencia bien marcada entre los afloramientos permeables (Dolomías del Trías, Pliocuaternarios y Cuaternarios) y los impermeables (Paleozóico, filitas del Trías y Miocenos en general) hace que los cauces que transcurren cerca de los primeros tengan un régimen continuo, debido a la regulación producida por la infiltración de los excesos, mientras que los segundos tienen un régimen típicamente torrencial.
- **Aprovechamientos existentes.**— Las tomas para riego escalonadas a lo largo de los cauces aprovechan al máximo los caudales circulantes durante el estiaje, haciendo de regulador del sistema hidrográfico. No hay en toda la zona del Estudio ningún embalse de regulación superficial.

A continuación se resumen las características más importantes de las principales cuencas.

3.2.1.— CUENCA DEL RIO ALMANZORA

Es la cuenca de mayor extensión de la provincia (2.635 km²). Recoge aguas de las Sierras de Baza, los Filabres y Las Estancias. El cauce principal es el río Almanzora, con más de 80 km de recorrido. Tiene carácter torrencial debido a la distribución de las lluvias y los fuertes desniveles existentes. La pendiente media es del 25 por ciento doblándose su valor en la cabecera de cuenca.

La pluviometría media anual que percibe la cuenca es de 330 mm. Las salidas de agua al mar son muy reducidas, limitándose a las causadas por las avenidas torrenciales, frecuentes en esta cuenca, y al desagüe de algunas boqueras de riego.

Los aprovechamientos existentes son debidos a la utilización de agua para riego (ver informe técnico núm. 3).

De los datos disponibles en la estación de aforos E-67, en Cantoria, se desprende que la aportación media es de 6 hm³/año, que corresponde a un caudal específico de 5.000 m³/año x km².

Aguas abajo, según datos de E-73, en Santa Bárbara (Overa) la aportación media sería de 9,6 hm³/año, equivalente a 4.000 m³/año x km².

Se hace notar que los fuertes consumos de agua, aguas arriba de esta última estación, supone que en régimen natural podría tener aportaciones cinco veces mayores.

3.2.2.— CUENCA DEL RIO AGUAS

Tiene una extensión pequeña, 547 km², y su cauce principal es el río Aguas (52 km de recorrido).

Según datos de la E-27, en Turrem los aportes medios suponen 27 hm³/año, no siendo muy fiables estos resultados por lo corto de la serie de datos de la que procede.

En la desembocadura del río Jauto, principal afluente del Aguas, hay una estación de aforos que mide una aportación media del afluente de 0,5 hm³/año, con un caudal específico de 7.000 m³/año x km².

3.2.3.— CUENCA DEL RIO ANDARAX

La cuenca del río Andarax tiene una extensión de 2.165 km², su límite corresponde a la arista de la Sierra de los Filambres, el Sur con la de Gádor, al Oeste con Sierra Nevada y al Este con la Sierra Alhamilla que imprime al cauce principal un giro de 90° hacia el Sur.

El río principal, que da nombre a la cuenca, nace en la vertiente Sur de Sierra Nevada, a 2.200 m de altura. Recorre 65 km con un desnivel medio del 37 por mil y desemboca en la bahía de Almería donde da lugar a un pequeño delta.

Debido a la escorrentía nival de Sierra Nevada y al papel regulador de las dolomías triásicas existentes en cabecera, mantiene un régimen continuo.

Entre sus afluentes principales, todos por la izquierda, merece especial mención el río Nacimiento que nace en la vertiente Norte de Sierra Nevada y recoge los aportes de las Sierras de los Filambres y Baza por medio de ramblas de fuertes pendientes.

Este río mantiene su caudal de forma continua a causa de la regulación producida por el embalse subterráneo formado por materiales cuaternarios, el cual desagua al terminar éstos y tener el río un cierre impermeable en los materiales paleozoicos. La estación de aforos E-23, situada entre las localidades de Nacimiento y Alboloduy, contabiliza los recursos totales a excepción de los consumos efectuados aguas arriba. La aportación media es de 9 hm³/año que suponen 15.000 m³/km² x año.

Antes de la confluencia del río Nacimiento con el Andarax, hay en este último una estación de aforos, E-24, que recoge una aportación media de 17 hm³/año equivalentes a 59.000 m³/km² x año, a la que hay que sumar la escorrentía subterránea por debajo del cauce y las extracciones efectuadas aguas arriba.

A todo lo largo del cauce principal, y sobre todo en la parte más baja, existen una serie de galerías excavadas es el aluvial del río, que transcurren longitudinalmente bajo su cauce, influyendo la manera primordial en el régimen de caudales. Durante la época de estiaje éstas actúan como cauce, dejando seco el superficial. En invierno, el caudal se divide entre los dos.

3.2.4.— CUENCA DEL RIO ADRA

La cuenca del río Adra tiene una extensión de 756 km², tres veces más pequeña que la de las otras dos cuencas más importantes de la provincia. Sin embargo, percibe un volumen medio de lluvia anual, de 430 hm³, del orden de la mitad del que reciben las otras dos cuencas: 870 hm³ en el Almanzora y 720 hm³ la del Andarax.

Por otra parte, sus ríos más importantes, a excepción del río Chico, drenan las estribaciones meridionales de la Sierra Nevada, con régimen nival una parte del año, fuertes pendientes, laderas escarpadas, descompuestas y desprovistas de vegetación y preponderancia de materiales impermeables. Todo ello origina grandes arrastres y una buena escorrentía superficial.

El río Adra tiene una cabecera, como se ha dicho, importante y extensa, y no toma el nombre de tal hasta después de su confluencia con su último afluente, el río Chico de Berja, que tiene aportaciones de la Sierra de Gádor mayores de 3 hm³/año.

Todos los cauces que bajan de Sierra Nevada portadores de agua de deshielo y de las propias lluvias, se resumen en tres más importantes al alcanzar la depresión de Ugíjar: Yator, Ugíjar y Alcolea.

El río Ugíjar posee aportaciones superiores a los 11 hm³/año, cifra a la que hay que sumar las extracciones aguas arriba.

El río Alcolea evacúa un volumen medio anual de 16 hm³; es posible que existan otras aportaciones no contabilizadas, por encontrarse la estación de aforos sobre dolomías triásicas que infiltran importantes cantidades de agua.

En el río Yator se estimaron unas aportaciones medias de 6 hm³/año.

Aguas abajo de la confluencia de esos tres ríos se le da el nombre de río Grande hasta que afluye el mencionado río Chico, que posee una aportación media superior a 3 hm³/año. La estación de aforo está sobre terrenos permeables y los caudales aforados tienen un amplísimo margen de error.

Finalmente, con el nombre de río Adra, desemboca en el mar constituyendo un delta de cierta importancia, donde se asienta una agricultura muy rentable de productos de primor.

3.2.5.— OTRAS CUENCAS

Suponen solamente el 28 por ciento de la zona de estudio.

Hay 3 cuencas más que tienen un río principal, Antas, Morales y Carboneras; las otras ocho drenan a las torrenteras y ramblas de sierras costeras que con pequeño recorrido desembocan directamente al mar. Generalmente con escarpes y pendientes muy pronunciadas que sólo llevan agua después de las grandes y torrenciales lluvias (ver plano 3).

COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERAL

	NOMBRE	LITOLOGIA	PERMEABILIDAD	
PLIOCENO Y CUATERNARIOS	Aluviones	Arcillas, areniscas, arenas, gravas y conglomerados.	Permeable	
	Formación Mizala Blockformación	Conglomerado heterométrico y poligénico. Cemento arcillo-calizo. Algunos niveles lenticulares de arcillas rojas.	Permeable en conjunto	
	Calcarenitas	Calcarenitas y arenas amarillentas	Permeable	
	Margas con lepra	Margas arenosas, fosilíferas	Impermeable	
	Formación Cabezo	Calizas lacustres, cavernosas	Permeable	
	Formación Vúcar	Calizas areniscosas o conglomeráticas.	Permeable	
NEOGENO	Formación Sorbas	Margas con intercalaciones arenosas	Los niveles arenosos, permeables	
	Yeso Espejuelo y Form. Abad.	Yeso masivo con capas de margas		
	Margas M ₃	Margas azuladas (amarillas en superficie) con intercalaciones de areniscas y dos paquetes de maciños y conglomerados	Impermeable en conjunto excepto los paquetes detríticos	
	Maciños 2			
	Margas M ₂			
	Maciños 1			
	Margas M ₁			
	Conglomerado de base	Conglomerado de cantos dolomíticos, calizos, volcánicos y cemento calizo-arenoso.	Permeable por fisuración	
	TRIASICO	Trías alpino o alpujárride Piedra Franciscana	Dolomía y calizo-dolomía Rocas diabásicas intercaladas	Permeable
			Filitas versicolor con intercalaciones de areniscas. Rocas volcánicas intercaladas	Impermeable
PALEOZOICO	Nevado - Filábride	Pizarras, esquistos, cuarcitas, mármoles. Algunas intercalaciones de rocas ultrabásicas	Impermeable. Localmente la permeabilidad de los mármoles puede ser de gran interés	
	Rocas del Cabo de Gata y depresión de Vera	Rocas volcánicas de naturaleza dacítica y andesítica en general		
POSTMIOCE				

4.— DEFINICION DE LOS SISTEMAS ACUIFEROS

En este capítulo se pretende estudiar la geología estructural y litológica de los diferentes materiales que afloran en la zona de estudio, prestando un especial interés a sus características hidrogeológicas, con el fin de definir el esquema hidrogeológico y los diferentes acuíferos que se localizan dentro de la zona.

4.1.— GEOLOGIA ESTRUCTURAL Y LITOLOGIA

4.1.1.— GENERALIDADES

No se pretende en este apartado dar una detallada descripción geológica—hidrogeológica de la zona estudiada, sino simplemente una breve enumeración de las características principales, a escala provincial, 1:200.000. En cada uno de los informes técnicos correspondientes a las diferentes cuencas de estudio, se indica con mayor detalle la geología parcial de cada área, a escala 1:50.000.

En el mapa hidrogeológico a escala 1:200.000, se refleja una cartografía hidrogeológica de los materiales aflorantes en el área de estudio. En él, además de diferenciar los materiales permeables de los impermeables, se indica una cierta diferencia según el tipo de litología. La leyenda utilizada, es la misma que la del Plano Hidrogeológico Nacional (IGME 1972). Se indican, desde el punto de vista estructural, las direcciones de plegamiento y los frentes de cabalgamiento de los diferentes mantos de corrimiento que se localizan en la zona.

La totalidad del área estudiada se encuentra enclavada en el ámbito general de las Cordilleras Béticas y dentro de ésta, en la zona Bética en sentido estricto. Esta zona es la más interna de los tres grandes dominios paleogeográficos y tectónicos en que se han dividido las Cordilleras Béticas (Bética s, str, Subbética, Prebética). Está integrada por materiales paleozoicos y triásicos, junto con terrenos terciarios y cuaternarios que recubren las cuencas neógenas y cuaternarias, intramontañas.

Los materiales béticos pertenecen a cuatro grandes unidades: Complejo Nevado—Filábride, Complejo Ballabona—Cucharón, Complejo Alpujárride y Complejo Maláguide. Del Complejo Maláguide, tan sólo existen algunos retazos aislados, de muy pequeña extensión, en la mitad Norte de la zona, (en Sierra Cabrera, Sierra de Almagro, Sierra Almagrera, borde Norte de la Sierra de las Estancias).

Los materiales pertenecientes a los Complejos Nevado—Filábride, Ballabona—Cucharón y Alpujárride son de edad paleozoica y triásica, y están afectados en mayor o menor grado por un metamorfismo regional de edad alpídica. Los materiales del Complejo Maláguide representados en la zona, son de edad triásica y jurásica, y no han sido afectados por el metamorfismo regional.

Todos estos complejos han sido afectados por la orogenia alpina, que ha originado pliegues de dirección preferencial E—O y NE — SO y grandes estructuras en mantos de cabalgamiento, que le imprimen un carácter caótico y complicado a todo el conjunto. Se consideran como unidades alóctonas al Complejo Alpujárride y al Maláguide. Dentro del Alpujárride se diferencian varios mantos de corrimiento, variable en número según la transversal de la Cordillera que se considera; sobre la datación de estas estructuras, lo único que puede precisarse es que se formaron posteriormente al Trías y antes del Mioceno Superior.

Posteriormente a las principales etapas tectónicas de compresión, se individualizan una serie de cuencas y depresiones intramontañas, recubiertas por materiales terciarios y cuaternarios.

4.1.2.— ESTRATIGRAFIA

En la fig. 4 que se adjunta, se ha representado la "columna estratigráfica tipo" de la zona estudiada, dando en la misma una idea de la permeabilidad de las diferentes formaciones.

Como puede apreciarse, existe una laguna apreciable en la serie que pasa desde los materiales calizo—dolomíticos triásicos hasta los materiales de edad terciaria. En realidad parece existir algún pequeño retazo de materiales secundarios, pero sin interés dentro del tema general que nos ocupa.

Para la descripción litológica de los distintos materiales, se va a subdividir en dos apartados: **Materiales preorogénicos**, anteriores a la fase de paroxismo de la orogenia alpina y **materiales post—orogénicos**, posteriores a la fase principal de la orogenia y afectados por los últimos episodios de ésta.

4.1.2.1.— MATERIALES PREOROGENICOS

PALEOZOICO

Los materiales paleozoicos pertenecen a los dos complejos Nevado—Filábride y Alpujárride.

Los del **Complejo Nevado — Filábride**, afloramientos de las Cordilleras de Sierra de los Filabres y terminación oriental de Sierra Nevada, están constituidos por micaesquistos grafitosos y granatíferos de tonos oscuros, cuarcitas y gneis, mármoles y rocas carbonatadas, hacia la parte superior. Su grado de metamorfismo es de tipo mesozonal e epizonal, según se va ascendiendo en la serie.

En todo este potente conjunto se pueden diferenciar tramos, según la distinta composición litológica y mineralógica, cuya potencia total puede superar los 7.000 m. Los términos superiores del Nevado—Filábride se atribuyen al Permo—Trías.

El único nivel permeable de esta formación lo constituyen los mármoles y rocas carbonatadas, que dadas sus características sólo tienen una importancia local.

Los materiales paleozoicos pertenecientes al Complejo **Alpujárride**, constituyen el núcleo de Sierra Alhamilla, y Sierra Cabrera y los afloramientos de Sierra Almagrera y Estancias. Litológicamente están representados por micaesquistos granatíferos con alternancias de cuarcitas.

Desde el punto de vista hidrogeológico, aunque todos los materiales paleozoicos se han considerado como no permeables, es posible que en algunos casos y en función del grado de fisuración que suele ser elevado, estos materiales gocen de una permeabilidad secundaria, debida a la existencia de grietas.

TRIASICO

Está representado por los materiales pertenecientes al Complejo Alpujárride. Se presenta bajo facies alpina.

Se diferencian tres paquetes:

- Inferior. Conjunto formado por filitas versicolor, con abundantes intercalaciones de cuarcitas y localmente evaporitas en forma de lentejones de yeso. La potencia es muy variable de unos puntos a otros. Formación totalmente impermeable. La alteración de las filitas origina las "Launas", denominadas localmente. Este paquete se atribuye al Werfeniense.
- Superior. Formado por calizas y dolomías, con potencias muy variables, que pueden alcanzar varios centenares de metros. La permeabilidad de esta formación debida a fracturación y disolución, es generalmente muy buena. Constituyen el principal acuífero de la provincia.
- Medio. Este tramo es de más difícil definición, pudiendo estar constituido por cuarcitas, techo del tramo inferior, y por calcosquistos, base de la formación carbonatada del tramo superior. Es frecuente que este paquete intermedio no aparezca

pasando directamente la serie de las filitas a las caliza—dolomías. Su permeabilidad es baja, variando sensiblemente de unos puntos a otros.

Suelen encontrarse unas rocas verdes, de tipo diabásico, que normalmente se presentan interestratificadas en el paquete calizo—dolomítico, generalmente de la unidad más inferior del Trías Alpujárride. En algunos puntos, también se localizan potentes bancos de yeso, hacia la base de la formación calizo—dolomítica.

Aparecen estos materiales principalmente en las siguientes áreas:

- La totalidad de Sierra de Gádor.
- Borde oriental de Sierra de Lújar.
- Borde Sur de Sierra Nevada
- Bordes de Sierra Alhamilla.
- Borde Norte de Sierra Cabrera.
- Sierra Almagro.
- Zona occidental de la Sierra de las Estancias.
- Borde Norte y oriental de Sierra de Filabres.

Deben encontrarse además en profundidad, bajo las cubetas terciarias que a continuación se describen, principalmente bajo la fosa de Dalías, valle del río Andarax y cuenca alta del río Almanzora.

4.1.2.2.— MATERIALES POST—OROGENICOS

Estos materiales están discordantes sobre las formaciones triásicas y paleozoicas, y recubren las cubetas terciarias. Comienzan por niveles pertenecientes al Mioceno inferior, por lo que existe un gran hiato entre ambos grupos de terrenos.

Durante esta lapso de tiempo se ha desarrollado la tectónica de corrimiento, por lo que los materiales neógenos y cuaternarios son posteriores a dicha etapa tectónica, netamente discordantes y depositados después de un período de intensa erosión. Están deformados por las últimas etapas tectónicas, por lo que no deben calificarse como materiales netamente post—orogénicos.

Afloran en una serie de cubetas más o menos conectadas entre sí, pero entre las cuales no existe correspondencia ni en potencia, ni en una correlación estratigráfica completa. Las principales cubetas neógenas son las siguientes:

- Cuenca del río Almanzora.
- Fosa de Vera.
- Cubeta del río Andarax.
- Pasillo de Tabernas—Sorbas.
- Fosa de Níjar.
- Fosa de Dalías.

Como síntesis, pueden señalarse los siguientes niveles, descritos en orden ascendente y representados en la columna estratigráfica adjunta.

MIOCENO

- Conglomerado de base. (Mioceno inferior).

Formación transgresiva de facies generalmente continental. Está constituido por un conglomerado poligénico y heterométrico de cantos redondeados de dolomías, cuarcitas, micaesquistos y cuarzo, con cemento arcilloso—areniscoso, generalmente de color rojizo.

Aflora normalmente en los bordes de las cubetas, estando muy desarrollado en la Cuenca de Almanzora y borde Sur—Oriental de la Sierra las Estancias. Presenta una permeabilidad baja y variable de unos puntos a otros.

- Margas 1, maciños 1, margas 2.

Descritas en la columna estratigráfica, suelen cartografiarse conjuntas, desde el punto de vista hidrogeológico.

Es una formación margosa, con algunas intercalaciones de areniscas y conglomerados, que en general actúa como un conjunto impermeable. Aparece mejor representada en la zona Sorbas—Tabernas. Potencia máxima de unos 400 m.

- Maciños 2

Aspecto flyschoides, pues están formados por alternancias de bancos de margas y de calizas arenosas o conglomeráticas muy fosilíferas. Permeables.

Existen prácticamente en todas las cuencas, estando mejor representadas en la cuenca del Aguas. Potencia máxima de 80 m.

- Margas 3

De color amarillento en superficie y azulado en corte fresco, con frecuentes niveles areniscosos intercalados. Potencia entre 30 y 200 m. Impermeable.

- Formaciones “Abad” y “yeso espejuelo”

Parece tratarse de un cambio de facies dentro de la misma formación, en la que existen niveles de margas grises o blancas con potentes bancos de yesos. Se extiende por toda la provincia, desapareciendo los yesos hacia la zona más oriental (zona de Vera).

Impermeable, pero debido a la existencia de yesos, juega un importante papel en la calidad del agua de los acuíferos superiores.

- Formación Sorbas

Margas con bancos areniscosos permeables. En conjunto esta formación es impermeable. Potencia máxima de 200 metros.

— Formación Vícar

Calizas areniscosas o conglomeráticas muy fosilíferas. Buena permeabilidad, por disolución y fracturación.

— Formación Cabezo

Calizas lacustres, más o menos dolomíticas y permeables.

PLIOCENO

En general está discordante sobre los materiales miocenos.

— Formación "margas con lepra"

La forman margas arenosas con intercalaciones de areniscas. Su potencia puede alcanzar los 500 m.

De una forma general actúan como impermeables, aunque localmente pueden contener acuíferos en las areniscas, pero de muy escaso interés.

— Formación "calcarenita"

De idéntica facies a la formación Vícar.

PLIO-CUATERNARIO

Block-formation .

Discordante sobre cualquier material anterior. De facies continental.

Está formado por un conglomerado poligénico y heterométrico con intercalaciones arcillo-limosas. Hacia la base, mayor predominio de arcillas.

Su potencia puede superar los 200 m, encontrándose muy desarrollado en la cuenca del Almanzora, (cubetas pliocuaternarias de El Saltador, Pulpí, La Ballabona) y cuenca del Andarax.

La permeabilidad es variable de unos puntos a otros, pero en general es de tipo medio.

CUATERNARIO

Las formaciones recientes, están constituidas por gravas, arenas, limos, conglomerados y arcillas, procedentes de la erosión de los relieves existentes. Ocupan una gran extensión y en ocasiones su potencia es considerable.

Se pueden señalar varios tipos dentro de estos depósitos:

- Aluviales. Muy permeables, corresponden a los cursos de agua actuales o antiguos. Arenas, gravas y limos.

Cabe destacar los aluviales de los ríos:

- Adra.
 - Andarax.
 - Nacimiento.
 - Aguas.
 - Antas.
 - Almanzora.
- Depósitos de arroyada (Glacis). Cubren grandes extensiones y formados por las intensas precipitaciones intercaladas en largos períodos de sequía.

ROCAS IGNEAS

Los afloramientos de rocas ígneas ocupan una considerable extensión en el extremo sureste de la Provincia, y recientemente se han descubierto también bajos materiales de recubrimiento en la zona de Aguadulce.

Son debidas a manifestaciones volcánicas que han tenido lugar en diferentes fases durante el Terciario y, posiblemente, Cuaternario.

En general corresponden a dacitas y andesitas y sus tipos de yacimientos son coladas y aparatos volcánicos, generalmente alineados a lo largo de fracturas.

Es muy probable que la actividad volcánica sea histórica, lo cual es una sólida base en que apoyar la hipótesis de un hogar magmático actual, origen de las anomalías termales que aparecen en los acuíferos de la zona estudiada.

4.1.3.— TECTONICA

La zona de estudio está enclavada enteramente en las Cordilleras Béticas y dentro del dominio Bético s. str, es decir, en la zona más interna de las mismas. En conjunto, pueden establecerse en ella tres dominios estructurales:

4.1.3.1.— ZONA BÉTICA S. STR.

Sobre un sustrato paleozoico (serie Nevado—Filábride), más o menos plegado, se han deslizado una serie de unidades alóctonas: las series triásicas alpujárrides y probablemente también, el Maláguide. Tras la colocación de tales unidades, posiblemente durante el Terciario inferior, siguen etapas de formación caracterizadas por:

- Pliegues, de dirección NE—SO y E—O.
- Fracturas de arcilla, de gran componente horizontal.
- Plegamiento de fondo y fracturas de distensión (fallas normales).

Como resultado de todo ello, la estructura geométrica actual de este sustrato paleozoico consiste, a grandes rasgos, en un gran anticlinal de dirección aproximada Este—Oeste (Sierra Nevada y Filabres), que hunde su eje hacia el Este, sobre el que periféricamente se dispone la serie Triásica por medio de superficies de cabalgamiento.

Los materiales triásicos presentan una serie de repeticiones filitas—calizas dolomíticas (debido posiblemente a causas tectónicas), disponiéndose en forma de anticlinales de dirección Este—Oeste, con fuertes pendientes en los flancos (Sierra de Gádor, Alhambra, Cabrera, Almagro, Las Estancias).

Entre estos anticlinales se desarrollan cubetas sinclinales que, debido a la serie de fallas marginales, actúan como fosas tectónicas. Estas han sido rellenadas con los materiales terciarios y cuaternarios.

Durante la fase de distensión se ocasionó una serie de fallas normales, entre las cuales caben destacar las de dirección Este—Oeste en el Capo de Dalías.

Conviene resaltar una vez más la importancia de las alternancias de filitas y calizas dolomíticas, que provoca la correspondiente alternancia de pisos permeables e impermeables.

La complicada estructura de las formaciones triásicas hace difícil en muchos casos definir la geometría de los acuíferos contenidos en las mismas. Las fallas normales de distensión, suelen compartimentar en bloques el conjunto de los acuíferos dolomíticos, jugando un papel muy importante desde el punto de vista hidrogeológico, (este es el caso de Sierra de Gádor).

4.1.3.2.— DEPRESIONES TERCIARIAS

Corresponden a las cubetas sinclinales o fosas tectónicas del dominio bético. Durante la deposición de las potentes series terciarias, las cuencas han estado sometidas a desigual hundimiento, lo que ha provocado una disposición de los sedimentos en discordancia angular progresiva.

Aparte de estas estructuras sedimentarias, estos materiales han sufrido un suave plegamiento y una fracturación correspondientes a las últimas fases de las deformaciones antes descritas, llegando incluso a afectar a materiales plio—Cuaternarios y Cuaternarios.

El sustrato de estas depresiones, por los datos que se han obtenido con sondeos de investigación y datos geofísicos, normalmente está constituido por materiales triásicos. En algunos casos se nota la presencia de calizas—dolomías, importantes hidrogeológicamente, como ocurre en la Cuenca del Andarax, Cuenca Alta del Almanzora, Campo de Dalías y, localmente, en el Campo de Níjar.

La profundidad a que se encuentra el sustrato terciario es muy variable de unas depresiones a otras, oscilando entre los 400 a 1.000 m.

4.1.3.3.— ZONA VOLCANICA

Al parecer está ligada esencialmente a las fracturas de dirección noreste—suroeste y este—oeste. Corresponde a estas últimas un volcanismo más moderno, que incluso parece ha actuada en casos históricos.

Se adjunta "esquema tectónico del área de estudio", figura núm. 5.

4.2.— ESQUEMA HIDROGEOLOGICO

4.2.1.— GENERALIDADES

Se tratará en el presente apartado de describir, de una manera concisa y breve, las principales características hidrogeológicas de los diferentes acuíferos existentes en la zona y representadas en el mapa hidrogeológico al 1/200.000 en anexo.

En él no se ha pretendido recoger con detalle, sino de una manera general, los principales tipos de afloramientos existentes, clasificándolos según capacidad de infiltración. Indudablemente, las rocas que en superficie permiten la infiltración del agua, son las que formarán acuíferos en profundidad y las que actúan como sistema de recarga de los acuíferos no aflorantes, o que lo hacen en pequeña extensión.

En los informes técnicos presentados por otra parte se incluye la cartografía hidrogeológica detallada (a escala 1/50.000) de las diferentes unidades estudiadas.

4.2.2.— ESQUEMA HIDROGEOLOGICO GENERAL

4.2.2.1.— DEFINICION DE LAS AREAS DE RECARGA

Según se puede ver en el citado mapa se han definido 7 tipos de afloramientos cuyo comportamiento hidrogeológico es diferenciable, variando desde afloramientos en los cuales la infiltración es la máxima, hasta los afloramientos de carácter impermeable, en los cuales la infiltración es prácticamente nula.

AFLORAMIENTOS PERMEABLES

- Calizas y dolomías triásicas: en las áreas en que existe este tipo de afloramientos, es mínima la escorrentía superficial, debido a la fuerte infiltración existente en ellas. Este tipo de afloramientos es el que proporciona, según describiremos más adelante, la mayor parte de la recarga de los acuíferos existentes, siendo por tanto los de mayor importancia.
- Conglomerados, arcillas, arenas, etc. del pliocuaternario: dado su carácter detrítico muy heterogéneo, su permeabilidad suele ser variable.
- Aluvial reciente: juega un importante papel pues se encuentra directamente recorrido por los cauces de los actuales ríos.

- Calcarenitas y microconglomerados del Mio—Plioceno: por estar a menudo colgados, no tienen gran importancia hidrogeológica, salvo en algunas zonas, el Campo de Dalías por ejemplo.

AFORAMIENTOS IMPERMEABLES

- Afloramientos miocenos: Las grandes depresiones miocenas existentes, generalmente están recubiertas de materiales impermeables como arcillas y margas, por lo que se considera a esta serie como impermeable en general. Dentro de la misma se encuentran las formaciones de tipo calizo o arenoso, a que acabamos de referirnos.
- Filitas triásicas y afloramientos Paleozoicos: forman el substrato impermeable general de la zona y afloran, en una gran extensión, dentro del área de estudio.

Localmente, estos afloramientos paleozoicos tienen una permeabilidad por fisuración, que puede dar lugar a una pequeña recarga de este tipo de rocas.

Cabe destacar la posibilidad de infiltración en las formaciones de rocas carbonatadas y mármoles existentes en el tramo superior de la serie.

- Afloramientos de tipo volcánico: por el tipo de rocas que lo forman, su carácter general es impermeable, aunque localmente, ligados a fracturas y zonas de mayor alteración, puede presentar cierta permeabilidad. Los pocos datos hidrogeológicos que se tienen de estos afloramientos permiten confirmar esta idea.

4.2.2.2.— PRINCIPALES BARRERAS IMPERMEABLES

La serie paleozoica se presenta en la zona estudiada, en grandes afloramientos de dirección Este—Oeste, que forman claras barreras impermeables, independizando diferentes áreas situadas al Norte y Sur de las mismas. Estas son:

- Barrera impermeable formada por Sierra Nevada y Sierra de Filabres: que separa la cuenca del Almanzora al Norte, de las del río Aguas y Andarax, al Sur. En la zona intermedia entre las dos Sierras, queda la cubeta aluvial permeable del Nacimiento.
- Barrera impermeable de la parte Norte y Oriental de Sierra de las Estancias: que constituye el límite Norte de la Cuenca de Almanzora, separándola de la Cuenca del Guadalentín.
- Barrera impermeable formada por el núcleo paleozoico del anticlinal de Sierra Albamilla y Sierra Cabrera: divide la cuenca del río Aguas y la parte alta de la rambla de Tabernas, de la cuenca de la rambla Carboneras.

Además de las barreras ya descritas, existen otras también paleozoicas, de dirección Norte—Sur. Estas son:

- Separación entre las cuencas de los ríos Adra y Guadalfeo.
- Barrera entre la cuenca de la margen derecha del río Aguas y el mar, a causa de la

terminación oriental de Sierra Cabrera.

- La margen izquierda del río Almanzora queda completamente aislada del mar, por los afloramientos paleozoicos de Sierra Almagrera.

Además de las barreras generales hasta aquí descritas, que saltan a la vista al reconocer el plano, existen otras locales de menor extensión, principalmente formadas por las filitas triásicas y las margas miocenas. Se citarán, en los casos en que se conocen, al describir las subunidades en que se encuentran.

Estas barreras, que impiden en algunos puntos la circulación del agua bajo los cauces de los ríos, tienen en algunos casos gran importancia dentro del esquema hidrogeológico general de cada cuenca, por ser los puntos con mayor posibilidades del control de los recursos de las mismas.

4.2.2.3.— DEFINICION DE LAS PRINCIPALES FACIES ACUIFERAS

- **Calizas y dolomías triásicas:** Juegan éstas un papel fundamental en el esquema hidráulico de la zona estudiada. Este es:
 - Actúan como principal zona de recarga, gracias a su fuerte infiltración.
 - Forman el almacén principal de agua, siendo en ellas donde deben estar contenidas las principales reservas.
 - Funcionan como sistema regulador de los ríos, haciendo que la infiltración producida durante las tormentas, que caracterizan la pluviometría de la zona, proporcione caudales continuos a los mismos.
 - Actúan como depósito alimentador de los diferentes acuíferos, principalmente miocenos, que están en contacto con ellos.
 - En general, aunque constituyen por zonas un acuífero único, suelen tener distinto comportamiento hidrogeológico, según una fracturación en bloques.
 - Suele localizarse en algunos puntos un sistema de circulación de tipo kárstico.
 - Su potencia puede superar los 250 m de acuífero saturado (Sierra de Gádor).

Tanto el régimen de los ríos, con caudales continuos, que drenan zonas dolomíticas, como la fuerte potencia de dolomías saturadas que puede apreciarse en algunos pozos, así como la existencia de acuíferos miocenos cuya recarga sólo se justifica con la posibilidad de un contacto lateral con las dolomías, demuestra la veracidad de las hipótesis antes realizadas.

En realidad, la explotación directa de los acuíferos en dolomías no ha sido la más importante, aunque en la actualidad es el acuífero más buscado en los sondeos que se realizan. Los motivos han sido los siguientes:

- Los afloramientos dolomíticos se encuentran en zonas de sierra de difícil relieve, y

siempre a distancia de las principales áreas de riego, generalmente situadas en los valles.

- En estas últimas, si se encuentran las dolomías, aparecen a profundidades que suelen ser, en general, prohibitivas por el precio de la obra a realizar.
- Hasta la generalización en España de las modernas máquinas de construir pozos, era imposible o por lo menos de gran dificultad, excavar los mismos en este acuífero.

Actualmente es importante la proliferación de sondeos en el borde Norte, dolomítico, de Sierra de Gádor.

Conviene resaltar el carácter confinado que en muchos casos presentan los acuíferos triásicos, incluso cuando el emboquillado de los pozos se realiza en las propias dolomías, lo cual pone de manifiesto el distinto comportamiento de las mismas desde un punto de vista hidrogeológico.

La base impermeable de este acuífero suelen constituirla las filitas triásicas y micasquitos paleozoicos.

- Formaciones calizo—arenosas del Mioceno superior y el Plioceno (Formaciones "Vicas" y "Calcarenitas"): Son estos acuíferos, por existir a poca profundidad y en la zona de mayor desarrollo agrícola, los que están más explotados en la zona de estudio ya que la mayor parte de los pozos del Campo de Dalías y Campo de Níjar, extraen el agua de los mismos.

Son acuíferos que, en parte, parecen recargados por las calizas o dolomías triásicas por contacto lateral, bien por falla o por discordancia.

Su potencia no suele ser muy grande, alcanzando su máximo espesor conocido hasta el presente, del orden de los 10 m. Las dos formaciones pueden estar independizadas por un espesor de varios centenares de metros de margas pliocenas (Campo de Dalías).

Las potencias existentes no parecen justificar unas reservas muy grandes en estos acuíferos.

- **Formaciones plio—cuaternarias:** forman acuíferos que, en muchos casos, podrían contener reservas importantes, dada su gran importancia, pero cuya recarga, en general, suele ser, por lo menos en lo que hasta ahora se conoce, muy pobre, debido principalmente a dos causas :
 - En muchos casos, quedan estos acuíferos muy colgados y separados, por tanto, de las principales fuentes de recarga.
 - Cuando no quedan colgados, suelen estar aislados de las formaciones triásicas por paquetes del Mioceno impermeable.

Lo anterior queda corroborado por el hecho de que, en general, este tipo de acuífero, que se explota principalmente en la parte Norte de la zona estudiada (La Ballabona, El Saltador y Pulpí), viene sufriendo unos descensos de nivel muy acusados, sin apreciarse recuperaciones importantes, ni siquiera en las épocas lluviosas.

- **Formaciones aluviales:** Forman éstas el acuífero más explotado en la zona, gracias a la poca profundidad de las obras necesarias y a la buena recarga de los aluviones, por los cauces de los ríos, en la época de lluvias.

Son conocidas obras de captación en estos aluviones que datan de la época de los Arabes, principalmente en el aluvial del río Andarax.

El aluvial se encuentra muy explotado, siendo la descarga tan fuerte, por este motivo, que al final de la época seca suele encontrarse el acuífero prácticamente agotado en muchas zonas de los valles aluviales.

El encontrarse estos valles excavados en materiales miocenos de carácter general impermeable, hace que éstos formen el muro del acuífero en la mayor parte de las zonas, de tal modo que, cuando los valles se estrechan y el Mioceno se acerca al cauce del río, se forman surgencias en el lecho, adquiriendo éste un caudal más constante, por actuar la cerrada impermeable como rebosadero del embalse aluvial existente aguas arriba.

Dentro de los aluviales caben destacar, además de los existentes en los valles de los ríos Almanzora, Antas, Andarax y Aguas, los de las formaciones de delta correspondientes a los ríos Adra y Andarax.

- **Otros acuíferos:** además de los citados anteriormente, que parecen ser los que gozan de una mayor entidad dentro de la zona estudiada, existen otros acuíferos ligados, principalmente, a las siguientes formaciones:
- Paleozoico: existen en el mismo y sobre todo en el tramo superior, de contacto con el Trías, acuíferos de carácter local, debido a fracturas en diversos materiales, como pueden ser los mármoles y rocas carbonatadas.
- El Mioceno inferior dispone de niveles detríticos que deben actuar como acuíferos. En realidad, dada su variedad y profundidad, son muy mal conocidos.

Se localizan con cierta homogeneidad, los niveles detríticos de la Formación Sorbas y los Maciños 1 y 2 del tramo inferior del Mioceno.

- El volcánico suele presentar localmente algunos acuíferos asociados a fracturas y zonas de mayor alteración.

Las intrusiones volcánicas, con sus diques, deben formar barreras impermeables tras las cuales deben encontrarse, en las formaciones más permeables, acuíferos. Estos deben revestir, también, un interés local. Estas formaciones son prácticamente desconocidas desde un punto de vista hidrogeológico.

5.— DEMANDA DE AGUA

5.1.— PROCEDIMIENTOS DE CALCULO

Una de las fases importantes en todo Estudio Hidrogeológico, es la determinación de La Demanda de Agua, actual y futura.

En el caso que nos ocupa, se ha ultimado el correspondiente a La Cuenca Sur Oriental, que comprende parte de las provincias de Almería y Granada.

Este trabajo analiza y calcula las demandas Urbana, Agrícola e Industrial, tanto actuales (1974), como futuras (año 2.000).

Para la primera, hemos dividido la demanda de agua para usos urbanos en dos partes: Población estable y Turismo.

Se han considerado, para la población estable, las dotaciones dadas por La Comisión de Recursos Hidráulicos del II Plan de Desarrollo, calculando las mismas con arreglo a los datos del I.N.E.

Para ello, hemos tenido en cuenta los censos de los años 1965, 1970 y 1974; hallado la variación de población en cada municipio; dejando invariables aquellos municipios en los que ha disminuido el número de habitantes y calculado, para el año 2.000, la que suponemos tendrán los que han sufrido aumento en la citada década, con arreglo al siguiente criterio: Los municipios que han experimentado aumento de población, se ha multiplicado por 4, coeficiente que integra para este período los porcentajes acumulativos

y sumado a la que tienen en 1974.

Los que han disminuido, si lo han hecho durante los dos períodos considerados, hemos tomado la menor población que, como es lógico, será la correspondiente a 1974. Ahora bien, si han aumentado en el cuatrienio 1970-74, aunque hayan disminuido en el anterior, 1965-1970, se ha tomado la mayor de las tres poblaciones consideradas.

Hechos los cálculos pertinentes, se deduce que ha habido aumento de población en 35 municipios, destacando la capital con 30.481 habitantes y las zonas de nuevos regadíos de Dalías y Roquetas. El aumento experimentado en los 9 años, para el conjunto de los términos de Almería y Granada considerados, tan sólo es de 30.622 personas, con una media anual de 3.402. Este aumento corresponde a una tasa de crecimiento del 8,3 por ciento; bastante inferior a la media nacional, del orden del 11,5 por ciento; para el mismo período.

Ello prueba el elevado índice de emigración existente, no sólo hacia la ciudad de Almería, cuyo crecimiento representa la casi totalidad del de la zona considerada, sino también hacia afuera. Sólo podrá frenar este fenómeno la puesta en regadío de nuevas tierras y especialmente la creación de industrias y el desarrollo del turismo.

En lo que a turismo se refiere, se han diferenciado las correspondientes a plazas hoteleras, apartamentos y campings.

En las Delegaciones Provinciales del Ministerio de Información y Turismo, hemos tomado los datos relativos al número de plazas consignadas en las correspondientes Guías y hallado, con una tasa variable de crecimiento anual acumulativo según el desarrollo supuesto en las distintas unidades, las previsiones para el año 2.000.

La demanda por Turismo se eleva a 1,21 hm³ en 1974 y 11,10 para el año 2.000.

El total de la demanda Urbana varía, entre un mínimo de 22,67 hm³ para 1974 y un máximo de 102,30 hm³ en el año 2.000.

En el cálculo de la demanda Agrícola, se han tomado las hectáreas en regadío existentes en 1965, 1970 y 1974, de las encuestas que anualmente realizan las Cámaras Sindicales Agrarias, y fijado unas dotaciones máximas y mínimas por ha, en relación con las zonas donde se hallan ubicadas.

Las hipótesis sobre la evolución de la superficie regada en el futuro están basadas, en términos generales, en que el crecimiento seguirá, pero con una tasa cada vez menor, es decir de forma parabólica (figura núm. 6). En efecto, nos pareció exagerado admitir un crecimiento lineal, contradicho por la forma de la evolución demográfica por una parte, y por otra parte, por el hecho de que van disminuyendo las mejores tierras y aumentando el precio del agua (en el absoluto, y sin tener en cuenta los recursos reales). De todas formas, aparece también en la figura núm. 6, y a título comparativo, la evolución lineal en acorde con la observada entre 1965 y 1974.

Otra hipótesis de base es que se trata de demandas virtuales, cuya única limitación es la de los suelos regables y en ningún caso la del agua.

Una vez aceptadas estas premisas, se ha estudiado la evolución de los regadíos, zona por zona, entre los años 1965, 1970 y 1974, y se ha buscado una curva que tenga en

EVOLUCION GLOBAL DE REGADIOS

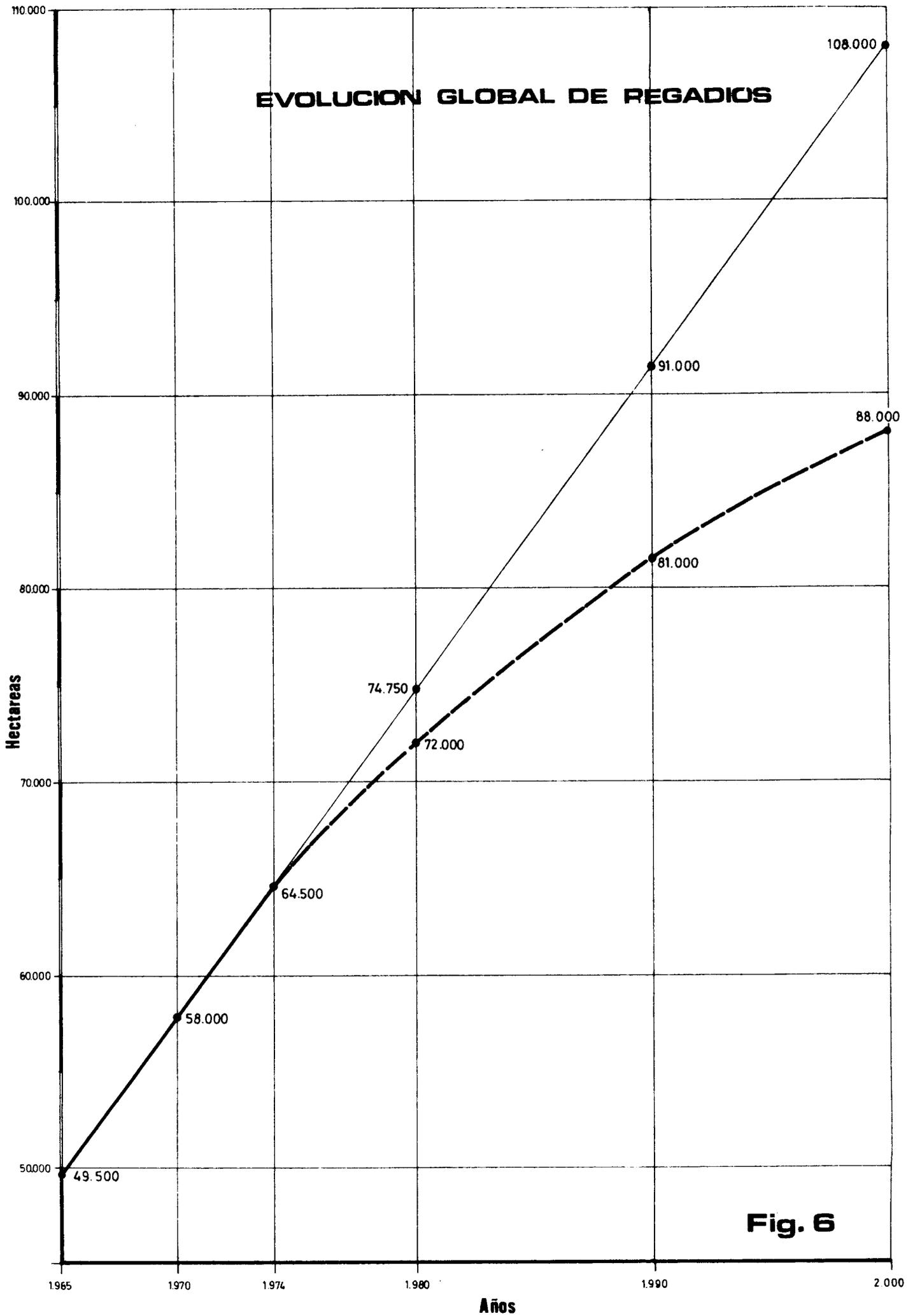


Fig. 6

cuenta los distintos parámetros anteriormente admitidos (figura núm. 7).

En algún caso, (Delta del Adra), hemos admitido una evolución nula, por estar ya en regadío, al parecer, la totalidad de las tierras cultivables.

A este respecto es importante señalar que, previamente a estas previsiones de extensión de regadíos, se habían estimado las superficies potencialmente regables (planimetrando las zonas llanas, y restando de forma arbitraria un 25 por ciento de pérdidas, debidas a los poblados, carreteras, ramblas y suelos no aptos); evidentemente, las superficies previstas en regadío en el año 2.000 son inferiores a las potencialmente regables.

Estas últimas se reparten de la forma siguiente:

COMARCA	Superficies potencialmente regables (ha)			Superficies regadas en el año 2000 (ha)
	cada 300 m	cada 300 m	total	
GADOR	41.000	31.000	72.000	48.000
ALMANZORA	43.000	29.000	72.000	27.000
NIJAR	33.000	0	33.000	13.000
TOTAL	117.000	60.000	177.000	88.000

Es interesante destacar que, de las grandes zonas potencialmente regables, se habrá puesto en regadío en el año 2.000 (según estas previsiones), tan sólo un 50–60 por ciento en el Bajo Andarax, el Campo de Dalías y Llanos de Gérgal–Tabernas, un 40–50 por ciento en el Alto Almanzora y el Campo de Níjar, y un 20 por ciento en el Bajo Almanzora y Andas.

En otros casos (El Saltador, por ejemplo), se ha admitido un crecimiento más o menos lineal pero débil, para tener en cuenta a la vez los planes del I.R.Y.D.A. y la relativa escasez de nuevas tierras.

En dos casos, (Cuenca del Adra y Cuenca del Nacimiento), hemos tenido que inventar completamente la curva de crecimiento por ser negativa entre los años 1970 y 1974.

En el caso del Campo de Níjar, hemos seguido también la segunda hipótesis de partida, es decir que la escasez de agua (y en este caso la prohibición), no puede ser un criterio limitativo para la estimación de una demanda virtual; en caso contrario, sería la negación de la utilidad de los trasvases comarcales.

Las evoluciones reflejadas en la figura núm. 7 son evidentemente arbitrarias y no han pretendido integrar todos los parámetros que influyen sobre ellas, lo que correspondería a un economista e incluso a un futurólogo. Sin embargo deben constituir una previsión valedera, tal vez algo pesimista en cuanto a facultad de crear nuevos regadíos rentables; y por tanto optimista en cuanto a las correspondientes demandas de agua.

Evolución de regadíos en las distintas zonas

N.B. : Ver la explicación de las letras en los cuadros siguientes

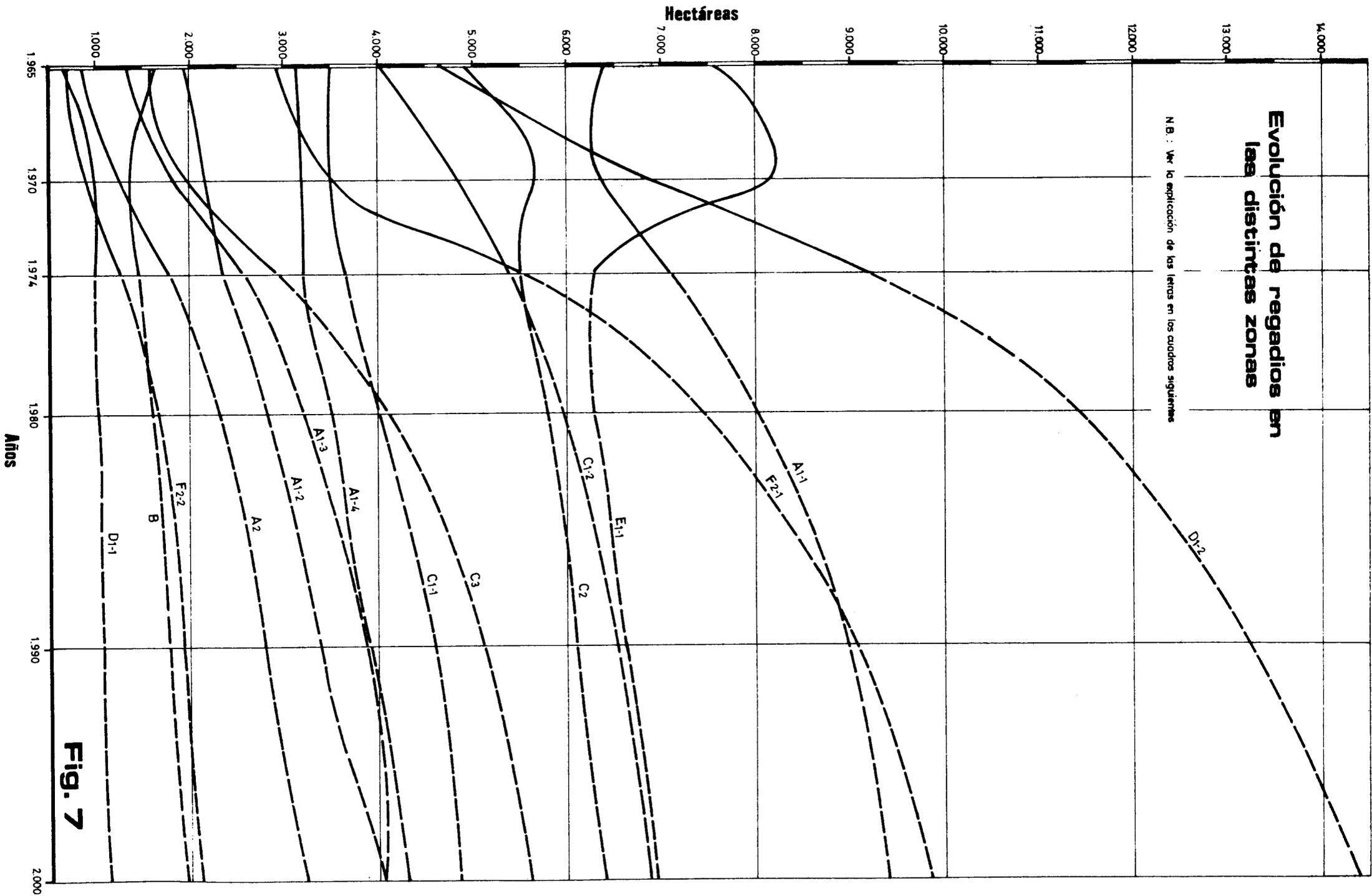


Fig. 7

PREVISION REGADIOS

Unidades Hidrogeológicas	1970-1974	ha-1974	1974-1980	ha-1980	1980-1990	ha-1990	1990-2000	ha-2000	1974-2000
A1-1 Alto Almanzora	12 ^o /o	7.089	15 ^o /o	8.150	10 ^o /o	8.970	5 ^o /o	9.420	33 ^o /o
A1-2 El Saltador	9 ^o /o	2.365	20 ^o /o	2.840	20 ^o /o	3.410	20 ^o /o	4.090	73 ^o /o
A1-3 Pulpí	38 ^o /o	2.593	25 ^o /o	3.240	20 ^o /o	3.890	5 ^o /o	4.080	57 ^o /o
A1-4 Bajo Almanzora	1 ^o /o	3.228	10 ^o /o	3.550	10 ^o /o	3.910	10 ^o /o	4.300	33 ^o /o
A2 Antas	40 ^o /o	1.795	30 ^o /o	2.330	20 ^o /o	2.800	15 ^o /o	3.220	79 ^o /o
B Aguas	7 ^o /o	1.472	10 ^o /o	1.620	10 ^o /o	1.780	10 ^o /o	1.960	33 ^o /o
TOTAL O MEDIA	+ 14^o/o	18.542	17^o/o	21.730	14^o/o	24.760	9^o/o	27.070	46^o/o
C1-1 Alto Andarax	4 ^o /o	3.651	10 ^o /o	4.020	15 ^o /o	4.620	5 ^o /o	4.850	33 ^o /o
C1-2 Bajo Andarax	11 ^o /o	5.401	10 ^o /o	5.940	10 ^o /o	6.530	5 ^o /o	6.860	27 ^o /o
C2 Nacimiento	- 3 ^o /o	5.530	5 ^o /o	5.810	5 ^o /o	6.100	5 ^o /o	6.410	16 ^o /o
C3 Gérgal-Tabernas	47 ^o /o	2.918	40 ^o /o	4.090	25 ^o /o	5.110	10 ^o /o	5.620	93 ^o /o
TOTAL O MEDIA	+ 9^o/o	17.500	13^o/o	19.860	12^o/o	22.360	6^o/o	23.740	36^o/o
D1-1 Sur Sierra Gádor	1 ^o /o	974	5 ^o /o	1.020	5 ^o /o	1.070	5 ^o /o	1.120	15 ^o /o
D1-2 Campo Dalías	33 ^o /o	9.140	25 ^o /o	11.420	15 ^o /o	13.130	10 ^o /o	14.440	58 ^o /o
TOTAL O MEDIA	+ 37^o/o	10.114	23^o/o	12.440	14^o/o	14.200	10^o/o	15.560	54^o/o
E1-1 Cuenca Adra	- 20 ^o /o	6.290	0	6.290	5 ^o /o	6.600	5 ^o /o	6.930	10 ^o /o
E1-2 Delta Adra	52 ^o /o	2.030	0	2.030	0	2.030	0	2.030	0
TOTAL O MEDIA	- 14^o/o	8.320	0	8.320	4^o/o	8.630	4^o/o	8.960	8^o/o
F1 Alquíán-El Toyo	18 ^o /o	308	20 ^o /o	370	10 ^o /o	410	5 ^o /o	430	40 ^o /o
F2-1 Campo Níjar	46 ^o /o	5.533	35 ^o /o	7.470	20 ^o /o	8.960	10 ^o /o	9.860	78 ^o /o
F2-2 Rambla Morales	38 ^o /o	1.285	30 ^o /o	1.670	15 ^o /o	1.920	10 ^o /o	2.110	64 ^o /o
TOTAL O MEDIA	+ 43^o/o	7.126	30^o/o	9.510	19^o/o	11.290	10^o/o	12.400	74^o/o
J Rambla Carboneras	+ 21 ^o /o	228	32 ^o /o	300	20 ^o /o	360	11 ^o /o	440	75 ^o /o
SUMA TOTAL	+ 14^o/o	61.830	17^o/o	72.160	13^o/o	81.600	8^o/o	88.130	43^o/o

Con estas hipótesis se ha hecho el cuadro I, en el que se indican las hectáreas en regadío existentes en 1974; las previstas para los años 1980, 1990 y 2000, así como los incrementos en tanto por ciento habidos en cada una de las etapas consideradas.

En lo que a demanda industrial se refiere, y por carecer de datos sobre consumos, ha sido necesario consultar los Censos Económicos y Sociales en las respectivas Delegaciones Sindicales.

Con las relaciones obtenidas, hemos hallado el total de productores inscritos en cada una de las industrias existentes; los hemos clasificado según su encuadramiento sindical; hemos adoptado una dotación en m^3 /obrero/año para cada una de ellas; las hemos agrupado por zonas y calculado, finalmente, la demanda para usos industriales, que asciende a $5,32 \text{ hm}^3$ en 1974 y $18,89 \text{ hm}^3$ para el año 2000.

Como resumen de este trabajo, se ha hecho un cuadro de la demanda de agua total, suma de la urbana, agrícola e industrial, para los años anteriormente citados, que incluimos a continuación.

Su cuantía es de $298,35 \text{ hm}^3$ (demanda mínima en 1974) y $626,64 \text{ hm}^3$ (demanda máxima en el año 2000).

Para indicar de una manera gráfica las unidades a las que hemos dividido la zona de estudio, incluimos al final de este capítulo un plano (núm. 8) indicativo de las mismas.

5.2.— SINTESIS

A partir de los datos elaborados anteriormente, vamos a concretar ahora cuáles son las demandas más posibles, tanto actuales como para el año 2000, en los tres grupos a que hemos aludido y para cada una de las unidades hidrogeológicas definidas por el Estudio.

DEMANDA URBANA

Para no seguir arrastrando valores mínimos y máximos de demandas que, si bien son cómodas, con la práctica son de uso difícil, hemos adoptado una demanda media en cada una de las unidades hidrogeológicas, a partir de las máximas y mínimas dadas para los términos municipales que integran estas unidades.

DEMANDA AGRICOLA

De igual modo hemos adoptado para cada subunidad una demanda única, calculada a partir de las superficies regadas y de un consumo medio. Para el futuro, dicho consumo medio hubiera debido tener en cuenta dos parámetros de desigual importancia relativa según la zona: en algunos casos, el consumo unitario debe tender a aumentar, debido a la infradotación actual o al cambio de cultivo; en otros casos, debe tender a disminuir o estabilizarse, bien porque los cultivos están suficientemente dotados en la actualidad, o bien porque se está extendiendo el cultivo en enarenado o invernadero, que consumen menos agua. Sin embargo, nos meteríamos en el campo de la futurología, y hemos preferido utilizar para años venideros dotaciones análogas a las actuales.

ZONAS	DEMANDA TOTAL			
	1974		2000	
	MINIMA	MAXIMA	MINIMA	MAXIMA
A1-1	28,780	40,380	44,510	60,940
A1-2	11,110	14,750	19,470	25,930
A1-3	11,570	15,540	18,490	24,830
A1-4	13,990	18,990	18,970	25,790
A2	8,080	11,020	15,210	20,630
B	6,590	9,020	9,610	13,010
C1-1	13,210	18,880	17,800	25,510
C1-2	36,010	48,600	69,790	97,530
C2	19,810	28,330	23,390	33,500
C3	12,240	16,740	23,550	32,240
D1-1	7,370	10,440	6,060	8,210
D1-2	55,190	71,300	88,300	112,020
E1-1	25,540	36,190	27,710	39,130
E1-2	11,980	15,290	15,090	18,660
F1	1,850	2,540	3,450	5,020
F2-1	27,170	35,670	48,900	64,070
F2-2	6,660	8,830	11,690	15,800
J	1,200	1,610	3,020	3,820
TOTAL	298,350	404,120	465,010	626,640

Queremos hacer constar que con datos tomados a lo largo del Estudio, hemos ajustado las hectáreas que efectivamente se regaban a finales de 1974 en las unidades D1-1, D1-2 y E1-1, inferiores a las que figuran en cálculos anteriores, que reflejan los datos tomados en las Cámaras Oficiales Sindicales Agrarias.

DEMANDA INDUSTRIAL

Por haber sido calculada con una dotación única, permanecen invariables los datos obtenidos anteriormente, habiendo redondeado los mismos para expresarlos en hm^3 .

Los cuadros adjuntos, son el resumen de la demanda total, suma de urbana, agrícola e industrial, para los años 1974 y 2000.

Su cuantía asciende a 346,1 y 560,4 hm^3 respectivamente.

DEMANDA TOTAL 1974 (hm³)

Unidades Hidrogeológicas		Demanda Urbana	Demanda Agrícola	Demanda Industrial	Demanda Total
A1-1	Alto Almanzora	2,5	28,3	1,8	32,6
A1-2	El Saltador	0,8	13,0	0	13,8
A1-3	Pulpí	0,2	14,3	0	14,5
A1-4	Bajo Almanzora	0,5	17,7	0	18,2
A2	Antas	0,7	9,0	0,1	9,8
TOTAL		4,7	82,3	1,9	88,9
B	Aguas TOTAL	0,6	7,3	0	7,9
C1-1	Alto Andarax	0,5	16,4	0	16,9
C1-2	Bajo Andarax	11,5	27,0	2,4	40,9
C2	Nacimiento	0,6	23,2	0	23,8
C3	Gérgal-Tabernas	0,4	13,1	0	13,5
TOTAL		13,0	79,7	2,4	95,1
D1-1	Sur Sierra Gádor	0,5	3,9	0	4,4
D1-2	Campo Dalías	3,0	59,4	0	62,4
TOTAL		3,5	63,3	0	66,8
E1-1	Cuenca Adra	1,8	25,2	0,2	27,2
E1-2	Delta Adra	1,2	14,2	0,7	16,1
TOTAL		3,0	39,4	0,9	43,3
F1	Alquíán - El Toyo	0,6	1,4	0	2,0
F2-1	Campo Níjar	0,6	33,2	0,1	33,9
F2-2	Rambla Morales	0,6	6,4	0	7,0
TOTAL		1,8	41,0	0,1	42,9
J	Rambla Carboneras	0,2	1,0	0	1,2
TOTALES		26,8	314,0	5,3	346,1

DEMANDA TOTAL 2000 (hm³)

Unidades Hidrogeológicas		Demanda Urbana	Demanda Agrícola	Demanda Industrial	Demanda Total
A1-1	Alto Almanzora	7,0	37,7	5,9	50,6
A1-2	El Saltador	1,5	22,5	0	24,0
A1-3	Pulpí	0,6	22,4	0	23,0
A1-4	Bajo Almanzora	1,1	23,6	0	24,7
A2	Antas	1,9	16,1	0,4	18,4
TOTAL		12,1	122,3	6,3	140,7
<hr/>					
B	Aguas TOTAL	1,7	9,8	0	11,5
<hr/>					
C1-1	Alto Andarax	1,0	21,8	0	22,8
C1-2	Bajo Andarax	39,5	34,3	8,2	82,0
C2	Nacimiento	1,1	26,9	0	28,0
C3	Gérgal-Tabernas	0,6	25,3	0	25,9
TOTAL		42,2	108,3	8,2	158,7
<hr/>					
D1-1	Sur Sierra Gádor	2,4	4,5	0	6,9
D1-2	Campo Dalías	17,1	93,9	0	111,0
TOTAL		19,5	98,4	0	117,9
<hr/>					
E1-1	Cuenca Adra	3,5	27,7	0,7	31,9
E1-2	Delta Adra	3,0	14,2	2,2	19,4
TOTAL		6,5	41,9	2,9	51,3
<hr/>					
F1	Alquíán – El Toyo	1,8	1,9	0	3,7
F2	Campo Níjar	1,1	59,2	0,7	61,0
F2-2	Rambla Morales	2,0	10,5	0	12,5
TOTAL		4,9	71,6	0,7	77,2
<hr/>					
J	Rambla Carboneras	0,6	1,8	0,8	3,2
<hr/>					
TOTALES		87,5	454,1	18,9	560,5

6.— ANALISIS DE LOS PLANES HIDRAULICOS EXISTENTES EN LA CUENCA

6.1.— ANTECEDENTES

Por todo cuanto se indica en el Estudio, la zona que abarca el mismo posee un gran déficit hidráulico motivado por los siguientes factores:

- Bajo aprovechamiento de sus recursos superficiales, ya de por sí muy escasos.
- Total carencia de regulación de sus ríos, generalmente de carácter torrencial.
- Anárquica explotación de sus aguas subterráneas, incapaces de atender, por sí solas, su creciente demanda.
- Arcaico sistema de tomas de agua y posteriores conducciones, en su gran mayoría de tierra, con las consiguientes pérdidas por filtración y evaporación.
- Escasa pluviosidad en la mayor parte de la región.

Hechas estas consideraciones previas, pasamos a exponer los planes hidráulicos existentes y previstos.

6.2.— EMBALSES Y APROVECHAMIENTOS PREVISTOS

En el más reciente estudio hecho sobre el tema, reflejado en la Comisión de Re-

cursos Hidráulicos del V CONSEJO ECONOMICO SOCIAL SINDICAL PROVINCIAL, se preveían los siguientes embalses, cuya trayectoria de ejecución hemos actualizado al máximo.

6.2.1.- CUENCA DEL ADRA

Actualmente se está desarrollando el "Plan de aprovechamiento integral del Río Grande de Adra, para abastecimiento de Almería y riegos en el Campo de Dalías". Como obra clave y principal, el Plan comprende, en primer lugar, el EMBALSE DE BENINAR, que regulará las aguas del Río Grande.

El proyecto está terminado y pendiente de aprobación técnica para su licitación. Se trata de una presa de materiales sueltos de espalda impermeable. Su altura es de 83 m, con un volumen de embalse total de 70 hm³ y útil de 60. Tan sólo está a punto de terminar el túnel de derivación.

Este embalse regulará la aportación estimada en 45 hm³ anuales del Río Grande y otros tantos procedentes de los eventuales trasvases del río Cadiar, (15 hm³) y el de Trévez—Cadiar—Adra, con aportación media de 35 hm³. Las regulaciones previstas son respectivamente de 36, 12 y 28 hm³.

Como obras de riego, se incluyen en dicho Plan un canal principal desde la presa hasta Aguadulce de 57,6 km y capacidad variable de 7 a 13 m³/segundo. En dicho canal se prevé un salto a la altura del cruce con el Río Chico, complementado con otro embalse para la regulación de dicho río y del que existen estudios preliminares, a nivel de anteproyecto, con el nombre de EMBALSE DE LA VENTILLA, cuya capacidad se estima en 14,50 hm³.

A continuación ampliamos los datos anteriormente expuestos ya que es prácticamente la única obra hidráulica actualmente en ejecución.

Los trabajos objeto del Proyecto son los siguientes:

6.2.1.1.- CONDUCCION PRINCIPAL DESDE LA TOMA DE BININAR HASTA RIO CHICO

Túnel principal

Cota de origen	319,202 m
Longitud	7.407,618 m
Diámetro interior	3.500 mm

Túnel secundario de salida al Barranco del Perrol

Cota de origen	269,80 m
Longitud	287,35 m
Diámetro interior	2.000 mm

6.2.1.2.— SALTO DEL RIO CHICO CON POSIBLE APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO

Salto y Central

Prolongación del túnel en carga			
Longitud		122,61 m	
Sección		3,50 m ϕ	
Salto bruto	}	Con depósito	166 m
		Con presa La Ventilla	173 m

Turbinas. Dos de tipo Francis reversibles.

6.2.1.3.— CONDUCCION PRINCIPAL DESDE RIO CHICO HASTA AGUADULCE

Longitud total del canal	47,771 km
Longitud en túnel	4,895 km
Longitud en acueducto	2,895 km
Longitud a media ladera	30,030 km
Longitud en canal	10,343 km
Longitud en tubería forzada	0,263 km
Cota de llegada a Aguadulce	101,— m

Al final de este canal y en Los Llanos de Aguadulce, se construirán depósitos descubiertos de 0,1 hm³ de capacidad, que servirán para regulación final del canal y previos a la depuradora que se construirá en aquel lugar.

6.2.1.4.— CANAL AGUADULCE—ALMERIA

Longitud del canal	10,000 km		
Capacidad máxima	2 m ³ /seg.		
Cota de salida	91 m		
Cota de llegada	}	Primer depósito	84 m
		Segundo depósito	79 m

En tanto llega a los depósitos de Aguadulce el canal de Benínar, se bombeará a ellos agua de los pozos de I.R.Y.D.A., que habrá que elevarla 45 m con una tubería de 700 mm de ϕ y caudal de unos 400 l/seg.

6.2.1.5.— POSIBLE EMBALSE DE LA VENTILLA

Presa

Tipo	Escollera con núcleo de arcilla
Altura	64 m

Longitud de coronación	297 m
Volumen de embalse	14,50 hm ³
Superficie inundada	70 ha.

6.2.1.6.— UTILIZACION DE LAS AGUAS

Los caudales obtenidos, se destinarán al abastecimiento de la ciudad de Almería, Roquetas u otras poblaciones de la costa, así como a los riegos de las zonas de Adra y Campo de Dalías, con una superficie total de unas 8.000 ha.

Superficies regadas y abastecimiento:

1ª fase (1979)

Necesidades de Almería	15 hm ³
Disponibles para riego	21 hm ³
(ha. regadas (7.000 m ³ /ha)	3.000)

2ª fase (2000)

Necesidades de Almería	34 hm ³
Disponibles para riego	42 hm ³
(ha. regadas (7.000 m ³ /ha)	6.000)

Estos son, a grandes rasgos, los datos más destacados del Embalse de Benínar.

6.2.2.— CUENCA DEL ANDARAX

Tan sólo a nivel de estudios preliminares, se halla los proyectos de los siguientes embalses:

6.2.2.1.— CANJAYAR

Con una capacidad estimada de unos 20 hm³ y una altura de presa de 40 m.

6.2.2.2.— NACIMIENTO

De 25 hm³ de capacidad y 55 m de altura.

6.2.2.3.— ABRUCENA

Situado en el Barranco de Los Santos y de 5 a 10 hm³ de capacidad.

6.2.2.4.— FIÑANA

Presa sobre el río Isfalada, de idéntica capacidad al interior.

Para este río, la Confederación Hidrográfica del Sur ha propuesto la ejecución de un estudio titulado: Aprovechamiento integral y regulación de avenidas en la cuenca del río Andarax y afluentes, cuyo pliego de bases fue aprobado el 17 de Septiembre de 1973 y celebrado el correspondiente concurso, ha sido adjudicado a la Empresa EDES.

6.2.3.— CUENCA DEL ALMANZORA

Ante las nuevas perspectivas surgidas con el trasvase Tajo—Segura, ha vuelto a ponerse de actualidad el embalse de:

6.2.3.1.— CUEVAS DE ALMANZORA

Se trata de una presa de 90 m de altura y 180 hm³ de capacidad. El B.O.E. del 21—6—75, publica una Resolución de la Dirección General de Obras Hidráulicas por la que se adjudican las obras de fijación de perfiles de las ramblas de Bermejo, canales y pozo de Los Santos, correspondientes a este embalse.

6.2.3.2.— CANTORIA Y ARMUÑA

Situados en el curso alto del río, existe la posibilidad de ubicar sendos embalses con una capacidad de unos 12 hm³ cada uno.

6.2.4.— CUENCA DEL AGUAS

Aunque prácticamente este río no posee caudal alguno, pudieran aprovecharse las aguas que discurren por su cauce en época de lluvias con el embalse proyectado en:

6.2.4.1.— TURRE

Situado aguas arriba de esta localidad, su capacidad prevista sería de unos 15 hm³.

6.2.5.— ZONA DE NIJAR

Como caso anecdótico, el único embalse existente actualmente en la provincia es la:

6.2.5.1.— PRESA DE ISABEL II

Construido durante su reinado, su muro de cierre, magnífica obra de cantería, en

lugar de soportar el empuje de las aguas hace de muro de contención de tierras, ya que se encuentra completamente colmatado.

6.3.— CONCLUSIONES

El gran déficit de agua que padece la zona objeto de estudio, podrá ser sólo parcialmente cubierto por la mejor regulación y aprovechamiento de los recursos hidráulicos de la misma. Por ello, la alternativa que se impone es admitir que se frene o incluso disminuya su desarrollo o facilitar la recursos nuevos.

En este último aspecto, cabe la posibilidad de transvasar aguas poco aprovechadas en otras cuencas.

El único transvase oficialmente proyectado es el Tajo—Segura con una dotación inicial de 15 hm³.

Entre los posibles, se encuentra los ya citados de los ríos Cadiar y Trévez en la cuenca del Adra y el del Guadiana Menor en la del Almaraz.

SEGUNDA PARTE

SINTESIS HIDROGEOLOGICA

7.— LA COMARCA DE SIERRA DE GADOR

En los Informes Técnicos núm. 5, 6 y 9, en que se presentan de forma detallada los resultados obtenidos, se ha estudiado respectivamente el Campo de Dalías, la cuenca del Andarax y la del Adra, con aquellas partes de la Sierra de Gádor con las que forman una unidad hidrográfica.

Este enfoque se puede considerar válido en una monografía regional que debe tratar de todos los temas referentes a entidades geográficas y sociopolíticas como las tres que se acaban de indicar.

Por el contrario, en el momento de sintetizar los resultados hidrogeológicos con vistas a un mejor aprovechamiento de los recursos, ese enfoque resulta inapropiado. En efecto, los objetivos son cuantificar los recursos del acuífero principal y ver cómo éstos se reparten (o podrían repartirse) entre las distintas zonas de consumo.

Por lo tanto, a continuación se va a estudiar en primer lugar el acuífero dolomítico de la Sierra de Gádor y, posteriormente, los tres valles o llanuras circundantes que, además de recursos propios más o menos importantes reciben en mayor o menor medida las aportaciones de la Sierra de Gádor.

7.1.— EL ACUIFERO DOLOMITICO DE LA SIERRA DE GADOR

Bajo esta denominación se va a estudiar el conjunto calizo—dolomítico (Trías alpujárride) conocido como unidad tectónica de Gádor, que aflora de Norte a Sur entre la

Sierra Nevada (Paleozoico impermeable nevado—filábride) y el Campo de Dalías, y de Este a Oeste entre el valle del río Andarax y los mantos de cabalgamiento de Mur-tas—Félix y Alcázar.

Por lo tanto, quedan excluidas las mismas dolomías con las que la interco-municación hidráulica es improbable o dudosa, tanto las que afloran (Sierra Alhamilla al Este, ventana de Albuñol y Sierra de Lújar al Oeste) como las que se encuentran o pueden encontrarse escondidas bajo un potente recubrimiento neogeno (Campo de Dalías) o uno cualquiera de los mantos de cabalgamiento tectónicamente superiores. Sin embargo se mencionarán estas zonas cuando proceda.

Esta limitación podrá aparecer bastante conservadora, y de hecho lo es. Sin em-bargo, al momento de planificar una repartición de recursos, es imprescindible atenerse a lo comprobado, o por lo menos a lo más probable.

Así definido, el acuífero dolomítico de la Sierra de Gádor tiene una superficie de unos 915 km². La parte de la lluvia que no se infiltra alimenta a la cuenca de Andarax (Norte y Este), a la del Adra (Oeste) o al Campo de Dalías (Sur); sólo una ligerísima parte se pierde directamente al mar en el sector de Aguadulce.

7.1.1.— GEOLOGIA

A continuación se van a ampliar los datos del apartado 4—1, hablando más especí-ficamente del dominio de la Sierra de Gádor.

7.1.1.1.— LITOESTRATIGRAFIA

El substrato generalizado del acuífero dolomítico de la Sierra de Gádor lo consti-tuyen las formaciones impermeables paleozoicas que forman el núcleo anticlinal de Sierra Nevada. Son esencialmente pizarras y esquistos de tonos oscuros, así como cuarcitas y mármoles. Este Paleozoico está recubierto por las formaciones alpujárrides de edad triásica, sobre las cuales pueden descansar formaciones postorogénicas.

El Triásico constituye el acuífero dolomítico que estamos estudiando.

Se presenta bajo facies alpina. Puede dividirse en Trías inferior (Werfeniense) y Trías medio—superior, clasificación en la que coinciden muchos autores.

- Trías inferior (F). Conjunto formado por filitas versicolor con abundantes interca-laciones de cuarcitas pardo—rojizas y localmente evaporitas en forma de lentejones de yesos. La alteración de las filitas originan las "Launas", denominadas localmente.

Las filitas presentan un metamorfismo de grado bajo, epizonal. Debido a su enorme plasticidad pueden aparecer inyectadas a través de las fracturas de las calizas y dolomías; sirven de superficie de deslizamiento de los diferentes mantos que se han diferenciado. Su potencia es muy variable y difícil de precisar, debido a su enorme plasticidad, pudiendo superar los 200 m. Es una formación completamente impermeable.

Localmente se puede encontrar en el techo de esta formación un paquete de **cuarcitas** pardo-rojizas bien diferenciadas y de potencia variable, que pueden superar los 50 m. Aflorando en el borde oriental de Sierra de Gádor y perforados en profundidad por algunos de los sondeos realizados en las ramblas de Belén e Iniesta (Norte de la ciudad de Almería), estos niveles tienen cierta permeabilidad por fracturación.

- Trías medio-superior (D). Está constituido por el paquete carbonatado. Suele estar ligeramente discordante sobre la formación de filitas. Se diferencian dos tramos, que de muro a techo son:
 - **Calcoesquistos** amarillentos y margas, con intercalaciones de calizas-dolomías margosas tableadas; en otros puntos suele haber intercalaciones de dolomías negras muy tectonizadas. Su potencia es muy variable, pudiendo alcanzar hasta 100 m e incluso no existir y pasar directamente en la serie de las filitas a las calizas-dolomías superiores. Normalmente se fractura en lajas. Su permeabilidad es muy baja.
 - **Calizas y dolomías**. En la base suelen presentarse calizas-dolomías masivas de color negro, fétidas, muy tectonizadas y fracturadas por lo que es difícil precisar la estratificación; en algunos puntos recristalizados y en otros con aspecto brechoide; las fisuras normalmente están rellenas de cristalizaciones de calcita y mineralizaciones de hierro, plomo y fluorita. Hacia el techo de esta formación se encuentran unas calizas grisáceas, que meteorizadas se presentan ocre-amarillento; en general están bien estratificadas, con fracturación ortogonal a los planos de estratificación. Son frecuentes las intercalaciones de argilitas y dolomías margosas, preferentemente hacia la base de la formación. La potencia de todo el conjunto puede superar los 600 metros en Sierra de Gádor.

La permeabilidad de esta formación, debida a fracturación y disolución, es generalmente buena, aunque varía de unas zonas a otras; son frecuentes en unas los fenómenos de karstificación mientras que en otras, las frecuentes intercalaciones margosas o la mayor compactación disminuyen considerablemente la permeabilidad y ocasionan saltos de niveles piezométricos.

Suelen encontrarse unas **rocas verdes**, de tipo diabásico, que normalmente se presentan interestratificadas en los materiales del paquete calizo-dolomítico, generalmente de la unidad más inferior del Trías Alpujárride.

Los afloramientos del Trías Alpujárride quedan localizados en el anticlinorio de Sierra de Gádor, Sierra Alhamilla y el flanco Sur de Sierra Nevada y Sierra de Filabres. El contacto del Alpujárride con el Nevado-Filábride es tectónico, mediante un frente de cabalgamiento.

Las **formaciones postorogénicas** sólo están muy desarrolladas fuera del ámbito de la Sierra de Gádor (Valle del Andarax y Campo de Dalías) y se estudiarán en detalle en los correspondientes apartados. Dentro del ámbito de la Sierra, afloran de manera discontinua, bien en la misma sierra, o más bien en sus bordes.

Pertencen al **Mioceno superior** en su mayor parte: son margas y limos amarillos,

con algunas intercalaciones areniscosas o conglomeráticas. El conjunto es impermeable, aunque localmente podrían existir pequeños acuíferos asociados a los niveles más detríticos.

También existen (depresión de Ugíjar y proximidades de Berja, vertientes nororiental y oriental de la Sierra de Gádor, zona de contacto con el Campo de Dalías) calizas areniscosas o conglomeráticas, muy fosilíferas en determinados niveles. A pesar de sufrir cambios de facies, tienen una buena permeabilidad.

El **Plioceno**, marino o deltaico, no aflora dentro del ámbito de la Sierra de Gádor, sino en las llanuras colindantes.

El **Plio—Cuaternario**, continental, está constituido por un conglomerado poligénico, de matriz arcillosa y cantos filito—dolomíticos o esquistosos, según el origen de las aportaciones.

Su potencia es variable, no llega al parecer a los 100 metros.

El **Cuaternario** se presenta bajo una facies parecida a la anterior (y también costras) en las terrazas y piedemontes, o bien bajo la facies aluvial o eluvial (gravas, arenas, limos, conglomerados sueltos, depósitos de rambla).

7.1.1.2.— TECTONICA

Los materiales anteterciarios se vieron afectados por la intensidad de los plegamientos béticos (orogenia alpina) que originaron preferentemente estructuras en mantos de cabalgamiento con grandes alineaciones de dirección E—W y NE—SW, y compartimentaciones en bloques por fallas normales según direcciones preferentes.

Posteriormente, los materiales terciarios soportaron los pequeños movimientos postalpinos, dando lugar a la actual morfología regional, afectando incluso los niveles plio—cuaternarios.

Sobre el anticlinal paleozoico de la Sierra Nevada, perteneciente a la Unidad parautoctona Nevado—filábride, viene cabalgada la Unidad alpujárride constituida esencialmente por filitas y dolomías triásicas.

Según los trabajos realizados por Aldaya, Jacquín, Orozco y los geólogos de ENADIMSA, se pueden diferenciar varios mantos de cabalgamiento, constituido cada uno por una serie dolomítica que descansa sobre una zapata de filitas, variando según el manto considerado la potencia de cada componente. De abajo a arriba, se distinguen:

- Manto (o Unidad) de Gádor (o de Lújar). Las dolomías tienen varios centenares de metros de potencia; no se conoce la potencia de las filitas.
- Manto de Cástaras, que algunos consideran como una escama ligada al de Gádor, existe solamente al noroeste del dominio de Sierra de Gádor.
- Manto de Alcázar, puesto de manifiesto al Oeste del dominio de la Sierra de Gádor (alrededores de la Sierra de Lújar, y cuenca media del Adra); presenta grandes variaciones de potencia.

- Manto de Félix (o de Murtas), el mejor representado después del de Gádor, puesto que recubre la mayor parte de la zona situada al Oeste de la Sierra de Gádor, entre ésta y la de Lújar, así como varios sectores del NE, Este y SE de la misma Sierra de Gádor; las filitas suelen ser más desarrolladas que las dolomías.
- Manto de Adra, representado esencialmente por filitas en la franja costera situada al Oeste de Adra.

Aunque el llamado acuífero de la Sierra de Gádor esté constituido por la Unidad del mismo nombre (la más inferior), se ha hablado de los demás por el papel que pueden jugar en la hidrogeología, por una parte disminuyen la superficie de afloramiento (y por lo tanto, de alimentación) de aquel, y por otra parte enmascaran la posible continuación que tiene dicho acuífero con los terrenos de la misma unidad que aflora más al Oeste (Albuñol, Sierra de Lújar).

El macizo de la Sierra de Gádor constituye un anticlinorio de eje E–W, con cierta vergencia hacia el Sur. Está afectado por algunas fallas inversas (o cabalgamientos dentro del mismo manto), como la próxima a la localidad de Dalías que da origen a las fuentes del mismo nombre. Pero sobre todo lo afectaron varios movimientos verticales que se produjeron posteriormente a los grandes cabalgamientos y que, correspondiendo a fases de reajuste, se tradujeron por numerosas fallas normales de dirección generalmente ENE–WSW y WNW–ESE, que afectaron hasta a terrenos pliocenos e incluso cuaternarios.

Dichas fallas son generalmente poco visibles en superficie pues separan dos bloques dolomíticos y sus efectos han sido borrados por la erosión. No obstante, muchas de ellas han sido puestas de manifiesto, bien en superficie, o bien bajo el recubrimiento terciario, mediante geofísica y comparación de columnas de sondeos mecánicos.

Estas fallas, como es lógico, suelen hundir los bloques más externos del anticlinorio (meridional y septentrional esencialmente), con saltos de 100 a más de 300 metros. Debido a la relativa heterogeneidad de las dolomías, las fallas pueden poner en contacto bloques de permeabilidad distinta y provocar por tanto una cierta compartimentación hidrogeológica, puesta de manifiesto en varios sectores de las vertientes N y S de la Sierra por los saltos de niveles piezométricos.

Las depresiones o corridas terciarias que rodean gran parte de la Sierra de Gádor suelen constituir sinclinales cuyos límites con las dolomías están generalmente fallados. El hundimiento progresivo de estas cubetas ha provocado en muchos casos la deposición de varios centenares de metros de margas miocenas que forman una verdadera pantalla impermeable. Si bien es verdad que en muchos casos las dolomías siguen existiendo bajo las margas, su falta de karstificación y la compartimentación por fallas que han sufrido permite poner en duda su continuidad como acuífero.

7.1.2.— DESCRIPCION HIDROGEOLOGICA

Como suele ocurrir en los macizos de este tipo, todos los datos disponibles están localizados en los bordes de la Sierra, y con una densidad insuficiente. Por lo tanto, lo que sigue no pretende ser sino un esbozo de descripción hidrogeológica.

7.1.2.1.— PIEZOMETRIA

Dejando a parte los pequeños manantiales que se hallan en la misma sierra, que tienen un régimen muy discontinuo y caudales escasísimos, índices de su estructura colgada, no se dispone de ningún dato piezométrico en el núcleo del macizo.

En los bordes, sin embargo, existe un cierto número de puntos de agua, naturales (manantiales) o artificiales (galerías y sondeos) que, aunque poco numerosos, dan una idea de la piezometría. El primer carácter de ésta es su heterogeneidad, puesto que las cotas piezométricas varían según el sitio, desde unos pocos metros de cota en la vertiente sur de la sierra, cerca del mar, y más de 750 m en el borde septentrional de la misma.

- En dicha vertiente, las cotas piezométricas oscilan entre 765 m (sector de Padules) y 445 m (sector de Alhama), es decir que disminuyen en término general hacia el Este, así como hacia el Norte (valle del alto Andarax). Por lo tanto, la escorrentía subterránea general del borde norte de la Sierra de Gádor parece dirigirse hacia el ENE. En el detalle la circulación no es tan sencilla: existen saltos bruscos de varias decenas de metros en los niveles piezométricos de puntos situados a menos de 1 km de distancia, y a veces no se advierte la influencia de los bombeos entre pozos vecinos situados a escasa distancia.

Parece entonces evidente una cierta heterogeneidad, tanto lateral como vertical, en la hidrodinámica de las dolomías.

Son unos 25 los puntos de agua existentes en esta vertiente norte, de los cuales 5 son manantiales, 4 galerías y 16 sondeos. Los manantiales de mayor importancia son el de Godoy (cota 720 m), cuyo caudal varía entre unos 150 y 250 l/s y el del Barranco Alcora (cota 841) con caudal de 17 a 25 l/s.

Las galerías, que constituyen el sistema más antiguo de complementar los caudales naturales de los manantiales, tienen una gran importancia para la economía del valle, pero tienden a ser sustituidas por los sondeos.

Los sondeos son de creación reciente pero tienden a multiplicarse por su relativa facilidad de ejecución y la mayor flexibilidad que permiten a la explotación. Ubicados esencialmente en los sectores entre Alhama y Ragol, dan caudales instantáneos comprendidos entre 45 y 130 l/s.

- En la vertiente oriental de la Sierra de Gádor, donde ya no existe casi ningún manantial, debido a la fuerte explotación que padece esta zona, las cotas piezométricas en sondeos oscilan entre valores negativos y de unos 60 metros. La circulación parece dirigirse hacia el Sureste, con una evidente componente hacia el Este (Valle del Bajo Andarax), y otra menos clara hacia el Sur.

En este sector no hay más que sondeos, los más importantes son los del Ayuntamiento de Almería. En unos pocos años de bombeo (desde el año 1967), llegaron a deprimir los niveles piezométricos varias docenas de metros, hasta el punto que en uno de ellos, el nivel dinámico se halla debajo del nivel del mar. La total ausencia de índices salinos demuestra que el correspondiente compartimiento está completamente independizado del mar.

- En la vertiente sur, las cotas piezométricas son de unos pocos metros en los sondeos E y W del Campo de Dalías (unos pocos decímetros en la pequeña fuente de Aguadulce de El Ejido—Balanegra). En el borde N de dicho Campo, las cotas varían entre 14 m en el sondeo S.3.D, y 174 m en otro sondeo realizado, enteramente en dolomías, situado a unos 7 km más hacia el WNW.

Además, las fuentes de Dalías, que salen a favor de una falla inversa que hace aparecer las filitas de base, están a la cota 600 m; proporcionan un caudal total medio del orden de 130 l/seg.

El llamado compartimento de El Ejido—Balanegra presenta la particularidad de estar en contacto hidráulico con las calcarenitas miocenas de la formación Vícar, pero independizadas de las calcarenitas pliocenas, como se explica en el apartado 7.3. En el conjunto de este compartimento, todos los sondeos (tanto del I.R.Y.D.A., como particulares) que explotan las dolomías o el Vícar, tienen cotas piezométricas del orden de 3,5 m. Hace 3 años (Diciembre 1972) eran todas de unos 7 m.

Del otro lado del Campo de Dalías, el sector de El Parador—Aguadulce posee numerosos sondeos, en su mayoría ejecutados por I.R.Y.D.A., que explotan la parte basal de las dolomías de Gádor o las formaciones neógenas intercaladas con ellas; en algún caso es posible, pero poco probable, que exploten las dolomías del manto de Félix.

- En la vertiente suroeste, la fuente de Alcaudique, cerca de Berja, sale a 320 m con un caudal del orden de 70 l/s. Más hacia el Oeste, la fuente de Marbella, la más importante del macizo, se halla a la cota 150 m.

Su caudal de estiaje ha sido aforado en 700 l/s., lo que plantea el problema del origen de sus aguas. Tal caudal, en efecto, no puede proceder de los reducidos afloramientos carbonatados colindantes al manantial; quedan por tanto tres hipótesis que se dan a continuación por probabilidad decreciente: que la fuente constituya la descarga de una parte de la Sierra de Gádor; que una parte de su caudal provenga de la infiltración del río Adra en el sector situado entre Ugíjar y Benínar; o que Marbella constituya una de las descargas del sistema Albuño—Lújar. La cota baja de Marbella no está en contradicción con ninguna de estas hipótesis, ni tampoco la calidad química de sus aguas, algo más cargadas que las de Gádor o del río ADRA, pero menos que las de Albuñol.

Conviene indicar que las fuentes de Albuñol, que están a unos 17 km al WSW de la anterior, en la ventana tectónica del mismo nombre, salen a la cota 270 m.

- Por fin en la vertiente noroeste, las fuentes de Cherín, se hallan a la cota 540 m aproximadamente. De un caudal medio total de unos 140 m l/s, constituyen los únicos puntos de agua de este sector.

7.1.2.2.— ESQUEMA HIDRODINAMICO (VER FIG. 8)

Los datos piezométricos indicados en el apartado anterior ponen de manifiesto que el acuífero de la Sierra de Gádor se descarga por todos sus bordes y que tiene en su seno una gran heterogeneidad, debida a causas litológicas (pasadas margosas o de menos permeabilidad) o tectónicas (ejes anticlinales, fallas inversas, fallas normales de gran salto).

- a) **En cuanto a las subdivisiones internas**, es generalmente imposible de ponerlas de manifiesto por la geología de superficie, ya que no existe relación unívoca entre ellas y las fallas visibles en superficie dentro de las dolomías, y que, cuando afloran las filitas, es difícil a veces saber si se trata de la base de las dolomías de Gádor o si pertenecen a un manto superior.

El conjunto de los condicionantes tectónicos (escamas, fallas, etc.) e hidrogeológicas (caudal de las descargas, etc.) ha llevado a distinguir las 8 subunidades siguientes:

- **Vertiente Norte**, (hasta Alhama) delimitado a grosso modo por las divisorias topográficas al Oeste y al Sur, y por la tectónica y la piezometría al Este. Tiene 280 km².
- **Vertiente Oriental**, (de Alhama a Almería), limitado al Noroeste por el límite tectónico—piezométrico anterior, y el Suroeste por una divisoria topográfica. Tiene 110 km² y se puede subdividir a su vez en 3 compartimentos.
- **Subunidad de Aguadulce**, entre la subunidad anterior y el cabalgamiento del manto de Félix, con 45 km².
- **Subunidad Meridional—Central**, limitada al Oeste por el frente de cabalgamiento interno de Dalías, al Norte por su supuesta prolongación, y al Este por el cabalgamiento del manto de Félix. Tiene 110 km² de superficie.
- **Escama de Dalías—El Ejido**, (Sector Noroeste del Campo de Dalías) limitada al Oeste por el afloramiento de las filitas basales, al Norte por el cabalgamiento interno de Dalías, al Este por la gran falla Dalías—Roquetas, y al Sur por la gran falla Balanegra—El Ejido y las margas miocenas. Esta escama incluye las calcarenitas miocenas de la formación Vícar. Tiene 110 Km² de superficie.
- **Subunidad de la Fuente de Dalías**, linda al Sur y Suroeste con las subunidades ya definidas. Hacia el Noroeste, el límite es arbitrario con la siguiente. La superficie es de 65 km².
- **Subunidad de la Fuente de Berja**, definida básicamente en función del caudal de la fuente, y con una superficie de 25 km².
- **Subunidad del Adra**, limitada al Oeste por los últimos afloramientos dolomíticos continuos. Tiene 175 km².

Por fin, la importancia de la Fuente de Marbella (700 l/seg. en estiaje) plantea el problema del origen de sus aguas y por tanto de la definición de su cuenca.

- b) **En cuanto a los límites externos del acuífero**, el problema es algo menos difícil, debido a la existencia casi general de una potente serie margosa del Mioceno en los bordes del Norte, Este y Sur.

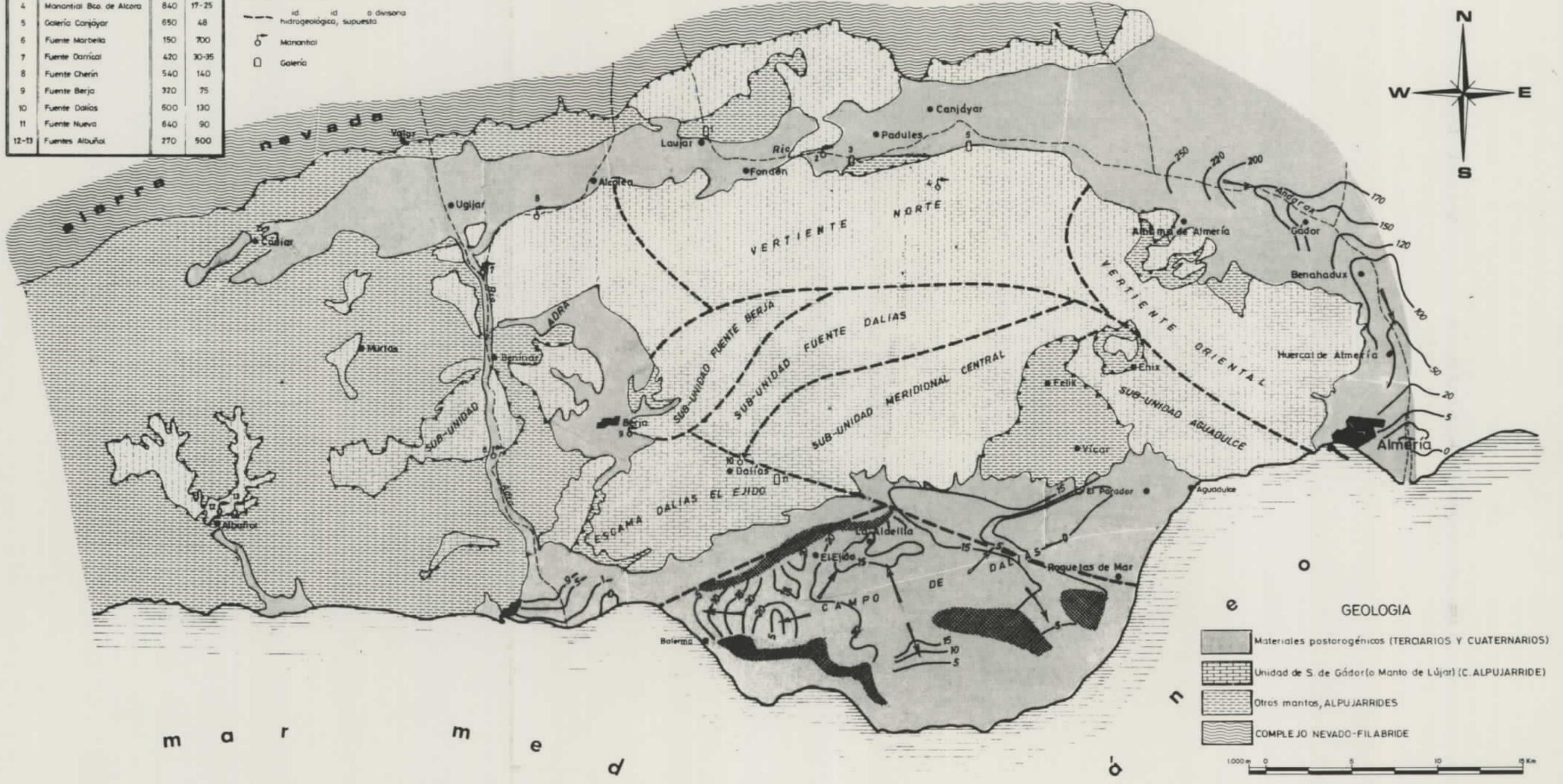
En la vertiente norte de la Sierra de Gádor, al Oeste del Sector Padules—Canjáyar, las margas desaparecen paulatinamente y las dolomías de Gádor alcanzan los esquistos de la vertiente meridional de la Sierra Nevada, por lo que el límite del acuífero de Gádor se

PUNTOS ACUIFEROS

Nº	TIPONIMIA	Cota m	Caudal l/s
1	Nacimiento	920	150
2	Manantial de Godoy	720	150-200
3	Fuente de los Naranjos	700	28
4	Manantial Bca. de Alcora	840	17-25
5	Galería Canjáyar	650	48
6	Fuente Marbella	150	700
7	Fuente Darrical	420	30-35
8	Fuente Cherín	540	140
9	Fuente Berja	320	75
10	Fuente Dalías	600	130
11	Fuente Nueva	640	90
12-13	Fuente Albuñol	270	500

- HIDROLOGIA**
- Isopieza
 - Dirección general de flujo
 - ▨ Límite impermeable
 - - - id. id. o divisoria hidrogeológica, supuesto
 - Manantial
 - Galería

ESQUEMA HIDRODINAMICO DE SIERRA DE GADOR Y CAMPO DE DALIAS



- GEOLOGIA**
- ▨ Materiales postorogénicos (TERCIARIOS Y CUATERNARIOS)
 - ▨ Unidad de S. de Gádor (o Manto de Lújar) (C. ALPUJARRIDE)
 - ▨ Otras mantos, ALPUJARRIDES
 - ▨ COMPLEJO NEVADO-FILABRIDE

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)

Fig. 8

desplaza hacia el Norte, recibiendo las aguas de escorrentía de los esquistos. De todas formas, en esta zona de Lújar—Padules, las dolomías (tanto de la Sierra Nevada, como las de Sierra de Gádor) están en gran parte drenadas por el río Andarax o sus ramblas afluentes.

Al Oeste del sector de Padules—Canjáyar y hasta el de Alhama—Benahadux, las dolomías se hunden bajo las margas miocenas. Como no aparecen en la otra margen del valle (flanco Sur de la Sierra Nevada) ni más al Este, se puede dar como patente, que este contacto corresponde con un límite impermeable, despreciando las pequeñas y discontinuas pasadas detríticas dentro de las margas.

En el sector Alhama—Benahadux, aunque siguen existiendo las margas, están recubiertas del Plio—Cuaternario, lo que puede dar lugar a pequeñas fugas de agua. Además aparecen en la otra margen del río las dolomías de la Sierra Alhamilla. Por razones tectónicas, es muy improbable que puedan estar relacionadas con la sierra de Gádor, por lo que debe seguir válido el límite impermeable antes aludido.

Al Sur de Benahadux y hasta Almería, existe también este límite impermeable, aunque puede existir localmente alguna comunicación con el valle, a través de las calcarenitas del Mioceno o los pies de monte plio—cuaternarios.

En el borde meridional, desde Almería hacia el Oeste, hasta Aguadulce, las dolomías de Gádor están en contacto directo con el mar. Se desconoce por completo la importancia de las pérdidas correspondientes. Sin embargo no deben ser muy importantes, debido al hecho de que afloran en algunas partes las filitas de base y, en otras, los calcoesquistos que constituyen el paso entre las filitas y las dolomías.

Casi a partir del Aguadulce y hasta cerca de la mitad del contacto entre la Sierra de Gádor y el Campo de Dalías las dolomías están recubiertas por un importante afloramiento del manto de Félix. Si se continúan las dolomías por debajo, lo harán los bloques hundidos en escalera y, por tanto, a una profundidad relativamente importante. En esta zona existen además afloramientos de rocas volcánicas, salidas a favor de fallas cuyo papel hidráulico es poco conocido pero debe ser más bien negativo.

Más hacia el Oeste, las dolomías de Gádor desaparecen visiblemente bajo el Neógeno, mediante un juego de fallas en escalera. Ocurre aquí algo parecido al Valle del medio Andarax, hundiéndose las dolomías bajo varios centenares de metros de margas miocenas. En la parte central del límite con el Campo de Dalías, es probable que las dolomías comuniquen con las calcarenitas pliocenas a las cuales alimentarían. Más al Oeste y hasta el mar, las dolomías están en íntima relación con las calcarenitas miocenas, las cuales están independientes de las pliocenas, salvo en la zona costera donde las 2 formaciones calcareníticas y las dolomías parecen unidas y descargarse hacia el mar.

Las dolomías encontradas a gran profundidad (por geofísica y 2 sondeos mecánicos) bajo el Campo de Dalías, plantean el problema de su interconexión con las aflorantes en la Sierra de Gádor. Se trata de la misma formación, pero tan fallada y con tantos saltos que su conexión hidráulica es más que dudosa. La variación con el tiempo del nivel piezométrico en los dos sondeos S.1.D. y S.2.D. es completamente incomprendible, hecho probablemente debido a una ejecución imperfecta. La gran profundidad a la que se encuentran las dolomías (más de 500 m), unida a los indicios más bien negativos de los sondeos y los caracteres poco alentadores de la tectónica no tienen a

fomentar la idea de una explotación de este embalse profundo.

En el sector costero, entre Balanegra y las Albuferas del Agua, parece ocurrir una cosa parecida a la zona Almería—Aguadulce. La existencia de afloramientos, aunque discontinuos, de las filitas de base debe impedir, o casi, una descarga de las dolomías hacia el mar.

Subiendo hacia el Norte hasta la zona de Berja, se ve que afloran también las filitas de base de manera casi continua, lo que deja escasas posibilidades para que las dolomías de Gádor alimenten a otras de mantos tectónicamente superiores o a formaciones cuaternarias. Como lo hemos dicho más arriba, tanto este compartimento Berja—Albufera—Balanegra—El Ejido—Dalías está cabalgado sobre el resto del macizo, y se debe descargar hacia el NW del Campo de Dalías.

Cerca de Berja, la fuente de Alcaudique (70 l/seg.) sale en una especie de dedo de guante entre las filitas de base. A partir de aquí y hacia el Norte, dichas filitas no existen sino esporádicamente, lo que da peso a la hipótesis de una continuación hacia el Oeste de las dolomías de Gádor, incluso más lejos que la fuente de Marbella a la que aludimos antes.

Por fin, en el extremo NW del macizo, las dolomías desaparecen bajo la cubeta terciaria de Ugíjar, con un pliocuaternario que recubre las margas miocenas. Al igual que en el alto Andarax, la no reaparición de las dolomías en la vertiente sur de Sierra Nevada permite considerar como límite impermeable el contacto con la cubeta, lo que además parece comprobado por la existencia de los manantiales de Cherín.

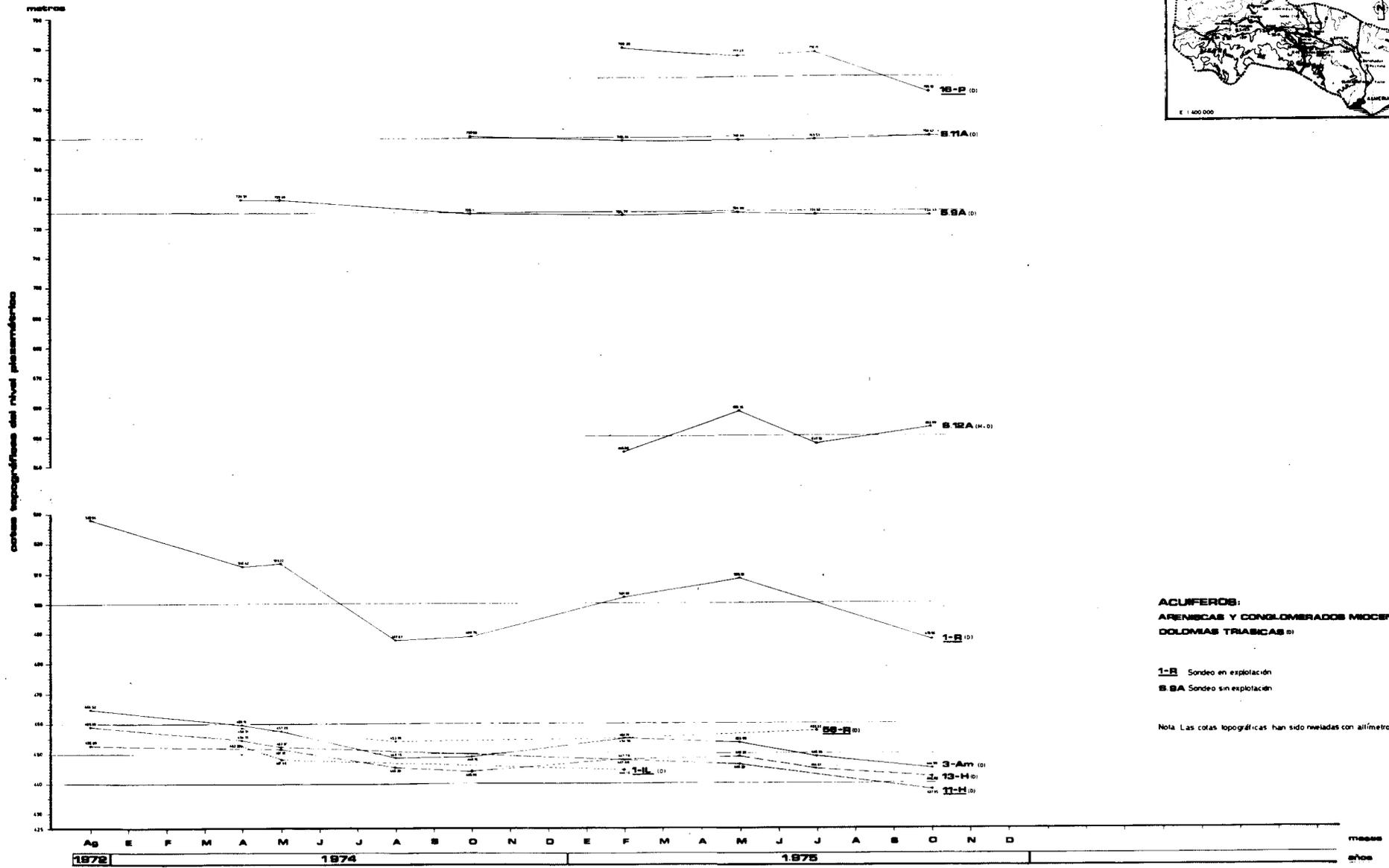
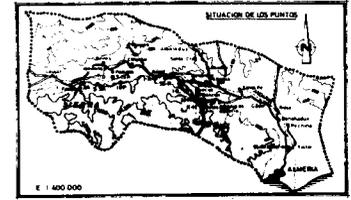
En resumen, el acuífero dolomítico de la Sierra de Gádor está rodeado por formaciones impermeables en todos sus bordes Norte (de Ugíjar a Benahadux), Este (de Benahadux a Almería) y Suroeste (de las Albuferas a Berja); tiene escasas probabilidades de salidas importantes en su borde Sur (Campo de Dalías), y una posible, aunque difícil intercomunicación, al Oeste, con la ventana de Albuñol e incluso la Sierra de Lújar. La única alimentación externa que puede recibir es la debida a la infiltración de las aguas de escorrentía del flanco Sur de Sierra Nevada. Asimismo, como ya se ha dicho más arriba, cabe la posibilidad de una cierta intercomunicación en los macizos de Albuñol—Lújar, al Oeste del macizo.

- c) **Las variaciones de niveles piezométricos o de caudales naturales.** Solamente en los sectores muy explotados por bombeos se ha notado una disminución (y a veces desaparición) de los caudales de los manantiales, o un fuerte descenso de los niveles piezométricos.

En algún sector de la vertiente norte de Sierra de Gádor (zona de Huécija por ejemplo), los niveles han bajado más de 10 metros en 3 años (ver figur. 9).

En el compartimento situado al NW del Campo de Dalías, los niveles han bajado al ritmo de 1,5 m/año durante los 10 últimos años (ver fig. 20).

En la vertiente oriental de la Sierra de Gádor, y sobre todo en el compartimento explotado por el Ayuntamiento de Almería el descenso ha alcanzado cerca de 40 m, en 8 años de explotación (ver fig. 10).

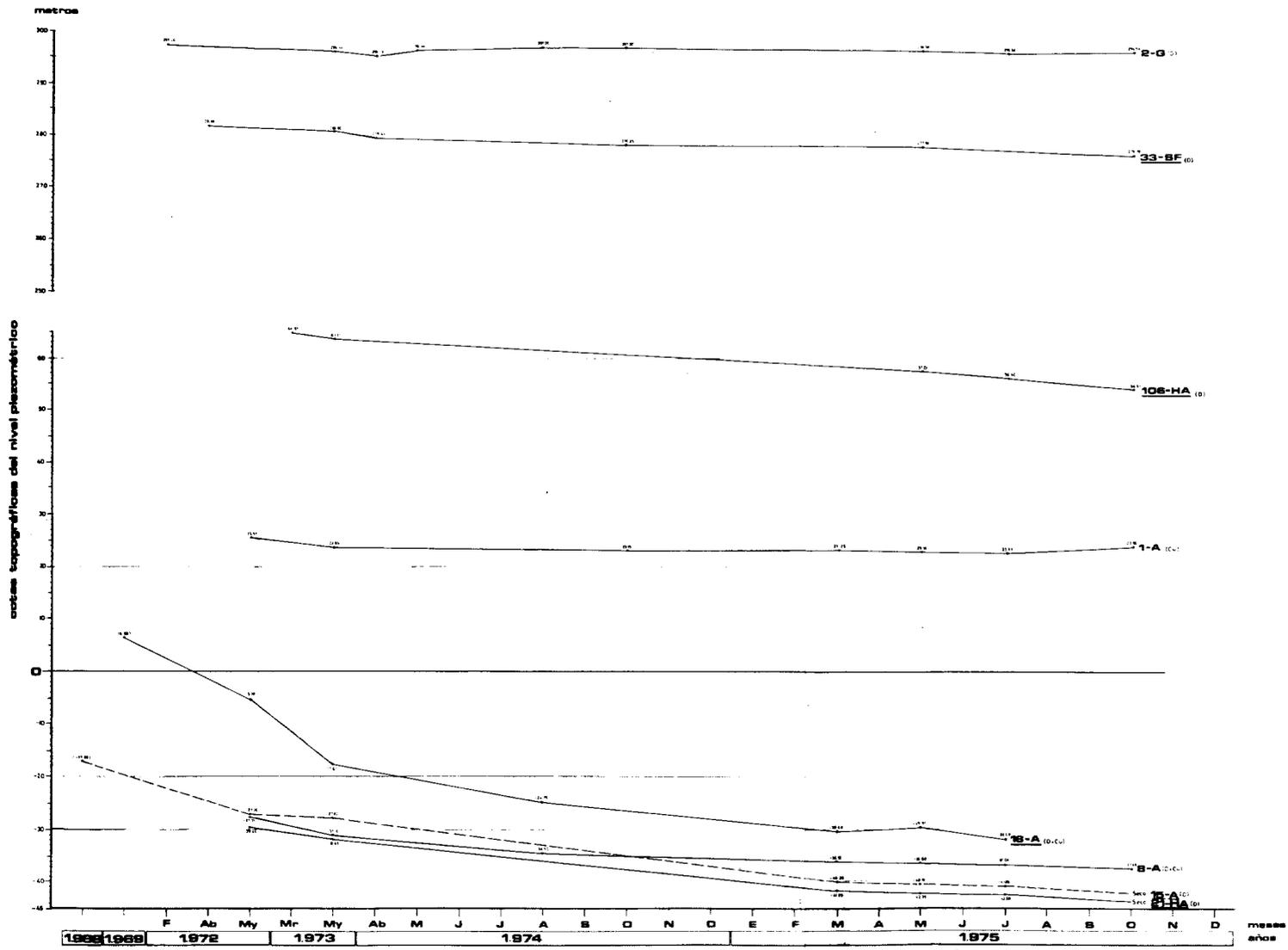
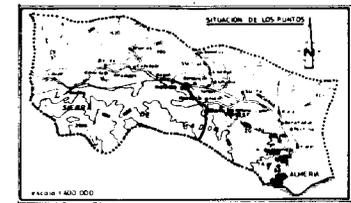


ACUIFEROS:
 ARENICAS Y CONGLOMERADOS MIOCENOS (M)
 DOLOMITAS TRIASICAS (D)

1-B Sondeo en explotación
3-BA Sondeo sin explotación

Nota: Las cotas topográficas han sido niveladas con alfilero de precisión.

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)
 GRAFICO DE EVOLUCION DE NIVELES (BORDE NORTE DE LA SIERRA DE GADOR)
 Cuenca alta del Andorox



ACUIFEROS
TRIAS ALPUJARRIDE:
DOLOMITAS Y CALIZAS (0)
CUARCITAS (0, cu)

33-BE Sondeo en explotación
 18-A Sondeo sin explotar actualmente
 1-A Sondeo sin explotación

- Cota del tramo donde comienza la tubería rajada. Posiblemente este coincida con el nivel piezométrico inicial cuando se hizo la perforación.

Nota: Las cotas topográficas han sido niveladas con altímetro de precisión.

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)
 GRAFICO DE EVOLUCION DE NIVELES (VERTIENTE ORIENTAL DE LA SIERRA DE GADOR)
 Cuenca alta del Andarax

d) **Los parámetros hidráulicos** del acuífero han sido determinados en varios sondeos.

La transmisividad oscila generalmente alrededor de unos 10 a 15 m²/h, pudiendo bajar a 2 m²/h en las calizas no karstificadas (sondeo de Padules, en el cual las dolomías están cubiertas de margas miocenas) o en los calcoesquistos de base (sondeo 1 de Almería) o, al contrario alcanzar casi 40 m²/h en las zonas más favorables.

El coeficiente de almacenamiento sólo se ha podido medir en zonas en las cuales el manto es cautivo; es del orden de 2 a 3.10⁻³. En zonas libres, debe variar entre menos de 1 por ciento y unos 3 a 4 por ciento.

7.1.2.3.— HIDROQUIMICA

Las aguas de las dolomías son siempre de muy buena calidad química tanto a efectos de riego como de abastecimiento humano. Son de tipo bicarbonatado cálcico-magnésico, con ligero predominio de uno u otro catión, según la zona.

El residuo seco es casi siempre inferior a 1.500 mg/l, e incluso (borde norte de la sierra de Gádor), inferior a 1.000 mg/l.

El SAR suele ser inferior a 2, lo que indica un muy bajo peligro de alcalinización del suelo.

Sin embargo conviene notar que, en la vertiente oriental, en los sectores contaminados por los yesos presentes en las margas miocenas, se nota un aumento sensible de la concentración en sulfatos.

Por otra parte, en la cuenca del Adra, aparecen también (Fuente de Marbella) aguas sulfatadas (410 mg/l de sulfatos en dicha fuente), aunque el residuo seco se queda en 1,4 g/l.

A título orientativo, las aguas de las fuentes de Albuñol son más saladas (2,7 g/l) y claramente sulfatadas, llegando a alcanzar 1,5 g/l de sulfatos. Esto puede ser un argumento a favor de la comunicación entre Albuñol y Sierra de Gádor, aunque la concentración en sulfatos de la Fuente de Marbella puede obedecer a otras causas.

7.1.3.— RECURSOS SUBTERRANEOS Y RESERVAS

La única zona en la cual era casi suficiente el conocimiento de los caudales de emergencia y del caudal drenado por el desagüe normal que constituye un río ha sido el Alto Andarax (ver Informe Técnico núm. VI), en donde se ha podido determinar que la lluvia útil era del orden del 25 por ciento de la precipitación, y que a su vez se repartía en un 3,5 por ciento de escorrentía superficial y un 21,5 por ciento de infiltración. Estos valores han sido adoptados para todas las subcuencas de la Sierra de Gádor, puestas de manifiesto o supuestas.

A continuación se va a determinar de forma escueta, las salidas y los recursos de cada subunidad. (ver fig. 8 y 11, y plano 2).

7.1.3.1.— ALTO ANDARAX (HASTA ALHAMA)

Las emergencias por manantiales y galerías tienen un caudal global medio de **28 hm³/año**. Las extracciones por sondeos alcanzan **5 hm³/año**.

Los recursos calculados sobre la base de una lluvia media de 450 mm/año y de una superficie de 280 km², representan **27 hm³/año**. A estos se debe añadir la infiltración de una parte (estimada en 70 por ciento) de la escorrentía superficial sobre 51 km² de Sierra Nevada, admitiendo aquí un porcentaje de 30 por ciento para la lluvia útil, lo que procura un recurso suplementario de 5 hm³/año.

La explotación de las reservas, patente por los descensos de nivel piezométrico que sufren algunos sectores, ha sido estimada en 1 hm³/año.

7.1.3.2.— BAJO ANDARAX

Las extracciones por bombeo alcanzan 10 hm³/año, en su mayor parte debidas a los bombes del Ayuntamiento de Almería.

Los recursos de esta zona de 110 km² con 275 mm de lluvia media son de 6 hm³/año. Los 4 hm³/año restantes corresponden a la explotación de las reservas.

Dichas reservas alcanzan probablemente unos 150 a 250 hm³.

7.1.3.3.— SECTOR DE AGUADULCE

Los recursos han sido estimados en 3 hm³/año, a partir de una pluviometría de 300 mm sobre 45 km².

Este caudal, en parte va a alimentar el extremo nordeste del Campo de Dalías (sector de El Parador—Aguadulce) y en parte se pierde al mar.

Debido a la proximidad supuesta del substrato y a la litología del acuífero, las reservas no deben ser muy superiores a 25 hm³.

7.1.3.4.— CAMPO DE DALIAS (CENTRO NORTE)

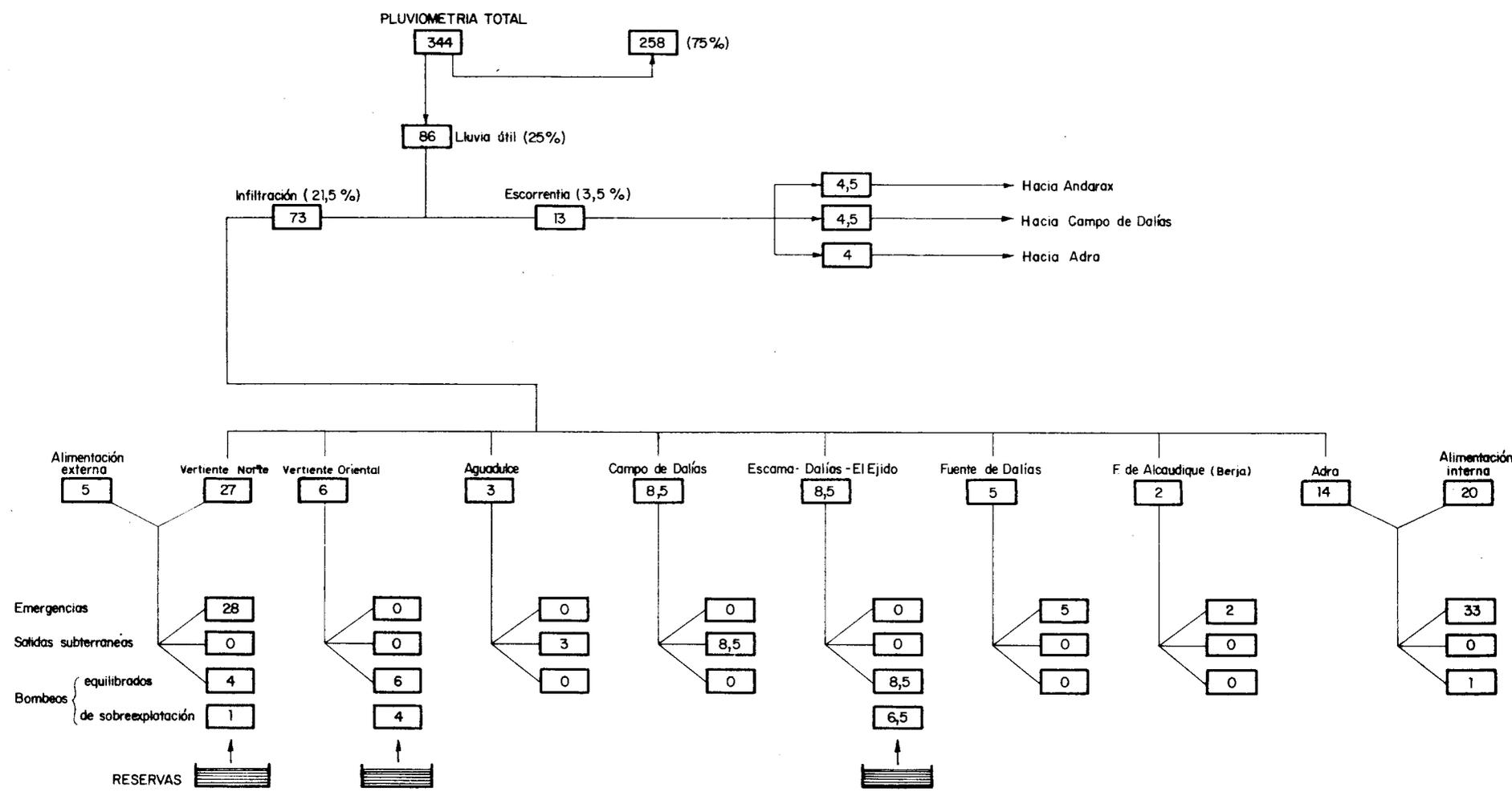
Se puede estimar en 8,5 hm³/año los recursos de esta subunidad, sobre la base de una pluviometría de 350 mm sobre 110 km² de superficie.

Este caudal pasa a alimentar el sector centro norte del Campo de Dalías.

Las reservas deben ser del orden de 150 hm³ como mínimo.

7.1.3.5.— ESCAMA DALIAS—EL EJIDO

Forma parte de ella el llamado "Compartimento Noroeste" del Campo de Dalías



ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE CUENCA SUR (ALMERIA)
BALANCE DEL ACUIFERO DOLOMITICO DE LA SIERRA DE GADOR

Fig. 11

(ver Informe Técnico V), en el cual las extracciones alcanzan **15 hm³/año**.

Teniendo esta subunidad una superficie de 110 km² y recibiendo 350 mm de pluviometría, se puede suponer que percibe unos recursos de 8,5 hm³/año y que unos 6,5 hm³/año se sacan de las reservas.

Estas se pueden estimar en unos 20 hm³.

7.1.3.6.— SUBUNIDAD DE LA FUENTE DE DALIAS

El caudal de dicha fuente es de **5 hm³/año**, que corresponde con los recursos estimados a partir de una pluviometría de 375 mm sobre 60 km².

Las reservas deben ser del orden de los 100 hm³.

7.1.3.7.— SUBUNIDAD DE LA FUENTE DE ALCAUDIQUE (FUENTE DE BERJA)

Dicha fuente tiene un caudal estimado a **2 hm³/año**, igual a los recursos correspondientes a 25 km² y 350 mm de pluviometría.

Las reservas son probablemente del orden de 30 a 35 hm³.

7.1.3.8.— SUBUNIDAD DEL ADRA

Los manantiales de Cherín (cubeta de Ugríjar) tienen un caudal de 3 hm³/año, y el de la Fuente de Marbella debe ser del orden de 30 hm³/año, lo que da un total de unos 33 hm³/año.

Los bombeos ajenos alcanzan **1 hm³/año**.

Los recursos directos de una zona de 175 km² que recibe una precipitación de 375 mm/año deben ser del orden de **14 hm³/año**.

Hace falta entonces admitir una alimentación externa del orden de **20 hm³/año**, o bien de infiltraciones del río Adra en su parte alta y media.

Las reservas alcanzan probablemente 250 a 300 hm³.

7.1.4.— CONCLUSION

En el macizo de la Sierra de Gádor, solamente la unidad tectónica de Gádor—Lújar, la más baja de todas, tiene la suficiente extensión para constituir un acuífero importante.

A pesar de su compartimentación en un mínimo de ocho subunidades, constituye la principal fuente de alimentación de todas las depresiones que la rodean, salvo el Campo de Dalías cuya mayor alimentación proviene de infiltración directa, como se verá más adelante.

Estos recursos de la Sierra de Gádor ascienden a unos **74 hm³/año** (2,4 m³/seg.) que se reparten a razón de un **36** por ciento hacia la cuenca del Alto Andarax, **19** por ciento hacia el Adra y, el resto, entre las demás zonas.

Las pérdidas al mar se consideran despreciables, mientras que la sobreexplotación de las subunidades del Alto Andarax, Bajo Andarax y escama de Dalías—El Ejido asciende a cerca de **12 hm³/año** (cerca de 400 l/s, que corresponden a caudales de explotación, en época de riego de más de 1 m³/seg.).

7.2.— EL DELTA DEL ADRA

7.2.1.— DESCRIPCION HIDROGEOLOGICA

Los materiales aflorantes en el delta, de antiguo a moderno, son los siguientes:

- Calcarenitas pliocenas, en el Este, corresponden a las existentes en el Campo de Dalías y que desaparecen debajo de costras cuaternarias, son cortadas debajo de éstas por algunos pozos, próximos al río.
- Formación deltaica pliocena, constituida por niveles arcillo—margosos, arenosos y conglomerados.
- Terrazas y glacia cuaternarios, constituidos por conglomerados arcillosos, y
- Arenas y gravas, que constituyen el aluvial del río.

Con características puntuales en cuanto a permeabilidad que pueden ser diferentes, sin embargo consideramos que constituyen un solo acuífero.

La superficie ocupada por todos estos materiales es de 22 km². No se conoce la potencia del aluvial, debido a la imposibilidad de realizar geofísica por motivo de la proliferación de cultivos que impedía la ejecución de una campaña. Asimismo, los numerosos pozos que existen en el delta no profundizan por debajo de un par de metros del nivel freático y éste oscila entre 5 y 10 m de profundidad. Sin embargo, existen sondeos, al Norte de Adra, que cortaron 50 e incluso 70 m de aluvial, sin encontrar el substrato impermeable.

Existen puntos de agua en el aluvial que explotan 40 l/seg. con descensos que oscilan entre 1 y 1,5 m. Asimismo, se demuestra la buena permeabilidad del aluvial cuando el agua que discurre en el cauce del río abandona los conglomerados de la formación deltaica para pasar a las gravas del aluvial, la infiltración se aprecia fácilmente.

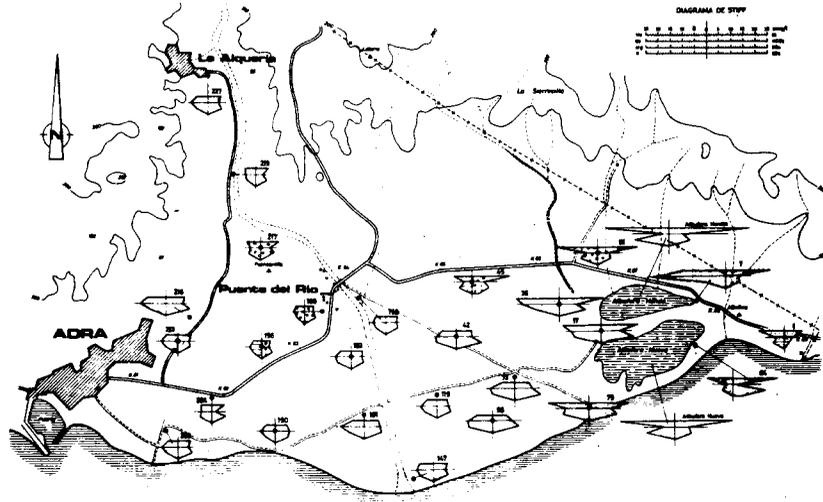
Con la observación de las isopiezas, tanto de Mayo de 1975, como de Noviembre, puede verse que el río es efluente, alimentando el acuífero constituido por el aluvial, hecho que como hemos dicho antes suele observarse incluso en superficie.

La alimentación del delta está originada por la pequeña infiltración directa de las precipitaciones, y por aportes provenientes de los siguientes puntos:

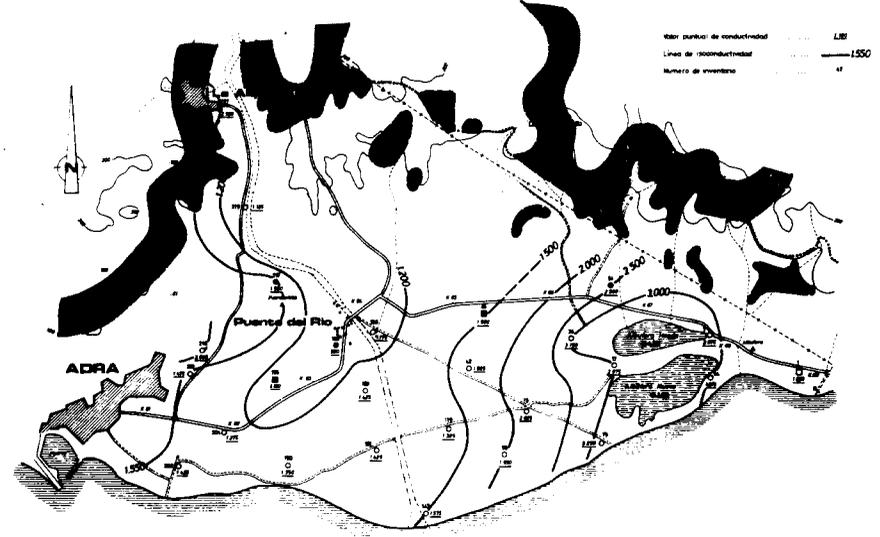
- A partir del propio río, tanto superficial como subterráneamente, siendo en el primer caso en los meses de primavera principalmente.

DELTA DEL ADRA

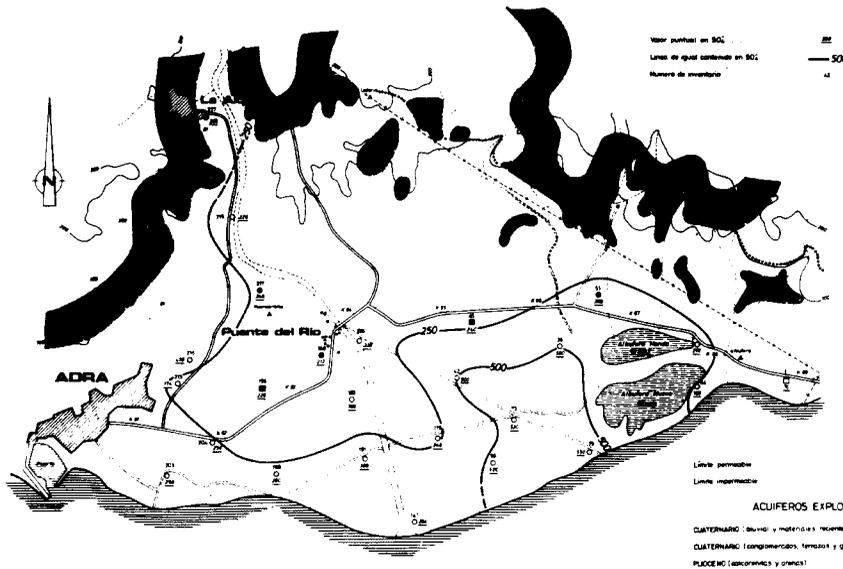
DIAGRAMAS DE STIFF



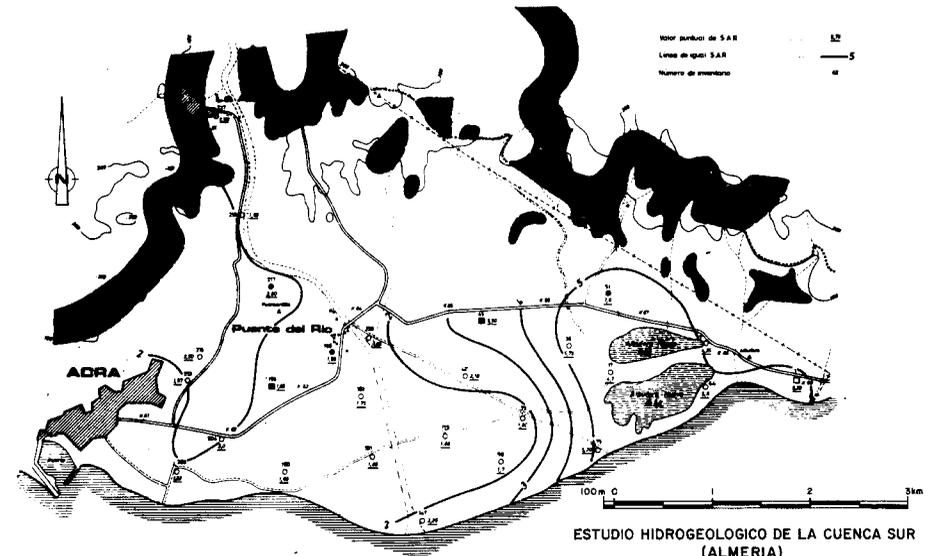
CONDUCTIVIDADES
(a 25°C, en $\mu\text{mhos/cm}$)



SULFATOS
(mg/l)



S.A.R.



- A partir, posiblemente, de las dolomías —del manto de Félix— alimentadas desde los llanos de Berja.
- A partir de las calcarenitas pliocenas desde la zona de Dalías, con una descarga en lámina libre, en las albuferas de Adra.

Aunque no se posee historia de niveles, pues las primeras medidas se realizaron en el presente año, pensamos que las variaciones anuales no deben ser importantes y siempre ligadas a la oscilación de las aportaciones anuales.

En cuanto a la calidad química podemos decir lo siguiente (ver fig. 12):

- Se realizó un muestreo en Mayo de 1975, tomándose incluso muestras de las albuferas, para conocer la relación que pudiera existir entre éstas y el acuífero. Los valores obtenidos demuestran que el agua contenida en las albuferas es salobre, y su calidad tiene más relación con el acuífero que con el agua del mar. Esto nos indica igualmente que existe una descarga del acuífero calcarenítico en las albuferas, como se aprecia asimismo en las isopiezas.
- Los valores de conductividad varían entre 1.000 y 3.250 umhos/cm. El aumento de la conductividad es más manifiesto hacia la zona Este del delta. Los valores más bajos se obtienen en las proximidades de las zonas de alimentación del río.
- En cuanto a facies química podemos ver diferenciadas dos zonas: la occidental con agua de carácter sulfatado—cálcico, para pasar a ser hacia el sector oriental de tipo clorurado—sódico.
- En general se observa una cantidad algo elevada de sulfatos, con valores que oscilan entre 200 y 550 mgr/l. Asimismo, el empeoramiento se hace ostensible hacia el Este. Los valores altos en sulfatos en la Fuente Marbella, cuyas aguas principalmente recargan el río, sobre todo cuando no hay escorrentía producida por deshielo o precipitaciones.

En general son aguas, en cuanto a potabilidad, de buena a pasable.

En cuanto a la utilización para riego, son aguas con bajo peligro de alcalinización del suelo. El SAR es inferior a 5 en el conjunto del delta, y sólo es sobrepasado este valor en las proximidades de las Albuferas.

De todas formas conviene recordar que aguas de calidad relativamente mediocre o mala en teoría pueden considerarse casi como buenas dentro del contexto provincial.

7.2.2.— RECURSOS GLOBALES

En el caso del delta del Adra, no tiene sentido el hablar de recursos subterráneos, debido al hecho de que la alimentación directa de las precipitaciones es muy reducida, ya que el delta tiene una superficie pequeña y recibe una escasa pluviometría, y que la alimentación subterránea por otras unidades se reduce al caudal que puede pasar por el aluvial del río Adra. La mayor alimentación que recibe el acuífero del delta proviene, con diferencia, del mismo río Adra.

La ausencia de estación de aforo sobre el río Adra antes de su entrada al delta no permite conocer con precisión el caudal superficial que entra en el delta. Dicho caudal sólo se puede estimar a partir de un balance global de la cuenca aguas arriba. Tal como se explicó en el Informe Técnico núm. IX, dicho balance se puede hacer según dos hipótesis distintas, en cuanto al origen del importante caudal ($30 \text{ hm}^3/\text{año}$) de la Fuente de Marbella.

- a) Si la mayor parte de dicho caudal corresponde a una aportación subterránea externa a la cuenca, las entradas al delta son la suma algebraica de los siguientes componentes:
- Caudal superficial del río Adra medido en cabecera por estación de aforo ($40 \text{ hm}^3/\text{año}$).
 - Caudal de la Fuente de Marbella ($30 \text{ hm}^3/\text{año}$).
 - Aportación al río a través de las dolomías de los distintos mantos tectónicos superiores y de las formaciones neógenas y cuaternarias disminuida del consumo total ($8 \text{ hm}^3/\text{año}$).
 - Hay que deducir el caudal derivado en la toma del Canal de San Fernando ($4 \text{ hm}^3/\text{año}$) para el Campo de Dalías.

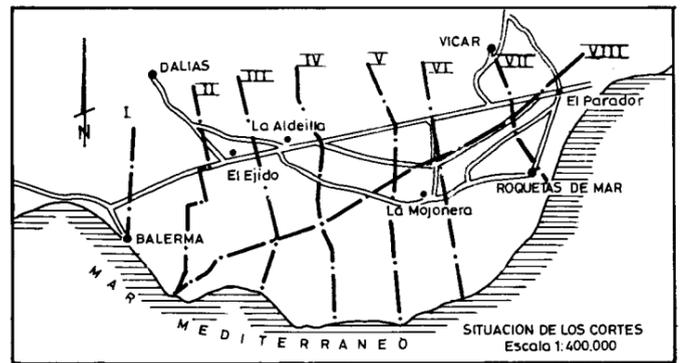
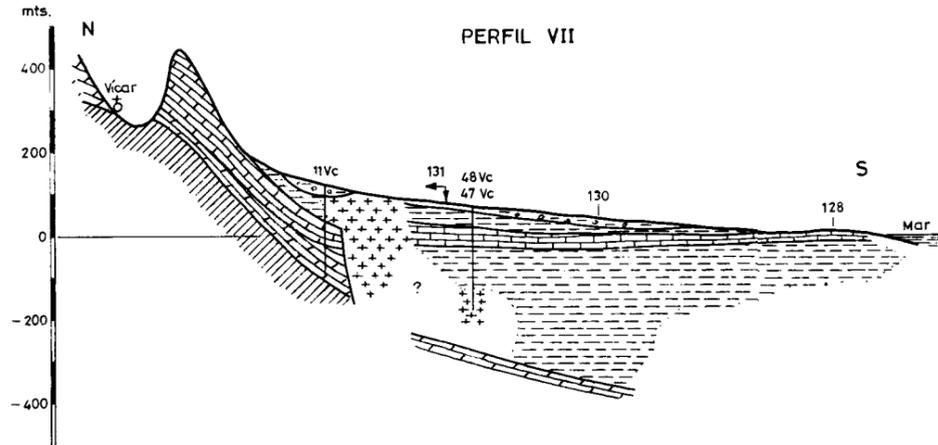
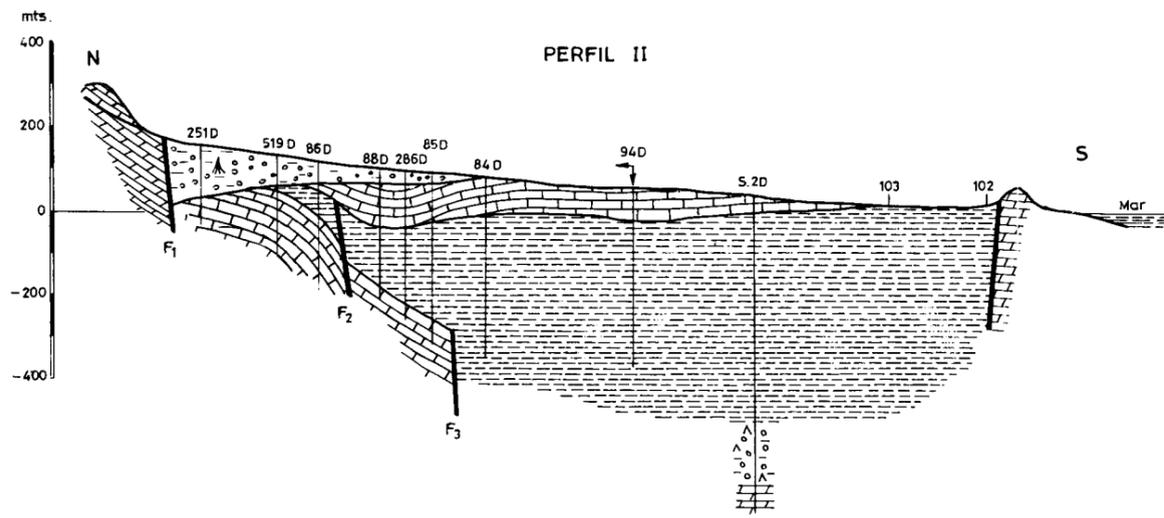
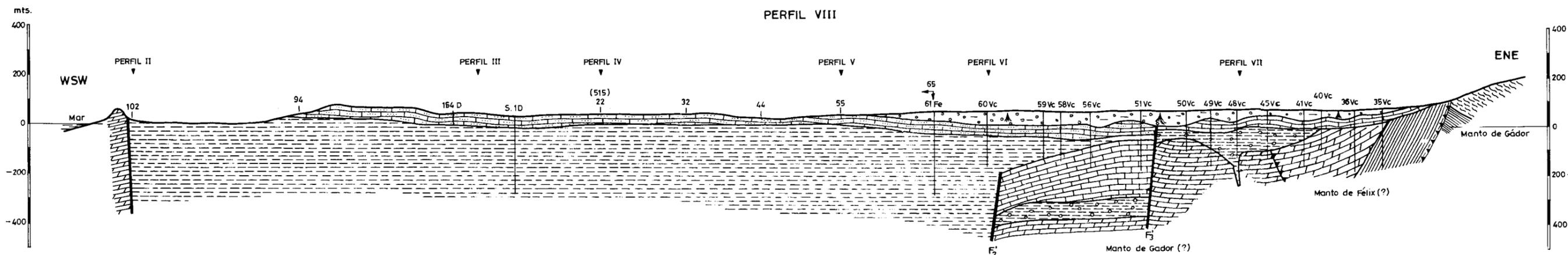
En esta hipótesis, los aportes totales que entrarían en el delta por el cauce del río Adra y su subálveo serían del orden de $74 \text{ hm}^3/\text{año}$.

- b) Si la mayor parte del caudal de la Fuente de Marbella proviene de una reinfiltración de las aguas del río Adra en las dolomías de la zona de Darrical; en este caso, no existe ninguna aportación externa a la cuenca; siendo los demás componentes iguales al caso anterior, el caudal total de alimentación al delta por el río y su subálveo sería de $49 \text{ hm}^3/\text{año}$.

El consumo de la zona para abastecimiento humano e industrial es del orden de $2 \text{ hm}^3/\text{año}$, mientras que el riego algo más de 2.000 ha. de cultivos (en su mayoría hortalizas en enarenados e invernaderos) debe consumir del orden de 12 a $13 \text{ hm}^3/\text{año}$, teniendo en cuenta un 10 a 15 por ciento de infiltración de excesos. El consumo total del delta asciende entonces a un máximo de $15 \text{ hm}^3/\text{año}$, de los cuales 11 a 12 son bombeados del manto subterráneo.

A este respecto conviene notar la relativamente pequeña contribución de las aguas superficiales al abastecimiento del delta. Esta particularidad tiene dos explicaciones: por una parte, la mitad aproximadamente de la superficie regada no puede utilizar las aguas del río, debido a su cota más elevada; por otra parte, muchos regantes prefieren utilizar el agua limpia de sus pozos que el agua más o menos turbia del río que, a la larga, deteriora el suelo artificial de sus enarenados.

La comparación entre el consumo del delta y su alimentación deja aparecer un importante superávit de 35 a $60 \text{ hm}^3/\text{año}$, que se pierde al mar subterráneamente o a través del cauce del río Adra y de las "boqueras" de excesos de riego.



CUATERNARIO
 Conos de deyección

PLIOCENO
 Calcarenitas, microconglomerados y arenas amarillentas
 Margas gris-azuladas

MIOCENO
 Calizas areniscosas y conglomeráticas (F. Vicar)
 Conglomerados de matriz arcillosa
 Rocas volcánicas

TRIAS
 Calizas y dolomías
 Calcoesquistos
 Filitas

Falla
 Cabalgamiento
 103 S.E.V. no profundo
 (515) S.E.V. profundo
 63 D Sondeo mecánico
 S.E.V. o sondeo mecánico proyectado sobre el perfil



ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)
CORTES HIDROGEOLOGICOS
 — CAMPO DE DALIAS —

Fig. 13

7.2.3.— CONCLUSIONES

- La cuenca del río Adra es la única con excedentes de agua dentro de la provincia de Almería.

Existen unas pérdidas importantes al mar, tanto superficiales como subterráneas.

- La utilización de los recursos de esta cuenca pueden incrementarse ampliamente si se consigue la regulación de los aportes superficiales (Embalse de Benínar) y con la regulación de los caudales drenados por las dolomías (25–30 hm³/año), mediante la ejecución de sondeos dentro de los acuíferos dolomíticos y posiblemente mediante la explotación del manto detrítico del delta.

7.3.— EL CAMPO DE DALÍAS

7.3.1.— GEOLOGIA (VER FIG. 13).

El Campo de Dalías es una cuenca sedimentaria plio—miocena de materiales marinos detríticos, recubierta en determinadas zonas por depósitos Cuaternarios formados por conos de deyección de las ramblas que drenan la vertiente sur de la Sierra de Gádor.

Debajo de los materiales terciarios existe el substrato triásico alpujárride, determinado en una gran extensión mediante geofísica eléctrica y confirmado por sondeos mecánicos profundos.

7.3.1.1.— LITOESTRATIGRAFIA

MIOCENO SUPERIOR

Constituye una formación detrítica transgresiva discordante sobre los materiales triásicos y está formado de muro a techo por:

- a) Conglomerado de base. Constituido por cantos heterométricos de dolomías, calizas y cuarzo, con cemento calizo—arenoso. Potencia variable desde 1 m a unos 45 m. No aflora en la zona que nos ocupa. Se considera de buena permeabilidad (sondeo S—1.D).
- b) Formación de margas y yesos. Constituida por margas plásticas grises de potencia variable. En el centro existen yesos masivos en forma de anhidritas con potencia de 40 m. (sondeo S—1.D), y en los bordes con intercalaciones de margas y pequeño espesor (sondeo S—2.D). La potencia media de la formación completa no supera 100 m. Este nivel impermeable no aflora en superficie y se hace más detrítico hacia la parte oriental del Campo.
- c) Formación calcarenitas (denominadas Vícar). Constituida por calizas areniscosas o conglomeráticas, muy fosilíferas (lamelibranquios, Ostrea, etc.) y de color amarillento. Presenta muchas variaciones laterales, llegando a constituir bancos de

conglomerados. La potencia es variable llegando a no determinarse en algunas zonas (sondeos S-2.D). Su potencia media está entre 100 y 130 m. Nivel muy permeable por porosidad intersticial, constituyendo un acuífero de buenas características. Aflora en las crestas de Sierra de Gádor, encima del Trías, y subyace bajo los conos de deyección.

PLIOCENO INFERIOR Y MEDIO

Constituido por materiales detríticos, que se apoyan directamente sobre los materiales miocenos, sin que parezca que haya discordancia. Las formaciones de muro a techo son:

- a) Formación margas.— Constituida por margas grises—amarillentas en superficie y grises en profundidad. Hacia los bordes y al techo de la formación, ésta se hace muy detrítica llegando a constituir posibles acuíferos. Nivel impermeable. Su potencia media es superior a 300 m, aunque falta en los bordes de la cuenca. Aflora en el SW del Campo en la zona de Balerma—Guardias Viejas.
- b) Formación calcarenitas.— Constituida por calcarenitas y arenas amarillas, muy fosilíferas (Lamelibranchios, Ostrea, etc.). Presenta variaciones laterales, llegando a constituir un nivel conglomerático en los bordes. Potencia variable no superior a los 80 m. Nivel permeable por porosidad, constituyendo el acuífero más explotado del Campo. Aflora en toda la parte central y sur del mismo, y subyace bajo los conos de deyección en distintas zonas. Al muro de la formación aparecen arenas grises.

PLIOCUATERNARIO

Discordante sobre la formación anterior.

Constituido por un conglomerado heterométrico de matriz arcillosa—caliza e intercalaciones de arcillas rojizas y areniscas, que recubren en general los materiales plicenos. Su potencia media es inferior a 10 m y, en general, se considera poco o nada permeable.

Aparece también debajo de los conos de deyección.

CUATERNARIO

Se han distinguido dos tipos principales de materiales:

- a) Conos de deyección.— Originados en las desembocaduras de las ramblas al Campo y constituidos por materiales detríticos heterogéneos más o menos cementados (gravas, arenas y arcillas), procedentes de la erosión. Presentan permeabilidad primaria o por porosidad.
- b) Formaciones recientes.— Constituidas por gravas, arenas y arcillas. Presentan en general buena permeabilidad.

ROCAS IGNEAS

Dentro de las rocas ígneas y en relación a su edad podemos dividir las en triásicas y postorogénicas (neógenas y postneógenas).

Triásicas.— Afloran entre las filitas y también en la base del paquete calizo—domiítico. Son de color verde y están consideradas como lavas submarinas. Son de carácter alóctono y se clasifican dentro del grupo de las diabasas.

Postorogénicas.— Afloran en superficie, en la parte Noreste del Campo. Pueden corresponder a varias coladas.

Anteriores a la deposición de las calcarenitas miocenas —se observa en superficie y en los cortes geológicos de los sondeos— existen coladas de materiales volcánicos (andesitas y piroxenos). Asimismo, se ha determinado la existencia al techo de estas coladas y de un conglomerado más o menos arcilloso de cantos volcánicos y superior a éste un conglomerado de matriz calcarenítica con presencia de fósiles y cantos andesítico—piroxénicos (determinados en superficie y en profundidad).

Posteriormente ha tenido lugar la deposición de las calcarenitas miocenas (denominadas Formación Vúcar).

No se excluye la posibilidad de más coladas en esta zona. Más al E., al Norte de Aguadulce, varios sondeos del I.R.Y.D.A. han cortado coladas volcánicas formadas por cenizas y tobas biotíticas algo alteradas que alternan con niveles conglomeráticos de pie de monte y que pudieran ser consideradas de edad plio—cuaternaria.

En general, pueden presentar permeabilidad local por fracturación.

7.3.1.2.— TECTONICA

Posteriormente a los grandes cabalgamientos ocasionados por la orogenia alpina se produjeron varias fases de reajuste que se tradujeron en movimientos verticales. Además del substrato alpujárride, también la cobertera neógena se encontró afectada por fallas de dirección WSW—ENE y WNW—ESE, probablemente subverticales.

Dichas fallas, a veces poco visibles en superficie, han sido puestas de manifiesto bajo el mar por la campaña geofísica (sísmica) de la Plataforma continental (INI/ADARO/US Geological Survey). En tierra, el estudio detallado de las columnas de sondeos mecánicos existentes, junto con la campaña de geofísica eléctrica ejecutada en el marco del Proyecto, han evidenciado un mínimo de 6 fallas, igualmente repartidas en las 2 direcciones anteriormente definidas.

Estas fallas, de salto comprendido entre 100 y 300 m, generalmente, suelen hundir los bloques más meridionales, aunque no ha podido ser definido el papel de las fallas de una dirección con respecto a las de la otra.

Lo que sí ha sido puesto de manifiesto es que algunas afectan a los términos más recientes (margas mio—pliocenas e incluso calcarenitas pliocenas) mientras que otras, al parecer, son como mucho sincronas de la deposición de dichas margas.

Además de estas 6 fallas, deben existir otras: bien de menos importancia o bien de determinación difícil por el potente depósito de margas suprayacentes. La sísmica marina ha puesto de manifiesto la existencia de una falla doble, llamada de Guardias Viejas, que levanta el substrato entre ellas: ha dado lugar al afloramiento dolomítico del Morrón, y se sigue (hecho que parece comprobado por nuestra geofísica eléctrica profunda) hasta Roquetas. El levantamiento de este bloque, que facilita el acceso por sondeos a las dolomías, será aprovechado próximamente para la ejecución de un sondeo profundo con material del I.R.Y.D.A., en el marco del Proyecto.

7.3.2.— DESCRIPCION HIDROGEOLOGICA

Aunque geográficamente la zona noroeste forme parte del Campo de Dalías, está hidrogeológicamente independizada del mismo. Su acuífero está constituido por las calcarenitas miocenas de la formación Vícar y las dolomías alpujárrides, íntimamente asociadas, que han sido estudiadas en el párrafo 7.1., bajo el nombre de "escama de Dalías—El Ejido".

El acuífero aquí estudiado es el que corresponde a las calcarenitas pliocenas y a las formaciones más recientes a ellas asociadas.

7.3.2.1.— EXTENSION Y ESTRUCTURA DEL ACUIFERO (VER FIG. 13—14)

Las calcarenitas pliocenas, o las formaciones conglomeráticas que afloran al Este y al Oeste del Campo, cubren la casi totalidad del mismo. Solamente dejan de existir, por no sedimentación o por erosión, en los bordes cerca de las dolomías, así como en el Suroeste donde aflora su substrato margoso, cuyo espesor puede alcanzar varios centenares de metros.

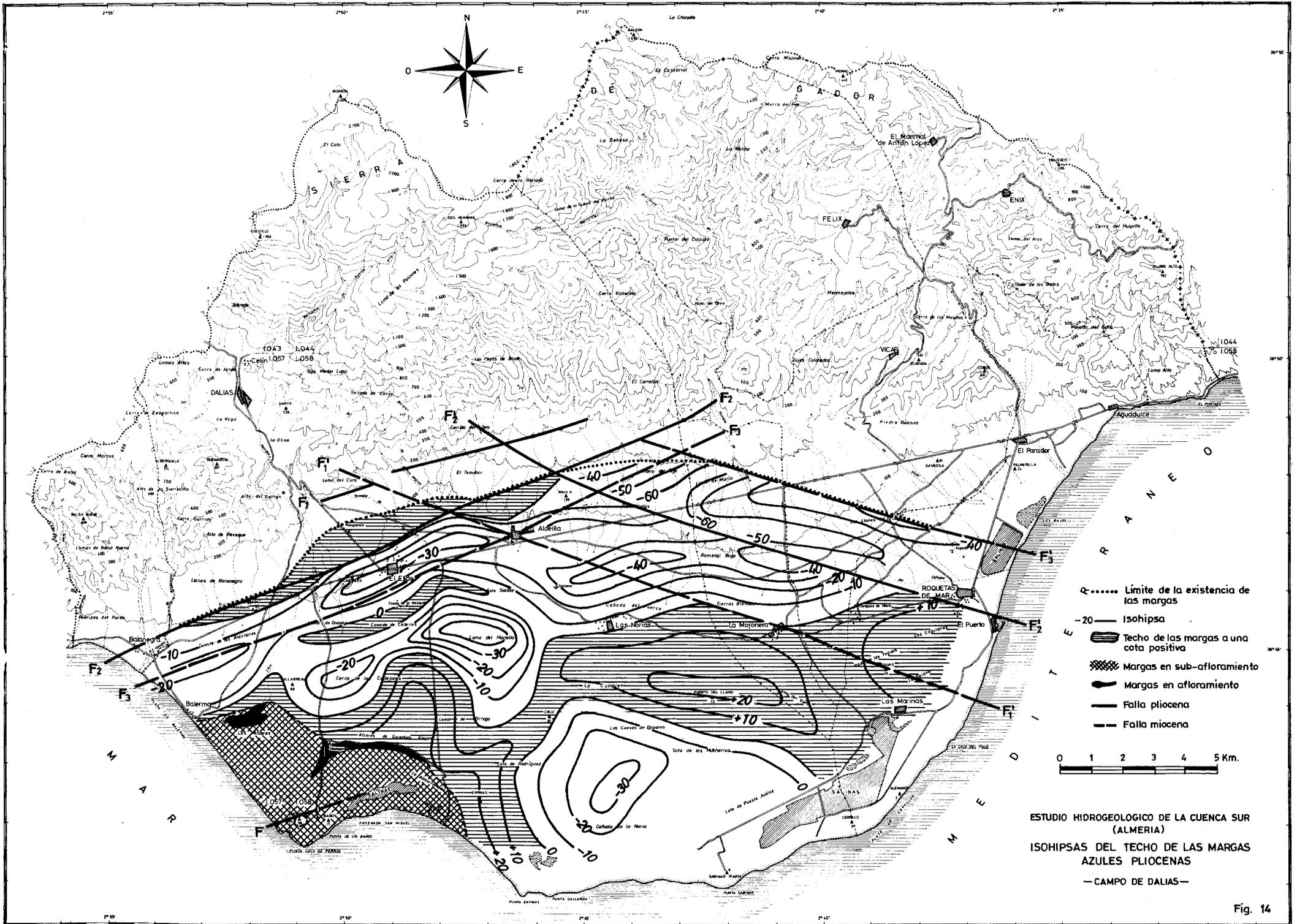
Su potencia hasta las margas, según el grado de erosión a que ha estado sometido, oscila entre 40 y 100 metros, aunque el espesor saturado está comprendido entre 0 y 70 metros aproximadamente.

En realidad las margas y las calcarenitas se depositaron en continuidad de sedimentación, por lo que la base del acuífero lo constituyen unas margas arenosas, cuya proporción de arena decrece rápidamente hacia abajo y hacia el Sur. Tampoco es un indicio de que se entra en las margas la aparición del color gris.

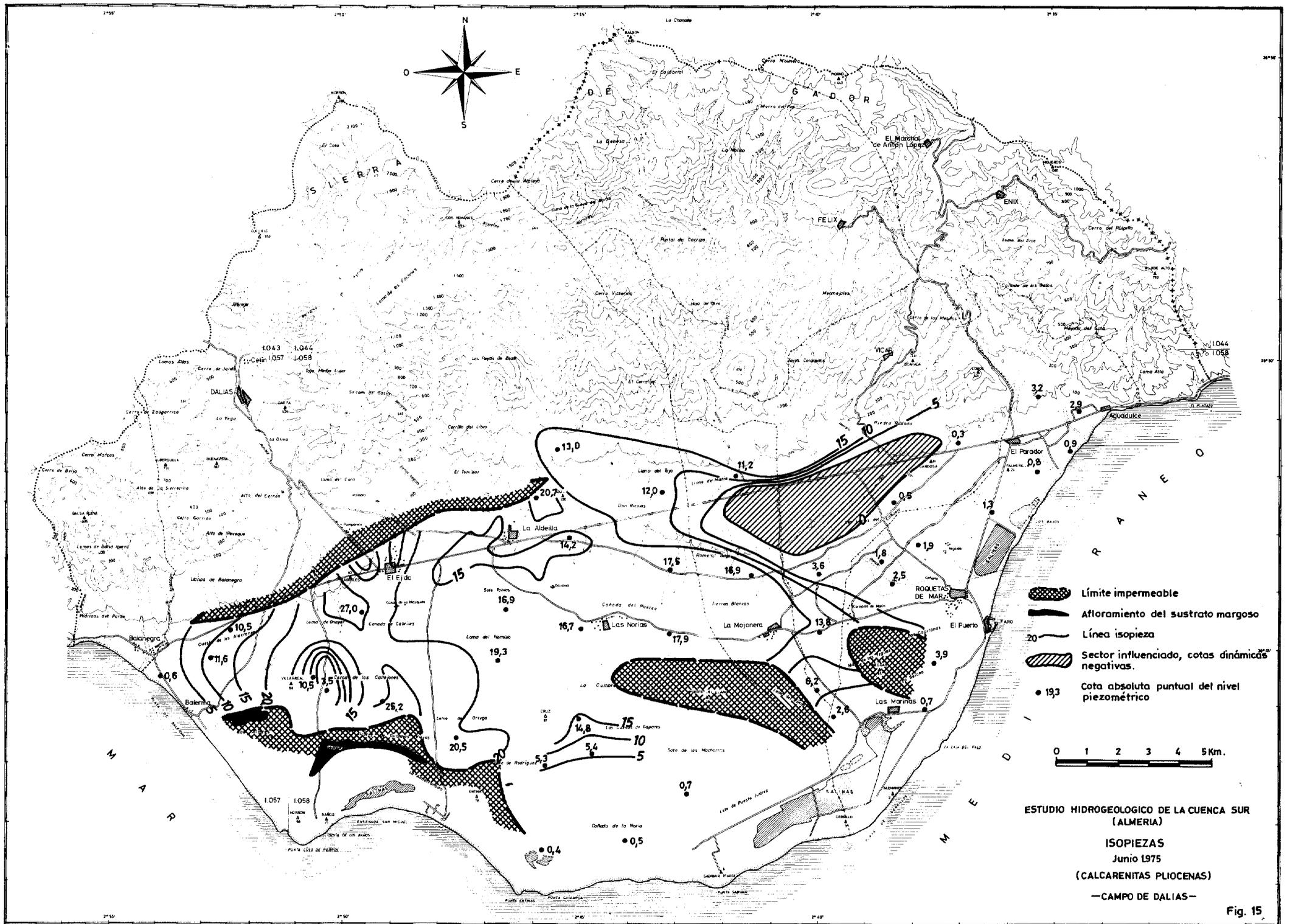
Estos dos hechos, unidos a la general imprecisión de las columnas de los sondistas —tanto particulares como del INC— han hecho difícil y frecuentemente subjetiva, la determinación de la base del acuífero.

La resistividad eléctrica de las calcarenitas saturadas es bastante variable, dando cuenta de todos los pasos posibles entre la arena margosa (25 a 100 Ω .m.) y la calcarenita compacta y microconglomerática (500 a 1.000 Ω .m.).

La estructura es muy suave en general, formando las calcarenitas una plataforma, ligeramente ondulada, según dos juegos de fallas de dirección WSW—ENE y WNW—ESE. Es de notar, sin embargo, que al menos 2 de estas fallas, una de cada dirección, tienen un importante papel en la hidrogeología del Campo, papel que se estudiará más adelante.



ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR
(ALMERIA)
ISOHIPAS DEL TECHO DE LAS MARGAS
AZULES PLIOCENAS
-CAMPO DE DALIAS-



-  Límite impermeable
-  Afloramiento del sustrato margoso
-  Línea isopieza
-  Sector influenciado, cotas dinámicas negativas.
-  19,3 Cota absoluta puntual del nivel piezométrico



Aunque en dicho apartado se estudiarán más detenidamente las condiciones de los límites, se pueden ya definir los mismos a grandes rasgos:

El acuífero está limitado al SSW del Campo por el afloramiento de las margas, que forma una especie de espolón que se continúa hacia el Este sin aflorar pero a una cota tal que constituye una barrera hidráulica discontinua entre el Campo, propiamente dicho, y la zona costera de Salinas.

En el ángulo ENE del Campo, y debido a la gran falla de Dalías—Roquetas, no existen ni calcarenitas ni margas infrayacentes, sino las calcarenitas miocenas de Vícar que descansan sobre un conglomerado de matriz arcillosa y a su vez sobre las dolomías de Félix y/o de Gádor.

En el extremo oriental del Campo, las calcarenitas de Vícar lindan con las dolomías de Gádor (zona de El Parador—Aguadulce).

Del otro lado del Campo, en el Noroeste, otra gran falla, de dirección ésta WSW—ENE, ha tenido efectos parecidos, con la particularidad de levantar también las margas y de independizar de este modo el compartimento noroeste, estudiado en el párrafo 7.1. bajo el nombre de “escama de Dalías—El Ejido”.

En todo el borde Norte, las calcarenitas pliocenas deben estar en contacto con las dolomías, directamente o a través de la formación Vícar. No obstante, la parte oriental de dicho fondo está en contacto no con las dolomías de la unidad de Gádor, sino con las del manto Félix y las filitas a él asociadas; este último contacto se complica aún más por intrusiones de coladas volcánicas.

Así delimitado, y exceptuando la zona costera Balerma—Roquetas, el acuífero tiene una extensión de 180 km². A partir del mapa de isopacas que se ha construido, se ha calculado en 5.500 hm³ el volumen saturado.

7.3.2.2.— PIEZOMETRIA (VER FIG. 15)

La piezometría está conocida por un millar de puntos de agua inventariados, de los que han sido nivelados 661. Su variación en el tiempo se conoce gracias al control mensual de una red táctica de 54 puntos durante los años 1972, 73 y 74, que pasó a 100 puntos en 1975.

Además se ejecutó una campaña de control cada 6 meses sobre unos 125 puntos. Por fin, se midieron 363 puntos en el mes de Diciembre de 1972, y 570 en el mismo mes de 1975.

Estos numerosos datos han permitido elaborar mapas de isopiezas cada 6 meses, gráficos de evolución de niveles de muchos piezómetros con un historial de más de 3 años, mapas de isovariación, mapas de profundidad del agua, etc., presentados en el Informe Técnico núm. V.

En la zona central del Campo, la superficie piezométrica es tranquila, con gradientes del orden de 0,1 a 0,2 por ciento. Se nota claramente un embudo debido a las fuertes extracciones del sector de El Ejido.

En el Suroeste, Sur y Sureste, el manto se descarga, bastante mal, hacia las zonas costeras, con gradientes de 0,5 a 0,6 por ciento.

La ya indicada falla de Dalías—Roquetas, responsable entre otras cosas de la yuxtaposición de 2 formaciones neógenas de edad diferente (ver apartado 7.3.2.1.), provoca así una barrera hidráulica (saltos de una decena de metros, equivalentes a un gradiente de 2 por ciento) entre el conjunto del Campo y la zona nororiental. Esta última, mal alimentada y muy explotada (en particular por los sondeos del I.R.Y.D.A.) tiene un claro embudo de sobreexplotación, con cotas incluso negativas. La extensión hacia el mar de dicho embudo provocará en breve una contaminación marina.

En cuanto a las variaciones de los niveles piezométricos con el tiempo, se puede decir que en el centro del Campo se ha producido un descenso moderado de 0,5 a 1 m en 2 años, probablemente debido tanto a la sequía como a la explotación. Se nota incluso, hacia el Sureste, una zona con subidas de niveles de hasta 1 metro. (ver fig. 16 a 21).

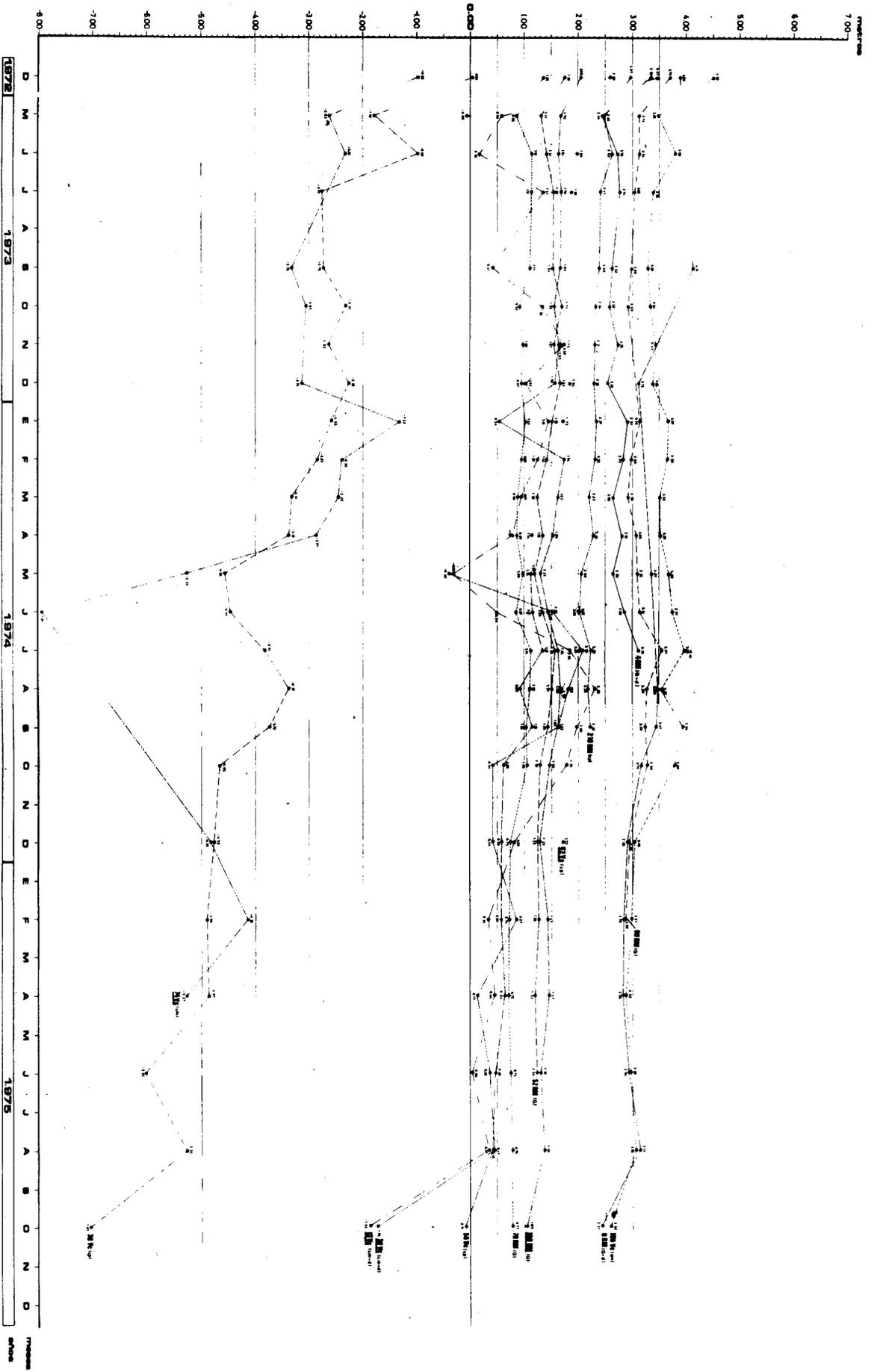
Al contrario, en la pequeña cubeta de Guardias Viejas, situada hacia el Suroeste del Campo, las explotaciones muy fuertes en una zona de mala alimentación lateral han provocado la formación de un embudo de depresión que ha podido alcanzar localmente 9 metros en 2 años.

Más espectacular, por ser general, es la bajada de niveles en todo el borde norte, que frecuentemente alcanza 1 metro por año y pasa de 2 metros por años en el sector noreste ya aludido.

7.3.2.3.— ESQUEMA HIDRODINAMICO

El manto es libre alimentado por las lluvias y los excesos de riego, así como por la escorrentía superficial procedente de la Sierra de Gádor y en alguna zona por el manto contenido en las dolomías de la misma. Se descarga esencialmente por bombeos y en menos medida hacia el mar en los sectores donde lo permite la cota del substrato margoso.

- a) **Subdivisiones internas:** Aunque se ha aludido a ellas en los apartados anteriores, se puede recordar que son tres las zonas en que se puede dividir el acuífero del Campo de Dalías.
- El Campo de Dalías propiamente dicho.
 - La zona costera entre Balanegra y Roquetas, total o parcialmente (según el sector) independizada de la zona anterior por los afloramientos o subafloramientos del substrato margoso.
 - La zona noreste (El Parador), total o parcialmente independizada de la primera por la falla de Dalías—Roquetas.
- b) **Condiciones en los límites:** La primera zona que se acaba de indicar tiene al noroeste un límite impermeable (margas y falla) con el compartimiento dolomítico Vícar. Desde el Norte, debe recibir una alimentación por las dolomías de la Sierra de Gádor. Hacia el Este, Sur y Suroeste, se descarga, difícilmente, hacia la zona de



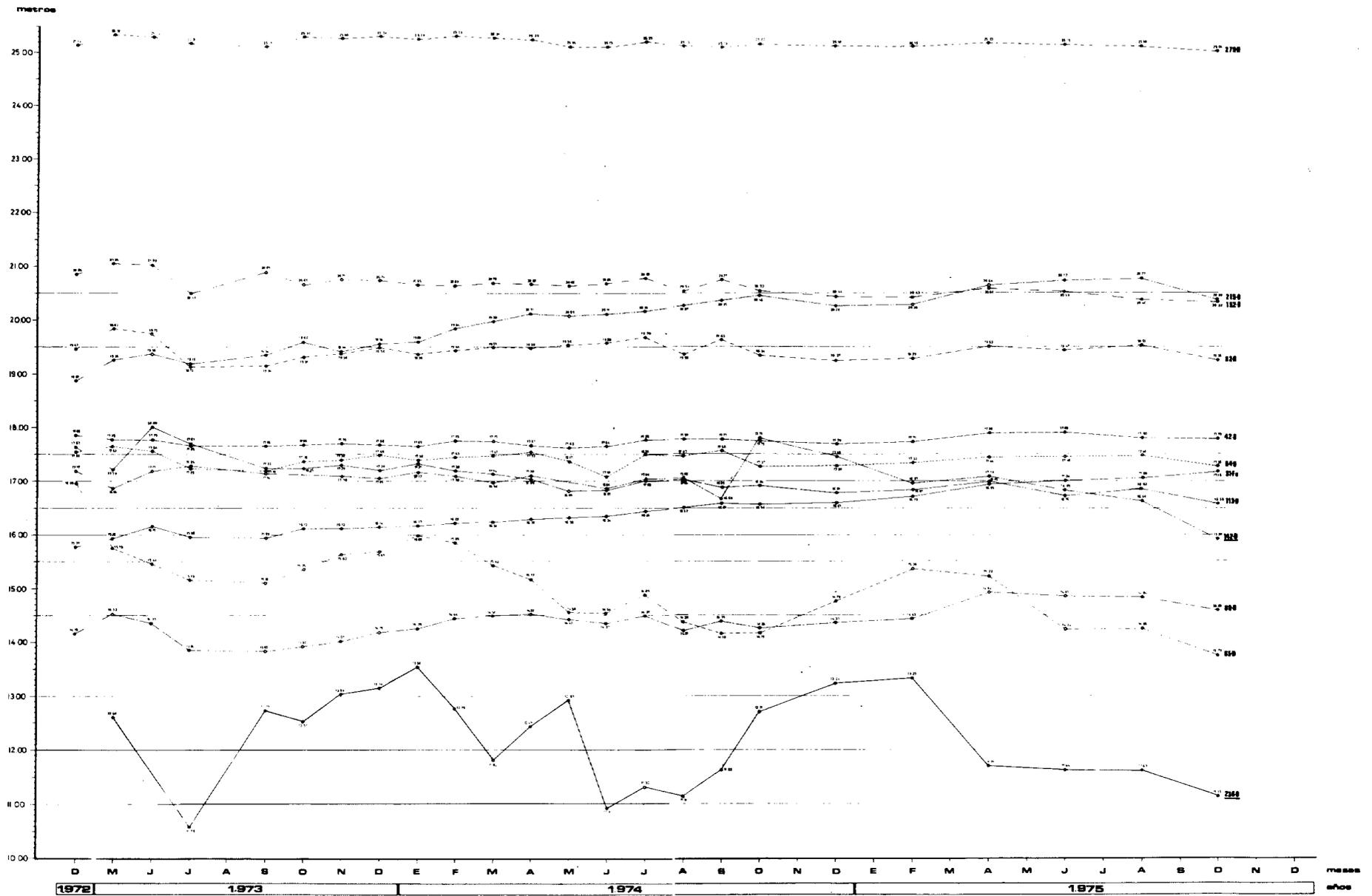
12.5 SONDEO EN EXPLORACION
 31.4 SONDEO SIN EXPLORACION



ACUIFEROS:
 CONJUNTO DE ARENAS CUATERNARIAS (1)
 CALCARENITAS PLEOCENAS (2)
 CALCARENITAS MIOCENAS (3)
 DOLOMITAS TRIASICAS (4)

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)
 GRAFICO DE EVOLUCION DE NIVELES
 ZONA ESTE "EL PARADOR"
 - CAMPO DE DALIAS -

Fig. 16



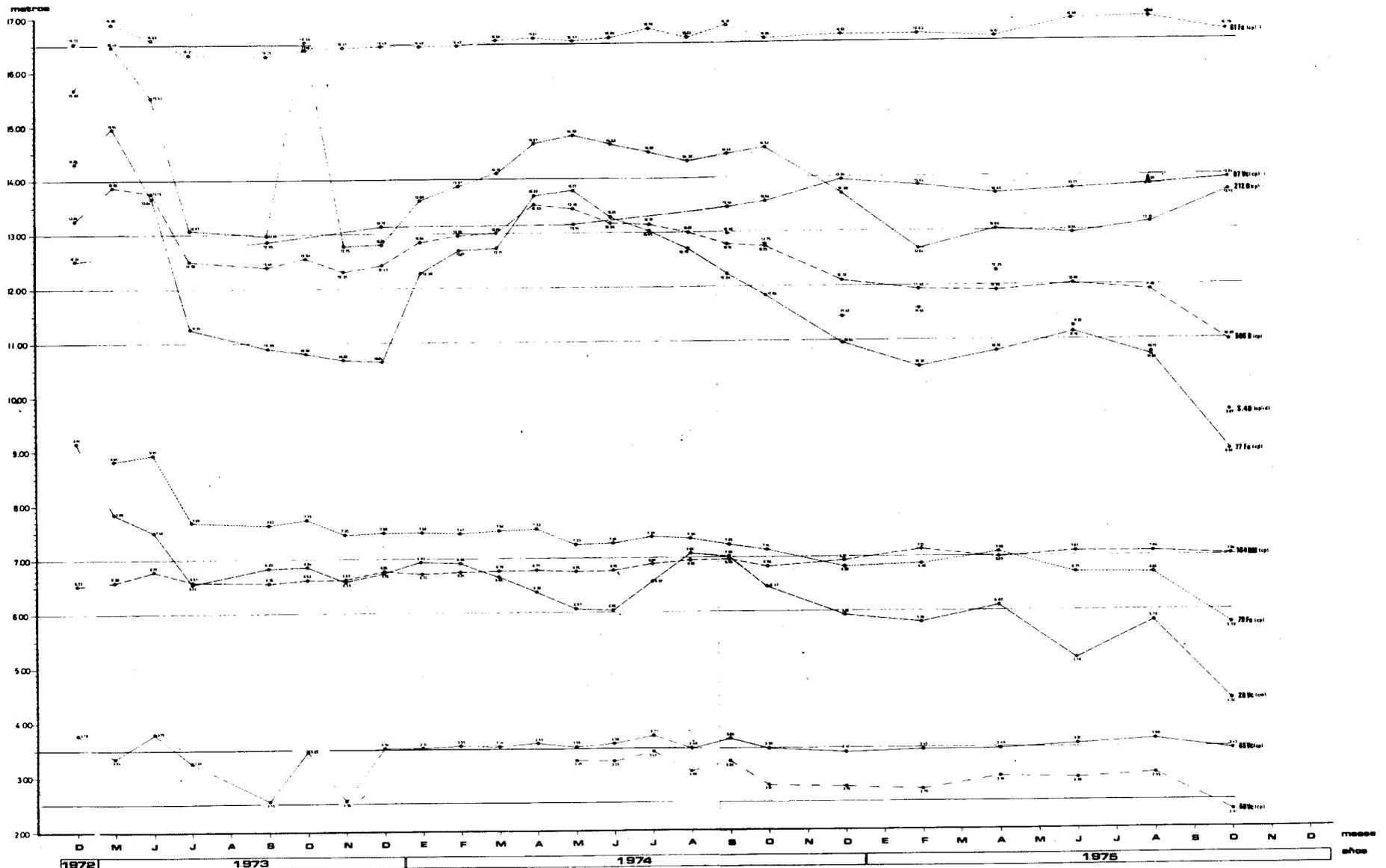
● SONDEO EN EXPLOTACION
 ■ SONDEO SIN EXPLOTACION



ACUIFERO:
 CALCARENITAS PLIOCENAS

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)

GRAFICO DE EVOLUCION DE NIVELES
 ZONA "LA ALDEILLA" LAS NORIAS
 - CAMPO DE DALIAS -



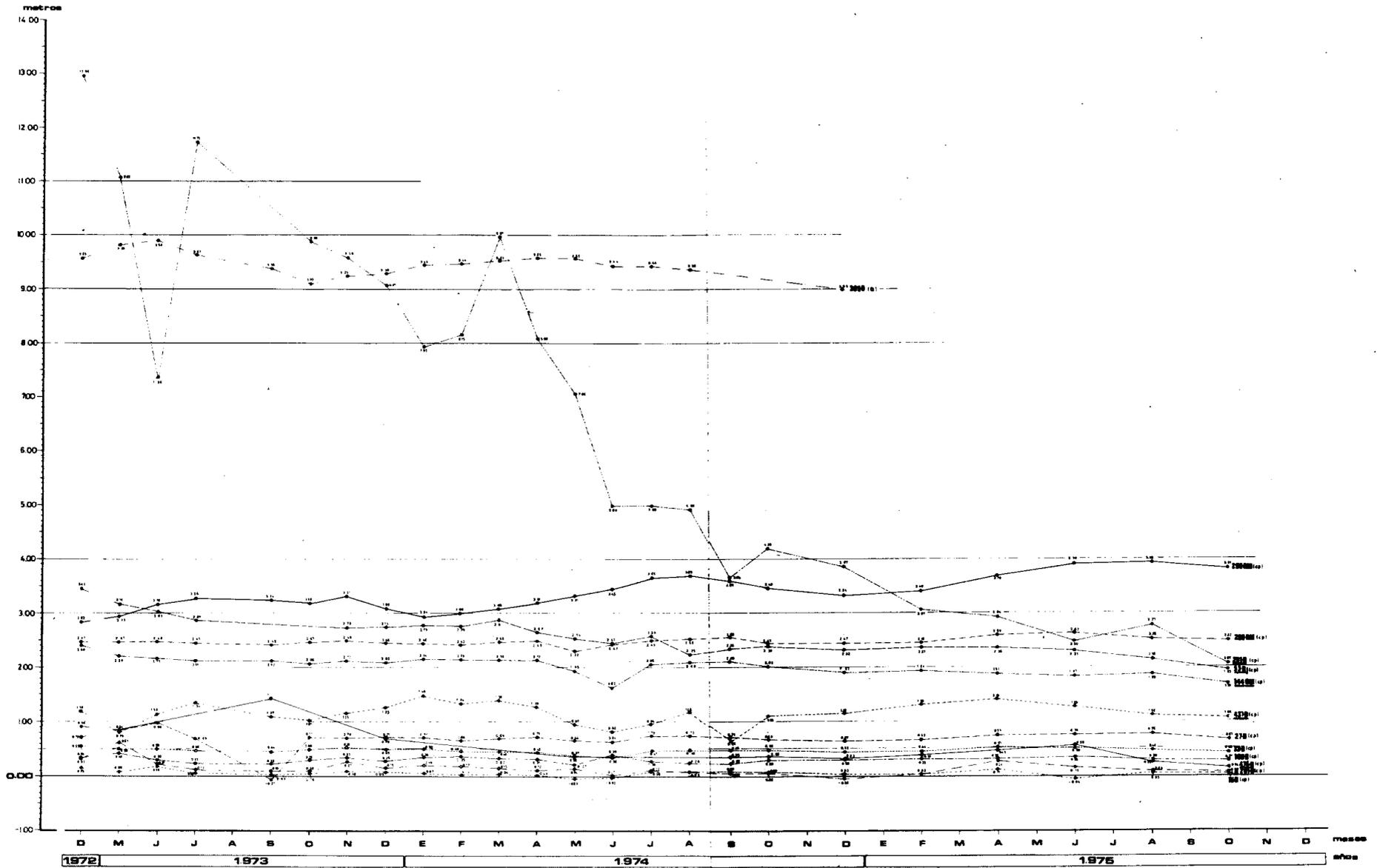
111 SONDEO EN EXPLOTACION
 110 SONDEO SIN EXPLOTACION



ACUIFERO: CALCARENITAS PLIOCENAS (101)
CALCARENITAS MIOCENAS (102)
DOLOMITAS TRIASICAS (103)

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR
 (ALMERIA)
GRAFICO DE EVOLUCION DE NIVELES
 ZONA CENTRAL "LA MOJONERA"
 -CAMPO DE DALIAS-

Fig. 18



■ SONDEO EN EXPLOTACION
 ● SONDEO SIN EXPLOTACION

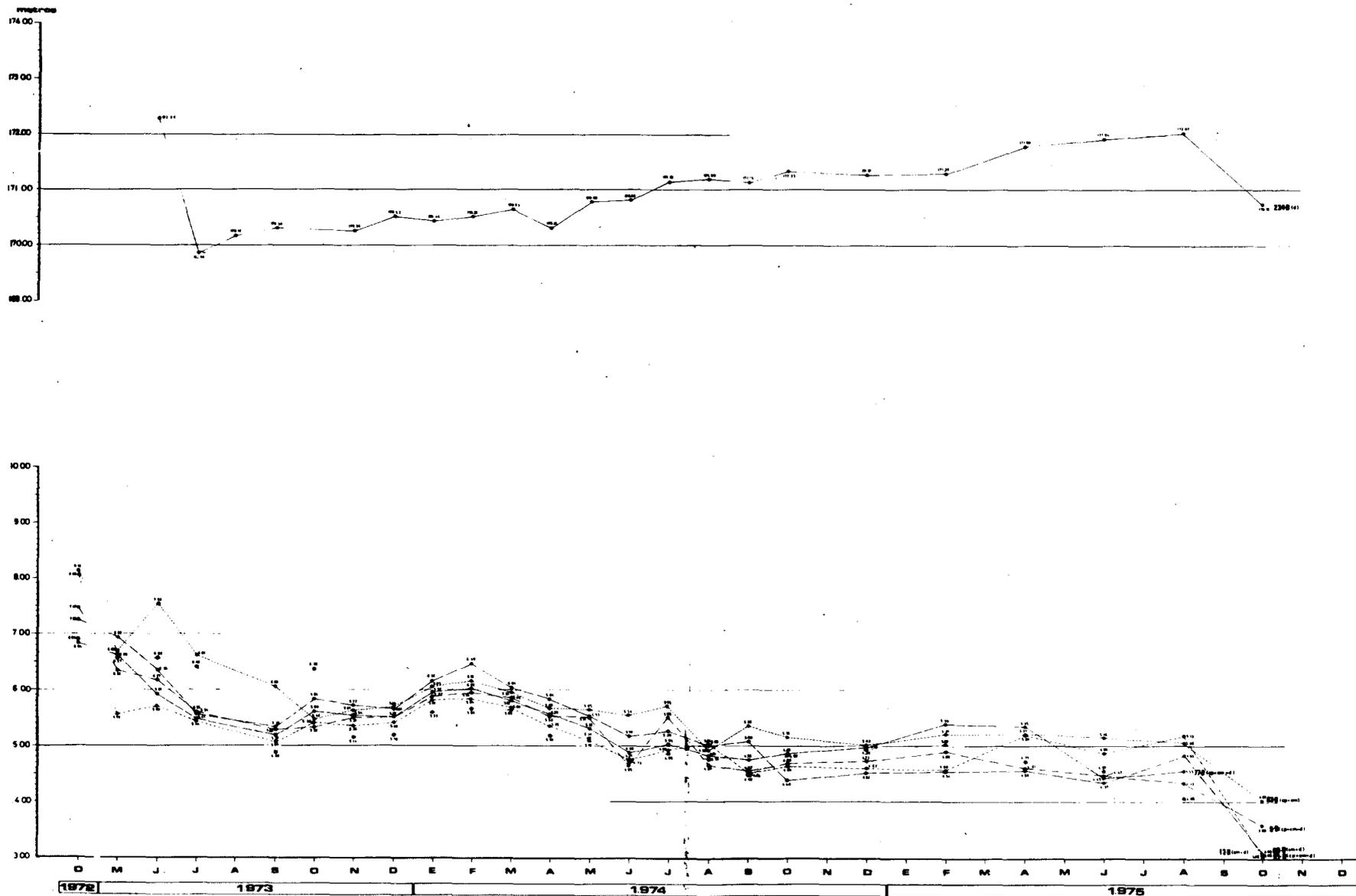


ACUIFEROS:
 CONGLOMERADOS Y ARENAS CUATERNARIAS
 CALCARENITAS PLEOCENAS

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)

GRAFICO DE EVOLUCION DE NIVELES
 ZONA LITORAL
 -CAMPO DE DALIAS-

Fig. 19



118 SONDEO SIN EXPLOTACION

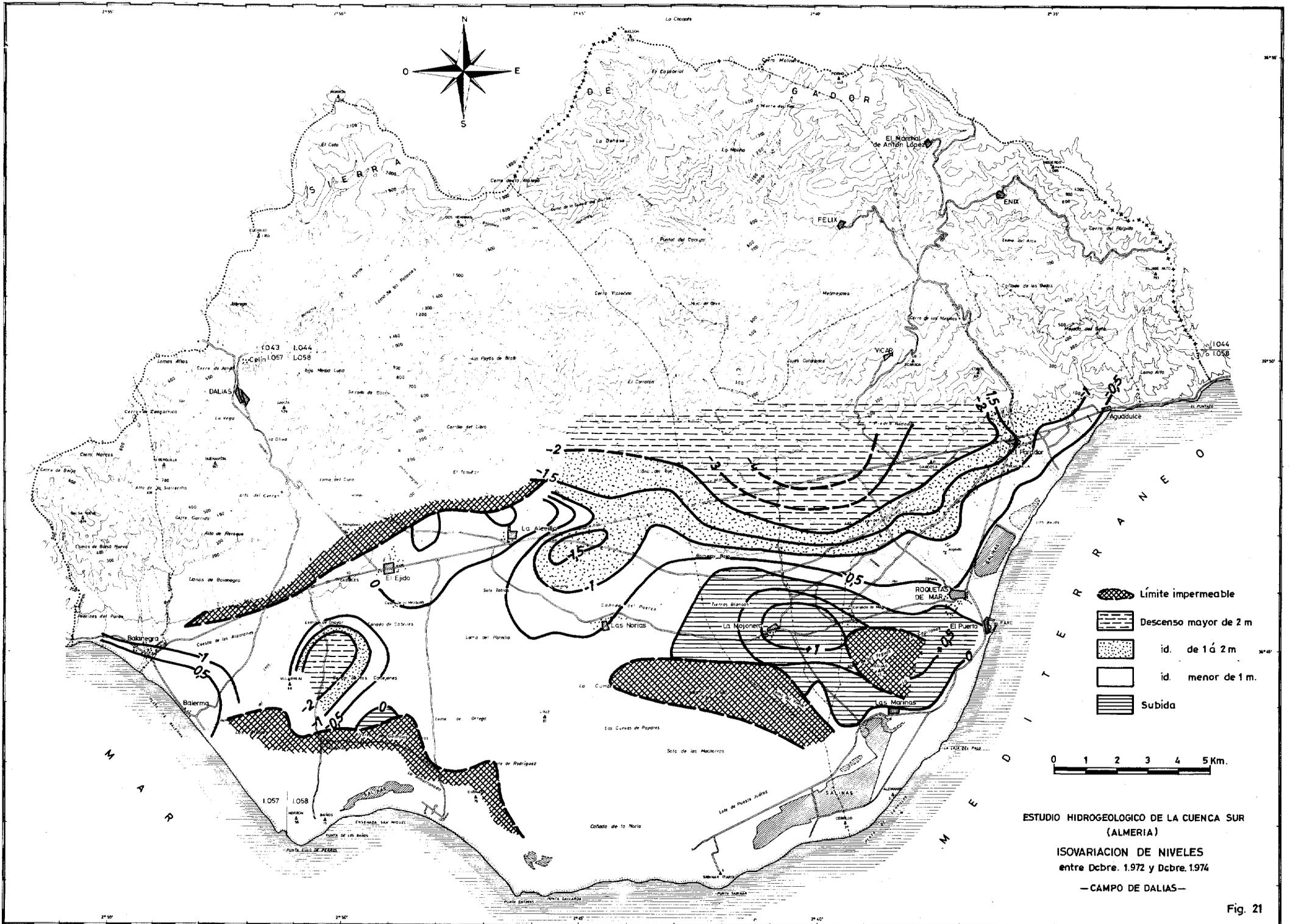


ACUIFEROS: CALCARENITAS PLIOCENAS (ca)
 CALCARENITAS MIOCENAS (cm)
 DOLOMIAS TRIASICAS (tr)

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR
 (ALMERIA)

GRAFICO DE EVOLUCION DE NIVELES
 ZONA NORTE DE EL EJIDO
 -CAMPO DE DALIAS-

Fig. 20



ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR
 (ALMERIA)
 ISOVARIACION DE NIVELES
 entre Dcbr. 1972 y Dcbr. 1974
 — CAMPO DE DALIAS —

Fig. 21

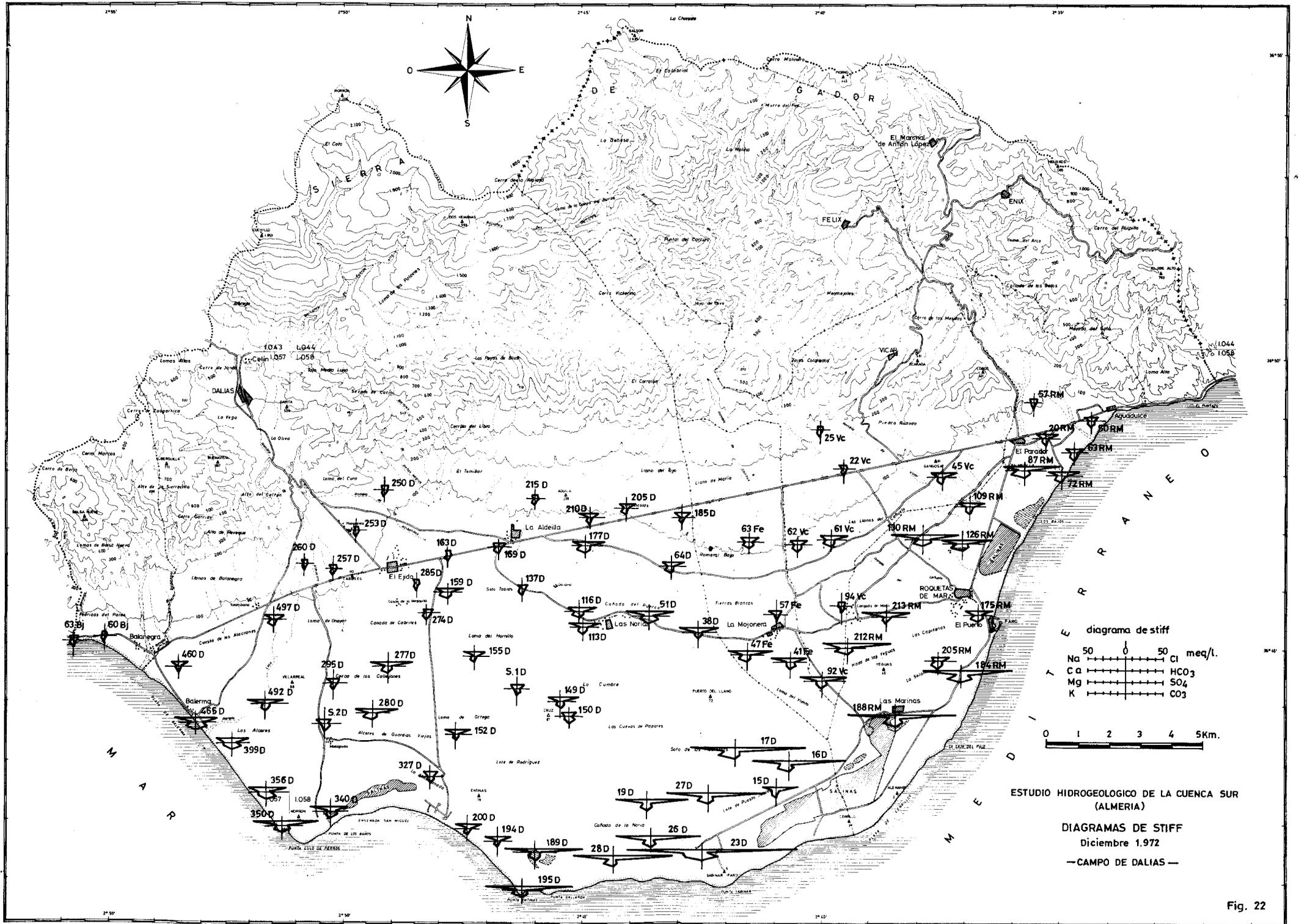


Fig. 22

El Parador y la zona costera.

La zona de El Parador tiene una forma triangular: sus lados norte y suroeste reciben una escasísima alimentación a partir, respectivamente, del manto filito—dolomítico de Félix y de la zona anterior; solamente en su vértice NE debe recibir una alimentación no completamente despreciable de las dolomías de Aguadulce (Sierra de Gádor); hacia el sureste, esta zona linda con el mar entre Aguadulce y Roquetas.

La zona costera, por fin, tiene escasa alimentación lateral, lo que provoca una intrusión salina detectable con geofísica.

c) Parámetros hidráulicos: La interpretación de varios bombeos de ensayo en distintas zonas permite atribuir transmisividades de 20 a 100 m²/h a la zona de El Parador (en contacto con las dolomías), de 5 a 20 m²/h a la parte oriental de la zona central, de 30 a 50 m²/h en las zonas costeras de Balerma—Balanegra y de Roquetas, y del orden de 100 m²/h en el resto del Campo.

El coeficiente de almacenamiento parece ser del orden de 2 a 5 por ciento en la zona de El Parador, y de 10 a 20 por ciento en el resto del Campo (salvo la zona costera, en que no se conoce dicho coeficiente).

7.3.2.4.— HIDROQUIMICA (VER FIG. 22 y 23)

El análisis de 77 muestras de agua repartidas en todo el acuífero permite definir las siguientes características:

En la zona nororiental, la calidad puede considerarse aceptable, hasta llegar a degradarse al Este de la carretera.

De valores de cloruros inferiores a 200 mg/l se pasa a valores muy superiores a 1 g/l. Asimismo y en el mismo sentido aumentan los sulfatos.

Por otro lado el peligro de alcalinización del suelo se hace muy elevado, siempre al Este del eje El Parador— La Mojenera y se pone de manifiesto en la observación de los suelos que se encuentran en general, salinizados, y con problemas en las zonas próximas.

En cuanto a la evolución de la calidad en el tiempo, hemos de destacar que según comunicación verbal de los agricultores de esta zona, han tenido que ir abandonando antiguos cultivos debido al empeoramiento de la calidad. Si retrocedemos al apartado de Piezometría, recordemos que existe una inversión del gradiente normal, por lo que, aparte de ser la causa fundamental del empeoramiento de la calidad, puede originar problemas mucho más funestos, como es lógico deducir.

En el resto del Campo (zona central y sur), donde las calcarenitas pliocenas, descansan directamente sobre las margas pliocenas, la degradación es asimismo característica del propio acuífero y la dirección de aquélla es de Norte a Sur (zona de alimentación — zona de drenaje) siguiendo el sentido de la piezometría. La zona de mejor calidad es la zona norte y oeste, empeora en el centro, y realmente es de muy mala calidad cerca de la costa sur del Campo.

Al igual que antes, los valores de Cl^- inferiores a 200 mg/l que se determinan en la parte Norte y Oeste, va aumentando en el centro hasta alcanzar la cantidad de 1 g/l. En la zona Sur, y según el sentido del drenaje de las aguas, éstas se cargan de iones Cl^- hasta alcanzar valores que oscilan entre 1 y 4 gr/l.

También, el peligro de alcalinización del suelo es patente en determinadas zonas de este sector, como puede observarse en el plano correspondiente, pero hemos de hacer constar, que excepto en la parte central donde los pozos si se usan para riego, los situados al sur están abandonados, son pozos de escasa profundidad y no está decidido utilizarlos para riego. La alcalinización del suelo, en las proximidades de la costa, es tan importante que existen saladores. No es de descartar una intrusión marina en esta zona. En el centro, se observan síntomas de salinización, incluso en las explotaciones enarenadas.

Comparando los análisis existentes en el "Estudio de los Recursos Hidráulicos totales de la Provincia de Almería" y los realizados por el presente Estudio, se advierte un empeoramiento bastante importante de la calidad en la zona próxima a la Aldeilla y, a en general, un emperaoamiento en la zona de la carretera Las Norias—Roquetas de Mar, con pozos asimismo abandonados por la salinidad, según manifestación verbal de los agricultores.

En conclusión, se puede decir que las aguas albergadas en las calcarenitas tienen una clara facies clorurada sódica, tanto más acusada cuanto que se va hacia la costa.

La calidad para riego es generalmente mediocre y llega a ser mala en determinados sectores.

Asimismo la potabilidad es pasable en el mejor caso, mediocre o mala en general, y llega incluso a ser potable.

7.3.3.— RECURSOS SUBTERRANEOS Y RESERVAS

7.3.3.1.— CONSUMOS Y SALIDAS (VER FIG. 24 Y PLANO 2)

Los datos calculados a partir del inventario sobre caudales y régimen de bombeo, contrastados con el conocimiento de las superficies regadas, de la naturaleza de los cultivos y de la tasa de riego aplicada (y teniendo en cuenta los aportes externos) permiten estimar en unos 42 $\text{hm}^3/\text{año}$ las extracciones para usos agrícolas. Cuenta habida de una reinfiltración, estimada en 15 por ciento, el caudal neto extraído se estima en 36 $\text{hm}^3/\text{año}$, a los cuales se añaden 2 $\text{hm}^3/\text{año}$ para abastecimiento humano, lo que da un total de **38 $\text{hm}^3/\text{año}$** .

Las salidas subterráneas hacia el mar por Balerma y por Roquetas—Aguadulce se pueden calcular en 6 $\text{hm}^3/\text{año}$, repartidos aproximadamente por igual entre ambos sectores.

El conjunto de salidas, entonces, alcanza unos **44 $\text{hm}^3/\text{año}$** .

7.3.3.2.— ALIMENTACION

La infiltración directa de las precipitaciones ha sido calculada en 12 $\text{hm}^3/\text{año}$. La

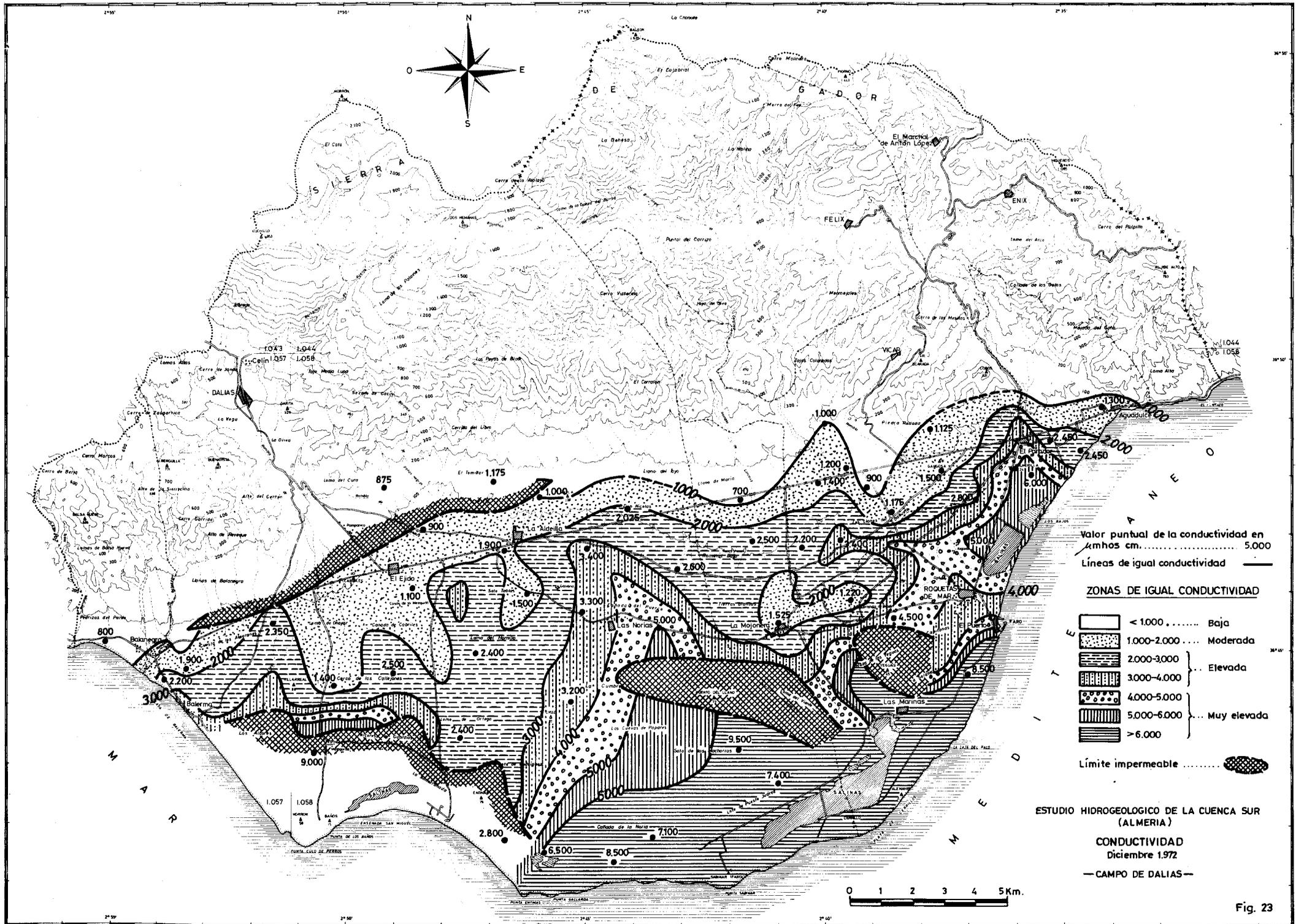


Fig. 23

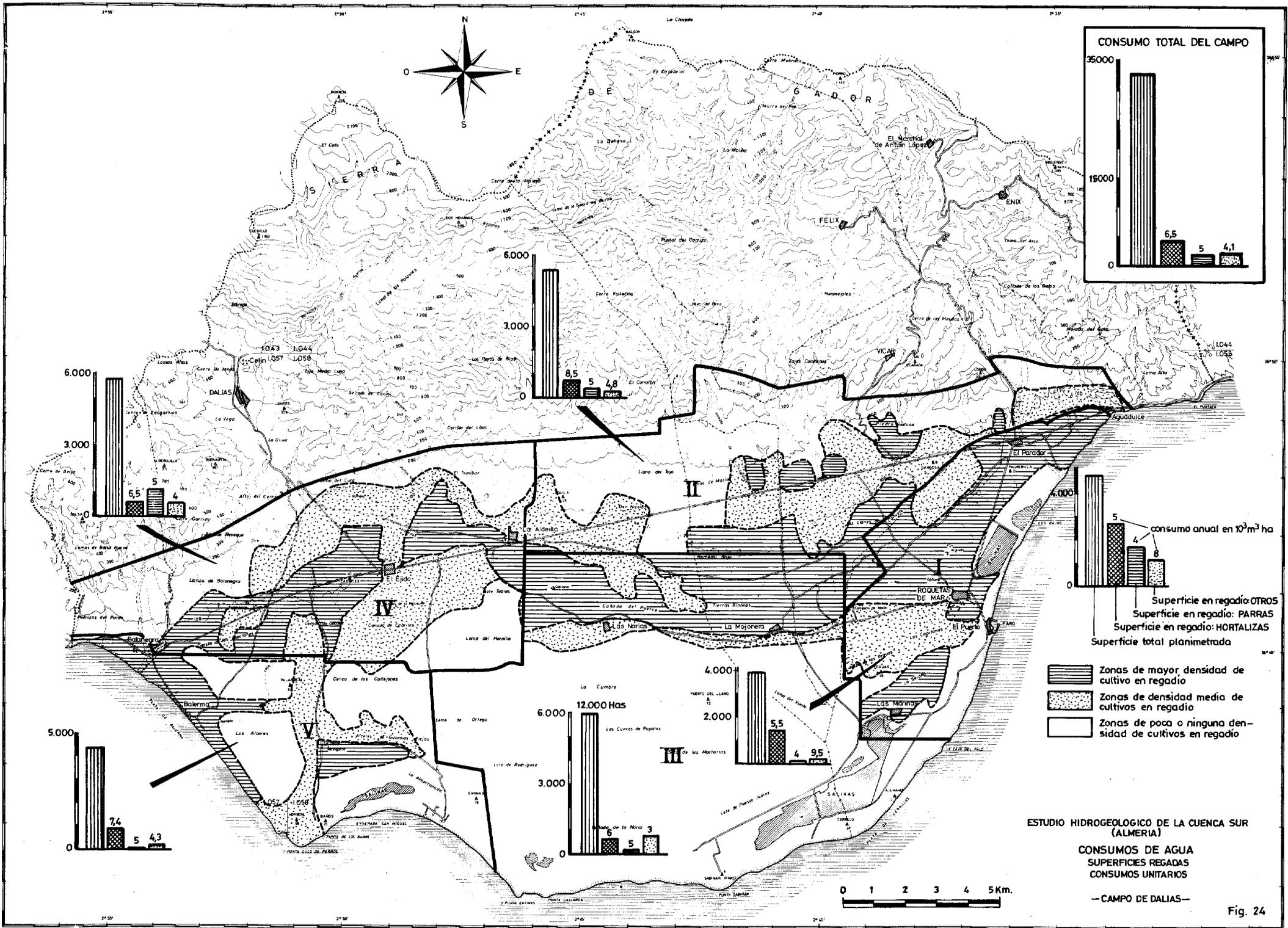


Fig. 24

infiltración, en los bordes, de toda la escorrentía superficial de la Sierra de Gádor que llega al Campo por las ramblas y que nunca alcanza el mar, se ha estimado en otros 12 hm³/año. La infiltración de excesos de riegos abastecidos por las canales se puede estimar en 1 hm³/año. Por fin, la alimentación subterránea procedente de las dolomías de la Sierra de Gádor, ha sido estimada en el párrafo 7.1. a unos 9 hm³/año.

El conjunto de las entradas, entonces, no pasa de unos 34 hm³/año, por lo que aparece un déficit de 10 hm³/año aproximadamente, compensado por la explotación de las reservas. A título orientativo, un cálculo del volumen suministrado por las reservas, hecho a partir de los mapas de isovariación, indica un valor probablemente comprendido entre 6 y 12 hm³/año, según la repartición de los coeficientes de almacenamiento.

7.3.4.— CONCLUSION

Merecen consideración los tres puntos siguientes:

- Primero: estos cálculos, al margen de su posible imprecisión, se han hecho para el período de los 3 últimos años, de notable sequía, por lo que la alimentación ha sido menor mientras que las extracciones han tenido que ser mayores. Es probable que, en año y medio, el déficit sea menos importante.
- Segundo: en la mayor parte del Campo propiamente dicho, los descensos han sido poco importantes, y tal vez ligados más a la sequía que a las extracciones; el embudo piezométrico de El Ejido, por molesto que sea para los utilizadores, no tiene mayor transcendencia que un continuo descenso de los niveles; pasa lo mismo con el embudo a Guardias Viejas, con el agravante de que el nivel piezométrico está ya muy cerca del substrato, al menos localmente y en ciertas épocas. No parece útil recurrir a una regulación legal de las explotaciones, que se está produciendo por sí misma en los sectores necesarios.
- Tercero: mucho más grave es la situación del sector nororiental (El Parador) donde las extracciones se encuentran desorbitadas con respecto a una alimentación natural más reducida que la que se podría prever cuando empezaron las explotaciones. Tal situación difícilmente podrá seguir así, debido al evidente peligro de invasión marina que hace correr a los pozos costeros y, a la larga, a los mismos pozos del I.R.Y.D.A.

7.4.— EL VALLE DEL ANDARAX Y SUS AFLUENTES

7.4.1.— GEOLOGIA

7.4.1.1.— LITOESTRATIGRAFIA

La casi totalidad de la cuenca del río Nacimiento y una parte de las de Gérgal—Tabernas y del Bajo Andarax (Sierra de Alhambra), están constituidas por formaciones del Paleozoico Nevado—filábride y, en menor medida, por terrenos del Triásico Alpujárride. Discordante sobre ellos reposan las formaciones neógenas y cuaternarias que rellenan el resto de las cuencas del Nacimiento, en Gérgal y de Tabernas, y la casi totalidad del Valle

de Andarax.

- **Paleozoico:** Engloba materiales que corresponden esencialmente a micaesquistos grafitosos con granates, cloritoides y biotitas, micaesquistos feledespáticos y gneises.

En el techo de la formación aparecen mármoles cipolínicos, que son los únicos que pueden tener algún interés hidrogeológico local dentro del conjunto impermeable.

- **Trías:** Ya descrito en el capítulo 7.1., está formado esencialmente de dolomías y de filitas.

- **Mioceno:** Conglomerado de base (MB): Tortoniense. Formación transgresiva sobre los niveles anteterciarios, de facies generalmente continental. Está constituido por un conglomerado poligenético y heterométrico de cantos redondeados de dolomías, esquistos, filitas, cuarzo y cuarcitas, con cemento calizo—arenoso—arcilloso, generalmente de color rojizo. La permeabilidad de esta formación es baja, debido a la matriz arcillosa.

En la cubeta del río Andarax, aflora principalmente en el borde Norte de la cuenca, en contacto con los materiales anteterciarios de Sierra Nevada y Filabres, y en el borde Sur en muy pocos puntos y con poca potencia, (carretera antigua de Instinción a Lújar); su potencia es muy variable, pudiendo superar en el borde Norte los 100 m.

En el pasillo de Gérgal—Tabernas, constituyen el anticlinal de la Serrata del Marchante, alineación paralela a Sierra Alhamilla. El sondeo S.2TA, emplazado en el mismo núcleo, ha perforado 210 m en conglomerado, sin llegar al triásico.

En el contacto triásico—terciario aparecen mineralizaciones de azufre en la zona de Benahadux—Gádor, siendo frecuentes las aguas sulfurosas, incluso en algunos de los sondeos profundos del centro del valle (97—HA).

Formación Margosa (MMC) y (M). Tortoniense. Margas de color amarillento con intercalaciones de niveles areniscosos. De carácter impermeable. Su potencia puede superar los 500 m según datos de sondeos. Aflora en gran parte de la cubeta del río Andarax y pasillo de Gérgal—Tabernas.

Maciños (MC₂). Andaluciense. Formación de calizas organógenas y areniscas. Pequeño afloramiento en el límite de la cuenca de Tabernas con el río Aguas. Su permeabilidad es buena, pero su potencia es muy reducida, unos 20 m.

Margas (M₃). Margas azuladas (amarillas en superficie). Pequeño afloramiento en el extremo Este de la cuenca de Tabernas, asociado a la base de la formación de yesos.

Yeso espejuelo (Y): Andaluciense. Yeso masivo con intercalaciones margosas blanquecinas de poca potencia. No tiene una continuidad en toda la cuenca, debido a frecuentes cambios laterales de facies. Existen unos afloramientos en el borde NE y E de la cuenca del río Andarax y en el extremo Este de la cuenca del Tabernas. Algunos de los sondeos profundos realizados en el valle del Andarax y Tabernas lo han cortado en

profundidad (97-HA y 6-V) y otros han llegado al Trías, sin cortarlo.

Formación Sorbas (MS). Andaluciense. Margas con intercalaciones arenosas, areniscas y calcarenitas. El conjunto es impermeable, aunque localmente pueden existir pequeños acuíferos asociados a los niveles más detríticos.

La serie estratigráfica más completa del Mioceno, la encontramos en la cubeta neógena del pasillo Tabernas—Gérgal.

PLIOCENO – MIOCENO

Formación Vúcar: (FV). Mioceno superior, posible Plioceno. Calizas areniscas y conglomeráticas (calcarenitas), muy fosilíferas en determinados niveles (Lamelibranchios, Ostreidos, Lithothamnios, Pecten, etc.). Cambios de facies según las zonas. En unas, calizas de tipo lacustre arrecifales, muy organógenas y detríticas; en otras, conglomerado calizo y, en otras, calizas esparíticas. Su potencia varía desde los 10 a los 50 m. Muy buena permeabilidad.

Los afloramientos principalmente se localizan en los bordes de las cubetas, discordantes sobre los materiales anteterciarios o en discordancia angular sobre las margas miocenas. Desaparecen hacia el centro de la cuenca.

PLIOCENO (PL)

Discordante sobre las margas miocenas.

Formación arcillosa amarillenta, constituida por la alternancia de horizontes arcillo—margosos, arenosos y conglomerados. Suele encontrarse fauna de Lamelibranchios. Impermeable en su conjunto, excepto los niveles detríticos que tienen una permeabilidad baja.

Los principales afloramientos están en la margen izquierda del río Andarax, cuenca baja (Viator, Pechina y Rioja). Su potencia alcanza los 140 m. (Sondeo de Investigación S. 2A).

PLIO—CUATERNARIO (PQ)

Discordante sobre todas las formaciones anteriores. De facies continental.

Está constituido por un conglomerado poligénico y heterométrico, con cantos de diferente naturaleza según su proximidad a las áreas de erosión y cemento arcilloso—carbonatado. Intercalaciones lenticulares de areniscas y arcillas rojizas. Hacia la base mayor predominio de arcillas.

Su potencia es muy variable oscilando desde 5 hasta más de 200 m (zona del Puente de los Imposibles y sondeo S. 9A en Almócita). La permeabilidad es variable de unos puntos a otros, según la proporción de arcillas.

CUATERNARIO

Discordante sobre todos los materiales anteriores. Según su litología se diferencian dos tipos de materiales:

- Calizas travertínicas (T) de color blanco y en la base frecuentemente se encuentra un conglomerado de escasa potencia. La potencia máxima es de unos 20 m. Los afloramientos quedan localizados en Alhama y Alicún, borde Norte de Sierra de Gádor. Muy permeable, debido a su prosidad intersticial, fracturación y fenómenos de disolución.
- Formaciones recientes. (Q). Aluvial (arenas, gravas, limos) de los cauces de los ríos y ramblas confluentes, y eluvial (tierras de labor) en las terrazas próximas al cauce, presentan muy buena permeabilidad por porosidad.

7.4.1.2.– TECTONICA

Dejando a parte los macizos paleozoicos de Sierra Nevada cuya tectónica presenta poco interés, y la Sierra de Gádor ya estudiada más arriba, sólo se hablará aquí de la Sierra Alhamilla y de las cubetas terciarias.

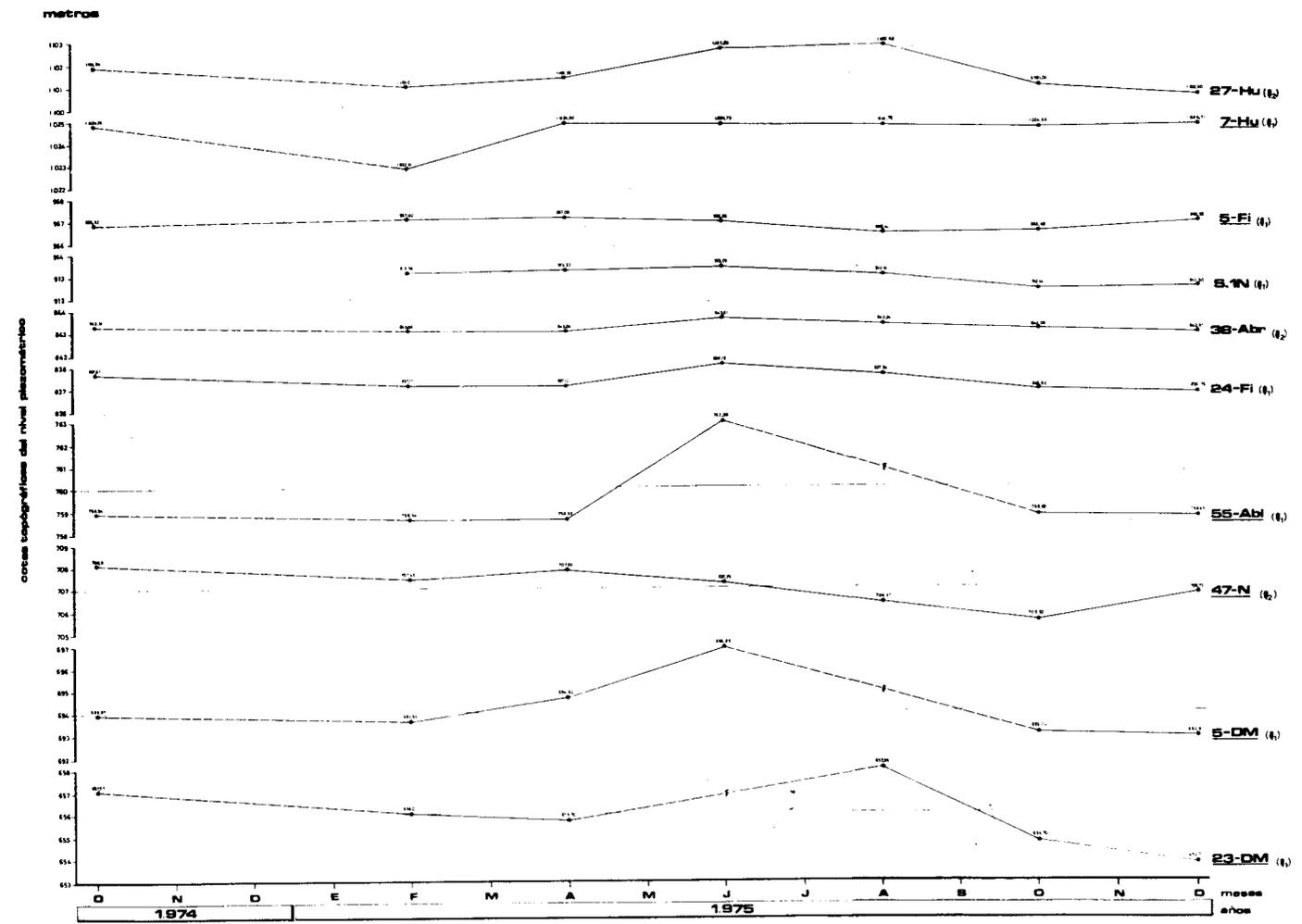
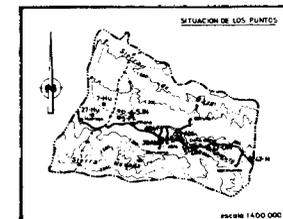
SIERRA ALHAMILLA

En principio parece ser la continuación orográfica del anticlinal de Sierra de Gádor. En su núcleo afloran materiales del paleozoico, atribuidos al Complejo Alpujárride, y sus flancos están recubiertos de materiales triásicos.

Según este esquema, el pasillo intermedio entre ambas sierras y recubierto de sedimentos terciarios, podría ser la cúpula hundida del anticlinal que constituye el zócalo de la cubeta terciaria. Una observación que puede apoyar esta hipótesis, es que normalmente en el borde oriental de Sierra de Gádor afloran los materiales más antiguos de la serie triásica, (en la mayoría de los barrancos perpendiculares a la Sierra, en el contacto con los materiales terciarios, aparecen los calcosquistos y filitas), y que en los sondeos profundos del centro del Valle (97 y 105 – HA) los materiales triásicos perforados corresponden a los más antiguos de la serie de Sierra de Gádor, (dolomías y calcosquistos inferiores y filitas).

La tectónica regional parece indicar que Sierra Alhamilla, junto con Sierra Cabrera, al Este de ésta, y fuera de la zona de estudio sufrieron una elevación vertical después del paroxismo alpino, lo que motivó que las series terciarias más antiguas reposen sobre los bordes de estas Sierras con un fuerte buzamiento. Indudablemente la serie terciaria más completa se observa en el borde con Sierra Alhamilla, (rambla de Indalecio en el término municipal de Rioja y cuenca de la Rambla de Tabernas).

Cubetas terciarias. Constituyen sinclinales con disposición paralela a las principales elevaciones estructurales y sus límites con los sistemas montañosos generalmente están fallados.



ACUIFEROS:
 CUATERNARIO ALLUVIAL (t)
 CUATERNARIO ANTIGUO (t)

47-N SONDEO EN EXPLOTACION
 24-Fi SONDEO SIN EXPLOTACION
 t FUNCIONANDO

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)

GRAFICO DE EVOLUCION DE NIVELES - CUENCA DEL NACIMIENTO -

Fig.25

Durante la deposición de los sedimentos terciarios, la cuenca ha estado sometida a un desigual hundimiento, lo que ha provocado una disposición de los sedimentos en discordancia angular progresiva.

Tectónicamente han sufrido un suave plegamiento y fracturación en bloques, debido a reajustes del zócalo, correspondiente a la última fase de la orogenia alpina. Algunas de estas fallas son muy recientes, afectando al Plio—Cuaternario (falla normal del puente de los Imposibles, Alhama, con un salto superior a 200 m).

En algunos puntos de la cubeta del río Andarax, según datos verbales de las columnas litológicas suministradas (sondeos 256 y 312—B), debajo de los materiales triásicos perforados (dolomías) se han cortado margas azul—grisáceo, atribuidas al Mioceno. Esto nos pone de manifiesto el posible cabalgamiento del Triásico sobre el Terciario en zonas muy próximas al borde oriental de Sierra de Gádor (término municipal de Benahadux).

7.4.2.— DESCRIPCIÓN HIDROGEOLOGICA DE LA CUENCA DEL RÍO NACIMIENTO (680 km²)

7.4.2.1.— HIDRODINAMICA (VER FIG. 25)

Aparte del mismo valle, los mármoles y calizas marmóreas que aparecen en el techo del Complejo nevado—filábride constituyen un buen acuífero por fisuración. Estos mármoles se presentan de forma aislada en el NW de la cuenca de la zona minera de Las Piletas y, en principio debido a su pequeña extensión, no presentan interés hidrogeológico. Sin embargo, no debemos olvidar que estos mármoles con una presencia importante en la zona minera de Alquife (estribaciones de Sierra Nevada) al W de nuestra zona—estudio, constituyen un buen acuífero, como se está demostrando en la actualidad, realizándose importantes bombeos para la debida explotación del yacimiento minero.

En el mismo valle se encuentran dos acuíferos, que se han considerado conectados y formando por lo tanto un sólo acuífero.

El aluvial del río, constituido por arenas, gravas y limos, está limitado al cauce y márgenes del río; tiene algunas decenas de metros de potencia. Es un acuífero libre con buena a media permeabilidad. Está principalmente explotado por galerías y pozos de poca profundidad, encontrándose el nivel piezométrico entre 8 y 15 m.

Las gravas y arcillas rojas tienen grandes cambios de facies, lo que provoca importantes variaciones de la permeabilidad y frecuentes puestas en cargas locales. Está más conglomerático en la parte occidental, que corresponde a la provincia de Granada, y más arcilloso en la parte de Almería. Su espesor es siempre mayor de 50 m y puede alcanzar 200 m en determinadas zonas. Es la continuación oriental de la formación de los Llanos de Guadix, donde se obtienen caudales importantes. En la cuenca aquí estudiada, la explotación es escasa, realizándose principalmente mediante galerías y pozos cuya profundidad oscila entre los 15 y 60 m.

El río drena al acuífero a lo largo de todo su recorrido, con gradientes fuertes (1,3 por ciento en la zona de Ablá, a 2,2 por ciento en la de Fiñana—Huéneja. Donde está

ubicada la estación de aforo, en la parte inferior de la cuenca, un cierre impermeable del aluvial hace que toda el agua subterránea pase en superficie.

La alimentación se realiza por las precipitaciones sobre el acuífero, y sobre todo por la infiltración de las aguas superficiales (de lluvia o de deshielo) que transcurren por los numerosos barrancos que llegan al valle.

Por lo tanto, la evolución estacional de los niveles piezométricos viene relacionada con el régimen de lluvias y sobre todo con la época de deshielo de las estribaciones de las sierras paleozoicas. Entre los meses de Marzo y Abril se inicia la subida de niveles, originándose los descensos de forma amortiguada a partir de Junio, y prolongándose hasta el nuevo ciclo.

7.4.2.2.— HIDROQUIMICA (VER FIG. 26)

Las 28 muestras de agua estudiadas enseñan que, salvo excepción las aguas son perfectamente utilizables para riego (bajo peligro de alcalinización del suelo —tipo S1—, y concentración total moderada a media —tipos C₂ y C₃—). En cuanto a potabilidad, oscilan entre calidad buena y mediocre.

El residuo seco oscila generalmente entre 500 y 1.000 mg/l, siendo el agua de mejor calidad en las zonas de aportación de escorrentía superficial.

El tipo es en general netamente sulfatado cálcico.

7.4.2.3.— RECURSOS GLOBALES (VER PLANO 2)

La casi totalidad (97 por ciento) del consumo de la cuenca es para fines agrícolas. En efecto se riegan 5.530 ha., de las cuales se puede considerar que 930 se abastecen de aguas subterráneas, 1.600 con aguas superficiales, y el resto con las dos según la época del año y la ubicación.

Del total de aguas subterráneas consumidas (8,5 hm³/año) sólo 2,5 hm³/año son proporcionadas por los bombeos, preferentemente en el aluvial; el resto proviene de las múltiples galerías cuyo caudal, al parecer, se aprovecha solamente en un 10 por ciento.

El consumo total del conjunto de la cuenca ha sido estimado en unos 24 hm³/año.

Estimando la lluvia útil en un 17 por ciento (valor obtenido en el Valle del Alto Andarax), se llega a unos recursos globales de 37 hm³/año. Siendo de 24 hm³/año el consumo global, existen excedentes de 13 hm³/año que se admite se reparten en 11 hm³/año de aguas superficiales y 2 hm³/año de aguas subterráneas.

Estos cálculos se ven confirmados por los aforos de la estación de El Chono, en la correspondiente parte de cuenca.

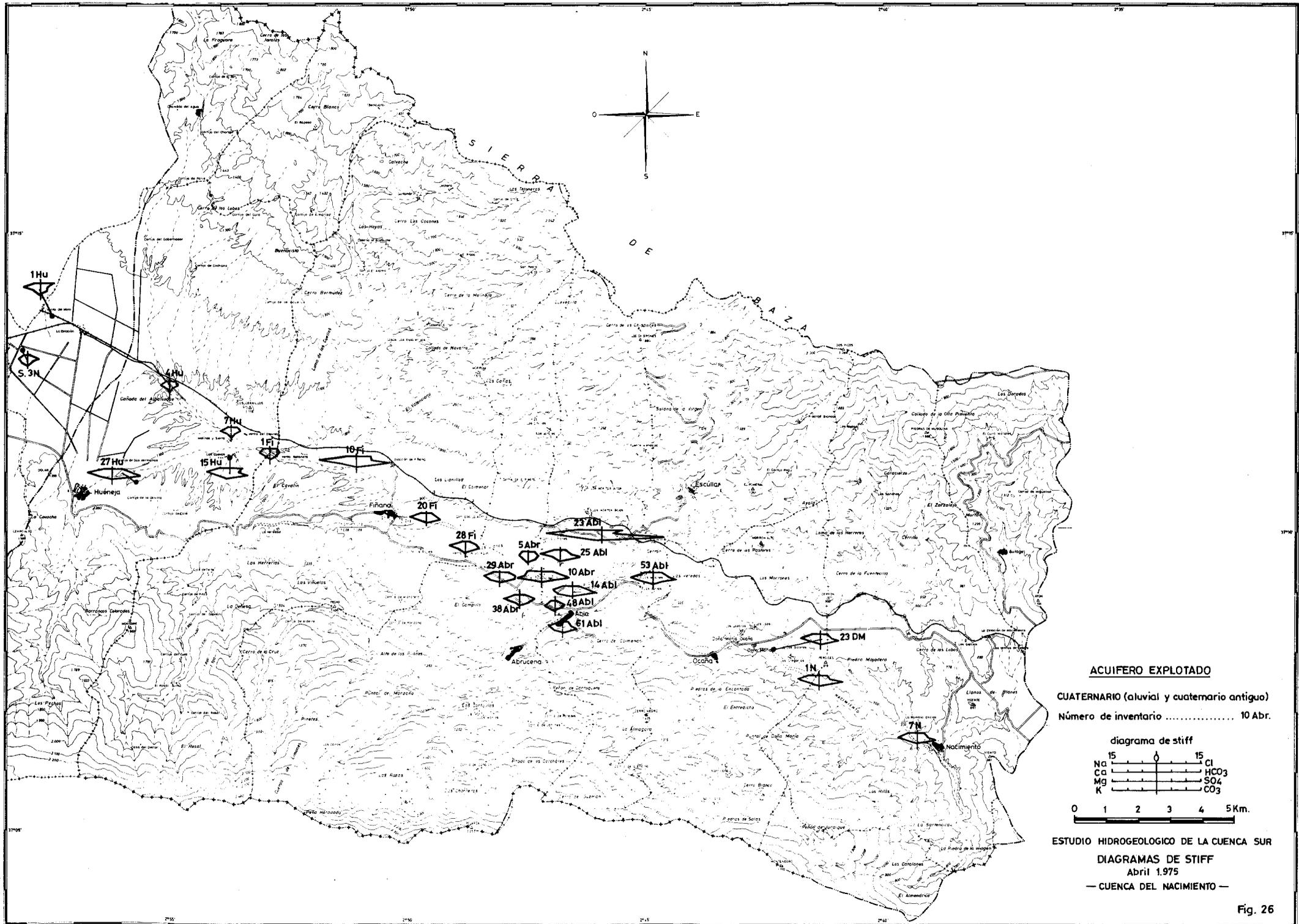


Fig. 26

7.4.3.— DESCRIPCION HIDROGEOLOGICA DE LA CUENCA DE LAS RAMBLAS DE GER-GAL Y DE TABERNAS (740 km²)

7.4.3.1.— DEFINICION DE LOS ACUIFEROS

Aproximadamente en el 70 por ciento de la superficie de la cuenca afloran materiales paleozoicos del Complejo Nevado—filábride, impermeable. Los afloramientos dolomíticos de la Sierra de Alhamilla están casi siempre colgados, lo que limita el interés de los mismos.

La cubeta neógena, en el centro, tiene una estructura sinclinal entre los relieves de Sierra Nevada y Sierra Alhamilla, con un anticlinal transversal que divide geológicamente el sinclinal en una parte con vergencia hacia el Suroeste (cuenca del río Andarax) y otra hacia el Noreste (cuenca del río Aguas).

No existe ningún acuífero de especial interés o mayor importancia, sino que son varios los que se explotan, todos con pocas posibilidades hidrogeológicas. Los más apreciables son los siguientes:

CONGLOMERADO DE BASE DEL MIOCENO

Es de potencia a veces importante (más de 200 m), pero con importante matriz arcillosa —lo que da una permeabilidad baja—, y de todas formas con afloramientos discontinuos.

La única zona donde la recarga podría ser interesante es el Sur de la población de Tabernas, en donde las Ramblas de la Sierra y de Los Molinos atraviesan el afloramiento de conglomerados.

En los pocos puntos donde están explotados dichos conglomerados, suministran un agua de muy mala calidad (residuo seco 5,5 g/l en el sondeo S.2 TA de Tabernas).

NIVELES CALIZO—ARENISCOSOS RELACIONADOS CON LOS YESOS MASIVOS

Varios sondeos, en la zona del Alparatero, explotan estos niveles; las características de este acuífero y su respuesta a un prolongado bombeo no son todavía conocidos por su reciente puesta en explotación.

Asimismo varios sondeos explotan al parecer los yesos karstificados y fallados, en el centro de la cubeta, con un agua de calidad no excesivamente mala.

CALCARENITAS PLIOCENAS

La permeabilidad de esta formación es buena, pero los afloramientos quedan generalmente colgados.

ALUVIAL Y ELUVIAL CUATERNARIOS DEL CAMPO DE TABERNAS

De una potencia de unos 30 m y una permeabilidad generalmente baja, este acuífero es el más explotado de la cuenca (50 por ciento de las extracciones totales, que representan unos 4 hm³/año), sobre todo a partir de largas galerías, que en muchos casos están ubicadas en el contacto entre el Cuaternario y su substrato margoso terciario. Las informaciones conseguidas parecen poner de manifiesto un descenso continuo de los niveles con el tiempo.

7.4.3.2.— RECURSOS GLOBALES (VER PLANO 2)

El mayor consumo es el agrícola para el regadío de 2.920 ha., de las cuales unas 2.500 están regadas a partir de aguas subterráneas y el resto de origen mixto.

Se estima en unos 5 hm³/año el caudal de los manantiales y de las galerías, 3 hm³/año las extracciones por bombeo, y a 1 hm³/año el aprovechamiento de aguas de superficie.

La lluvia útil ha sido estimada aquí en un 10 por ciento de la precipitación, lo que proporciona un recurso global de unos 20 hm³/año repartidos por igual entre infiltración y escorrentía.

Quedarían por tanto unos excesos de unos 11 hm³/año, esencialmente de aguas superficiales de difícil regulación.

7.4.4.— DESCRIPCION HIDROGEOLOGICA DEL VALLE DEL RIO ANDARAX

7.4.4.1.— DEFINICION DE LOS ACUIFEROS

ALUVIAL DEL CAUCE Y DELTA DEL RIO

Es el principal acuífero de la zona, con un 65 por ciento de las explotaciones.

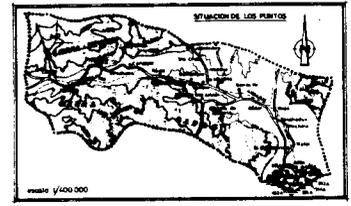
En el valle, el acuífero tiene de 20 a 50 m de potencia, de los cuales sólo de 10 a 20 m están saturados.

En el delta, además del anterior, existe un acuífero profundo, también aluvial, separado del superior por una pasada margosa; está prácticamente sin explotar.

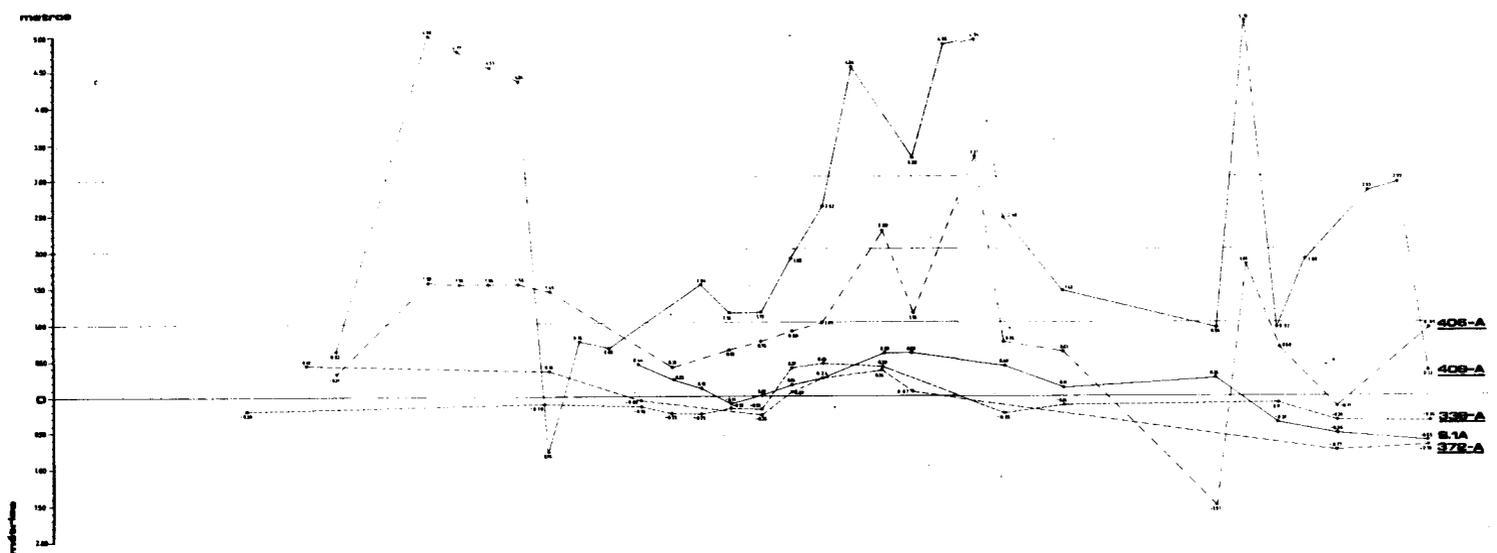
La explotación del acuífero aluvial se establece preferentemente mediante pozos y galerías, de las cuales se extrae un caudal considerable, sólo parcialmente aprovechado; esta sangría deja el acuífero prácticamente seco a finales del estiaje, pero se recupera con rapidez, en invierno y primavera, a través de la escorrentía superficial del río.

PLIO—CUATERNARIO

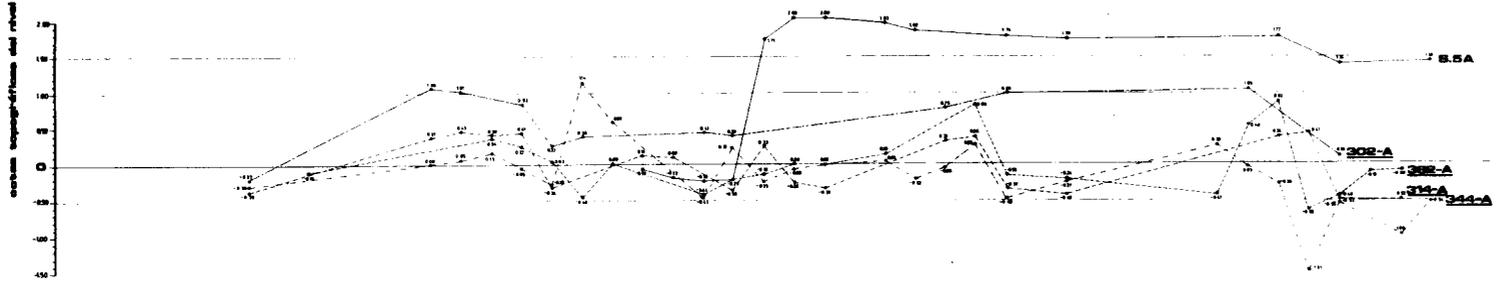
Contribuye con un 25 por ciento a la explotación del valle.



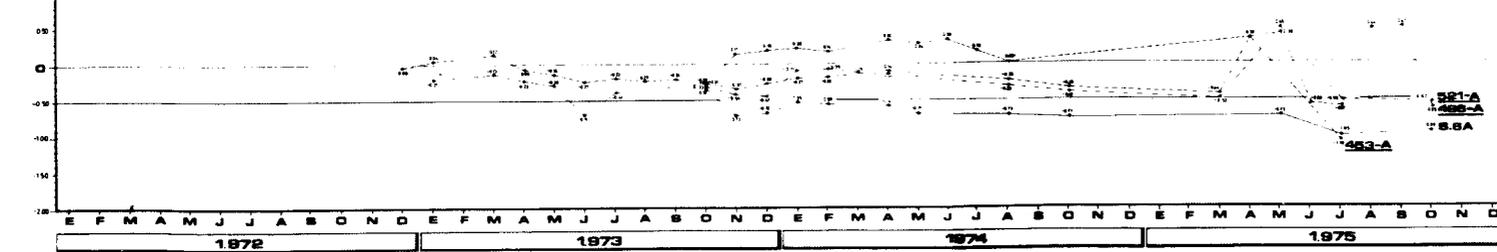
PUNTOS DEL BORDE IZQUIERDO DEL DELTA



PUNTOS DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL DELTA, PROXIMOS AL CAUCE DEL RIO



PUNTOS DE LA MARGEN DERECHA DEL DELTA



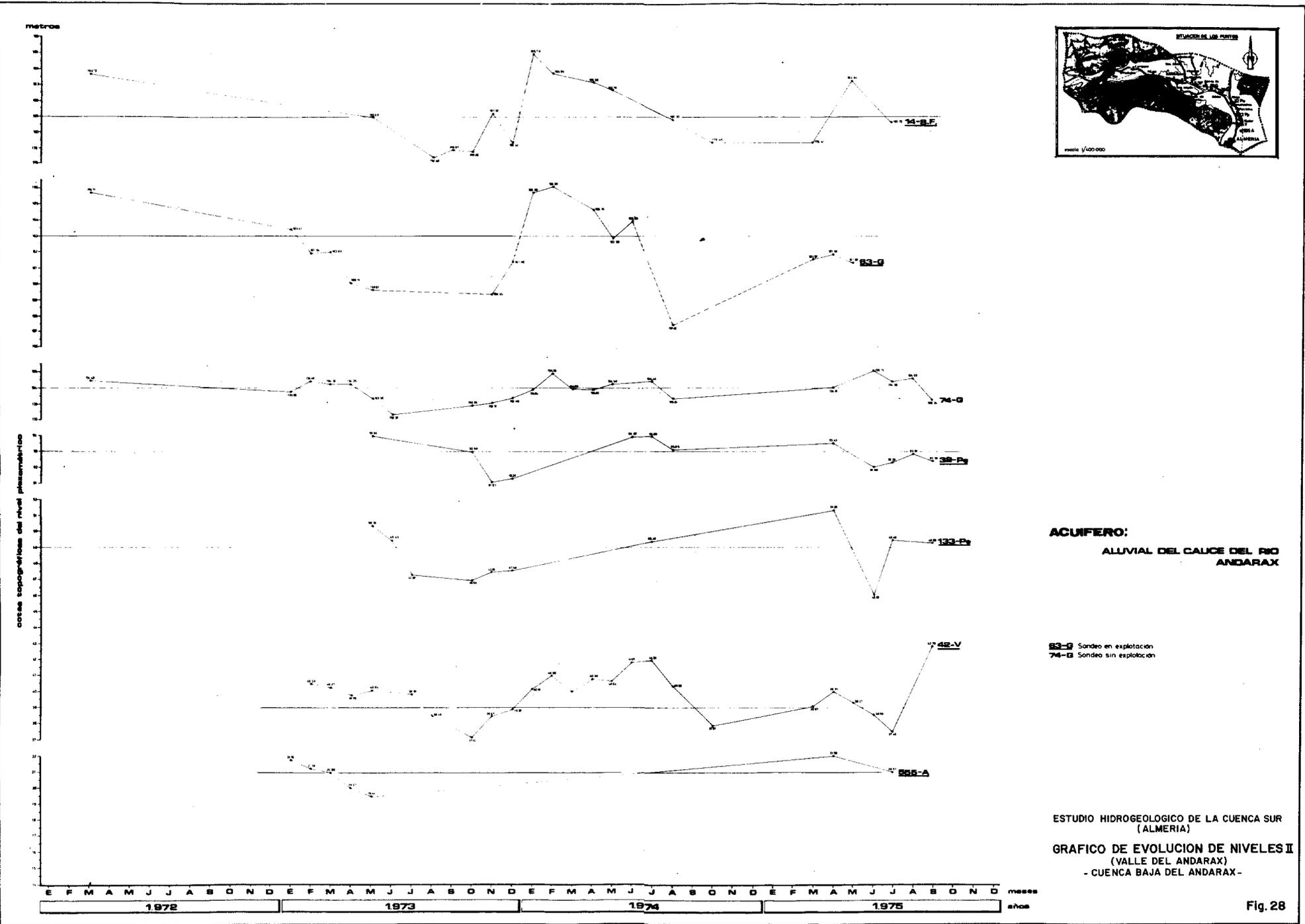
ACUIFERO:
FORMACION ALUVIAL DEL DELTA DEL ANDARAX

408-A Sondeo en explotacion
B.5A Sondeo sin explotacion

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)

GRAFICO DE EVOLUCION DE NIVELES I (VALLE DEL ANDARAX) - CUENCA BAJA DEL ANDARAX -

Fig.27



Está constituido por conglomerados más o menos cementados con matriz arcillosa carbonatada. Presenta frecuentes cambios de facies.

En los pies de monte, tiene un espesor de 20 a 30 m pero en el centro del valle, la estructura sinclinal hace que el espesor alcance los 300 m, de los cuales 150 m están saturados.

Contrariamente al acuífero aluvial, que constituye un conjunto, en el caso del Plio—Cuaternario se presentan diferentes acuíferos, en las distintas zonas, desconectados unos de otros.

La explotación se hace preferentemente mediante pozos y pozos—sondeos, con caudales puntuales pequeños (inferiores a 15 l/s).

MIO—PLIOCENO

Representa el 10 por ciento de las explotaciones del valle. Está representado por varias intercalaciones de arenas y conglomerados entre las margas del Mio—Plioceno, muy desarrolladas en la margen izquierda del valle.

También son de interés, aunque local, las calcarenitas de la formación Vícar, en la parte baja del valle; aunque debido a la intensa explotación de algunos de los pozos del Ayuntamiento, están ahora secos.

7.4.4.2.— ESQUEMA HIDRODINAMICO

- a) **Piezometría:** Los acuíferos pliocuaternarios y los tramos superiores de los acuíferos terciarios se descargan en el aluvial, generalmente con una fuerte pérdida de carga.

Las isopiezas del aluvial acusan una inflexión en las zonas de confluencia de las ramblas de Gérgal y Tabernas, lo que demuestra una cierta relación subterránea.

En la margen derecha del delta aparece una fuerte depresión, ligada a una intensa explotación.

La isopieza de cota o está normalmente entre 50 y 2.500 m de la línea de costa.

El control mensual de la evolución de los niveles se inició en 18 piezómetros en 1972 y primera mitad de 1973, y en 82 puntos desde entonces, permite apreciar la evolución de los niveles.

En el delta, se observan variaciones muy acentuadas, correspondiendo la máxima depresión con el mes de Agosto, y la máxima recuperación con los meses de Abril y Mayo (ver fig. 27).

En el valle, las variaciones también son acentuadas, pero los niveles se recuperan totalmente entre una época y otra. (ver fig. 28).

También en los piezómetros del Plio—Cuaternario y del Mio—Plioceno aparecen

fuerzas variaciones, pero tampoco descensos progresivos de niveles (ver fig. 29).

En conclusión, no aparece en ninguno de los acuíferos del valle descensos de niveles que se puedan atribuir a una sobreexplotación.

- b) **Condiciones en los límites:** La alimentación lateral del acuífero aluvial existe a través del Mio—Plioceno y del Plio—Cuaternario pero debe ser muy escasa por la mala calidad de los mismos. La aportación por el mismo aluvial de los valles del Alto Andarax, del Gérgal y del Tabernas tampoco puede ser muy importante, debido a la mala calidad de los mismos. La mayor fuente de alimentación está constituida por los aportes superficiales del Andarax y de las ramblas de Gérgal y Tabernas.

El drenaje, además de las explotaciones por bombeo, se efectúa por las galerías, que vierten sus excedentes en canales sin revestir; cuyos excedentes se reinfiltran en cualquier parte, así como los excesos de riego, mientras que la mayor parte se pierde al mar.

- c) **Parámetros hidráulicos** la transmisividad medida mediante bombeos de ensayo en el aluvial varía poco, entre unos 15 y unos 50 m²/h.

El único valor del coeficiente de almacenamiento medido es de 7 por ciento (sondeo S. 1A).,

7.4.4.3.— HIDROQUIMICA (VER FIGS. 30 y 31)

El residuo seco del agua del aluvial está generalmente comprendido entre 1,5 y 2,5 g/l; no obstante, aguas arriba de la población de Gádor no alcanza 1 g/l, mientras que en el delta pasa frecuentemente de 3 g/l.

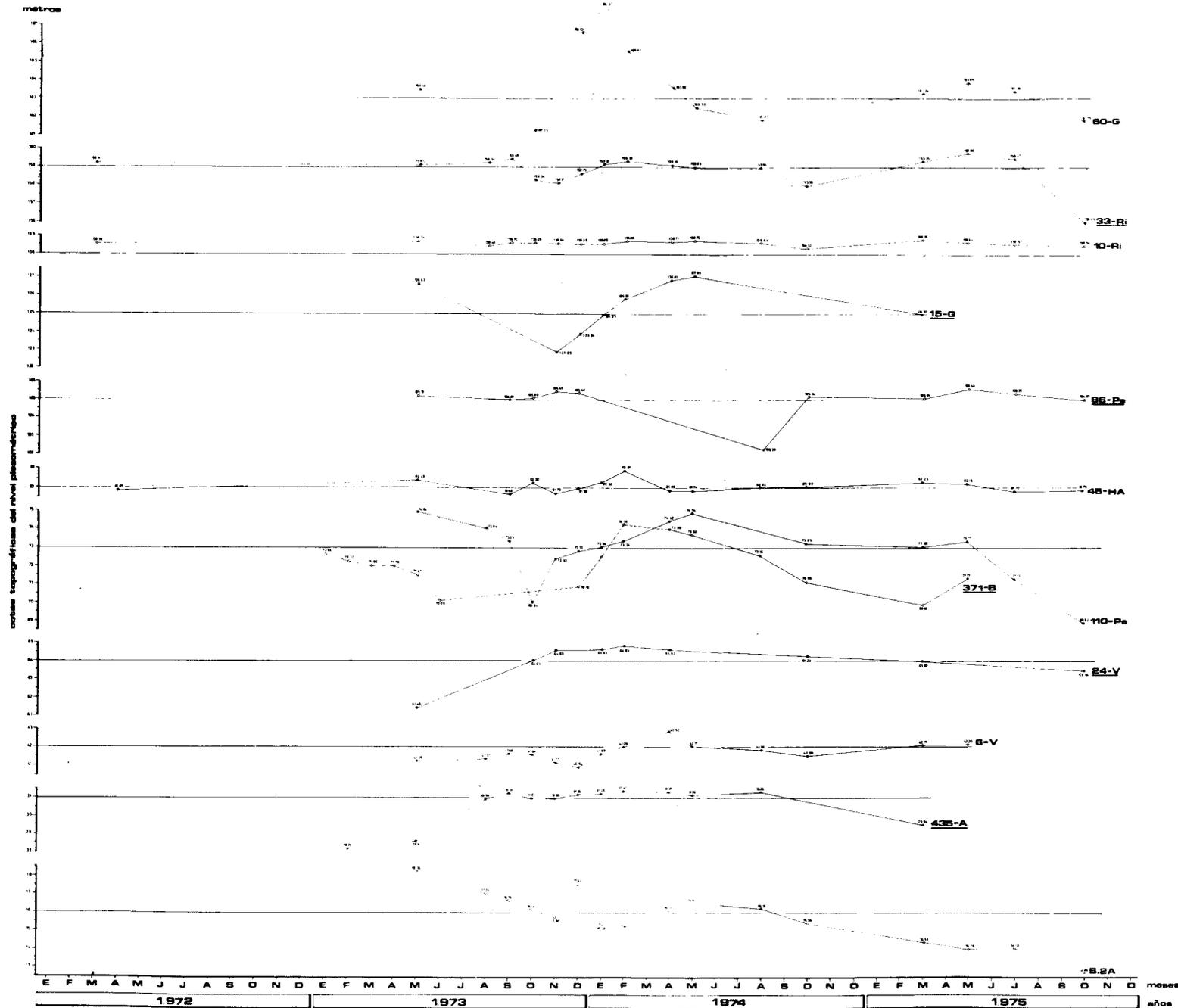
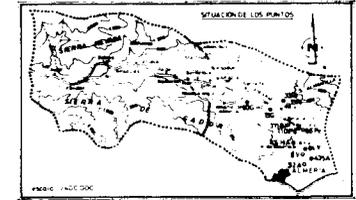
En la facies química, no se destaca generalmente ningún catión particular, mientras que el anión más importante es siempre el sulfato, seguido del bicarbonato y del cloruro. Esta facies mixta con abundancia de sulfatos, se conserva en el delta incluso en las zonas de fuerte salinidad, lo que indica claramente que no es la intrusión marina la causa de tan fuerte salinidad, sino un enriquecimiento local debido a factores litológicos e hidrodinámicos.

El SAR es siempre bajo (2 a 3) salvo en el delta, donde suele estar comprendido entre 3 y 6. Por tanto, el peligro de alcalinización del suelo es generalmente bajo, a veces medio, raramente elevado.

La potabilidad suele ser pasable o mediocre.

En los niveles detríticos mio—plio—cuaternarios, las aguas tienen la misma facies (mixta con predominancia de sulfatos) que las del aluvial, pero con una calidad media peor. El residuo seco varía, en general, entre 2 y 2,5 g/l, el SAR entre 3 y 6, y la potabilidad de mediocre a pasable.

Mención aparte merece el sector del Aeropuerto, donde la facies es clorurada sódica (hasta más de 2 g/l de cloruros), y el residuo seco alcanza fácilmente 5 g/l; estas aguas son



ACUIFERO:

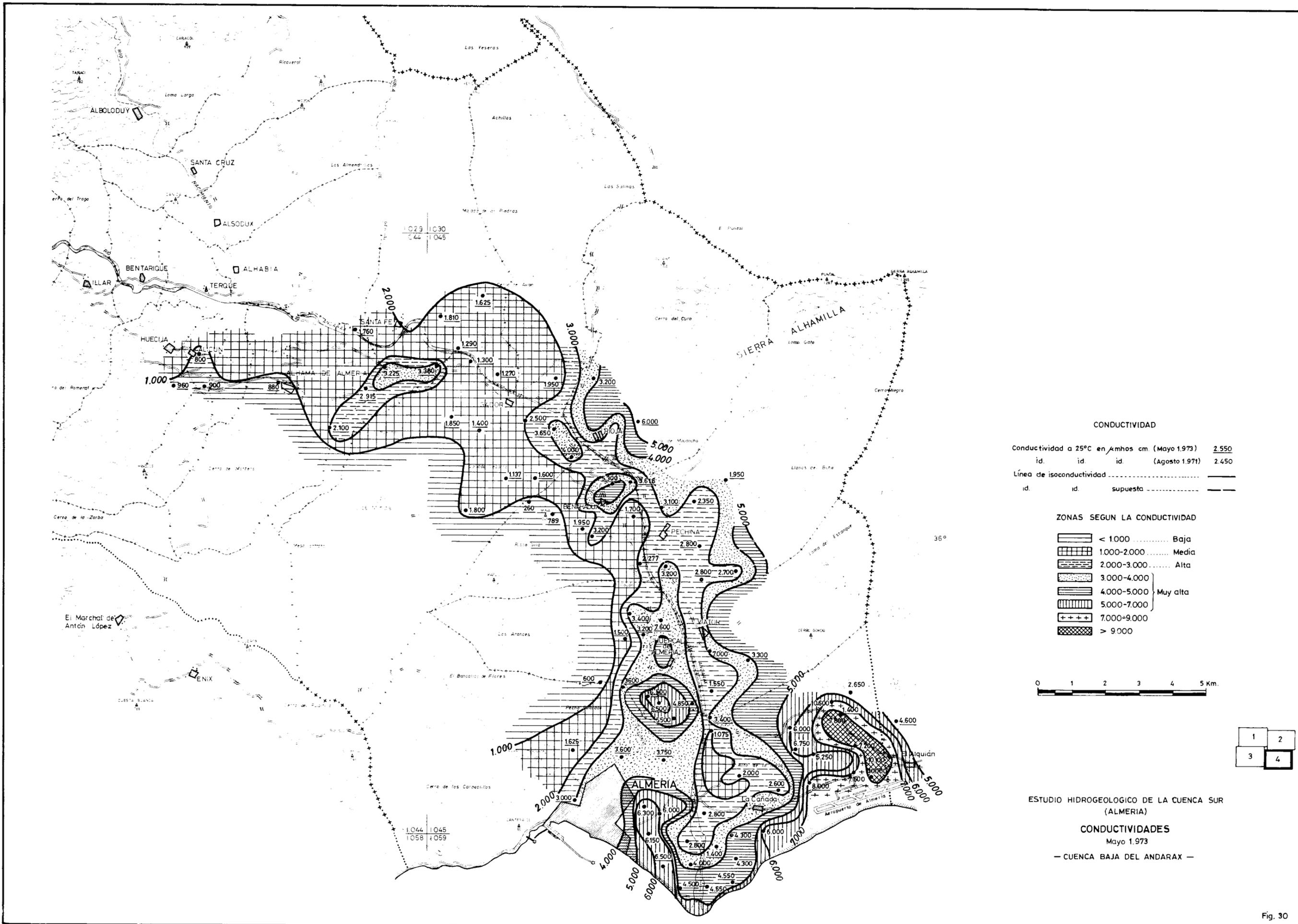
- CONGLOMERADO PLOCUATERNARIO
- NIVELES DETRITICOS DEL PLEISTOCENO Y MIOCENO

24-V Sondeo en explotación
6-V Sondeo sin explotación

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)

GRAFICO DE EVOLUCION DE NIVELES III (VALLE DEL ANDARAX) - CUENCA BAJA DEL ANDARAX -

Fig.29

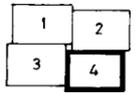


CONDUCTIVIDAD

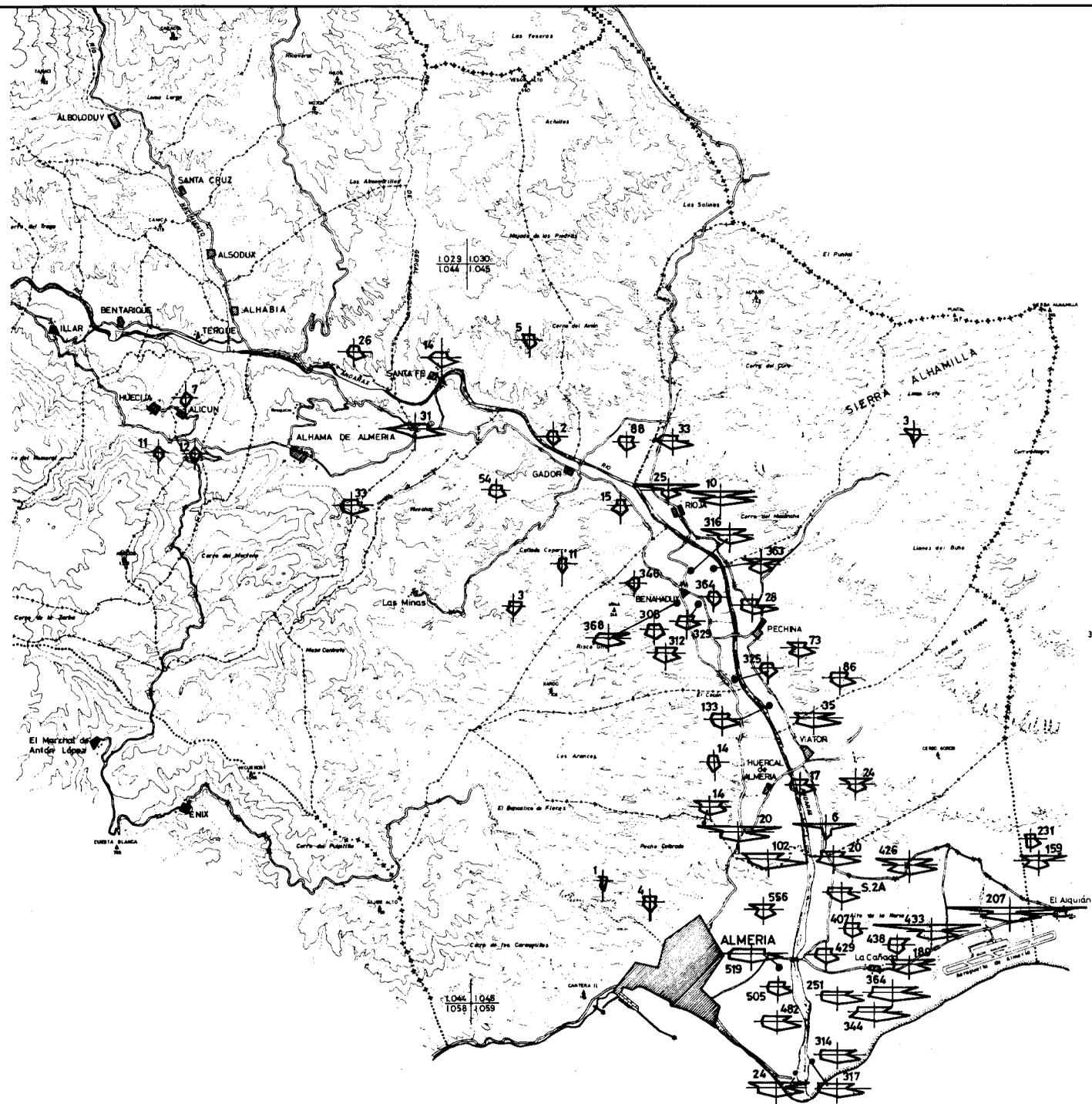
Conductividad a 25°C en $\mu\text{mhos cm}$ (Mayo 1973)	2.550
id. id. id. (Agosto 1971)	2.450
Línea de isoconductividad	-----
id. id. supuesta	-----

ZONAS SEGUN LA CONDUCTIVIDAD

[Horizontal lines]	< 1.000	Baja
[Vertical lines]	1.000-2.000	Media
[Diagonal lines /]	2.000-3.000	Alta
[Diagonal lines \]	3.000-4.000	Muy alta
[Cross-hatch]	4.000-5.000	
[Dotted]	5.000-7.000	
[Stippled]	7.000-9.000	
[Grid]	> 9.000	

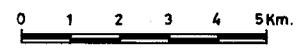
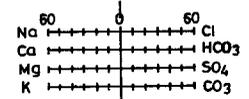


ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)
CONDUCTIVIDADES
 Mayo 1973
 — CUENCA BAJA DEL ANDARAX —



36°

diagrama de stiff



1	2
3	4

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)

DIAGRAMAS DE STIFF
 Mayo 1973

— CUENCA BAJA DEL ANDARAX —

Fig. 31

inapropiadas para cualquier uso.

Los niveles detríticos intercalados entre las margas mio-pliocenas suministran siempre agua de calidad bastante mala. El residuo seco, siempre por encima de 2 g/l, puede sobrepasar los 4 g/l. El contenido en cloruros suele estar comprendido entre 300 y 700 mg/l y, a veces, sobrepasa el gramo. El SAR es siempre medio a elevado (de 3 a 10) y la calidad para usos agrícolas y humanos es mediocre o mala.

7.4.4.4.— CONSUMOS Y RECURSOS (VER FIG. 32 Y PLANO 2)

El consumo agrícola proviene del regadío de 5.400 ha., de las cuales se estima que 1.400 se riegan únicamente con aguas subterráneas, y que las 4.000 restantes se abastecen en dos terceras partes de las mismas, y en una tercera parte de aguas de superficie. En resumen, el regadío consume unos **20 hm³/año** de aguas subterráneas y **7 hm³/año** de aguas superficiales.

El consumo humano e industrial se efectúa únicamente a partir de aguas subterráneas y se estima en unos 6 hm³/año, (más 8 hm³/año procedentes de la Sierra de Gádor).

Del volumen extraído de los acuíferos, 14 hm³/año proceden de pozos y sondeos y 20 hm³/año de galerías; se ha estimado que este último caudal, aprovechado, representa solamente el 60 por ciento del caudal total de las galerías.

En cuanto a entradas, se estima en unos 10 hm³/año los aportes de agua subterránea, en infiltración directa de las lluvias (4 hm³/año) o aportaciones procedentes de las cuencas del Alto Andarax, del Nacimiento y del Gérgal—Tabernas (2 hm³/año para cada una).

La aportación de aguas superficiales es mucho más importante puesto que alcanza unos **60 hm³/año**, de los cuales más de la mitad procede de la cuenca alta del Andarax.

La interrelación entre aguas superficiales y subterráneas es de muy difícil definición. Se estima que unos 28 hm³/año se infiltran del río hacia el aluvial.

La comparación entre entradas y consumos deja aparecer **un exceso de cerca de 38 hm³/año**, repartido en 26 hm³/año que se pierden a través del cauce del río, 8 hm³/año por las boqueras de riego que se vierten directamente al mar, y 4 hm³/año (?) en salidas subterráneas al mar.

La importancia de estas pérdidas, en una zona tan deficitaria como Almería no deja de ser extraña. Sobre todo el elevado valor de las pérdidas por el mismo cauce es sorprendente, cuando es notorio que el Andarax está casi siempre seco. Sin embargo, un volumen de 15 a 20 hm³ puede perfectamente salir al año por el cauce, entre un par de crecidas y algunas semanas de escorrentía; por su parte, el caudal que se pierde subterráneamente y por las boqueras ha podido ser subestimado; por fin, los caudales superficiales que llegan a la cuenca, tal vez han sido un poco exagerados (aunque son congruentes con los datos disponibles) pero afectan solamente en una pequeña proporción al balance de las aguas subterráneas.

BALANCE GLOBAL DEL VALLE DEL BAJO ANDARAX

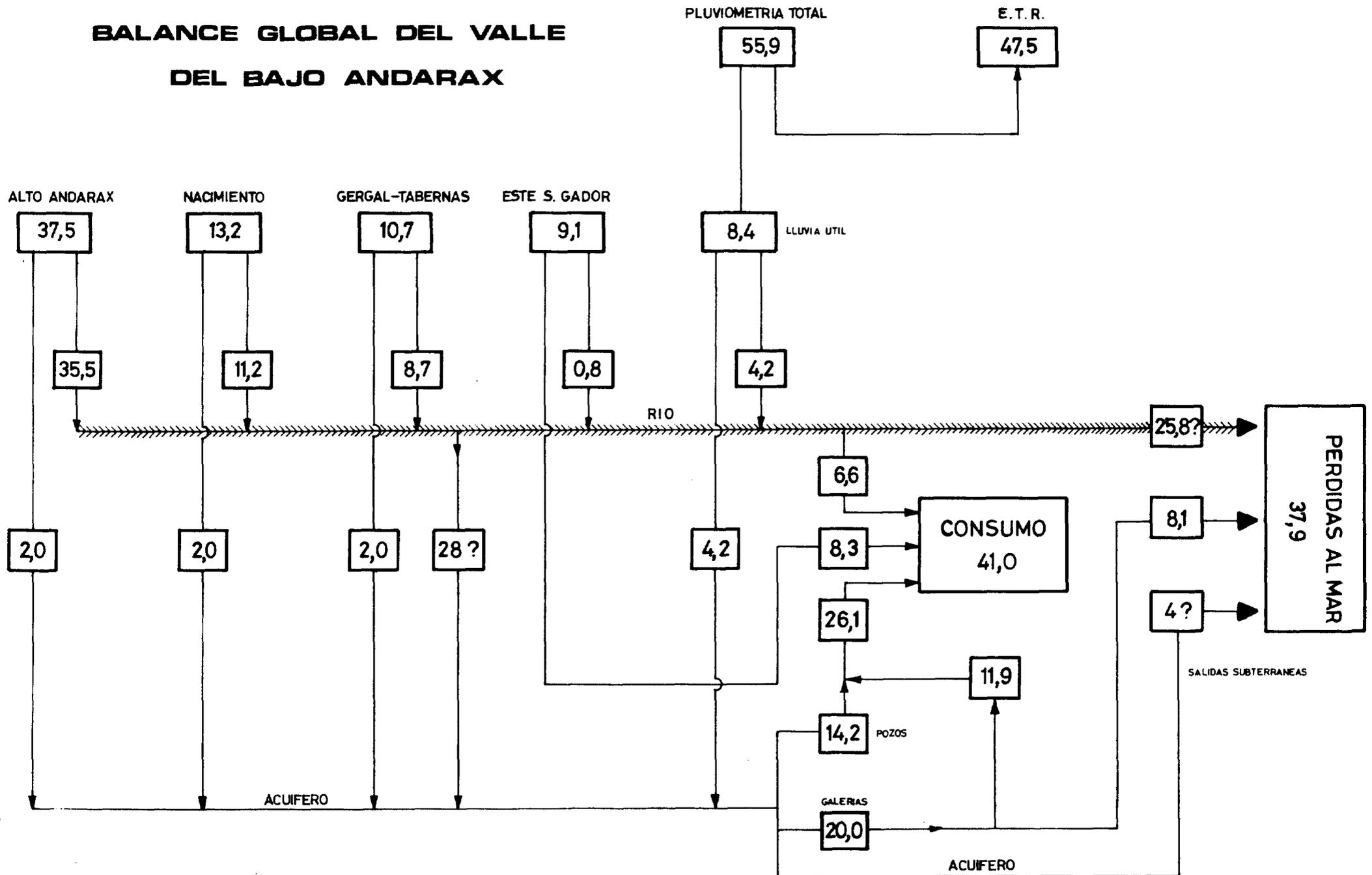


Fig. 32

8.- COMARCA DEL ALMANZORA

8.1.- INTRODUCCION

8.1.1.- PRESENTACION

La comarca de Almanzora abarca toda la parte nororiental de la provincia de Almería y una pequeña parte de la de Murcia; con una superficie total de 3.510 km², incluye las cuencas superficiales del río Almanzora, del río Antas y del río Aguas.

Aunque sus límites son topográficos, son perfectamente válidos para el estudio hidrogeológico. En efecto, coinciden al Sur con el macizo paleozoico, impermeable, de la Sierra Filabres casi hasta el mar; al Este con el Mediterráneo y la sierra paleozoica de Almagrera; al Norte con las sierras paleozoicas de Enmedio y de las Estancias. Al Oeste y al Noroeste, la comarca linda con la depresión de Baza y los relieves dolomíticos de la Sierra de las Estancias, respectivamente, en las cuales los límites hidrogeológicos no deben ser muy diferentes de las divisorias topográficas.

Sólo el río Almanzora tiene un régimen continuo en cabecera, debido a la regulación de las dolomías triásicas y el retraso del deshielo. En el resto de la cuenca, sólo se observan aportes discontinuos, ligados al régimen muy irregular de las lluvias.

El clima es típicamente mediterráneo, con escasas lluvias de fuerte intensidad y corta duración, repartidas preferentemente en otoño y primavera. La precipitación oscila entre 200 y 350 mm, y alcanza 400 mm solamente en la cabecera del Almanzora.

La población total no llega a 100.000 habitantes, y se dedica esencialmente a la agricultura. La superficie total regada es de 17.000 ha. que representa el 26 por ciento de la superficie en regadío de la provincia. Los principales cultivos son los parrales y frutales en la zona alta, y agrios, hortalizas y forrajes en la zona baja.

Unas 5.500 ha. se abastecen parcialmente con aguas superficiales. El resto de su dotación, así como la de las 11.500 ha. restantes, proviene de aguas subterráneas.

Los factores socio-geográficos e hidrogeológicos han llevado a dividir esta comarca en: Alto Almanzora, Bajo Almanzora, Antas, Aguas, que se estudian a continuación:

8.1.2.— GEOLOGIA

8.1.2.1.— LITOESTRATIGRAFIA

El **Paleozoico** está constituido esencialmente por micaesquistos, esquistos, pizarras, así como cuarcitas y mármoles. Teniendo estos dos últimos afloramientos generalmente discontinuos, el Paleozoico se puede considerar como impermeable en su conjunto. Pertenece en su mayor parte al Complejo Nevado-filábride, pero también existen afloramientos paleozoicos de la base del Complejo Alpujárride y otros, muy escasos, de la base del maláguide.

El **Permo-Trías** pertenece al Complejo Nevado-filábride y aflora en el borde meridional de la Sierra de Filabres. Está representado por mármoles y gneises, con metabasitas.

El **Triásico** se presenta bajo facies alpina (Complejos Ballabona-Cucharón y Alpujárride) y facies germánica (Complejo Bético de Málaga). El tipo alpino se puede dividir en Trías Inferior (Werfeniense) y Trías Medio-Superior.

— Trías Inferior (F). Conjunto formado por filitas versicolores con abundantes intercalaciones de cuarcitas pardo-rojizas y yesos. La Alteración de las filitas origina las denominadas "Launas".

Las filitas presentan un metamorfismo de grano bajo, epizonal. Debido a su enorme plasticidad pueden aparecer inyectadas a través de las fracturas del paquete carbonatado y servir de superficie de deslizamiento de los diferentes mantos. Su potencia es variable, pudiendo superar los 200 metros. Es una formación completamente permeable. Localmente las cuarcitas pueden presentar cierta permeabilidad por fracturación.

— Trías Medio-Superior (D). Está constituido por un paquete carbonatado. Suele estar ligeramente discordante sobre la formación de filitas. Se diferencian dos tramos que de muro a techo son:

- **Calco-esquistos amarillos** y margas con intercalaciones de calizas-margosas muy tableadas. La potencia es variable, e incluso pueden no existir y pasar directamente de las filitas a las dolomías. Su permeabilidad es baja.
- **Calizas y dolomías**. En la base suelen presentarse tableadas y de color gris oscuro. Hacia el techo en la formación se encuentran calizas grises meteorizadas ocre-amarillentas. La potencia es variable pudiendo alcanzar 500 m.

La permeabilidad es muy buena, debido a la fracturación y disolución, aunque varía de unas zonas a otras, siendo frecuentes fenómenos de karstificación.

Suelen encontrarse niveles interestratificados de **rocas verdes**, de tipo diabásico.

Diferenciado el Ballabona—Cucharón como un Complejo, dentro del Alpujárride se han diferenciado dos mantos, Inferior y Superior.

Los pequeños afloramientos del Complejo Maláguide, están constituidos por calizas y dolomías, consideradas de edad triásica (BD).

Los materiales postorogénicos están discordantes sobre las formaciones triásicas y paleozoicas, recubriendo las cubetas terciarias.

MIOCENO

— **Conglomerado de base (Mb)**: Tortoniense. Formación transgresiva sobre los niveles anteterciarios, de facies generalmente continental. Está constituido por un conglomerado poligénico y heterométrico de cantos redondeados de dolomías, esquistos, filitas y cuarcitas con cemento arcilloso—areniscoso, de color rojizo. La permeabilidad de esta formación es baja, debido a la matriz arcillosa.

En la cubeta del río Almanzora, aflora principalmente en la zona Norte de la cuenca en contacto con los materiales anteterciarios de las Sierras de los Filabres y Estancias, y ocupando gran extensión. En el Almanzora bajo aflora como continuación de la zona anterior, al Norte de la cubeta del Saltador y próximo a Overa.

— **Formación margosa. (MMC)**. Andaluciense. Margas de color amarillento con intercalaciones de areniscas y conglomerados. De carácter impermeable en general. Aflora en los bordes de la cuenca alta del Almanzora, en contacto con la formación anterior, así como en la zona Overa—El Saltador.

— **Maciños. (Mc)**. Andaluciense. Alternancia de calizas, areniscas y margas. Pequeños afloramientos en los bordes de la cubeta del Almanzora Alto (zona de Olula del Río). Su permeabilidad es buena, pero su potencia es reducida (sobre unos 20—30 m).

— **Margas (M)**. Andaluciense. Margas arenosas y margo—calizas amarillentas. Sus afloramientos son importantes y ocupan grandes extensiones en el Almanzora Alto y Bajo y en la Cuenca del Antas. Conjunto impermeable.

PLIOCENO—MIOCENO

— **Rocas volcánicas (V)**. Denominadas **veritas** y andesitas. Se determinan en las zonas del Almanzora Bajo y Antas, por la zona de Vera, de donde reciben el nombre. Conjunto impermeable, aunque puede presentar permeabilidad local por fracturación. Edad Mioceno superior o posible Plioceno.

— **Formación V(car. (FV)**. Mioceno Superior, posible Plioceno. Constituida por

calizas areniscosas y conglomeráticas (calcarenitas), muy fosilíferas en determinados niveles (Lamelibranchios, Ostreides, etc.). Cambios de facies. Su potencia varía sobre los 50 m. Muy buena permeabilidad.

Los afloramientos se localizan al NW del Saltador y al Sur de la Ballabona.

PLIOCENO

Discordante sobre el Mioceno.

— **Margas pliocenas (PM).** Margas arenosas fosilíferas. Impermeable.

Los principales afloramientos se determinan en las proximidades de la Ballabona y Cuevas de Almanzora.

— **Formación detrítica (PL).** Formación arcillosa amarillenta, constituida por alternancia de horizontes arcillo—margosos, arenosos y conglomerados. Se encuentran fósiles. Conjunto en general impermeable, con permeabilidad baja en los niveles detríticos. Aflora en la zona baja del Almanzora.

PLIO—CUATERNARIO (PO)

Discordante sobre la formaciones anteriores. Facies continental.

Constituido por un conglomerado poligénico y heterométrico. Intercalaciones lenticulares de areniscas y arcillas rojizas. Hacia la base predominio de éstas. Potencia variable. Permeabilidad variable de unos puntos a otros, según la proporción de arcillas, pudiendo ser impermeable en algunas zonas o muy permeable en otras. Forma cubetas importantes (El Saltador, Pulpí, la Ballabona).

CUATERNARIO

Discordante sobre todos los materiales anteriores. Según su litología se diferencian dos tipos de materiales.

— **Calizas travertínicas (TR).** De color blanco. Los afloramientos quedan localizados próximos a las fuentes termales de La Calera y Serón y al N.E. de Albox. Pueden ser permeables debido a porosidad intersticial, fracturación y fenómenos de disolución.

— **Formaciones recientes (Q).** Aluvial (arenas, gravas, limos) de los cauces de los ríos y ramblas y eluvial (Tierras de labor) en las terrazas próximos al cauce. Presentan muy buena permeabilidad por porosidad.

8.1.2.2.— TECTONICA

Los materiales anteterciarios fueron afectados por la orogenia alpina que originó preferentemente grandes alineaciones estructurales de dirección E—W y NE—SE, estructuras en mantos de cabalgamiento y compartimentación en bloques, por fallas normales, según direcciones preferentes.

Los sedimentos terciarios soportaron los pequeños movimientos postalpinos, hasta llegar a la actual morfología regional. Estos sedimentos se encuentran plegados, pues incluso los niveles del Plio—Cuaternario presentan fuertes buzamientos.

En el informe técnico núm. VII en el “Esquema tectónico de las Cuencas del Almanzora y Antas” (a escala 1.400.000) se representan los diferentes complejos, la diferenciación en mantos del Complejo Alpujárride y las cubetas terciarias y plio—cuaternarias.

Según Simón, en la zona que nos ocupa se han definido 4 complejos que son:

- Complejo Nevado—Filábride.
- Complejo Ballabona—Cucharón.
- Complejo Alpujárride.
- Complejo Maláguide.

El Complejo inferior, el Nevado—Filábride aflora en la Sierra de los Filabres y sus estribaciones, con una estructura como gran pliegue de fondo de dirección aproximada E—W, constituyendo un gran anticlinal. Cabalgando sobre él se determinan los materiales de los Complejos Ballabona—Cucharón y Alpujárride. Asimismo, en Sierra Almenara se determina el Complejo Nevado—Filábride.

Las Sierras de Almagro y de Enmedio están formadas con materiales del Complejo Ballabona—Cucharón.

Cabalgando sobre el Complejo anterior, el Complejo Alpujárride, en el que se han diferenciado dos mantos (Superior e Inferior) aparece en las estribaciones de la Sierra de Filabres, para formar el substrato de la cubeta neógena del Almanzora y aparecer formando la Sierra de las Estancias, con fallas inversas asociadas en esta última. Asimismo constituye la Sierra de Almagro y, junto con el Complejo anterior, la Sierra de Almagro.

El Maláguide aparece, en la zona, en pocos retazos casi de forma no representable.

Recubriendo las cubetas están los materiales terciarios y cuaternarios, en estructura sinclinal con disposición paralela a las estructuras principales que las albergan.

8.2.— EL ALTO ALMANZORA

En esta subunidad, el interés hidrogeológico se centra en los acuíferos dolomíticos de las Sierras de Filabres y de las Estancias, y en el aluvial del Valle del río.

8.2.1.— MARMOLES DEL COMPLEJO NEVADO—FILABRIDE

Están situados sobre los esquistos paleozoicos que les sirven de base impermeable. Constituyen generalmente acuíferos libres, ligados siempre a las zonas de mayor fracturación dentro del paquete carbonatado.

Se presentan formando alineaciones (Macael, Cóbda y Alcóntar), de potencia variable, colgadas en las partes altas y "calzadas" por las filitas de los Complejos superiores en las zonas más bajas.

Se recargan directamente por la lluvia y por las aportaciones superficiales provenientes de los esquistos de este Complejo, en las zonas de contacto con los mismos.

Se descargan principalmente por galerías y manantiales, situados en las cotas más bajas de los afloramientos.

Los caudales que se obtienen de este acuífero no sobrepasan nunca los 10 l/seg. en la zona de Macael—Líjar—Cóbda y los 5 a 7 l/seg. en la zona de Serón—Alcóntar.

Existen sondeos del I.R.Y.D.A., en Albánchez y Chercos, con caudales, medidos en el valvuleo, de 7 l/seg.

No se posee análisis de ningún punto de agua, pero son aguas que generalmente depositan cal en las conducciones y acequias.

8.2.2.— DOLOMIAS Y CALIZAS DEL COMPLEJO BALLABONA—CUCHARON

Afloran principalmente en la zona Bacaes—Bayarque—Serón, en un afloramiento de bastante importancia, cuya extensión es de unos 40 km² y cuya potencia media puede oscilar entre los 100 y 150 m. Su base son las filitas de su propio Complejo Alpujárride hacia el centro de la cubeta neógena del río Almanzora.

En la zona, constituye un acuífero libre, quedaría en carga, si se prolongase debajo del sello impermeable de las filitas del Complejo Alpujárride, en el borde de la sierra.

Se descarga mediante galerías y manantiales, en las cotas más bajas y en contacto con el sello impermeable indicado, principalmente. En término de Serón, existe la Fuente de Elías, con 110 l/s, sin que parezca exista variación estacional. Otras descargas menos importantes se producen en términos de Tíjola (6 l/seg.) y en Bayarque (entre 2 y 15 l/seg.).

Al igual que las calizas permotriásicas del Complejo Nevado—Filábride, se recargan mediante la lluvia y por las aportaciones de la escorrentía superficial de los materiales paleozoicos impermeables.

No se poseen datos de características hidrodinámicas, aunque por constituir un paquete dolomítico, pueden semejarse a los de las dolomías alpujárrides, ya que litológicamente guardan las mismas características.

8.2.3.— DOLOMIAS Y CALIZAS DEL COMPLEJO ALPUJARRIDE

8.2.3.1.— EXTENSION Y ESTRUCTURA

Constituye el acuífero más importante de los indicados, debido a su extensión y potencia.

La base impermeable del acuífero dolomítico, son las filitas. Normalmente, este acuífero se encuentra desconectado de unas zonas a otras, fenómeno motivado por la aparición de su substrato impermeable. Algunos de estos afloramientos aparecen pues, más o menos colgados y drenados por galerías o manantiales.

Constituye acuíferos libres en la mayoría de sus afloramientos, pero bajo los niveles impermeables (filitas triásicas, margas miocenas, etc.) aparece en carga, y frecuentemente con carácter surgente. Asimismo, en muchos de estos casos, las temperaturas medidas son elevadas (26° C).

En la margen derecha del río (estribaciones de Sierra de Filabres) se encuentran colgadas y drenadas por manantiales o galerías de 1 a 10 l/seg. Debajo de las margas miocenas, en profundidad, han ido captadas por un sondeo, surgente y termal (Tíjola).

En el valle del río, en la zona de "la Calera o Fuencaliente" (término de Serón) existe un afloramiento dolomítico y junto a él se encuentran tres fuentes termales (26° C) con caudales de 24, 17 y 15 l/seg. Próximo a este afloramiento existe otra fuente, que debe estar conectada con él, con iguales características, y caudal de 12 l/seg. Asimismo, en el valle del río, y la "Balsa de Cela" (término de Lúcar) existe una fuente termal de 28 l/seg. que aflora en las margas miocenas. Como las características son iguales a las anteriores, la explicación sería la presencia a no mucha profundidad de las dolomías triásicas. Una ascensión rápida a través de una falla miocena, daría origen a la fuente termal. Más hacia el Este, no aparece ningún punto característico o afloramiento que determine la presencia de las dolomías debajo de la cubeta neógena del río.

En la margen izquierda del río (Sierras de Lúcar y Partalao), existen afloramientos importantes. Próximos a la depresión de Baza y relacionados con los de Fuencaliente, la zona de Hijate, donde existe una galería de 16 l/seg. y un sondeo aforado con 90 l/seg. A continuación y siempre hacia el Este, se encuentra la zona del Higueral (Tíjola) con numerosos sondeos de I.R.Y.D.A., cuyos caudales aforados oscilan entre 20 y 110 l/seg., siendo en algunos casos artesianos, dando una surgencia de 3 a 10 l/seg., según puntos. Anteriormente existían fuentes que fueron secadas o bien redujeron su caudal como consecuencia de las perforaciones realizadas. Al N del Higueral, los afloramientos de la Jauca son drenados por fuentes de 4 a 8 l/seg.

Más hacia el Este, está la zona Lúcar—Urracal, asimismo, de gran interés, donde existen numerosas galerías con caudales que oscilan entre 3 y 10 l/seg. Se han realizado algunos sondeos (al Sur de Lúcar) sobre el Mioceno para cortar las dolomías por debajo de aquél, resultando ser artesianos (caudales sobre 1 l/s) y que en explotación afectan a las numerosas galerías.

Algo más hacia el Este —Sierra de Partalao— en términos del Urracal y Olula del Río, existen algunos puntos que explotan dolomías, pero que al ser afloramientos más pequeños limitan su interés de explotación.

En la zona Norte de las Estancias — las Sierras de Oria, los afloramientos dolomíticos, tienen una gran continuidad y están "calzados" al Norte, hacia donde buzan, por su propia base impermeable (esquistos paleozoicos). Tienen una potencia importante y se descargan por las Bocas de Oria mediante galerías y manantiales, cuyos caudales oscilan, llegando hasta 40 l/seg. en época de mayor descarga. En esta zona existen sondeos realizados por I.R.Y.D.A., pero se encuentran sin instalación.

Más hacia el Este la Sierra del Saliente, con afloramientos más o menos colgados, son drenados por galerías y sondeos (de I.R.Y.D.A., cedidos a Grupos Sindicales) que se afectan entre sí.

8.2.3.2.— HIDRODINAMICA

Aunque no se tiene realizada una piezometría de los distintos afloramientos o zonas, sí se dispone de una serie de medidas en el tiempo tomadas en los sondeos del I.R.Y.D.A. en el Higueral (Tíjola).

Nos indica que existe una evolución estacional relacionada con el período de regadíos de la zona y con el estiaje, y que, posteriormente, se inicia una recuperación durante los meses de pequeña explotación, que son, por otra parte, los de mayor recarga por infiltración.

La evolución anual, parece no presentar variación muy marcada, aunque convendría continuar su observación por si estos descensos fueran continuados e importantes debido a una explotación por encima de los recursos y no producto de un período seco.

En cuanto a parámetros hidráulicos, los bombeos de ensayo realizados en las zonas del Higueral y de Oria dan todos una transmisividad baja, comprendida entre 2 y 7 m²/h.

8.2.3.3.— HIDROQUIMICA (VER FIG. 33)

Las muestras recogidas, esencialmente en las zonas de Fuencaliente (Serón) y del Higueral, enseñan que las aguas tienen un residuo seco generalmente inferior a 1,5 g/l, con una facies sulfatada (hasta 500 mg/l de sulfatos). Los cloruros no pasan generalmente de 50 mg/l.

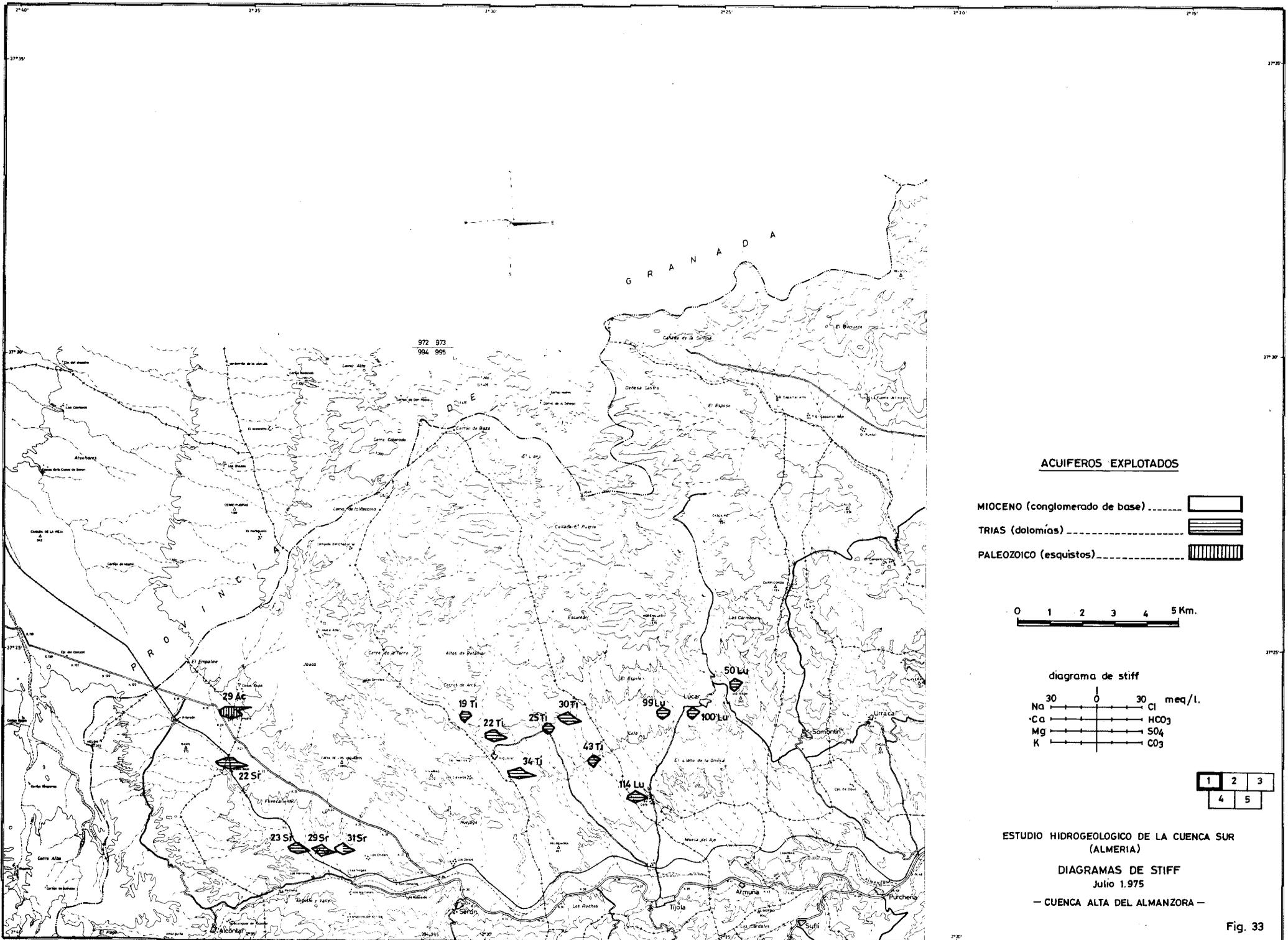
Para usos agrícolas, se incluyen entre C₂ — S₁ y C₃ — S₁. Su potabilidad es buena a pasable.

8.2.4.— EL VALLE

El valle del río Almanzora, está constituido por una cubeta neógena, entre las dos alineaciones de Sierra de Filabres y de las Estancias.

Los materiales que afloran en el mismo, son generalmente terciarios y cuaternarios, y sólo aparecen dolomías triásicas, en el punto ya indicado en el apartado anterior.

Desde el punto de vista hidrogeológico, las únicas formaciones que pueden presen-



ACUIFEROS EXPLOTADOS

- MIOCENO (conglomerado de base) ----- [Symbol: Dotted pattern]
- TRIAS (dolomías) ----- [Symbol: Horizontal lines]
- PALEOZOICO (esquistos) ----- [Symbol: Vertical lines]

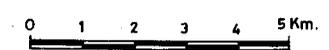
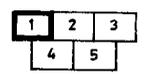
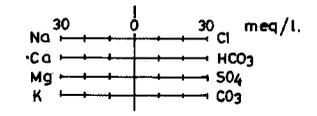


diagrama de stiff



ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)

DIAGRAMAS DE STIFF
Julio 1.975

- CUENCA ALTA DEL ALMANZORA -

tar interés son: los conglomerados de base miocenos, los maciños miocenos, los conglomerados o pie de monte plio—cuaternarios y los aluviales cuaternarios del río.

8.2.4.1.— LOS ACUIFEROS NEOGENOS

El **conglomerado de base** (Mb) tiene una importante extensión, aflorando generalmente en los bordes de la depresión, en contacto con las sierras y de forma más potente y extensa en la cabecera del río (zona de Alcóntar—Armuña), en el término de Albox, y en la zona más baja de este valle alto (términos de Cantoría, Albanchez y Arboleas). En la zona de cabecera, es muy arcilloso y por tanto su interés es muy reducido, sin que se conozca ningún drenaje, bien por galería o manantial, lo que indica una permeabilidad casi nula. En la zona de Arboleas—Cantoría, es asimismo muy arcilloso y está drenado por pozos de poca importancia. Solamente puede presentar interés en la zona de Albox, con potencia superior a 200 m y sin reconocer todas sus posibilidades. De todos modos, la explotación de éste se realiza mediante pozos de pequeños caudales, pero al estar atravesados perpendicularmente por ramblas que aportan agua de escorrentía, podrían tener una recarga importante.

Generalmente la calidad del agua que contiene este conglomerado, es mala y oxidante.

Los **maciños miocenos** (Mc), tiene una extensión pequeña, determinada en la zona centro del valle. Generalmente son permeables pero debido a sus pequeños afloramientos tienen un valor hidrogeológico escaso.

Los **conglomerados plio—cuaternarios**, recubren las formaciones miocenas, principalmente en la margen izquierda del río. Su potencia variable entre 10 y 30 m y su baja permeabilidad le dan un carácter muy local, por lo que su interés se puede reducir a puntos muy concretos.

8.2.4.2.— EL ALUVIAL DEL RIO

Constituido por arenas, gravas y limos, constituye el acuífero más importante del valle. Su potencia media es de 50 a 60 m. Está alimentado superficialmente por la escorrentía de los materiales impermeables, principalmente en la cabecera, y a partir de la zona media del valle por las aportaciones subterráneas de las diversas ramblas que parten de las sierras. Lleva agua superficial durante todo el año, normalmente hasta el término municipal de Tíjola, excepto en ocasiones.

Está drenado por galerías y pozo—galerías. Las primeras drenan longitudinalmente al río, con caudales variables que ocasionalmente han alcanzado hasta 400 l/seg. La media de estos caudales en época de mayores aportaciones es superior a 80 l/seg. en la parte alta y media y, de unos 60 l/seg., desde Olula a Zurgena. En época de estiaje, estos caudales se reducen de una manera variable, según la localización de estas galerías, llegando a disminuir el caudal en más de un 50 por ciento respecto de los meses de invierno.

Las oscilaciones del nivel piezométrico están relacionadas con el régimen del río. El papel de las galerías es importante pues al actuar como un dren, provocan una descarga forzada del acuífero.

En cuanto a la calidad química, aunque no se dispone de datos, se conoce que existe una degradación progresiva de la misma, debido a la misma litología del acuífero, según el sentido aguas abajo del río. Son generalmente aguas duras, dureza que aumenta en el recorrido del acuífero.

Influyen en este empeoramiento de la calidad circunstancias ajenas al propio acuífero, como son los vertidos de las aguas de las depuradoras, al cauce del río, así como los de las factorías del mármol en las zonas de Fines—Olula—Macael.

8.2.5.— EXPLORACIONES Y DISPONIBILIDADES GLOBALES (VER PLANO 2)

Las características hidrogeológicas e hidrológicas de las distintas partes del Alto Almanzora obligan a considerarla en su conjunto, en cuanto a consumos y recursos.

8.2.5.1.— CONSUMOS

Como suele suceder en la mayor parte del Sureste español, la mayor demanda es la de regadíos. La demanda industrial está referida a la zona de Macael—Olula del Río, donde se concentran las industrias y factorías del mármol.

La mayor parte de las explotaciones agrícolas se encuentran concentradas en los aluviales y terrazas cuaternarias. También existe una importante zona de regadío en el Higueral (Tíjola) que se realiza mediante sondeos o alguna galería. Generalmente el regadío se realiza, bien mediante tomas al río, o por galerías que drenan a los acuíferos dolomíticos o al aluvial. La única explotación importante por sondeos se realiza en la zona indicada del Higueral. En cuanto a cultivos predominan el parral y los frutales.

Según datos de la C.O.S.A. (Cámara Oficial Sindical Agraria) el número de hectáreas en regadío en 1974 era de 7.089; lo que con una dotación media unitaria de 5.000 m³/ha supone una demanda agrícola de 35,4 hm³/año.

El consumo humano se reduce al abastecimiento de 58.522 habitantes, al que se puede atribuir una dotación de 125 l / hab./día, lo que supone 2,6 hm³/año.

El consumo industrial, debido a las factorías del mármol, principalmente, se puede estimar en 1,8 hm³/año.

Por tanto, el consumo total de la cuenca alta del Almanzora, hasta Zurgena, se puede estimar en unos 40 hm³/año.

8.2.5.2.—RECURSOS

En la estación de aforo de Santa Bárbara se midió, en el período 63/64 a 69/70, 9,6 hm³ como aportación media anual. A esta cantidad hay que sumarle los consumos de la cubeta de Overa que se incluye en el bajo Almanzora y que se estiman en 5 hm³. Estos 14,6 hm³ serían las disponibilidades de la cuenca del Alto Almanzora, una vez descontados los consumos actuales aguas arriba.

La cifra por tanto de los recursos totales de la cuenca Alta sería de 54,6 hm³/año.

La pluviometría media sobre la zona es 340 mm, lo que supone una cantidad de lluvia de 620 hm³. Para ajustar el balance, la lluvia útil (escorrentía más infiltración) tendría que ser igual a los recursos que acabamos de calcular (con la salvedad de que no hay variación de reserva sensible y que coincidan los límites superficiales y subterráneos), es decir 55 hm³/año, lo que supondría un coeficiente de escorrentía total de casi el 9 por ciento. Consideramos que este coeficiente es bajo, después de los obtenidos en las otras cuencas provinciales, lo que nos lleva a pensar dos posibilidades:

- Que debido a la importante longitud de la cuenca y a la utilización del agua por tomas del río y transporte a distancia, puede existir una evaporación importante.
- Que la cuenca superficial no coincida con la subterránea, hecho que pudiera suceder en la parte nor-occidental de la cuenca (Sierra de las Estancias), ya que los demás límites (Depresión de Baza, Sierra Filabres, Norte de la Sierra de las Estancias y límite con el bajo Almanzora) se consideran impermeables, y que hubiera una alimentación hacia la cuenca de la depresión de Baza.

8.3.— CUBETAS PLIO-CUATERNARIAS DEL BAJO ALMANZORA

En este capítulo se describe la hidrogeología de las tres cubetas plio-cuaternarias de Overa (en el Valle del Andarax), del Saltador y de Pulpí (al Noreste de la cuenca), y del delta del Valle.

Son importantes por su explotación e incidencia en la agricultura de las zonas que ocupan.

Las dos últimas cubetas presentan problemas de descensos de niveles, debido a una explotación de las reservas, siendo más acusado en la cubeta de El Saltador, donde estas variaciones han sido más alarmantes. Ese problema se ve incrementado por la escasez de recursos en ambas, con cuencas de recepción pequeñas y baja pluviosidad.

8.3.1.— CUBETA DE OVERA

La cubeta de Overa, está formada dentro del mismo lecho del río y originada por el cierre impermeable de Sierra de Almagro. Si aguas arriba de Zurgena, el río prácticamente va seco en la cubeta por el contrario el agua circula permanentemente, debido al cierre impermeable de las filitas triásicas.

Por tanto, en la cubeta de Overa, inciden todos los aportes sobrantes del Alto Almanzora y que son controlados en la estación de aforo de Santa Bárbara (núm. 73) situada en el cierre impermeable, al final de la cubeta.

Es en esta cubeta donde irá situado el Vaso del pantano de cola, del trasvase Tajo-Segura.

En la cubeta se han realizado tres sondeos de investigación dentro del Estudio.

8.3.1.1.— EXTENSION Y ESTRUCTURA

El acuífero que se explota en la cubeta de Overa está constituido por una formación detrítica de edad pliocuaternaria y cuaternaria, representada esencialmente por gravas, arenas y conglomerados de matriz areno—arcillosa, con pasadas de arcillas arenosas. Litológicamente se puede diferenciar el Cuaternario, el Plio—Cuaternario y el Plioceno, aunque hidrogeológicamente están conectados y forman un sólo acuífero.

Este conjunto detrítico descansa sobre margas impermeables miocenas, a excepción del sector más bajo de la cubeta en que descansa directamente sobre el conglomerado de base mioceno y las dolomías triásicas, ya cerca del cierre impermeable.

El embalse está limitado lateralmente por las mismas margas, salvo en la zona en que se pone en contacto con el conglomerado de base y las dolomías.

La superficie de la cubeta, de esta forma delimitada, es de 12 km², con una longitud de 5 km y una anchura variable entre 1 y 3 km.

La prospección geofísica realizada, no ha podido aportar datos para el conocimiento del embalse, debido a las variaciones de resistividad obtenidas que hacían difícil una interpretación correcta, a pesar de contar con las columnas de 4 sondeos, tres de ellos realizados por el Estudio y el cuarto perteneciente al I.R.Y.D.A.

Todos los sondeos han atravesado dos acuíferos. En el sondeo S. 1HO, se han aislado ambos y se mide su evolución periódica, pero en el S. 2HO estos acuíferos forman uno sólo. Corresponde a la zona en que el acuífero de la cubeta, se pone en contacto con el acuífero más profundo.

La potencia media del acuífero plio—cuaternario basándonos en los sondeos, debe ser de 90 a 100 m, lo que supondría una capacidad o volumen de terreno acuífero (sin contar el mioceno—triásico) de más de 1.000 hm³. (El sondeo S. 3HO parece cortar 150 m de Plio—cuaternario).

Teniendo en cuenta la profundidad del nivel freático variable de una época a otra, se puede estimar el volumen del acuífero plio—cuaternario saturado en unos 70 hm³, mínimo.

Parece que la mayor potencia del acuífero saturado se cortarían debajo del lecho del propio río.

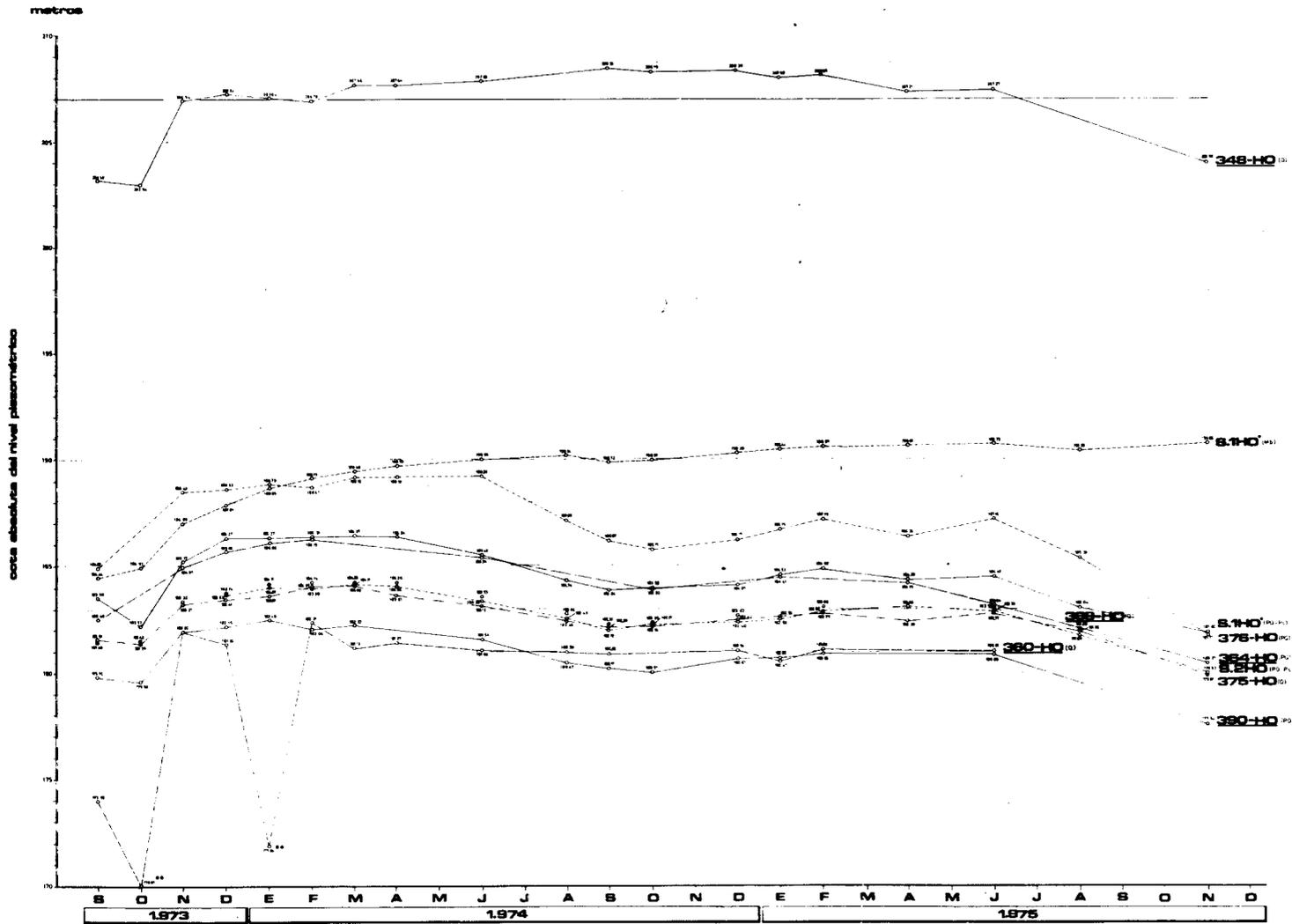
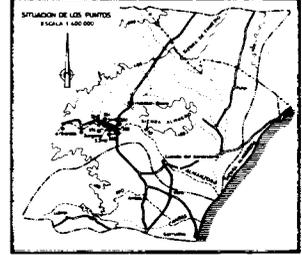
8.3.1.2.— HIDRODINAMICA

Las isopiezas indican una alimentación del acuífero hacia el río.

La alimentación del acuífero se produce, aguas arriba, por las aportaciones, tanto subterráneas como superficiales, del propio río y quizás de la rambla de Almajalejo.

La descarga natural se produce a través del río, en el cierre impermeable de Sierra de Almagro. La descarga "forzada" del acuífero se produce por bombeos en la propia cubeta.

El gradiente hidráulico es del orden de 2 por ciento.



ACUIFEROS:

- (1) ALLUVIAL DEL RIO
- (2) CONGLOMERADOS, ARENAS Y GRAMAS PLEISTOCENAS
- (3) NIVELES DETRITICOS PLEISTOCENOS
- (4) CONGLOMERADO BASAL DEL MIOCENO
- (5) DOLOMITAS TRIASICAS

360-HO sondeo en explotación
375-HO sondeo sin explotación

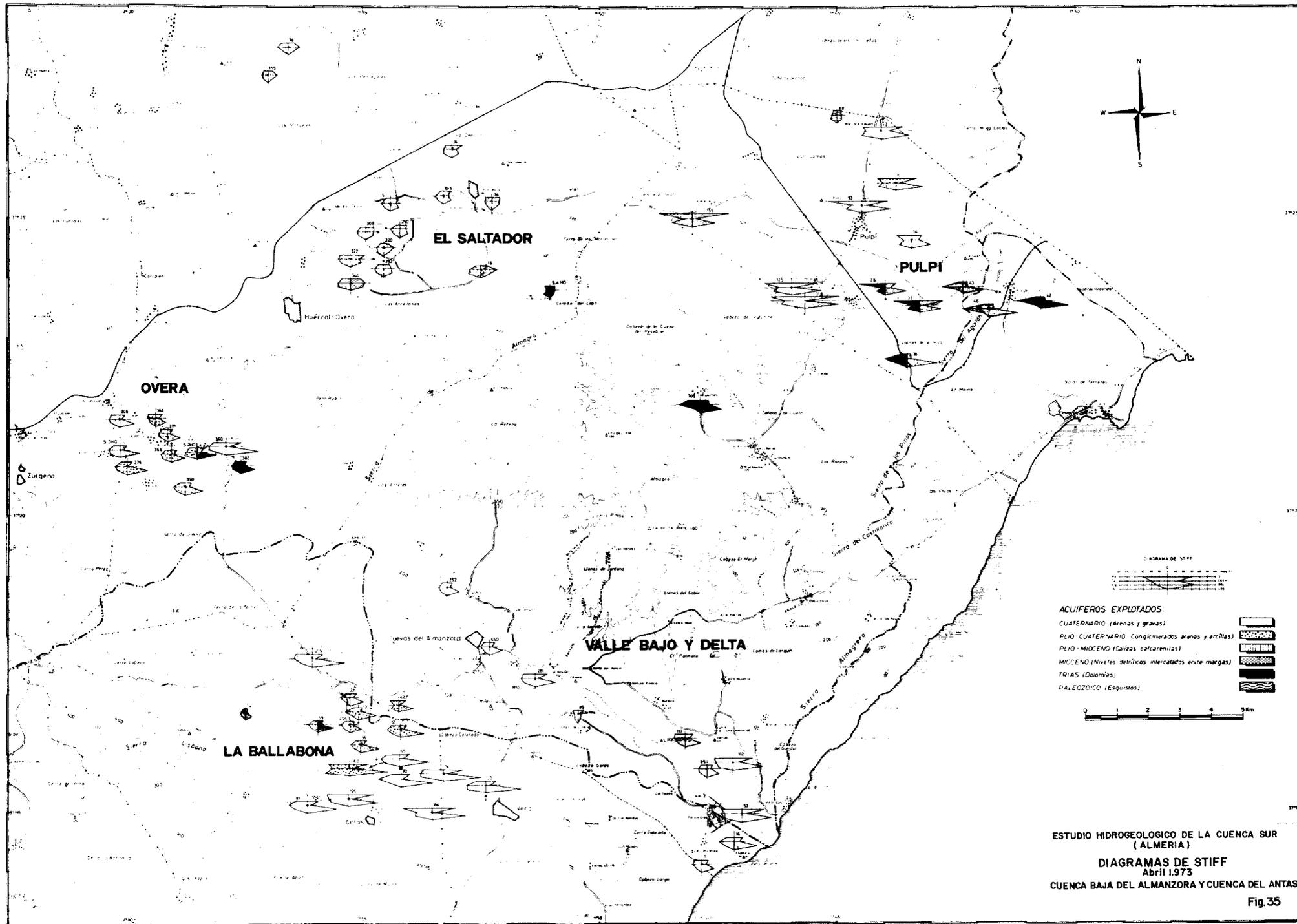
El 8.1-HO, corta dos niveles, los cuales están perfectamente aislados, y se miden independientemente

• • Niveles en recuperación tomados antes de una hora, después de haber estado bombeando

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)

GRAFICO DE EVOLUCION DE NIVELES CUBETA DE OVERA

-CUENCA BAJA DEL ALMANZORA-



Los primeros datos que se tienen de niveles piezométricos, corresponden al Estudio. A partir de Septiembre de 1973 se han medido de forma periódica. (ver fig. 34).

En general, se ha observado una subida espectacular a partir de Octubre de 1973 y que se prolonga hasta el mes de Febrero de 1974, del orden de 3 a 5 m. Esta subida fue originada por la riada que tuvo lugar el 17 de Octubre de 1973, algunos días más tarde a la medida realizada en dicho mes.

Las "crestas" producidas en iguales meses del período 74-75, no son tan elevadas y existe una diferencia de 1 a 2 m con las mismas.

Los "valles" de los gráficos corresponden a la época de iniciación de los riegos, que en la provincia se prolongan hasta el otoño, por lo que los valores más bajos corresponden a Octubre y Noviembre.

Los descensos observados en el último año son más acusados, motivados por la escasez de lluvias en igual período.

La evolución estacional de los niveles piezométricos, va relacionada con las aportaciones del río. Los niveles descienden a partir de que las aportaciones del río disminuyen y aumentan los regadíos, para recuperarse en los meses de invierno y primavera.

El funcionamiento hidrodinámico de la cubeta es el siguiente:

- Se trata de un manto libre, alimentado (tanto subterránea como superficialmente) por el río, y en pequeña cantidad por la infiltración de la lluvia.
- Se descarga, en su superficie, a consecuencia del cierre impermeable triásico y por bombeos en la propia cubeta.
- El acuífero detrítico está en contacto con el acuífero más profundo (dolomías triásicas) aguas arriba del cierre impermeable. Su substrato está perfectamente definido por las margas miocenas; pero éstas se laminan al final de la cubeta, originándose entonces el contacto del acuífero plio-cuaternario con el dolomítico.

8.3.1.3.- HIDRODINAMICA (VER FIG. 35)

De las 10 muestras de agua tomadas para análisis, 9 de ellas pertenecen al acuífero detrítico plio-cuaternario y una sola a las dolomías triásicas.

La mejor calidad se determina en este punto.

En general, la calidad del agua es homogénea excepto en el punto 360-HO que explota solamente el Cuaternario, y presenta una fuerte degradación relativa de la calidad.

Una mejor calidad relativa se determina en la zona noroeste.

La concentración en cloruros, en valores absolutos, es tolerante con variaciones entre 200 y 300 mg/l.

El contenido en sulfatos pasa de menos de 900 mg/l en la zona más cualificada, a 1.200 y 1.800 mg/l en otros puntos lo que condiciona a estas aguas como impropias para regar.

Análoga evolución presentan los valores de la conductividad eléctrica, que de 2.000 $\mu\text{mhos/m}$ pasan a 6.800 $\mu\text{mhos/m}$.

El peligro de salinización del suelo es muy elevado, clasificándose la mayoría de los puntos muestreados en la clase $C_5 S_1$ (según normas Riverside). Sin embargo, el peligro de alcalinización es bajo. Por tanto el riego requiere suelos permeables, con buen drenaje y utilización de agua en exceso para el lavado de los mismos.

Respecto a potabilidad, son aguas de mala calidad y sólo las obtenidas en el área noroeste se clasificarían, según Shoeller, como mediocres.

La calidad varía estacionalmente, con las aportaciones del río y el empeoramiento de aquélla se acentúa en los meses de estiaje, comprobándose una mejoría en los meses de mayor aportación.

8.3.1.4.— EXPLOTACIONES Y DISPONIBILIDADES (VER PLANO 2)

a) Explotaciones

La demanda principal es la agrícola, por tratarse de una zona de regadíos. Sin embargo, existe una demanda urbana a partir de las numerosas pedanías que existen en la cubeta y proximidades

A partir de los datos de la C.O.S.A. referente al número de ha. en regadío existentes en el término de Huércal—Overa, se estimó que en la zona de Overa, pudieran estar en regadío unas 900 ha., ya que la densidad de zona cultivada es muy importante a pesar de lo limitado de la extensión de la cubeta (12 km^2). Por otra parte, hay que considerar que se riega fuera de los límites de la cubeta hidrogeológica.

De los datos de inventario se ha deducido que se bombea, de los pozos de la zona, un volumen anual próximo a los 3 hm^3 .

Como para el riego de las 900 ha. con una dotación media de 5.500 l/ha. y año se necesitaría un total de 5 $\text{hm}^3/\text{año}$ aproximadamente, la diferencia de 2 $\text{hm}^3/\text{año}$ de consumo ha. de provenir de la utilización de aguas superficiales. Mediante boqueras se riega toda la zona más baja de la cubeta, quedando el resto —situado más alto— abastecido por los pozos.

b) Recursos

Situada al final de la cubeta, la estación de aforo de Santa Bárbara, mide los excedentes de la cuenca.

Los recursos de que dispone la cubeta, son exclusivamente producto de los excedentes de la cuenca alta del Almanzora, considerada hasta la localidad de Zurgena.

En el apartado 8.2.5., vimos que los excedentes del Alto Almanzora se cifraban en 14,6 $\text{hm}^3/\text{año}$ ya que una vez calculados los consumos de la cubeta de Overa (5 $\text{hm}^3/\text{año}$), el resto nos lo proporcionaba los datos de la estación de Santa Bárbara (9,6 $\text{hm}^3/\text{año}$).

Estos excedentes de 9,6 hm³/año, pasan a ser recursos para el valle bajo y el delta del Almanzora.

8.3.2.— CUBETA DEL SALTADOR

El Saltador es una zona de interés y desarrollo agrícola por parte del I.R.Y.D.A.

Está situado al Norte de Huércal—Overa y pertenece a este término municipal. Ocupa una superficie de 62 km², siendo su cuenca de recepción de unos 116 km².

La precipitación media anual no pasa de 300 mm.

En El Saltador, el I.R.Y.D.A. ha efectuado del orden de 38 sondeos, de los cuales están actualmente en explotación sólo 15. Todos estos sondeos están situados en la zona centro sur de la cubeta, en un perímetro de explotación de unos 12 km².

También existen explotaciones de particulares, preferentemente al suroeste, aunque de menor importancia. Todos son pozos—sondeos, debido a que en su día la explotación podía hacerse con pozos, pero al comenzar los descensos de niveles con las explotaciones del I.R.Y.D.A., tuvieron que reprofundizarlos.

8.3.2.1.— EXTENSION Y ESTRUCTURA

El acuífero que se explota en el Campo de El Saltador, está constituido por una formación detrítica, de edad plio—cuaternaria y cuaternaria, representada esencialmente por arenas y conglomerados de matriz areno—arcillosa, en los que se intercalan pasadas de arcillas arenosas y de arcillas margosas.

Este detrítico descansa sobre margas impermeables del Mio—Plioceno, muy potentes salvo en el suroeste, donde pueden existir localmente espesores del orden de 50 m de margas, que descansan a su vez sobre dolomías alpujárrides (que afloran en Los Cabecicos, a 3 km al Norte de Huércal—Overa).

El embalse está cerrado lateralmente por las mismas margas mio—pliocenas, salvo al Sur donde hacen el límite las formaciones triásicas (filitas y calcoesquistos, con a veces cuarcitas y dolomías subyacentes), y salvo al Noroeste donde el vaso está colindante con el valle de la Rambla de Las Norias.

Así delimitada, la cubeta tiene una superficie de 62 km².

La prospección de geofísica eléctrica, complementada con las columnas litológicas de algunos sondeos del I.R.Y.D.A. ha permitido elaborar un mapa de isopacas del conjunto detrítico, que tiene un volumen total, desde el suelo, de 7.000 hm³. Por falta de datos en una gran parte de la cubeta sobre la profundidad del nivel piezométrico —existe poca explotación en la zona norte y estos puntos no se pueden medir— no se ha podido calcular el volumen del acuífero saturado. Si se estima la profundidad media del agua, muy aproximadamente, en unos 89 m —obtenida en la zona centro—sur—, se puede considerar que el volumen saturado es del orden de los 2.000 hm³.

Los sectores de mayor potencia de material detrítico se encuentran en el centro norte de la cubeta y en dos zonas alargadas que salen de la anterior hacia el Sur.

8.3.2.2.— HIDRODINAMICA

Parece lógica, sino evidente, la existencia de una alimentación proveniente de todos los bordes, salvo tal vez el oriental, de poca extensión. Un aspecto de este tema que queda todavía en suspenso, por falta de datos piezométricos esencialmente, es el papel que puede tener, al NE de la cubeta, la comunicación con el valle de la Rambla de Las Norias; en efecto la morfología de la zona hace pensar en una posible alimentación de la cubeta a partir de dicho valle, si es que lleva mucha agua, lo que queda por comprobar.

La descarga del acuífero se produce únicamente por bombeos en la actualidad. Sin embargo, antes de las explotaciones fuertes, se descargaba por la Rambla de El Saltador mediante una fuente hoy en día desaparecida y de cuyo caudal (que representaría exactamente los recursos, siempre que no hubiera explotación) no se tiene, por desgracia, la menor idea.

a) Piezometría (ver fig. 36 y 37)

Desde principio del año 1961, en que dio comienzo la fuerte explotación de los sondeos del I.R.Y.D.A., el nivel piezométrico ha descendido de manera espectacular, hasta tal punto que los agricultores que explotaban el acuífero con pozos tuvieron que profundizar los mismos mediante sondeos.

Las medidas conservadas por el I.R.Y.D.A. del sondeo 22—HO (9 y 9 bis del I.R.Y.D.A.), completadas por las realizadas por el Estudio, demuestran que en este sondeo el nivel piezométrico ha bajado más de 46 m entre Agosto de 1961 y Septiembre de 1975, correspondiente a un descenso medio de 3,3 m/año. Asimismo, los sondeos 28, 29, 30, 26, 24 y 19 HO (todos ellos de I.R.Y.D.A. también) muestran descensos de 48, 47, 43, 42, 44 y 41 m respectivamente durante el mismo período.

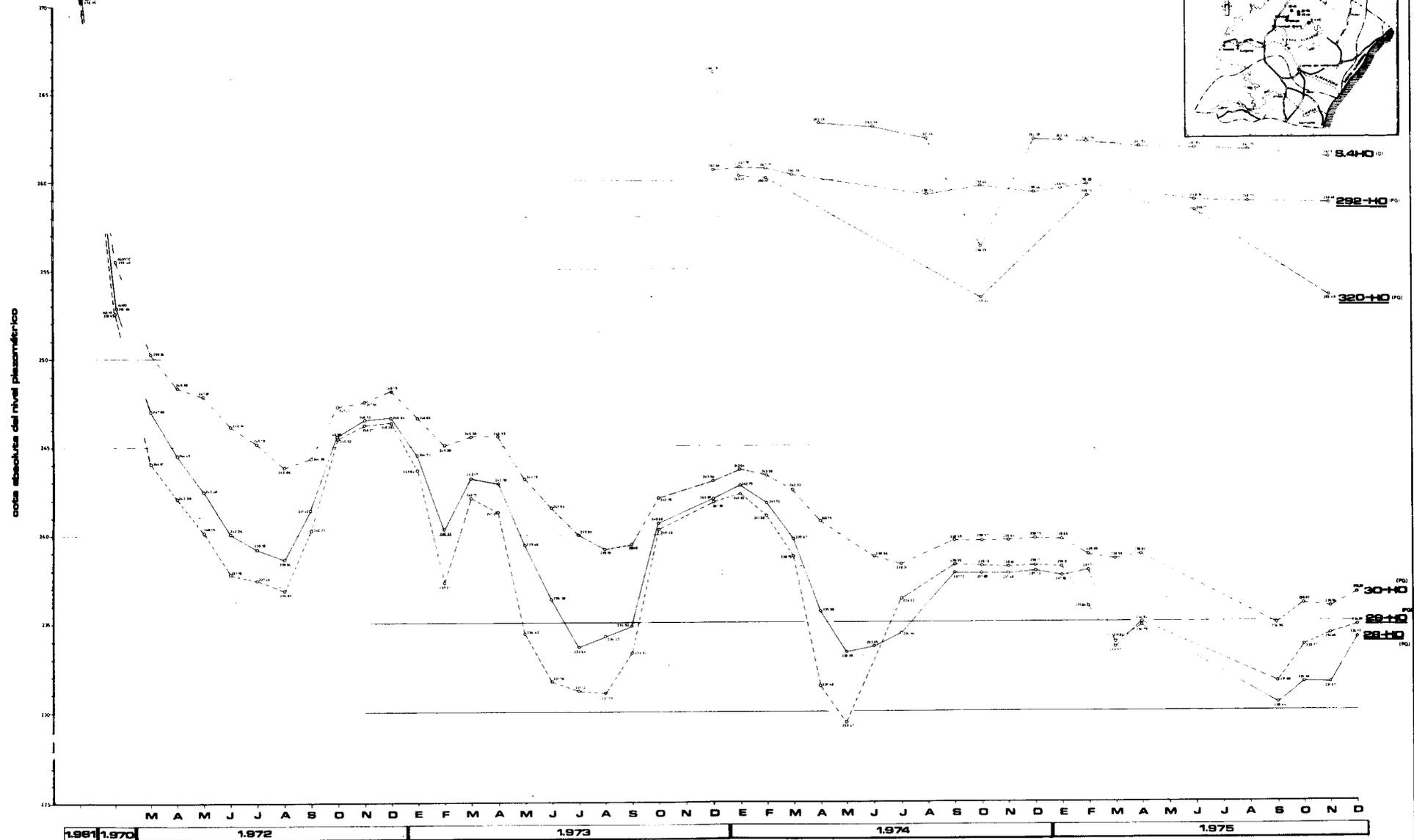
Sin embargo, las medidas efectuadas en los sondeos 5 y 33—HO (de I.R.Y.D.A.) entre 1972 y 1975 muestran descensos de 4 y 5 metros respectivamente, es decir del orden de 1,3 y 1,7 m/año, con fluctuaciones estacionales muy poco acusadas, mientras que en los precedentes sondeos podrían pasar de 10 metros. Es de notar que estos dos sondeos, aunque están en el sureste de la cubeta, no están en la zona de mayor explotación. Asimismo, fuera de la zona de fuerte explotación se encuentran los sondeos 292—HO y 320—HO, con descensos de 2 y 7 m respectivamente en los dos últimos años, aunque en el último sondeo de los indicados se observan fluctuaciones que pueden indicar, más que un fuerte descenso, una mala recuperación del pozo después de un cierto bombeo.

Esta mala recuperación, se observa en la generalidad de los sondeos indicados, aumentada con la explotación casi continuada a que son sometidos.

La evolución estacional de la piezometría es por tanto muy acusada (del orden de 5 a 11 metros), ligada con la explotación y la época de los bombeos para los riegos. Las mayores depresiones tienen lugar, repetidamente, en los meses de Abril a Septiembre y las



metros

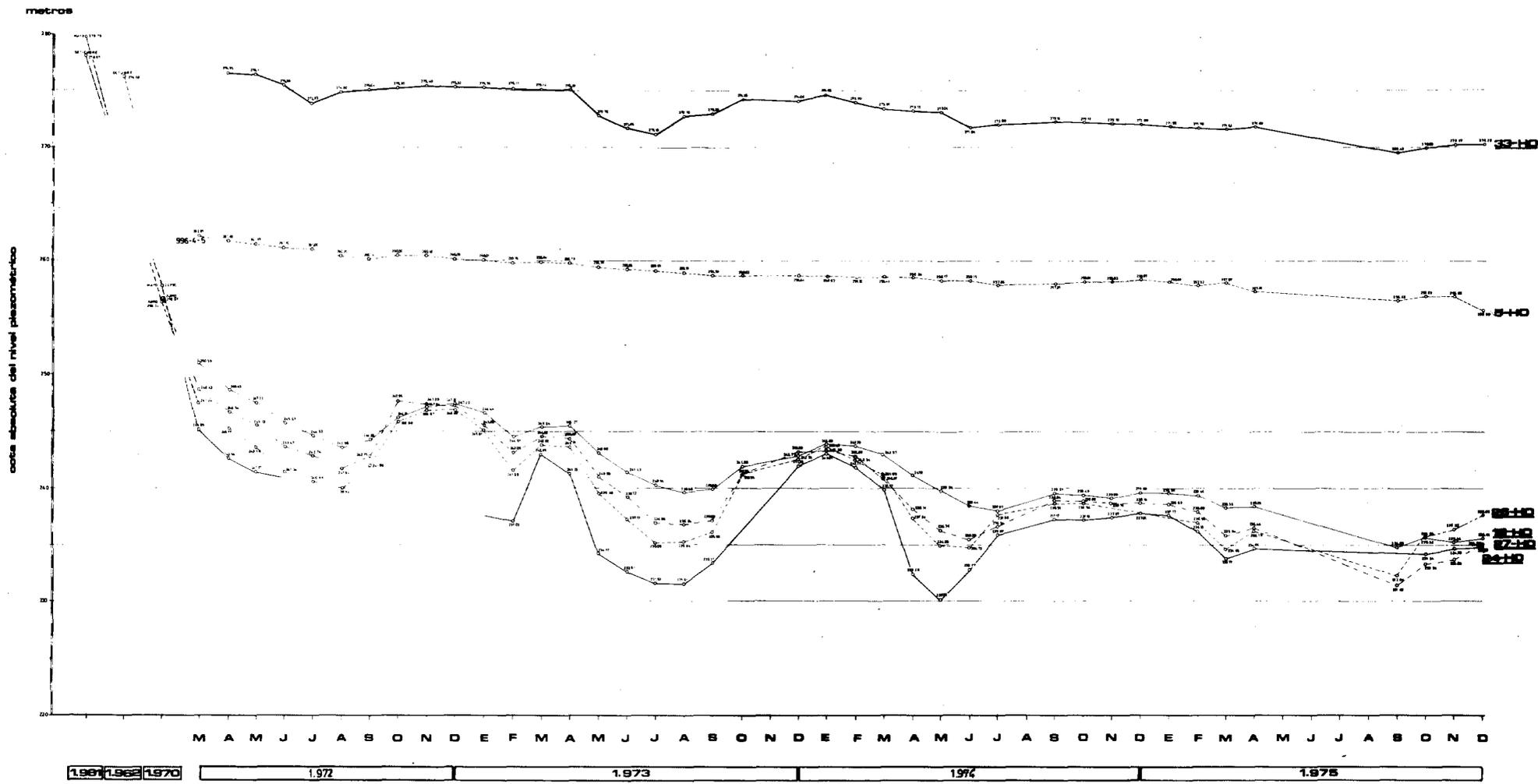


320-HO sondeo sin explotación
 30-HO sondeo en explotación

ACUIFEROS
 ARENAS Y CONGLOMERADOS CUATERNARIOS
 CALIZAS Y DOLOMITAS TRIASICAS

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)
 GRAFICO DE EVOLUCION DE NIVELES CUBETA DEL SALTADOR - CUENCA BAJA DEL ALMANZORA -

Fig. 36



5-HO sondeo en explotación
 19-HO sondeo sin explotación

ACUIFERO:
 ARENAS Y CONGLOMERADOS PLOCUATERNARIOS



ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)
GRAFICO DE EVOLUCION DE NIVELES CUBETA DEL SALTADOR
 -CUENCA BAJA DEL ALMANZORA-

Fig. 37

subidas de los niveles en el resto de los meses, con alguna cierta variación que pudiera estar ligada al régimen de lluvia de cada año.

b) Parámetros hidrodinámicos

Los valores de transmisividad obtenidos en una quincena de bombeos de ensayo, ejecutados por el I.R.Y.D.A., oscilan entre 25 y 75 m²/h. aproximadamente, lo que corresponde a una calidad hidrodinámica mediana.

El coeficiente de almacenamiento ha sido estimado en un 2 por ciento, tanto a partir de bombeos de ensayo como de la comparación entre volúmenes extraídos y descensos de nivel piezométrico.

Los caudales específicos obtenidos al cabo de varias horas de bombeo son en término medio del orden de 15 l/seg. por metro de depresión; pero localmente pueden ser solamente de unos pocos l/seg./m, o al contrario alcanzar casi 25 l/seg./m.

c) Hidrodinámica y condiciones en los límites

Sintetizando todo lo expuesto, se puede resumir de la siguiente forma el comportamiento hidrodinámico del manto albergado en el acuífero plio—cuaternario.

— Se trata de un manto libre, alimentado verticalmente por la infiltración de la lluvia y de los excesos de riego. Debe tener alimentación lateral —tanto superficial como subterránea— desde el norte, mediante las ramblas y afloramientos más o menos permeables y desde el sur a partir de las dolomías y cuarcitas de la Sierra de Almagro, que aunque existiendo predominio de filitas en la misma, aquéllas pueden presentar interés.

— Se descarga, casi de forma única, por bombeos en el centro—sur de la cubeta.

— Su substrato parece estar bien definido en general, aunque existe un paso gradual de niveles arenosos a niveles margosos.

— El substrato —margas plio—miocenas— aflora en los bordes noroeste y oeste principalmente.

8.3.2.3.— HIDROQUIMICA (VER FIG. 35)

El residuo seco está generalmente comprendido entre 1,5 y 2,5 g/l. Las concentraciones en cloruro presentan valores moderados (entre 120 y 300 mg/l). Las concentraciones en sulfatos, aunque elevadas (hasta 600 mg/l) son tolerables.

La potabilidad de las aguas es a veces pasable, pero más generalmente mediocre o mala.

En cuanto al riego, la calidad según normas Riverside, es C₃S₁ — C₅S₂. Indica esto, un peligro elevado de salinización del suelo y la necesidad de usar suelos permeables y bien drenados. El peligro de alcalinización del suelo es bajo.

8.3.2.4.— EXPLOTACIONES Y DISPONIBILIDADES (VER PLANO 2)

a) Explotaciones

La demanda principal y prácticamente única, por tratarse de una zona de regadíos, es la agrícola. De todos modos, el abastecimiento urbano de Huércal—Overa, al suroeste de la cubeta, se realiza asimismo desde la cubeta.

Según los datos del I.R.Y.D.A., de 1975, la superficie en regadío era de 2.823 ha., de las que 2.503 ha. se regaban con sondeos del I.R.Y.D.A. y el resto, 320 ha., con pozos y sondeos particulares. Esta superficie en regadío, supera casi la mitad de la extensión de la cubeta, dato que a priori parece exagerado.

Dado que el cultivo que se desarrolla en la zona está perfectamente constituido por hortalizas y frutales, se considera como dotación normal 5.000 m³/ha. año, lo que supondría un consumo de unos 14 hm³. Este valor está completamente en desacuerdo con los datos que a continuación se exponen:

— El bombeo anual de los sondeos de I.R.Y.D.A., según cálculos hechos a partir del caudal de explotación y del número de horas de funcionamiento por año, ha variado desde 1970 a 1974, entre 4,77—3,85, 4,84—5,25—4,62 hm³, lo que supone una media de 4,7 hm³/año.

— El bombeo anual de los pozos particulares, según datos de inventario, para el año 1971, fue de 1,4 hm³.

— La extracción total por bombeo, única fuente de alimentación para los riegos, sería por tanto de unos 6 hm³/año, mucho menor que la estimada más arriba.

A título de comprobación se puede hacer el siguiente cálculo:

15 sondeos del I.R.Y.D.A. están en funcionamiento. Los 4,7 hm³/año corresponden a 0,3 hm³/año por sondeo. El régimen de bombeo es del orden, como mucho, de 16 horas durante 6 meses, lo que supone un caudal medio de bombeo de unos 30 l/seg. muy en línea con los caudales reales.

Por tanto, se considera como aceptable el volumen total de 6 hm³/año, de los que si descontamos un 10 por ciento de retornos de riego, supone una extracción final de la cubeta de 5,5 hm³/año.

b) Recursos y balance

Más arriba se ha indicado que la cuenca total de recepción de El Saltador era de 116 km², ocupando solamente 60 km² la propia cubeta.

Asimismo se decía que la pluviometría media era de 300 mm para un período de tipo medio a seco (desde los años 1950—51 a 1959—60).

Por tanto, la pluviometría total sobre la cuenca es de 34,8 hm³/año.

El tanto por ciento de la pluviometría que puede considerarse como lluvia útil, puede entre el 10 y 12 por ciento. Esto nos da unos recursos variables entre 3,5 y 4,2 hm³/año.

Al comparar las cifras de consumo (5,5 hm³/año) y la de recursos (3,5 a 4,2 hm³/año) vemos existe un desfase. Este déficit ha de provenir de las reservas.

Desde un principio (como vimos en los apartados anteriores) los niveles descienden en El Saltador. Estos descensos son más acusados en la zona de mayor explotación y bastante menores en el resto.

Así los descensos de 3,4 m por año se producen en la zona de explotación de I.R.Y.D.A. (unos 10 km²), y otros de menor cuantía en las otras zonas de la cubeta. Así se estima que se está produciendo un vaciado del acuífero de unos 80 hm³/año, lo que supone, con un coeficiente de almacenamiento de 2 por ciento, una disminución de reservas de 1,6 hm³/año.

Así las disponibilidades (recursos + extracción de reservas) serían variables entre 5,1 y 5,8 hm³/año, cantidad muy en consonancia con la obtenida en el apartado de explotaciones y consumos (5,5 hm³/año).

c) Reservas

Se ha estimado más arriba que el volumen de acuífero saturado debía ser del orden de 2.000 hm³, lo que supone, con 2 por ciento de porosidad útil, una reserva de unos 40 hm³.

Al ritmo de explotación actual, con la consiguiente extracción de reservas (1,5 a 2 hm³/año), estas se agotarían en unos 20 años, pero antes se presentaría el factor limitativo de la profundidad del nivel piezométrico.

8.3.3.— CUBETA DE PULPI

La cubeta plio—cuaternaria de Pulpí se encuentra situada en la zona más al NE del Estudio y ocupa parte del término municipal de Pulpí (Almería) y una pequeña extensión del término de Lorca (Murcia).

Tiene una extensión de unos 25 km² y una cuenca superficial total de recepción de 65 km².

Percibe una lluvia media anual del orden de 300 mm.

Al sureste de la cubeta, se encuentra la Sierra del Aguilón —afloramiento dolomítico alpujárride—, donde tanto en su vertiente Este como en la Oeste, existe una fuerte explotación, con descensos importantes, ya que es zona de pocos recursos. Los sondeos situados en la vertiente Este, abastecen la zona de Terrenos, mientras que los de la vertiente Oeste, abastecen tanto a aquella, como a la cubeta.

8.3.3.1.— EXTENSION Y ESTRUCTURA

La cubeta plio—cuaternaria de Pulpí, es una franja estrecha de 2,5 km de ancho por unos 10 km de largo. Está enclavada entre materiales impermeables, dentro de las estribaciones meridionales de Sierra Almenara. Estos materiales impermeables corresponden a

los esquistos paleozoicos del Complejo Nevado —Filábride al NW y al Este, y las margas miocenas al SW y S.

El substrato del acuífero, está asimismo constituido por esquistos paleozoicos y margas miocenas, correspondiendo los primeros a la parte norte de la cubeta y las margas a la parte sur de la misma.

El acuífero que se explota en la cubeta está constituido por una formación detrítica de edad plio—cuaternaria, representada esencialmente por arenas y conglomerados de matriz areno—arcillosa, en los que se intercalan pasadas de arcillas arenosas y margas.

El vaso del acuífero está cerrado, tal como hemos visto, salvo quizás en el sureste, donde podría ponerse en contacto con el afloramiento dolomítico de la Sierra del Aguilón.

La prospección geofísica eléctrica realizada, apoyada en las columnas litológicas de algunos sondeos, ha permitido calcular un volumen total de material detrítico, hasta el suelo de 1.700 hm³. El acuífero saturado tiene un volumen del orden de 500 hm³.

Los sectores de mayor potencia del detrítico se encuentran en la mitad meridional, y dentro de ésta en el sector Este, próximo al contacto con el Paleozoico.

8.3.3.2.— HIDRODINAMICA (VER FIG. 38)

La mayoría de los pozos y sondeos que realizan la explotación de la cubeta se encuentran ubicados en la mitad sur de la misma. Existe una explotación menor, ya en la provincia de Murcia.

Para la medición de los niveles se tropieza con la dificultad de que debido a las necesidades de la zona, los pozos y sondeos se encuentran en bombeo casi continuo, lo que impide cualquier medición fidedigna no solamente de ellos, sino de los que están próximos.

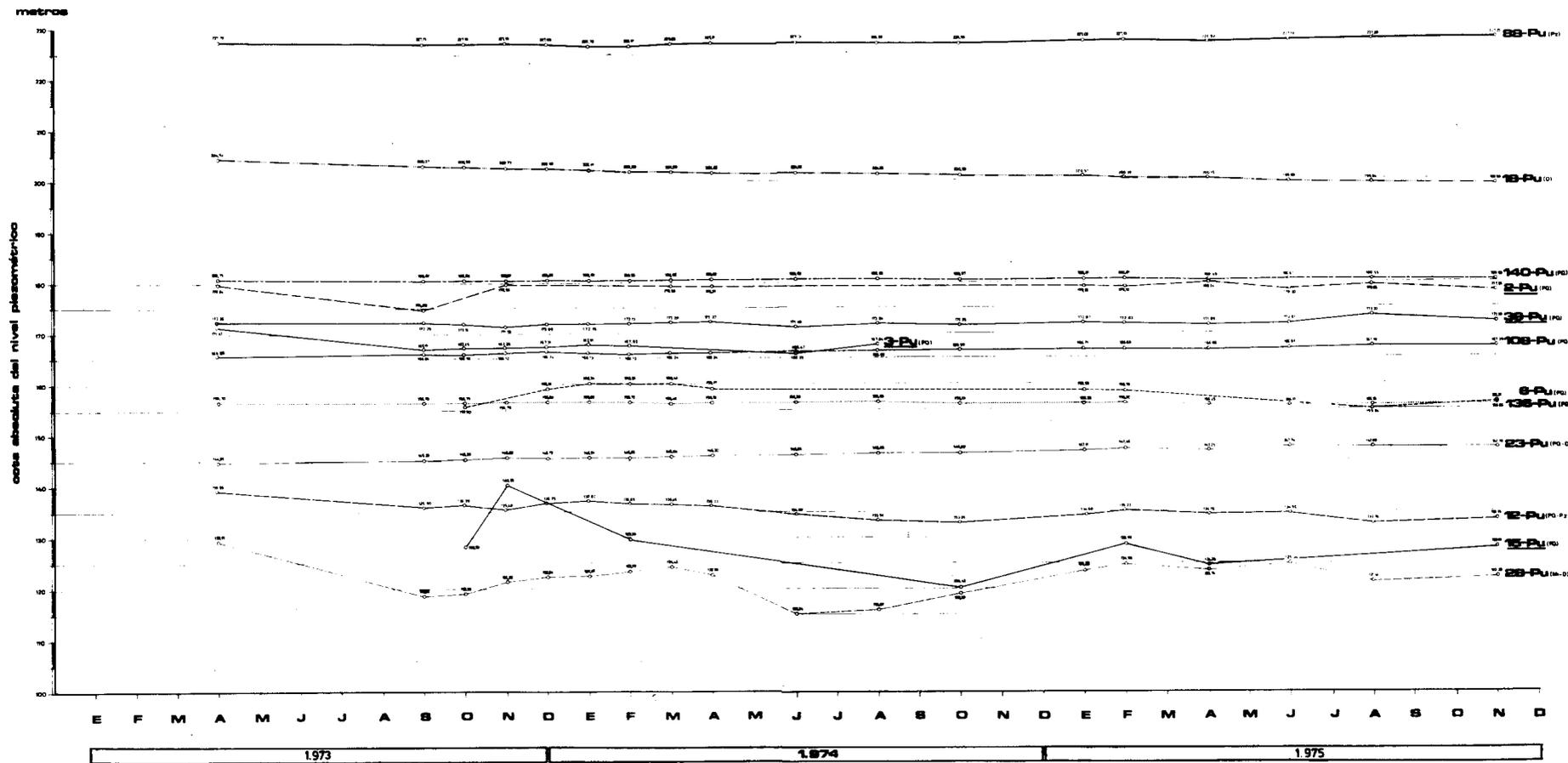
Las isopiezas elaboradas, teniendo en cuenta lo anteriormente dicho, ponen de manifiesto la ubicación de la explotación más fuerte, en la zona sur de la cubeta.

Parece lógico, que la alimentación más importante llega desde el norte de la cubeta, pero que existe una alimentación desde todos los bordes —escorrentía superficial—. Asimismo, aunque al Oeste de la Sierra del Aguilón existe explotación, puede haber, según indica, una alimentación hacia la cubeta.

El gradiente es suave en la mitad norte y aumenta fuertemente hacia el sur. Esto indica nuevamente la modificación de las isopiezas por la explotación a que está sometida esta zona.

La descarga natural del acuífero, si es que existe, se realizará hacia la rambla de Canalejas, por las proximidades de la pedanía de "La Fuente" al sur de la cubeta. No olvidemos que la descarga del acuífero actualmente es por bombeos.

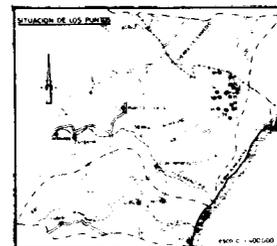
No se poseen datos exactos referentes al nivel piezométrico, con fechas anteriores a Abril de 1973 (fecha de inventario de la cubeta), aunque se conoce del descenso de



2-Pu sondeo sin explotación
 3-Pu sondeo en explotación

ACUIFEROS:

- CONGLOMERADOS Y ARENAS PLEOCENARIAS (M)
- NIVELES DETRITICOS Y ARENAS MIOCENAS (M)
- DOLOMITAS TRIASICAS
- ESQUISTOS PALEOZOICOS (M)



ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)

GRAFICO DE EVOLUCION DE NIVELES CUBETA DE PULPI - CUENCA BAJA DEL ALMANZORA-

Fig. 38

niveles por información de los propios agricultores.

Con la red piezométrica definida se han medido una serie de pozos y sondeos, de forma periódica, lo que ha permitido las observaciones siguientes:

Los descensos obtenidos en los dos últimos años son variables, siendo más importantes en el sureste —zona de mayor explotación—. Los valores de estos descensos, oscilan entre 1 y 4 m lo que supone descensos medios anuales de 0,5 a 2 m. Sin embargo, existe algún punto que no varió prácticamente nada. Uno de los sondeos que explota las dolomías también tuvo un descenso medio de 1,5 m.

Las fluctuaciones estacionales no son muy acusadas y van relacionadas con la época de estiaje y de explotación para riego. La recuperación se inicia en los meses de Octubre y Noviembre y continúa hasta los de Febrero y Marzo.

Sintetizando el comportamiento hidrodinámico del manto, se puede decir que es libre, alimentado verticalmente por la infiltración de la lluvia y los excesos de riego.

Posee aportaciones laterales superficiales provenientes de los afloramientos margosos que la circundan. La alimentación subterránea proviene del norte de la cubeta y muy dudosamente del sureste, del afloramiento dolomítico de la Sierra del Aguilón.

Se descarga, casi exclusivamente, por bombeos emplazados en la zona sur de la cubeta principalmente.

Su substrato parece estar bien definido en general, aunque existen, en algunas partes ya indicadas, pasos graduales de niveles arenosos a niveles más margosos.

8.3.3.3.— HIDROQUIMICA (VER FIG. 35)

Los residuos secos oscilan generalmente alrededor de 5 g/l en la cubeta, con concentraciones en cloruros de 500 a 900 mg/l y en sulfatos del orden de 1.000 a 1.500 mg/l. La facies es claramente sulfato—clorurada.

La potabilidad, según la clasificación de Schoeller, es siempre mala.

Para riego, la calidad oscila entre C₃—S₁ y C₆—S₄, estando la mayoría entre C₅—S₂ y C₅—S₂.

Destaca la mala calidad de las aguas de esta cubeta, respecto de las demás cubetas definidas en la misma comarca.

Conviene señalar que las aguas procedentes de las dolomías de la Sierra del Aguilón, que también sirven para el riego de la cubeta, tienen una calidad algo mejor: el residuo seco no llega a 3 g/l y los cloruros a 500 mg/l; los sulfatos son tan importantes como en la cubeta.

8.3.3.4.— EXPLOTACIONES Y DISPONIBILIDADES (VER PLANO 2)

a) Explotaciones

En la cubeta de Pulpí, la demanda más importante es la agrícola. Actualmente incluso se están poniendo en regadío la zona de las margas miocenas en el suroeste de la cubeta, mediante los acondicionamientos necesarios de suelos.

La explotación de la cubeta se realiza por bombeos en sondeos y pozo—sondeos, reprofundizados estos últimos a partir de pozos primitivos al descender el nivel freático.

A partir de los datos de la Cámara Sindical Agraria (C.O.S.A.) las hectáreas en regadío a finales de 1974, del término de Pulpí eran 1.890. Puede estimarse que unas 1.100 corresponden a la cubeta de Pulpí, y contando con la estimación de las hectáreas regadas en la zona de la cubeta que pertenece a la provincia de Murcia, el total de ha. regadas de la cubeta alcanzaría las 1.400.

El tipo de cultivo preferentemente son tomates sobre enarenados, frutales y almendros.

Se ha estimado el consumo de la zona, tanto a partir de los datos del inventario como al aplicar una dotación de riego de 5.000 m³/ha y año, a unos 7 hm³/año. En esta cifra viene incluido el abastecimiento de la población de Pulpí. De esta cantidad, sólo se extraen 4,7 hm³/año de la cubeta.

b) Recursos y reservas

Los recursos de la cubeta por las precipitaciones son del orden de 3 hm³/año, calculados con unas lluvias de 300 mm y una infiltración del 12 al 15 por ciento.

Sin embargo el descenso de niveles permite estimar en menos de 1 hm³/año el caudal que proporcionan las reservas.

Por lo tanto parece existir una aportación suplementaria de casi 1 hm³/año, bien procedente de la Sierra del Aguilón (de recursos también escasos), o bien del Alto Guadalentín.

Las reservas son del orden de 10 hm³, que se agotarían en unos 12—15 años si pudieran utilizarse completamente.

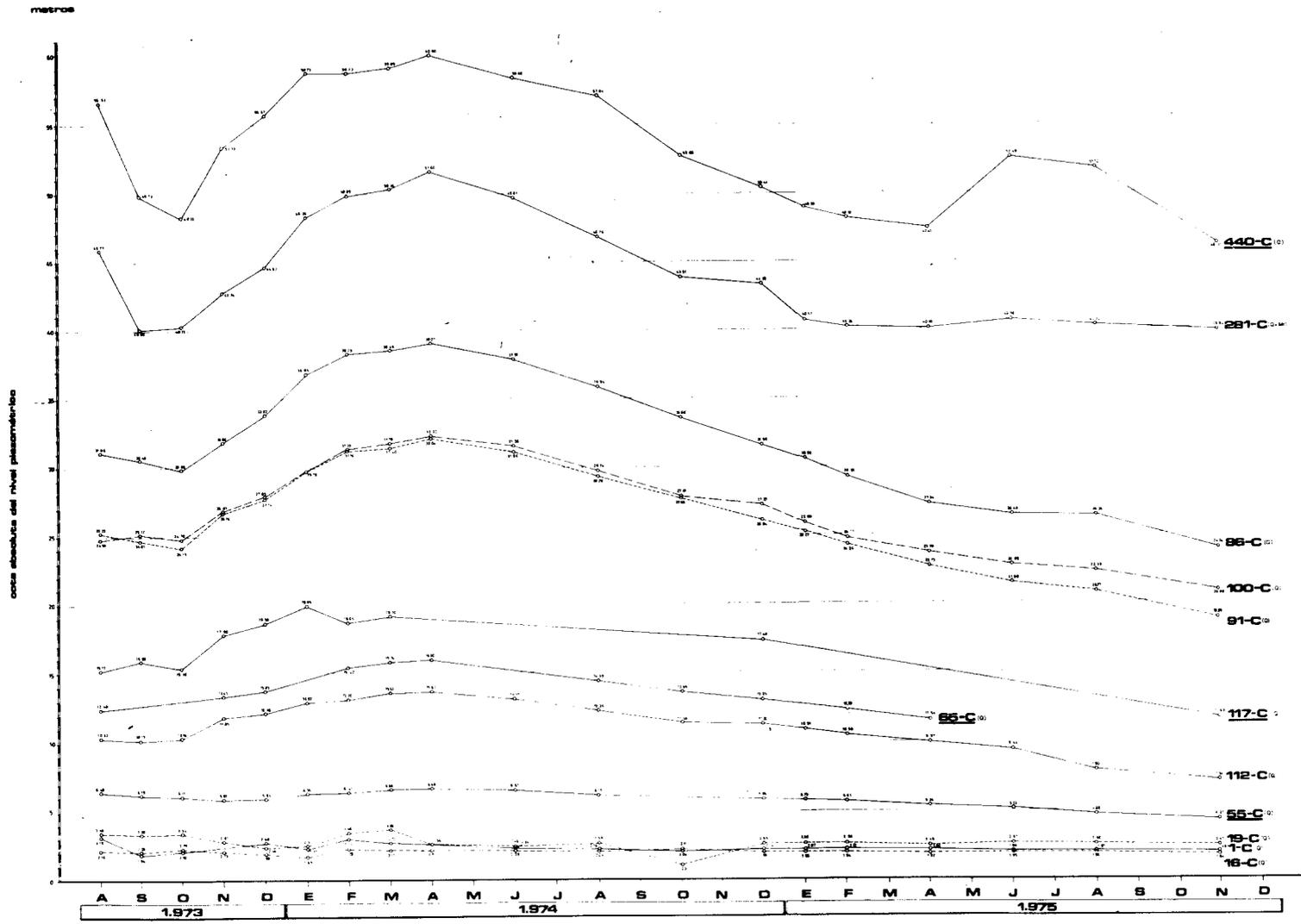
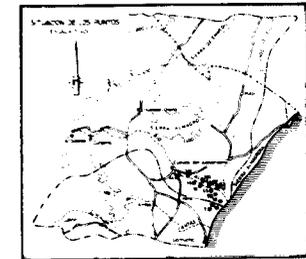
8.3.4.— VALLE BAJO Y DELTA DEL ALMANZORA

El valle bajo —que incluye al delta— comienza inmediatamente aguas abajo de la Sierra de Almagro, 2 km aguas arriba de la localidad de Cuevas del Almanzora.

Es una estrecha franja de 13 km de largo, con una anchura variable de 1 a 2 km.

8.3.4.1.— EXTENSION Y ESTRUCTURA

El acuífero que se explota está constituido por el aluvial del río, formado por



ACUÍFEROS:
 (o) ALUVIAL DEL RÍO
 (o) NIVELES DETRÍTICOS Y ARENAS MIOCENAS

95-C pozo en explotación
18-C pozo sin explotación

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)
 GRAFICO DE EVOLUCION DE NIVELES VALLE BAJO Y DELTA -CUENCA BAJA DEL ALMANZORA-
 Fig.39

arenas, limos, gravas y conglomerados sueltos, de edad cuaternaria.

El aluvial descansa sobre margas impermeables del Plioceno y Mioceno, más potentes según se avanza en el recorrido, hacia la desembocadura. (En la cuenca del Antas, próximo al valle bajo, se perforó en un sondeo más de 500 m de margas).

El embalse subterráneo que forma el aluvial está cerrado lateralmente por el mismo paquete margoso, salvo muy cerca de la desembocadura, que hace de cierre impermeable en la margen izquierda, los esquistos paleozoicos del Complejo Alpujárride de Sierra Almagrera —ver Plano núm. VII—5 “Cartografía hidrogeológica”.

Así delimitado, el aluvial tiene una superficie de unos 20 km².

La geofísica eléctrica realizada, apoyada en las columnas litológicas de pozos, ha permitido determinar que la potencia del acuífero es superior a 100 m en poco más de 3 km²; este sector corresponde con el primitivo cauce del río.

El volumen total del acuífero aluvial, hasta el suelo, es de unos 1.900 hm³. El acuífero saturado tiene un volumen del orden de 550 hm³, que puede duplicarse en invierno.

8.3.4.2.— HIDRODINAMICA (VER FIG. 39)

Los puntos que explotan el aluvial son en su totalidad pozos, sin existir ningún sondeo mecánico. Están repartidos en las márgenes del cauce del río.

Se han controlado periódicamente 17 de estos pozos, a partir de los cuales se han elaborado las isopiezas del mes de Abril de 1973, que nos indican —como es lógico para este mes— un drenaje importante del acuífero hacia el mar.

Existe alimentación hacia el aluvial desde el río a la salida del impermeable triásico y desde las ramblas que son afluentes por su margen izquierda (excedentes de la rambla de Canalejas, etc.). Asimismo, se pone en evidencia que el río alimenta al acuífero, en las proximidades de la desembocadura, originándose el drenaje hacia el mar por un antiguo cauce del río, al sureste de Palomares.

El gradiente hidráulico es del orden del 5 por ciento.

La única descarga del aluvial —aparte de la explotación por pozos— es hacia el mar.

Los primeros datos que se tienen de niveles piezométricos, corresponden al Estudio, y a partir de Abril de 1973 se han medido de forma periódica.

La subida espectacular de niveles iniciada a partir de Octubre de 1973 y que se prolongó hasta Abril de 1974, —del orden de 10 m en los pozos topográficamente más altos— va relacionada con las inundaciones producidas por la riada, que tuvo lugar en la primera fecha indicada. A partir de Abril de 1974 los descensos son continuos, llegándose a cotas piezométricas en el verano de 1975, del orden de 1 a 3 m más bajas que las de iguales fechas de 1973. De igual modo esto indica el déficit de lluvias de estos dos últimos años, lo que supone la falta de recarga para el aluvial del valle bajo incrementada con el bombeo de que es objeto, para los regadíos de la zona.

Por tanto, debido a estas circunstancias, es difícil dar una opinión real sobre la evolución de los niveles piezométricos.

En cuanto a la evolución estacional, ésta como es lógico va relacionada con las épocas de escorrentía o de estiaje, así como con el régimen irregular de lluvias, de la provincia.

Sintetizando podemos definir el funcionamiento hidrodinámico del aluvial del valle bajo.

- Constituye un manto libre, alimentado verticalmente por la infiltración de la lluvia y de los excesos de riego. Se alimenta, tanto superficial como subterráneamente, por el propio río, a la salida del afloramiento triásico impermeable de Sierra de Almagro, así como de los excedentes de las ramblas, afluentes por la margen izquierda (Rambla de Canalejas, etc.).
- Se descarga por bombeos y directamente al mar, tanto superficial (épocas de crecidas del río) como subterráneamente.
- El substrato está perfectamente definido, y está constituido por margas impermeables del Plioceno y Mioceno.

8.3.4.3.— HIDROQUIMICA (VER FIG. 35)

El residuo seco oscila generalmente entre 2,5 y 4 g/l, y puede, a veces, pasar de 6 g/l. La facies química es sulfatada.

Los contenidos en cloruros varían entre 200 y 300 mg/l, generalmente. En las zonas de aportaciones de ramblas, estas concentraciones alcanzan los 600 mg/l y, próximas a la desembocadura, se llega a 1 gr/l.

Análogamente la concentración en ión sulfato varía de 500 a 1.000 mg/l, y llega a sobrepasar los 1.700 gr/l en las zonas de peor calidad.

Existe un empeoramiento general de la calidad, desde aguas arriba hasta la desembocadura. Sin embargo, existen puntos de peor calidad en zonas altas, probablemente debido a las aportaciones más cargadas en sales de algunas ramblas que empeoran la calidad originaria del acuífero.

El deterioro de la calidad se acentúa en los últimos 3 km que preceden a la desembocadura del río Almanzora. Hasta este punto, el cauce del río constituye la zona de mejor calidad. A partir de ahí empeora, determinándose mejor calidad en el paleocauce del río, ya definido en los apartados anteriores y definido asimismo con la geofísica y las isopiezas.

La variación estacional de la salinidad es importante y viene relacionada con la mayor o menor aportación del río. En los estiajes, la calidad empeora hasta límites importantes, pero en los meses de invierno y primavera, aquélla mejora con las aportaciones superficiales y subterráneas del propio río. La variación puede llegar a ser del 100 por cien.

La calidad química, según las normas Riverside, varía entre C_3S_1 y C_5S_2 estando la mayoría en la clase C_4S_1 , que corresponde a contenidos medios en sodio y residuos secos elevados. Indica asimismo un peligro de elevado a muy elevado de salinización de suelos y bajo o medio de alcalinización de los mismos, aunque aliviado este último por el contenido alto de sulfato cálcico de las aguas.

Según el esquema de Schoeller, las aguas tienen una potabilidad permanente mala o mediocre.

8.3.4.4.— EXPLOTACIONES Y DISPONIBILIDADES (VER PLANO 2)

a) Explotaciones

Dentro del valle bajo, las demandas principales las absorbe el sector agrícola. Existe asimismo una demanda urbana localizada principalmente en Cuevas de Almanzora.

Según datos de la C.O.S.A. existían 3.514 ha. en regadío en el término municipal de Cuevas de Almanzora, a finales de 1974,. Como la extensión del valle bajo y delta (incluido aluvial y zona cultivable) no es superior a 30 km² es de suponer que un máximo de 2.000 ha. pueden estar en regadío en esta zona, incluyendo la parte última de la rambla de Canalejas, antes de unirse al río.

Con una dotación unitaria media de 5.000 m³/ha. y año (ya que no se conoce con exactitud la superficie regada son aguas subterráneas y superficiales) se obtiene una demanda agrícola que alcanza los 10 hm³/año, a los que hay que añadir 0,5 hm³/año del consumo urbano.

Como a partir del inventario se obtiene que, 4,8 hm³ son extraídos del acuífero mediante los pozos situados en la zona, el resto, es decir, otros 5,5 hm³ han de ser cubiertos con aguas superficiales. Este riego se realiza mediante boqueras en el río.

b) Recursos

En el valle bajo, existen unos recursos totales que se dividen en dos grupos: los propios y las aportaciones del Alto Almanzora.

La aportación del Alto Almanzora, medida en la estación de aforo de Santa Bárbara es de 9,6 hm³/año.

La cuenca de recepción total del valle bajo, incluidos los 5 últimos km de la rambla de Canalejas —aguas abajo de la pedanía del mismo nombre— supone unos 150 km² de superficie. Como la pluviometría media, medida en Cuevas, es de 225 mm nos resulta un aporte total de 33,8 hm³/año a partir de las lluvias.

Aplicando un coeficiente de infiltración variable entre 10 y 15 por ciento, la lluvia útil variaría entre 3,4 y 5,1 hm³/año.

Así el total de los recursos alcanzaría la cifra de 13 a 14,7 hm³/año.

d) Balance

Conocidos los consumos y los recursos, vemos que el valor de estos últimos es algo mayor. La diferencia, variable entre 2,7 y 4,4 hm³/año resultan ser las pérdidas al mar, tanto superficiales (en algunas ocasiones) como subterráneas.

El volumen de 2,7 a 4,4 hm³/año, supondría una salida continua variable entre 85 y 140 l/seg.

8.4.— CUENCA DEL ANTAS

La superficie total de la cuenca es de 316 km² y, según datos de la C.O.S.A. la superficie en regadío, al final de 1974, era de 1795 ha, siendo zona de mayor desarrollo agrícola la cubeta de La Ballabona.

La cuenca comprende los términos municipales de Lubrín, Garrucha, Antas y Vera, con un total de 14.125 habitantes, según el censo de 1974. El término municipal más importante es el de Vera con 5.184 habitantes.

La pluviometría media es de 225 mm/año.

Los afloramientos de terrenos impermeables dentro de la cuenca suponen más del 75 por ciento de su extensión total. Esto, desde el punto de vista hidrogeológico, nos limita el interés de la cuenca y sólo dos zonas —la Sierra Lisbona y la cubeta de La Ballabona— presentan importancia como acuíferos.

Los materiales impermeables están constituidos por esquistos paleozoicos, filitas triásicas y margas pliocenas y miocenas.

Los materiales permeables corresponden a las calizas y dolomías permotriásicas de Sierra Lisbona, calcarenitas colgadas al Sur de Antas y los conglomerados, arenas y gravas pliocuaternarias de la cubeta de La Ballabona.

8.4.1.— ACUIFEROS CALIZO—DOLOMITICOS

Las calizas marmóreas y dolomías son de edad permotriásicas, y pertenecen al Complejo Nevado—Filábride.

Geográficamente están situados en Sierra Lisbona, que constituye una de las estribaciones orientales de Sierra de Filabres.

La base de las calizas y dolomías, está constituida por esquistos paleozoicos del mismo Complejo. Sobre ellos se orientan las calizas y dolomías, cuya extensión superficial es algo superior a 20 km² de superficie unos 16 km² corresponden al afloramiento más importante, que se hunde hacia la cubeta de La Ballabona y cuyos recursos alimentan subterráneamente a la misma.

Estas calizas marmóreas, han sido cortadas por sondeos realizados por I.R.Y.D.A. en la pedanía de Jauro al Sureste de Sierra Lisbona y por otros, realizados por particulares en la vertiente de la cubeta de La Ballabona. Asimismo la geofísica realizada en la cubeta

de La Ballabona, ha determinado resistividades correspondientes a este paquete carbonatado dispuesto inmediatamente debajo del acuífero plio—cuaternario de la cubeta, que veremos en el apartado 8.4.2.

Constituye un acuífero libre, siempre que no se corte debajo de ningún nivel margoso mioceno.

En la zona de Jauro, los caudales puntuales obtenidos según I.R.Y.D.A., oscilan sobre los 20 l/seg. y los niveles estáticos no rebasan el metro de profundidad. Por el contrario en la vertiente hacia La Ballabona se obtienen caudales variables entre 50 y 70 l/seg., pero los niveles se encuentran a mayor profundidad y varían entre 50 y 100 m.

Aunque no se pueden medir la generalidad de los sondeos que cortan estas calizas, bien por estar precintados o por estar instalados de tal forma que impiden su medición periódica, se conoce la evolución de uno de ellos, desde Mayo de 1973 hasta su instalación en Febrero de 1975, teniendo un descenso medio anual superior al metro (ver fig. 40 "Gráfico de evolución de niveles. Cubeta de La Ballabona").

Asimismo galerías que drenaban este acuífero en la zona de Jauro, donde los niveles estaban más altos, han quedado secas. Según información verbal, una de ellas que tenía un caudal superior a 50 l/seg. y servía de abastecimiento a las localidades de Antas y Vera, fue disminuyendo en caudal hasta permanecer seca.

En la actualidad, numerosos sondeos se encuentran precintados, por denuncias de posibles afecciones, creando problemas de tipo jurídico, en toda la zona incluida La Ballabona.

En cuanto al funcionamiento hidrodinámico del acuífero, éste se recarga directamente por la infiltración de la lluvia o bien por alimentación de la escorrentía superficial proveniente de ramblas que cruzan los afloramientos antes de llegar a la pedanía de Jauro.

Se descarga por bombeos o lateralmente a la cubeta plio—cuaternaria de La Ballabona.

En cuanto a la calidad química de las aguas que contiene, sólo se dispone del análisis de un punto (Sondeo 34).

Su contenido en cloruro es bajo (100 mg/l) y medio el de sulfatos (447 mg/l). En cuanto a su potabilidad puede considerarse como pasable y no ofrece riesgo alguno de alcalinización, ni de salinización de suelo, en cuanto su uso para riego.

El empeoramiento de esta calidad una vez alimenta al acuífero plio—cuaternario se manifiesta en el sondeo 59, que explota ambos acuíferos. Así el contenido en cloruros pasa a ser de 185 mg/l y el de sulfatos de 920, presentando peligro para el uso agrícola, si no se utilizan en suelos de buen drenaje.

8.4.2.— CUBETA DE LA BALLABONA

Es la zona de regadío más importante de la cuenca de Antas, así como donde se realizan las explotaciones más intensas, llegando en la actualidad a ser una zona conflictiva, con numerosas perforaciones que no han llegado a estar en explotación, al ser precin-

tadas por orden judicial, por denuncias de afecciones o posibles afecciones entre aquéllas.

8.4.2.1.— EXTENSION Y ESTRUCTURA

El acuífero que se explota en la cubeta de La Ballabona, está constituido por una formación detrítica de edad plio—cuaternaria, representada esencialmente por arenas y conglomerados de matriz areno—arcillosa, en los que se intercalan pasadas de arcillas arenosas.

La geofísica indica que este detrítico descansa generalmente sobre margas miocenas y pliocenas muy potentes. Sin embargo, en la parte NW el substrato del conjunto detrítico lo constituyen las calizas permotriásicas que forman la sierra anterior, mientras que más al Norte lo constituyen las filitas triásicas que afloran en esta zona.

Así el embalse está cerrado, bien por margas pliocenas, bien por filitas triásicas en todos sus límites, salvo en la zona suroeste, donde se pone en contacto con las calizas permotriásicas de Sierra Lisbona, de donde recibe alimentación lateral subterránea y con las que llega a constituir un solo acuífero, aunque con características hidrogeológicas diferentes.

Así delimitada, la extensión de la cubeta es de unos 20 km².

La potencia mayor del acuífero detrítico es de unos 150 m. El volumen mínimo del acuífero saturado (plio—cuaternario más calizas) asciende a 500 hm³.

8.4.2.2.— HIDRODINAMICA (VER FIG. 40)

La mayoría de los sondeos se encuentran próximos a la carretera nacional 340, al norte de las localidades de Vera y Antas, es decir, ubicados en el centro de la cubeta.

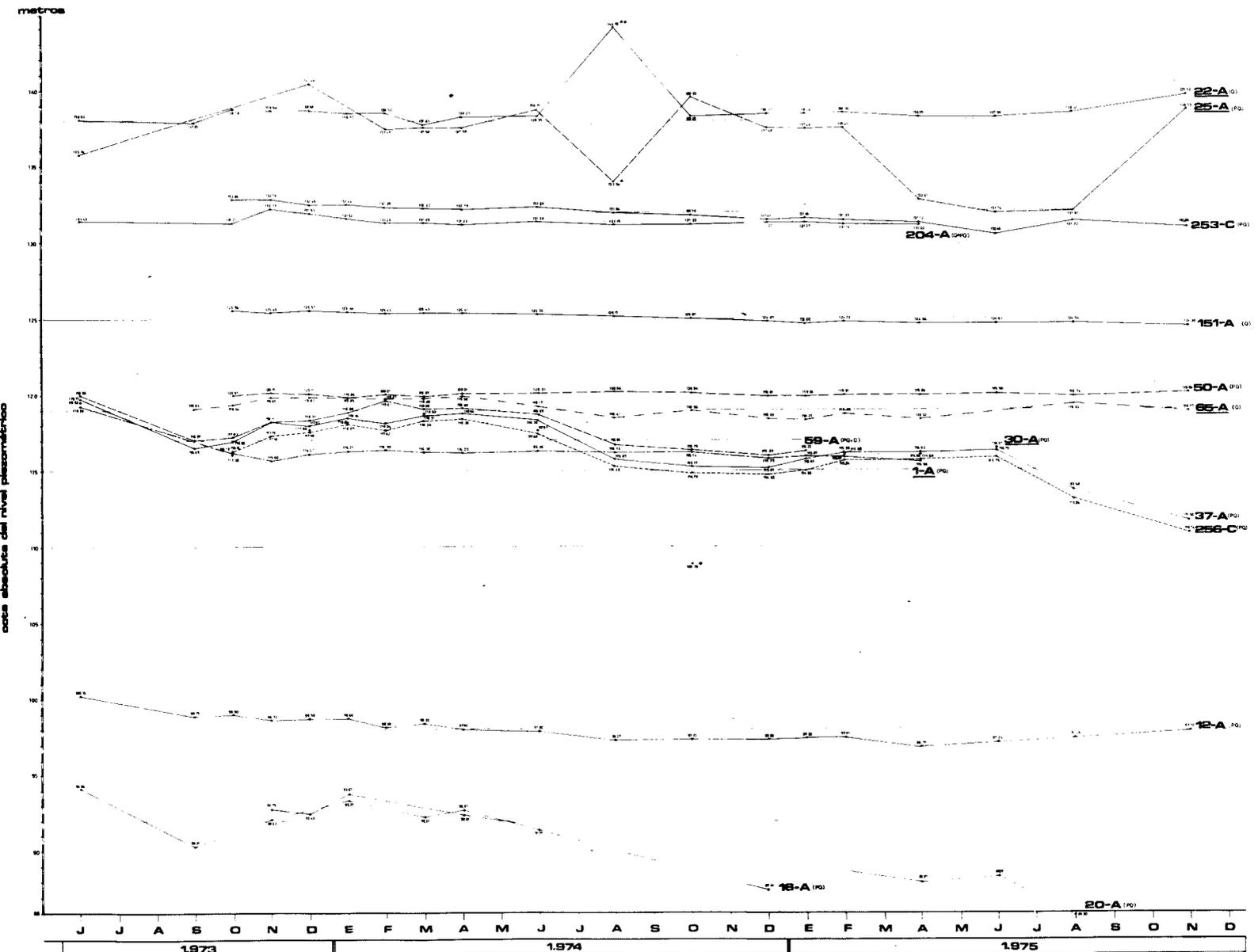
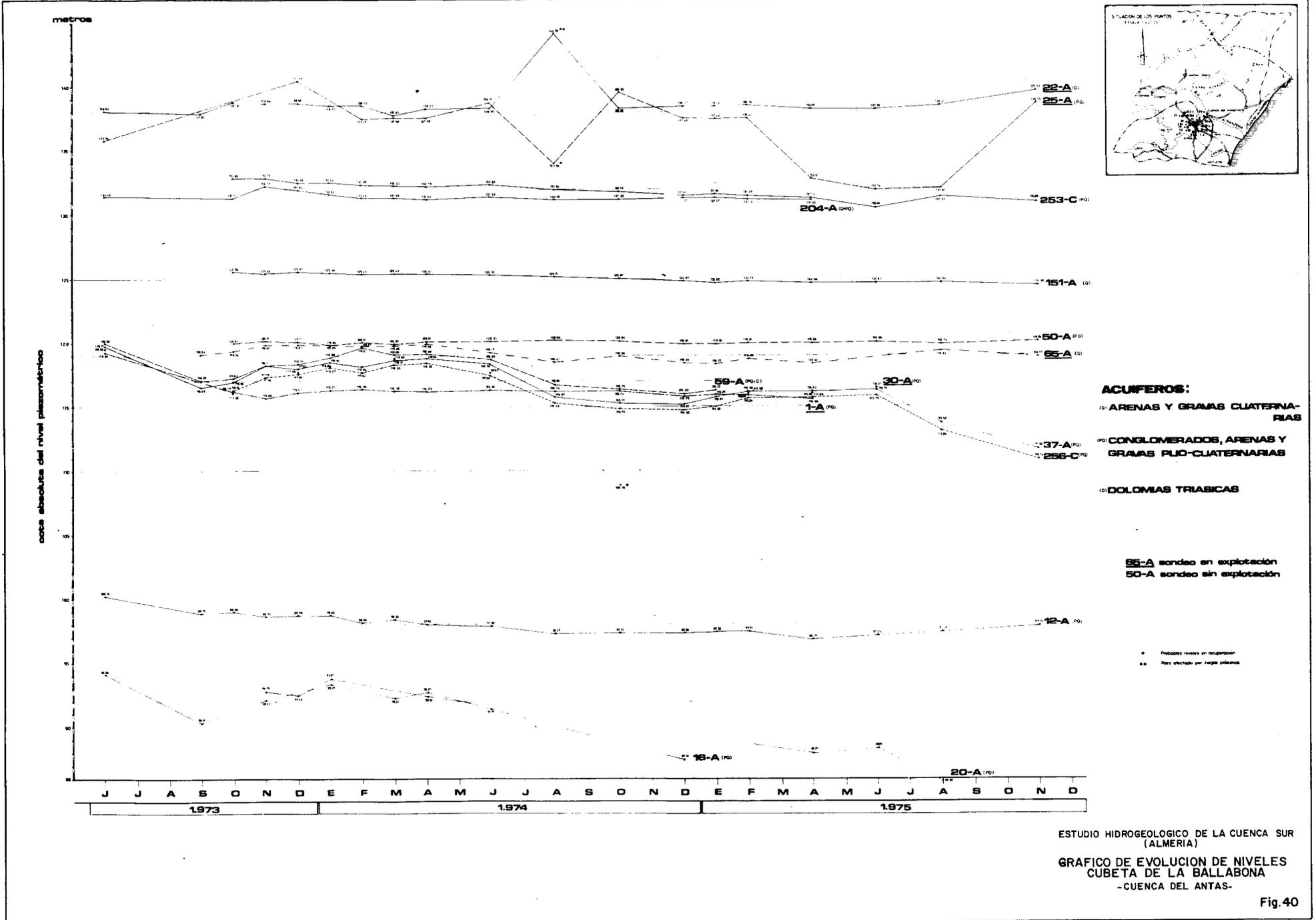
Además, muchos sondeos se encuentran sometidos a un bombeo casi continuo, por las necesidades de riego de la zona, lo que impide una medición fidedigna, no solamente en ellos mismos, sino también en los que están a poca distancia.

Estos dos factores han imposibilitado la elaboración de isopiezas fidedignas, que solamente dan cuenta de la fuerte explotación existente en el centro de la cubeta.

La alimentación parece evidente desde todos los bordes, aunque sabemos que principalmente se realiza a partir de Sierra Lisbona y probablemente desde el Norte a través de la propia rambla de La Ballabona.

La descarga normal del acuífero debería producirse por la rambla de La Ballabona, hacia Vera, pero la verdadera descarga se produce actualmente por los intensivos bombeos.

La explotación se inició sobre los años 1963—1964 sufriendo un incremento importante en la década siguiente. Los caudales aforados en esa fecha, disminuyen en el tiempo, prueba inequívoca de que a partir de entonces existe un descenso continuo de niveles, con reperforaciones en los pozos primitivos que inevitablemente se ven obligados a realizarlas, por las mismas causas.



Se poseen datos de niveles piezométricos de algunos sondeos, de 1969. Así el sondeo 16—A, situado en el centro de la cubeta descendió desde Julio de 1969 a Junio de 1974 algo más de 18 m; el sondeo 253—Cu descendió desde igual fecha a Junio de 1975, cerca de los 6 m; estando situado al norte de la cubeta y en zona de explotación casi nula. Un sondeo —el 377—HO—situado más al norte que el anterior, descendió hasta Noviembre de 1975, cerca de 5 m. Esto es indicativo de los descensos que se han provocado en la zona y preferentemente en el centro de la cubeta.

La evolución de los niveles piezométricos, controlada en el marco del Estudio desde Junio de 1973, se puede resumir de la forma siguiente:

- Los pozos que únicamente explotan el Cuaternario, prácticamente no varían de nivel, afectados por los riegos. Es un nivel colgado sin interés.
- Los pozos—sondeos y sondeos de la cubeta que explotan el plio—cuaternario han descendido una media de 1 a 1,5 m/año, siendo más acusados los descensos en la zona central.

Las variaciones estacionales que se determinan son las siguientes: afectados por las lluvias de Octubre de 1973 existe una subida de los niveles a partir de esa fecha, para continuar con un descenso motivado por los riegos de 1974. En los meses de invierno de 1974—75 la recuperación es pequeña para prolongarse los descensos hasta las últimas medidas obtenidas. Hemos de hacer constar que por circunstancias anormales —crecida de Octubre de 1973 y posterior sequía— es difícil conocer la evolución estacional de la zona, aunque va relacionada con el régimen de lluvias y de necesidades de la misma.

8.4.2.3.— HIDROQUIMICA (VER FIG. 35)

Debido quizás a la mayor explotación, los puntos con mejor calidad están ubicados en el centro de la cubeta. Un 60 por ciento del área muestreada tiene un residuo seco inferior a 4 g/l, siendo la concentración en cloruros inferior a 200 mg/l. Esta última aumenta radialmente hasta sobrepasar 1 g/l en los bordes.

El anión más importante es siempre el sulfato, el 80 por ciento del área cubierta por el muestreo sobrepasa los 900 mg/l, que constituyen el límite de uso para riego.

Según las normas Riverside, para clasificación de las aguas para riego, las aguas se clasifican entre C_3S_1 y C_5S_2 es decir, correspondiendo a aguas que pueden producir salinización y alcalinización del suelo si éste es poco permeable, salvo que se proceda a un buen drenaje, utilizando agua en exceso.

En cuanto a la calidad del agua según su potabilidad, el diagrama de Schoeller, nos determina que en algún punto dicha potabilidad no es permanente. En general, es agua de mediocre calidad.

8.4.2.4.— EXPLOTACIONES Y DISPONIBILIDADES (VER PLANO 2)

a) Explotaciones

La demanda más importante es aquí también la agrícola; la superficie total regada

asciende oficialmente a 1.795 ha, pero se puede considerar que solamente unas 1.500 son realmente abastecidas a partir de este acuífero.

Teniendo en cuenta un probable retorno de riego del 10 por ciento, el consumo agrícola debe ser del orden de $6,8 \text{ hm}^3/\text{año}$, a los que debe añadir $0,7 \text{ hm}^3/\text{año}$ de consumo urbano, lo que da un total de $7,5 \text{ hm}^3/\text{año}$.

b) Recursos

Admitiendo una lluvia útil del orden del 10–15 por ciento de la pluviometría total, se llega a un recurso del orden de $6 \text{ hm}^3/\text{año}$, la diferencia de $1,5 \text{ hm}^3/\text{año}$ con el consumo ha de provenir de las reservas.

c) Reservas

Como sabemos por los descensos continuados tanto en Sierra Lisbona como en la Ballabona, existe en esta zona una explotación de las reservas. Se producen descensos medios por año de más de 1 m en Sierra Lisbona y variables entre 1 y 3 m/año en la cubeta, según esté situado el punto más lejos o dentro de la zona de mayor explotación.

No se pueden calcular las reservas de las calizas permotriásicas, pero a modo indicativo dábamos el volumen saturado de ambos acuíferos (dolomías y conglomerados) y era de 500 hm^3 . Estimando un coeficiente de almacenamiento del 2 por ciento supondría unas reservas de 10 hm^3 .

Si el déficit del balance se cubre con la extracción de reservas ($2 \text{ hm}^3/\text{año}$), si éstas sólo fueran las correspondientes a las calculadas al ritmo de extracción actual, durarían del orden de 5 años. Como pueden existir más reservas en las calizas que no han podido ser calculadas, por falta de datos y conocimiento, para determinar la extensión de aquellas, bajo el plio—cuaternario, quizás el peligro inmediato podría ser paliado pero pensamos que tampoco esas reservas pueden llegar a ser tan importantes que doblen los 10 hm^3 .

Así el ritmo de explotación actual, el agotamiento de las reservas se puede presentar en el plazo de 10 a 15 años.

8.5.— CUENCA DE AGUAS

Se encuentra situada al Sur de la del río Antas y tiene una extensión total de 557 km^2 .

Está limitada la Norte por la Sierra de Filabres y, al Sur por la Sierra de Almagro y la cuenca de la rambla de Carboneras y, al Oeste, por la rambla de Tabernas.

Constituye una cubeta neógena entre las dos alineaciones montañosas (Sierras de Filabres y Sierra Almagro—Alhamilla), de materiales predominantemente margosos.

Los materiales constituyentes, según edad son de más antiguo a moderno:

— **Paleozoico.**— Pizarras y esquistos del Complejo Nevado—Filábride. Constituyen las

estribaciones de la Sierra de Filabres. Al techo de la formación aparecen mármoles y calizas marmóreas de edad permotriásica, de gran interés hidrogeológico (Sierra de Alcornia).

- **Trías.**— Diferenciado en trías inferior y superior. El primero constituido por filitas versicolores impermeables y el trías medio—superior por un paquete carbonatado de dolomías y calizas de interés hidrogeológico, constituyendo ambos la Sierra de Almagro.
- **Mioceno.**— Prácticamente la serie miocena aparece completa en la cuenca (conglomerado de base, margas, maciños—margas, yesos, margas amarillas y grises y calizas), presentando interés el conglomerado de base, los maciños y las calizas. Forman la cubeta.
- **Plio—cuaternarios y cuaternarios.**— Gravas, arenas limos, constituyendo las terrazas, depósito de ramblas y aluvial del río Aguas.

En cuanto a los acuíferos, podemos sintetizar lo referente a cada uno de ellos, en lo siguiente:

- Las calizas y mármoles permotriásicos de Sierra Alcornia, en los términos municipales de Bédar y Los Gallardos, explotadas en el primero mediante galerías y últimamente por sondeos (abastecimiento a Mojácar) y en Los Gallardos mediante varios sondeos de caudales que oscilan entre 35 y 75 l/seg. Constituyen el acuífero de mayor interés, por su extensión y calidad de sus aguas. La conductividad de éstas varía de 400—500 $\mu\text{mbos/cm}$ en la zona de Bédar, a valores de 1.000—2.000 $\mu\text{mbos/cm}$ en Los Gallardos, probablemente afectado por los riegos u otros acuíferos (ver fig. 41).
- Las dolomías y calizas triásicas de Sierra Cabrera, con interés muy local, por encontrarse la mayoría de las veces colgadas o compartimentadas. Se explota mediante galerías y algún sondeo. Tiene una calidad excelente, con una conductividad eléctrica variable entre 300 y 600 $\mu\text{mhos/cm}$.
- El conglomerado de base mioceno, se explota en el término de Turre. El punto más importante de drenaje del mismo, lo constituye la Fuente del Lentisco, en el cauce del propio río con un caudal de 20 l/seg. Existe un sondeo que explota con un caudal de 25 l/seg. dicho acuífero. Posee una conductividad eléctrica elevada de 5.700 $\mu\text{mhos/cm}$.
- Los maciños miocenos con un drenaje importante en el cauce del río a la altura de los "Los Molinos del Río Aguas" con un caudal de 30 l/seg. Asimismo, existen sondeos que cortan este acuífero en el término de Turre, pero no están explotados por posible afección a la Fuente del Lentisco.
- Las calizas areniscosas miocenas, que constituyen un buen acuífero en cuanto a calidad, pero de escasos recursos debido a que su extensión es reducida. Está drenado por galerías, tanto en la rambla del Chive (Sorbas), como en las ramblas de Góchar y Mora (Sorbas). Los caudales en la primera son todos inferiores al litro por segundo, mientras que en Góchar y Mora, es drenado por una galería de 16 l/seg. Su

calidad varía de unas zonas a otras, oscilando su conductividad entre 500–700 a 1.000 $\mu\text{mbos/cm}$.

Es la cuenca menos importante, de las descritas dentro de este capítulo, en cuanto se refiere a hidrogeología, con acuíferos poco extensos y normalmente aislados unos de otros. En la zona de salida al mar existe un fuerte empeoramiento de la calidad.

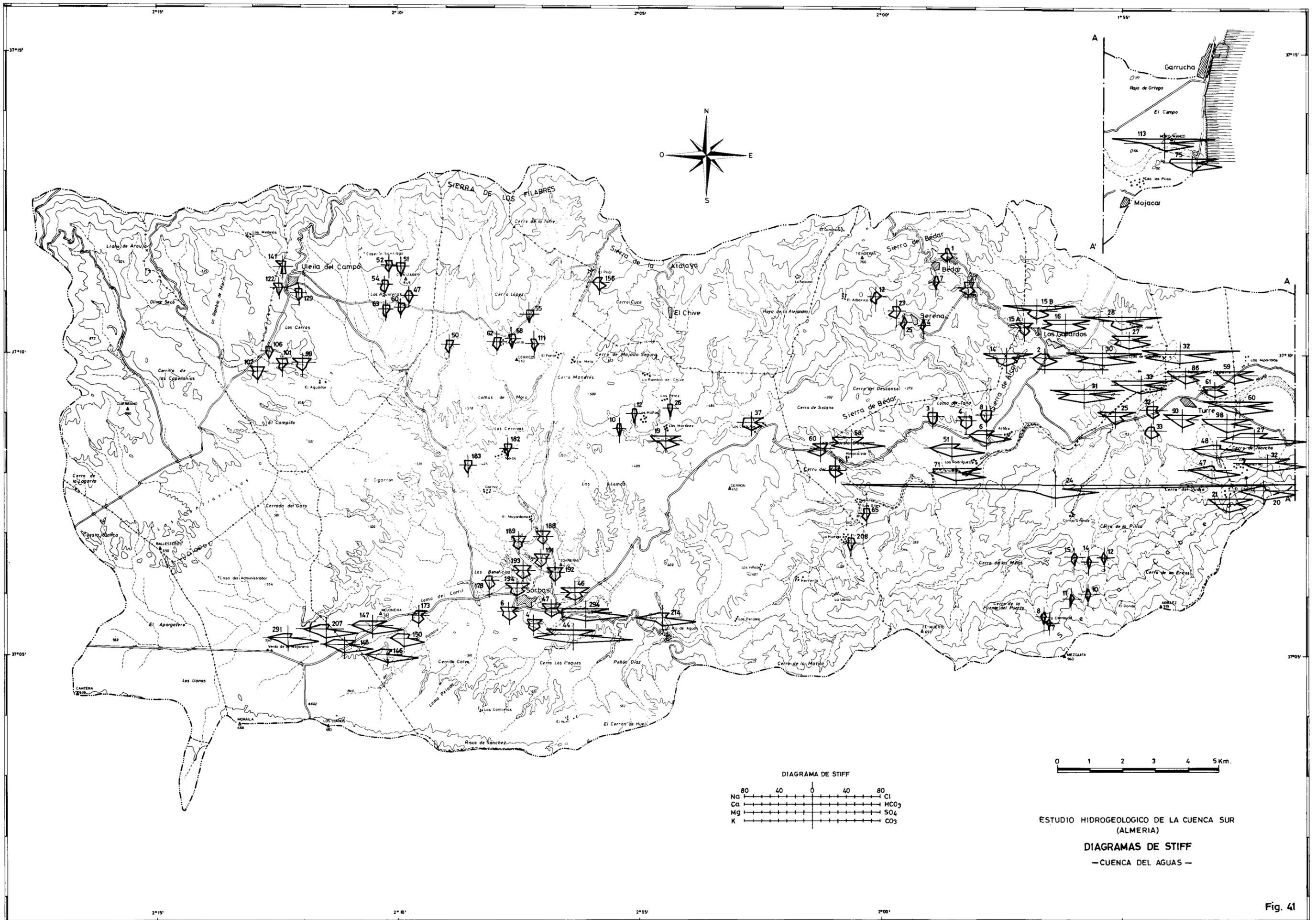
En cuanto a los recursos y explotaciones, considerados globalmente para toda la cuenca, podemos decir que:

- La casi totalidad de la demanda es requerida por los regadíos, que a fines de 1974 totalizaban 1.470 ha, que con una dotación media de 5.500 m^3/ha . y año, supone un consumo agrícola, de 7,3 $\text{hm}^3/\text{año}$. El resto de la demanda es urbano, con sólo 0,6 $\text{hm}^3/\text{año}$. Por lo tanto el total de consumos de la cuenca se eleva a 7,9 $\text{hm}^3/\text{año}$.

Estos consumos cubren como hemos visto antes, a partir de agua subterránea, bien mediante sondeos o galerías y manantiales.

- Para una cuenca de 557 m^2 de extensión y una pluviometría media de 250 mm, supone una cantidad de lluvia caída de 137,5 $\text{m}^3/\text{año}$, que para un coeficiente de infiltración del 10 por ciento supone una lluvia útil de 13,8 $\text{m}^3/\text{año}$.

Ante este desfase de recursos y consumos no cabe otra alternativa, que los datos de partida del número de ha. en regadío es mucho más alto que el proporcionado por la Cámara Sindical Agraria y por tanto, la explotación mayor.



ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)
 DIAGRAMAS DE STIFF
 - CUENCA DEL AGUAS -

Fig. 41

9.— LA COMARCA DE NIJAR

En esta zona que denominamos "Comarca de Níjar", hemos incluido tanto el Campo de Níjar, como las zonas próximas a él y en algún caso dependientes. Estas zonas son: Rambla de Carboneras, Rambla de Morales y Area de Sierra de Gata.

Toda esta comarca se sitúa al sureste de la provincia y entre las Sierras de Alhamilla y de Gata.

Del tema correspondiente a este capítulo, en el Informe Técnico X, Campo de Níjar, solamente se analizan la evolución de los niveles y efecto obtenido en los mismos, como consecuencia de la prohibición legal de realizar nuevas explotaciones, que entró en vigor a partir de Abril de 1973.

La razón de ello reside en que el I.G.M.E.—I.R.Y.D.A., publicaron en 1972 un informe en el que se detallan las características físicas de este sistema (1).

9.1.— CAMPO DE NIJAR

El Campo de Níjar es una comarca natural, situada al sur de Sierra Alhamilla con una cuenca superficial de 300 km²., que incluye parte de la vertiente sur de la sierra indicada.

(1) "Estudio hidrogeológico y de ordenación del Campo de Níjar", I.G.M.E. — I.R.Y.D.A. Julio 1972.

9.1.1.— GEOLOGIA

El Campo de Níjar es una cuenca sedimentaria miocena de materiales marinos detríticos, recubierta en gran parte por un cuaternario constituido por aluviales y formaciones recientes. Debajo se encuentra el substrato triásico Alpujárride, con un predominio de materiales impermeables (filitas y esquistos), confirmados en los sondeos de investigación realizados en su día.

Al sur se encuentra sellado por los afloramientos volcánicos de la Serrata, que separan al Campo de Níjar de la Rambla de Morales.

9.1.1.1.— LITOESTRATIGRAFIA

Para la descripción de los materiales que lo conforman vamos a considerarlos como preorogénicos y postorogénicos.

Los materiales preorogénicos son:

PALEOZOICO

Constituido por pizarras, esquistos y cuarcitas de tonos oscuros, de carácter impermeable. Aflora en el núcleo del anticlinal de Sierra Alhamilla, y pertenece al Complejo Alpujárride.

TRIASICO

Se presenta como facies alpina. Puede dividirse en Trías inferior (Werfeniense) y Trías medio—superior.

- Trías inferior. Conjunto formado por filitas, cuarcitas y lentejones de yesos (localmente). Grado de metamorfismo epizonal.

Tramo completamente impermeable. Sólo localmente las cuarcitas muy fracturadas pueden ser permeables.

Se determina en Sierra Alhamilla y en algún retazo en la parte oriental de la Serrata de Níjar.

- Trías medio—superior. Paquete carbonatado constituido por dolomías y calizas dolomíticas. Suele estar discordante sobre la formación de filitas.

La base de este paquete suele estar constituida por calcoesquistos amarillos y calizas margosas tableadas.

Aflora en las estribaciones de sierra Alhamilla (con mayor potencia en la zona Este), y en la zona oriental de la Serrata.

La permeabilidad de esta formación, debido a la fracturación y disolución es gene-

ralmente muy buena, aunque varía de unas zonas a otras, siendo frecuentes los fenómenos de karstificación.

Los materiales postorogénicos son:

MIOCENO

Según la cartografía y los cortes de los sondeos de investigación realizados, se definieron las siguientes formaciones:

- Margas. Se determina en algunos de los sondeos realizados. Está constituido por un paquete de margas grises con algún nivel arenoso y pasadas de yeso. Impermeable.
- Yeso espejuelo. Constituido por yesos cristalinos con margas blanquecinas o grises yesíferas. Determinado en el sondeo Jabonero y en la Serrata, al sur de Atochales.
- Formación Sorbas. Constituido por un conjunto eminentemente margo—calcáreo con intercalaciones de areniscas y conglomerados. Potencia variable entre 10 y 200 m. Se determina al Norte del Campo, próximo a Níjar y en los sondeos de reconocimiento. Permeable solamente en los tramos de areniscas y conglomerados (sondeo de reconocimiento "Jabonero").
- Formación Vícar. Constituido por calizas arenosas amarillas y calcarenitas muy fosilíferas. En el techo de la formación aparecen calizas ligeramente dolomíticas, muy cavernosas. Potencia variable desde algunos metros a 130. Formación permeable, constituye el principal acuífero del Campo.

Aflora principalmente en las estribaciones de Sierra Alhamilla (desde Níjar hacia el Este) y en Cerro Gordo.

PLIO—CUATERNARIO

Se incluyen todos los materiales del Plioceno y Cuaternario en este apartado, al no tener criterio de diferenciación.

- Formación Campo de Níjar. Constituida por conglomerados poligénicos con intercalaciones de arcillas limosas rojas, que se hacen más patentes en la base.
- Formaciones recientes. Constituida por gravas, arenas, limos, conglomerados y arcillas, formando aluviales, terrazas antiguas, etc. Permeable. Forma el centro del Campo.

ROCAS IGNEAS

De edad terciaria y cuaternaria, aparecen en el volcán de la Granatilla al Este de Níjar y constituyendo la Serrata. Formación impermeable, aunque localmente por fisuración puede constituir acuífero.

9.1.1.2.— TECTONICA

La sierra Alhambilla forma un anticlinal con núcleo paleozoico y cuyo flanco meridional, que no presenta demasiadas complicaciones, posee un buzamiento general hacia el sur.

El Campo de Níjar constituye una de las fosas tectónicas del dominio bético. Constituye un sinclinal, puesto en contacto con las dolomías triásicas, al sur de Níjar, mediante una falla de borde de aquéllas.

La deposición de los materiales ha coincidido con un hundimiento desigual provocando una disposición de los sedimentos en discordancia angular progresiva.

Posteriormente la actividad volcánica provocó una tectónica de fracturas que afectó a todos los materiales.

9.1.2.— DESCRIPCION HIDROGEOLOGICA

Coincidiendo los límites superficiales con los límites subterráneos excepto al N.E. ya que los afloramientos miocenos (F. Vícar y F. Sorbas) se prolongan hasta las estribaciones de Sierra de Cabrera y excepto al sur, salida subterránea natural, al Campo de Níjar se encuentra perfectamente delimitado hidrogeológicamente.

Los materiales de permeabilidad intersticial corresponden a formaciones recientes (buena permeabilidad) y a la formación Campo de Níjar (baja o media permeabilidad).

Los materiales de permeabilidad por fisuración y disolución incluyen a las dolomías triásicas (buena permeabilidad) y a las formaciones Vícar y Sorbas (media a baja permeabilidad).

9.1.2.1.— ACUIFEROS EXISTENTES, SU DESCRIPCION

Pueden sintetizarse de la siguiente forma:

- Conglomerados y arenas Plio—cuaternarios (formación reciente y de Níjar).
- Calizas areniscosas detríticas miocenas (formación Vícar).
- Niveles detríticos intercalados entre margas miocenas (formación Sorbas).
- Dolomías y calizas triásicas.

El Plio—cuaternario tiene una importancia muy relativa, en cuanto a explotación, pues generalmente da sólo caudales del orden de 1 l/seg. Constituye un acuífero libre con una pequeña lámina de agua. Dada la tendencia a colocar bombas sumergibles, son niveles que se agotan rápidamente, pero debido a una escasa eficiencia natural de los pozos. Normalmente está separado del acuífero inmediatamente inferior (Vícar) por arcillas, pero la erosión puede ponerlos en contacto formando un sólo acuífero.

El agua que proporciona este acuífero es de calidad mediocre o mala, presentando

conductividades superiores a 2.000 $\mu\text{mhos/cm}$. Se recarga por la infiltración de la lluvia.

El **Vícar** es el acuífero más explotado del Campo, con una extensión de 96 km^2 y una potencia variable entre 5 y 40 metros. Por lo general es un acuífero cautivo, aunque en determinadas zonas se presenta como libre. Se obtienen caudales puntuales variables entre 15 y 40 l/seg.

Las características hidrodinámicas del mismo, varían puntualmente; los valores de la transmisividad oscilan entre 0,4 y 36 m^2/hora . El coeficiente de almacenamiento S es del orden de 10–5 cuando es cautivo y de 10^{-2} cuando es libre.

En cuanto a calidad, podemos decir que sus aguas son ricas en sales, principalmente en cloruros y sulfatos, con una disposición muy clara. Los contenidos aumentan paulatinamente desde Sierra Alhamilla hacia la Serrata, pasando de 200 mgr/l a 1.000 mgr/l en cuanto a cloruros y de 150 a más de 500 mgr/l en cuanto a sulfato.

El 60 por ciento del Campo tiene un residuo seco comprendido entre 1.000 y 2.000 mgr/l, llegando a las proximidades de la Serrata a superar los 2.000.

Asimismo, se sabe que son aguas consideradas como duras en general, y que su calidad para usos agrícolas empeora en el mismo sentido descrito, desde buena a mala.

Localmente existen puntos con peor calidad, debido, bien a la explotación conjunta con el acuífero Sorbas o por inversión del flujo de agua.

Se recarga por infiltración de la lluvia en los afloramientos o en contacto con el Cuaternario y por alimentación lateral subterránea a partir de las dolomías triásicas.

El **acuífero Sorbas**, está conectado lateralmente con las dolomías triásicas, de las que recibe alimentación subterránea. Su presencia se ha determinado mediante el sondeo de investigación "Jabonero" y algunos pozos reprofundizados, determinándose en el primero, que los niveles estáticos del Vícar y de este acuífero son del mismo orden de magnitud. No se conoce sus límites en la parte occidental del Campo, coincidiendo en el resto con los límites del acuífero Vícar.

En los puntos conocidos –sondeo de investigación "Jabonero"– tiene muy mala calidad siendo inutilizable tanto para el regadío, como para el abastecimiento, perjudicándose la calidad del acuífero Vícar en las obras que exploten conjuntamente ambos acuíferos.

El **acuífero dolomítico**, se determina en Sierra Alhamilla y en sus inmediaciones. Localmente puede presentarse en bloques independizados unos de otros, formando estructuras cerradas de reservas más o menos importantes, pero de muy limitados recursos, como sucede en la zona de Hualix. No se ha localizado en profundidad en el centro del Campo, pero en el supuesto de que existiera una zona confinada, comunicada con los afloramientos de Níjar, su explotación afectaría inmediatamente a éstos.

Localmente presenta muy buenas características hidráulicas, con valor de T del orden de 360 m^2/h . Se obtienen caudales puntuales de explotación variables entre 70 y 100 l/seg.

Se alimenta por infiltración directa o escorrentía de la ladera de Sierra Alhamilla.

En cuanto a calidad, puede decirse que se trata de un acuífero de muy buena calidad y con contenido en sales bajo (menos de 200 mgr/l de Cl^- , menos de 100 mg/l en SO_4^{--}) siendo sin embargo el agua moderadamente dura. Su calidad agrícola es buena.

9.1.2.2.— REGIMEN DE VARIACIONES, EVOLUCION NIVELES (VER FIGS. 42 a 45)

En cuanto a la evolución de los niveles piezométricos, podemos decir que:

- En el **Plio—cuaternario** aquéllos son muy sensibles a las lluvias y explotaciones locales con variaciones muy escasas por tener una lámina muy pequeña de agua, llegando en algunos sitios a no existir.
- En el **Vícar**, los descensos medios observados en cuatro años (1971—1975) varía según zonas.

En la zona de alimentación y de salida, los descensos han sido menores, del orden de 0,50 m/año, mientras que en la zona central estos descensos han alcanzado variaciones entre 1 y 1,5 m/año. En esta zona central los descensos provocados, con fecha posterior a la prohibición de realización de nuevas perforaciones, ha sido superior que en igual período en épocas anteriores (descensos de 0,3 a 1 m/año entre 1971 y 1973, frente a descensos de 0,6 a 1,5 m/año entre 1973 y 1975). En las zonas de alimentación y de salida (el Barranquete) los descensos observados después de la prohibición han sido del mismo orden de magnitud, que antes de la prohibición.

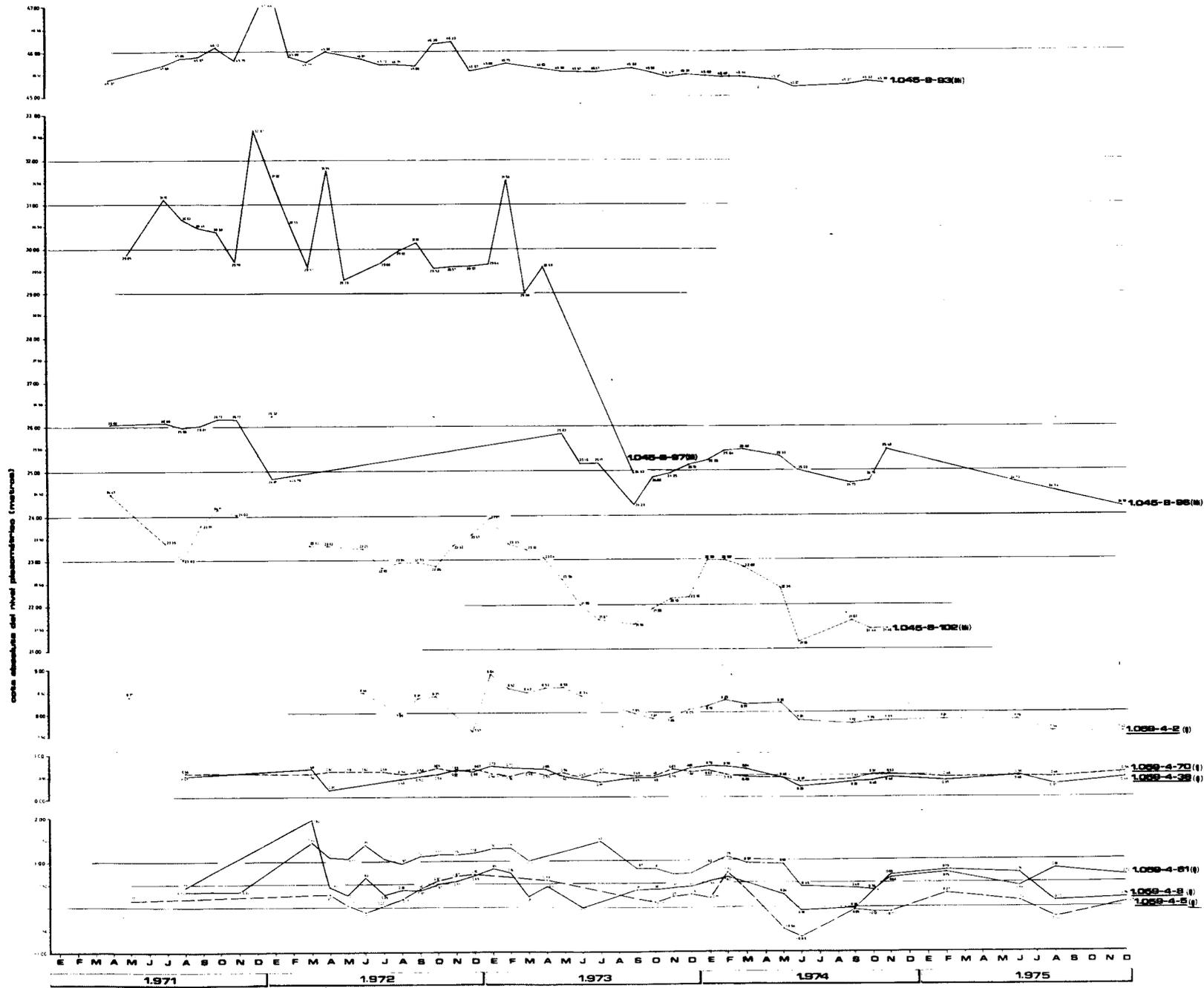
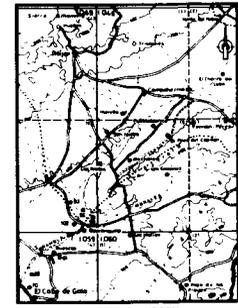
- En las **dolomías triásicas** (explotadas en Níjar y en Hualix) los descensos han sido más variados. Mientras que en Hualix, muchos sondeos se han quedado secos, al estar las dolomías compartimentadas, con descensos de 75 metros en dos años, en las dolomías de Níjar el comportamiento ha sido diferente. En éstas, mientras los descensos entre Abril de 1971 y Abril de 1973 eran prácticamente inapreciables, a partir de la fecha última los descensos medios anuales han sido del orden de 1,3 m/año.

9.1.2.3.— CONSUMOS Y RECURSOS (VER PLANO 2)

Con una extensión de 95 km² del acuífero **Vícar** y un espesor de 15 m, las reservas se estimaron variables entre 15 y 150 hm³/año, según se aceptara una porosidad eficaz del 1 ó del 10 por ciento. Aceptando una porosidad del 4 por ciento, para cuando el acuífero es libre, se tienen unas reservas de 57 hm³ (ya que cuando sea confinado, el aumento de reservas es inferior a 1 hm³). No obstante, considerando que los valores de la transmisividad disminuirán al descender los niveles, una fracción de las reservas será inexplorable, se pueden pues aceptar como reservas explotables del **Vícar** 30—40 hm³.

En cuanto a las reservas de las **dolomías** en el borde del Campo no se han calculado, debido a la complejidad y compartimentación del acuífero, pero son un dato a tener en cuenta.

Las salidas se centran fundamentalmente en el abastecimiento de Níjar y pueblos del Campo, aparte de las salidas subterráneas por la zona del Barranquete.



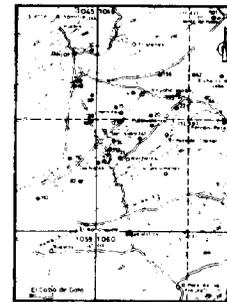
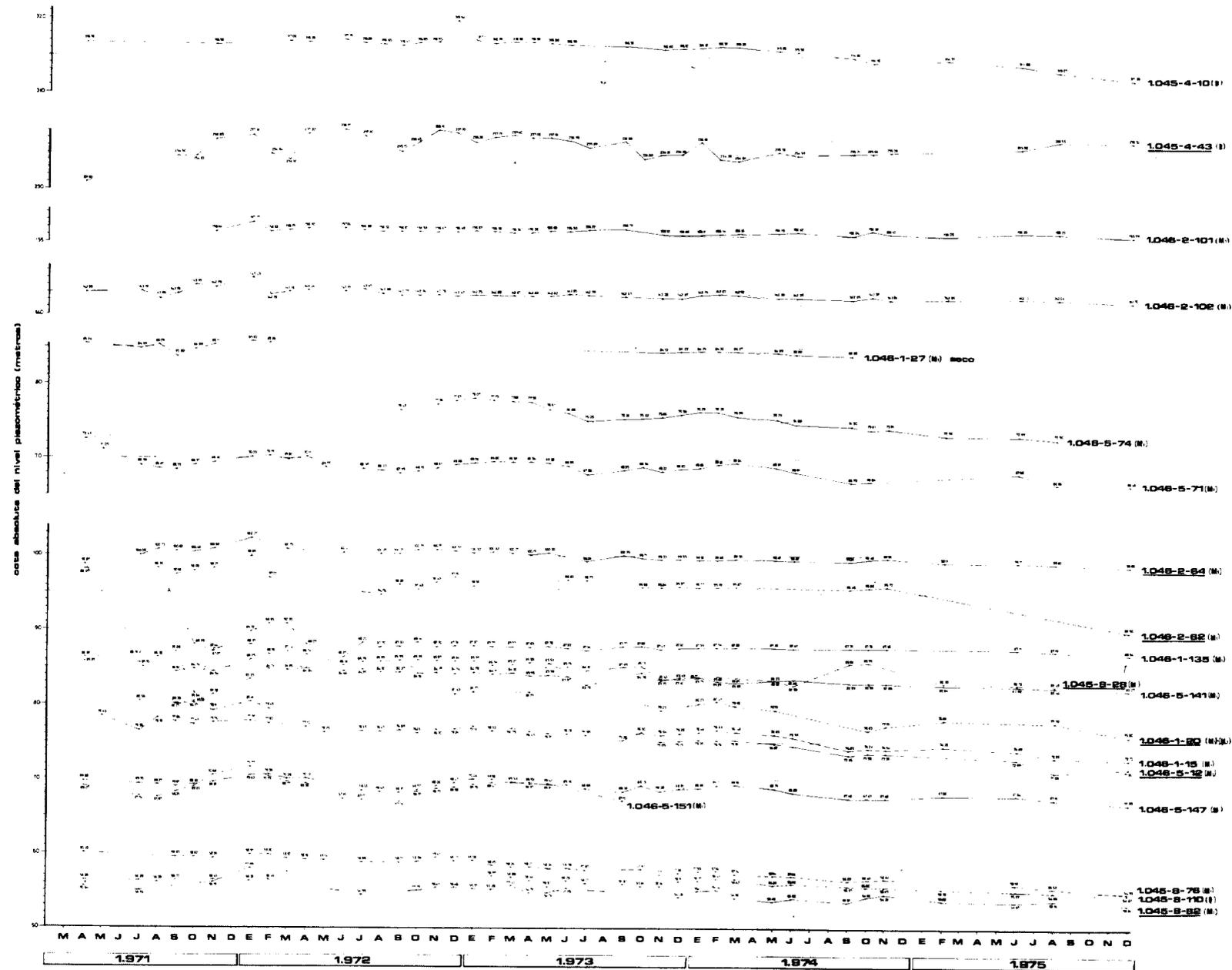
ACUIFEROS:

(I) GRAVAS, LIMOS Y ARENAS CUATERNARIAS

(II) CALIZAS ARENOSAS MIOCENAS

1.059-4-70 sondes en explotación
1.045-B-98 sondes sin explotación

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)
GRAFICO DE EVOLUCION DE NIVELES ZONA DEL BARRANQUETE Y CABO DE GATA -CAMPO DE NIJAR-



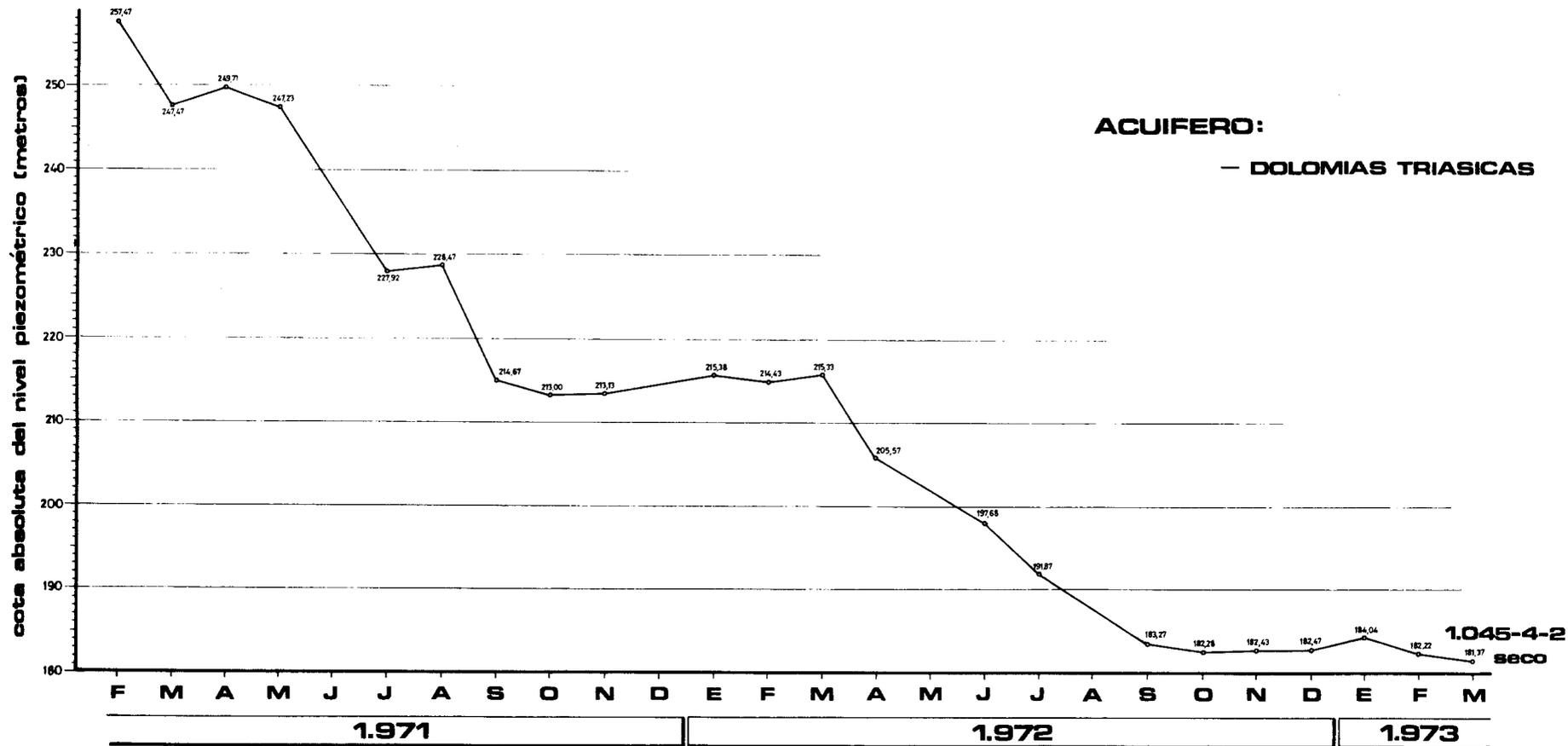
- (I) GRAVAS LIMOS Y ARENAS CUATERNARIAS
- (M) CALIZAS ARENISCOSAS MIOCENAS
- (N) NIVELES DETRITICOS ENTRE MARGAS, MIOCENOS
- (I) DOLOMIAS TRIASICAS

1046-2-62 sondeo en explotación
 1046-1-15 sondeo sin explotación

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)

GRAFICO DE EVOLUCION DE NIVELES -CAMPO DE NIJAR-

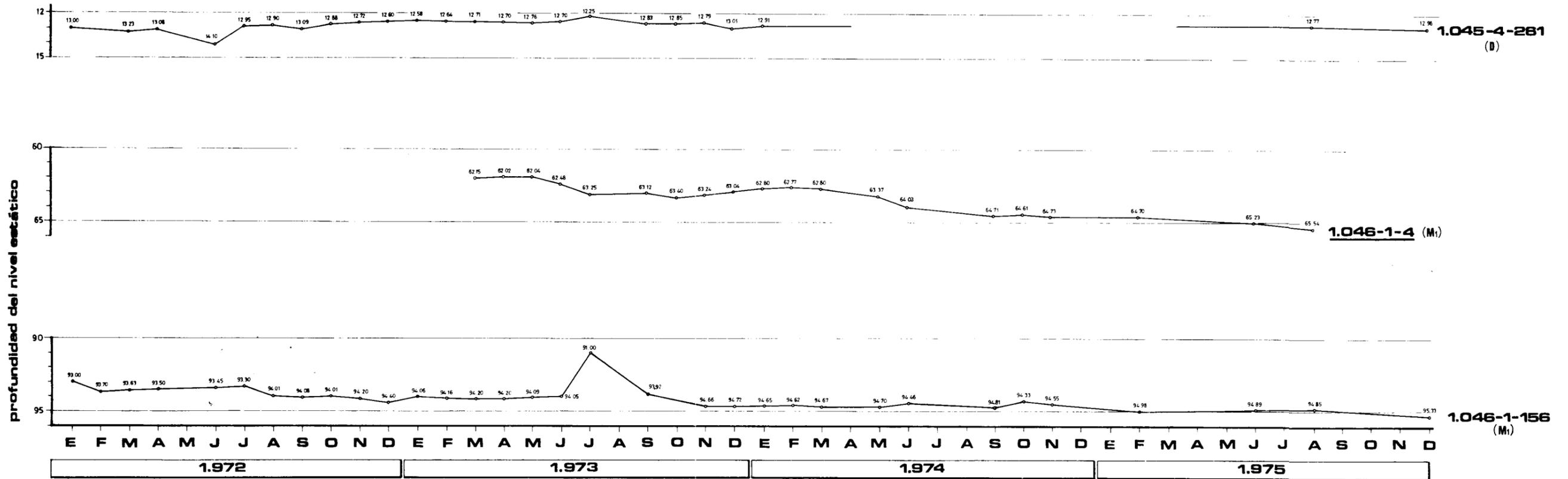
Fig.43



ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR
(ALMERIA)
GRAFICO DE EVOLUCION DE NIVELES
- CAMPO DE NIJAR -

NOTA: Ver situación en la figura 43

metros



1.046-1-4 sondeo en explotación
1.046-1-156 sondeo sin explotación

ACUIFEROS:

- (M1) CALIZAS ARENISCOSAS MIOCENAS
- (D) DOLOMIAS TRIASICAS

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR
(ALMERIA)

GRAFICO DE EVOLUCION DE NIVELES
- CAMPO DE NIJAR -

NOTA: Ver situación en la figura 43

Fig. 45

Se conoce que el número de hectáreas actuales en regadío han aumentado, con relación a las existentes en 1971, fundamentalmente hasta el año 1973, aunque la prohibición impidió nuevas explotaciones, en ningún momento pudo evitar que los volúmenes de las explotaciones existentes fueran mayores que en años precedentes, para "asistir" a esa demanda.

Las entradas se centran en la lluvia útil y en las aportaciones laterales subterráneas desde el Este.

Considerando los 300 km² de extensión del Campo y una pluviometría de 275 mm, para un coeficiente de lluvia útil entre 15 y 18 por ciento (obtenido en zonas del estudio), se obtiene una aportación media de 13,5 hm³/año (para todos los acuíferos del Campo, sin diferenciar).

Asimismo las aportaciones subterráneas hacia el acuífero Vícar, se estimaron entre 4 y 6 hm³/año.

El total de agua que entra en el Campo es de 20–22 hm³/año.

En cuanto a salidas aparte de las de El Barranquete (6 a 7 hm³/año), existen las de los bombeos, tanto en las dolomías, como en el acuífero Vícar. El número de hectáreas en regadío, se estima del orden de 3.500^(*), que con una dotación media unitaria de 6.000 m³/ha/año, supone un consumo de 21 hm³/año, esto representa un total, en cuanto a salidas, de 26 a 27 hm³/año.

El déficit entre entradas y salidas es abastecido a partir de las reservas, tanto del acuífero Vícar, como del dolomítico, como indican los descensos de niveles que tanto en uno como en otro se observan.

9.2.— EL RESTO DE LA COMARCA

Se incluye en este apartado todo lo referente a las ramblas de Carboneras y Morales, así como al área de Sierra de Gata.

9.2.1.— RAMBLA DE CARBONERAS

Se encuentra situada entre las Sierras de Alhamilla (al Sur), de Almagro (al Norte) y de Gata (al Sur), limitando al Oeste con la propia Sierra Alhamilla y el Campo de Níjar.

Es una estrecha franja de 241 km².

Los materiales aflorantes están constituidos por: pizarras y esquistos paleozoicos, filitas y dolomías triásicas del Complejo Alpujárride (Sierras de Alhamilla y Almagro), conglomerado de base, margas, maciños, yesos y calizas areniscosas miocenas, así como gravas y arenas cuaternarias.

Las dolomías triásicas aparecen colgadas y desde un punto de vista hidrogeológico presentan interés local. Los acuíferos miocenos—conglomerado de base y maciños son

(*) Año 1970.

explotados por pozos y tienen poco caudal siendo mala su calidad.

Las calizas areniscosas miocenas, constituyen un buen acuífero, siempre que no aparezcan colgadas, encima de afloramientos volcánicos de las estribaciones de Sierra de Gata.

Siendo límite noroeste del Campo de Níjar alimenta a éste mediante aportaciones laterales subterráneas.

Los recursos, a partir de una pluviosidad de 285 mm/año se han estimado en 6,5 hm³/año, considerando su coeficiente de lluvia útil del 15 por ciento.

Las demandas de la zona son pequeñas. El número de ha. en regadío solamente es de 22 por ciento lo que para una dotación unitaria de 4.500 hm³/ha y año supone 1 hm³/año. La demanda urbana es de 0,2 por lo que el total alcanza 1,2 hm³/año.

El resto de los recursos pasan al Campo de Níjar (de 4 a 6 hm³/año) y quizás una pequeña parte salga al mar, por la propia rambla.

9.2.2.— RAMBLA DE MORALES

Se encuentra situada entre la Serrata y la Sierra de Gata, uniéndose a la rambla de Artal (rambla del Campo de Níjar) aguas abajo del Barranquete.

Constituye una llanura miocena, recubierta de materiales cuaternarios y limitada por los afloramientos volcánicos de las sierras indicadas.

Los materiales miocenos determinados son margas, yesos, margas y calizas areniscosas. Estas junto con los niveles de gravas y arenas cuaternarias constituyen el único acuífero de la zona, estando ambos comunicados. La potencia de las calizas por datos de algún sondeo en el Nazareno, puede alcanzar los 130 m disminuyendo esta potencia hacia el SW (10 a 40 cm en la zona de Ruescas y Pujaire). Puede estar compartimentado.

Es una zona de reciente desarrollo agrícola, con una demanda agrícola que se estima en 7 hm³/año, incluyendo la zona baja que recibe las aportaciones del Campo de Níjar.

Ultimamente se han realizado perforaciones en la zona del Nazareno con un elevado éxito en cuanto a caudal.

La calidad química del agua empeora según el recorrido del acuífero, llegándose a alcanzar conductividades de 6.000 a 9.000 μ mhos/cm. en el último tercio (Ruescas—Cabo de Gata).

9.2.3.— AREA DE SIERRA DE GATA

En esta zona se incluyen los pequeños valles o pie de montes situados entre los afloramientos volcánicos de la Sierra.

Los materiales permeables corresponden a gravas y arenas con intercalaciones de arcillas de edad cuaternaria.

Están alimentados directamente por la escorrentía sobre los materiales volcánicos, llegando a constituir en algunos casos acuíferos, de tipo local, de cierto interés (zonas de San José, principalmente).

Su interés radica en ser una zona de desarrollo turístico.

TERCERA PARTE

RESUMEN Y CONCLUSIONES

1.- GENERALIDADES

El Estudio Hidrogeológico de la Cuenca Sur (Almería) comprende básicamente casi toda la provincia de Almería, salvo una pequeña parte cercana a Vélez—Rubio, que se ha estudiado en la Cuenca del Segura; por el contrario se han incluido en él, pequeñas partes de la provincia de Granada, pertenecientes a las cuencas hidrológicas del Río Nacimiento y Adra, así como una pequeña zona de la provincia de Murcia, situada en la Cuenca del Río Almanzora.

El área estudiada tiene una extensión de unos 8.450 km², con una longitud de costa de 180 km, y una población total, en el año 1974, de 400.557 habitantes, de los que 125.961, pertenecen a la capital de Almería. Conviene notar que el número de habitantes en 1900 era de 359.013, y que este pequeño aumento se debe a la fuerte emigración, índice claro del escaso desarrollo de la Provincia.

La zona tiene en términos generales una pluviometría muy escasa, del orden de los 250—300 mm anuales, salvo en las zonas altas de Sierra de los Filabres y Sierra Nevada, donde se sobrepasan los 400 mm y llegan a los 900 mm en algunas zonas.

Las temperaturas en las zonas costeras son las más elevadas de España y se alcanzan en ellas medias anuales del orden de 20^o; sin embargo, este valor va decreciendo hacia el interior, pasando a 12^oC en las zonas altas. Hay que tener en cuenta que el 30 por ciento de la zona tiene cotas superiores a 1.000 m, y que el 50 por ciento de la superficie, está entre cotas de 200 y 1.000 m.

Las fuertes temperaturas, las muchas horas de sol y las escasas precipitaciones son

las características fundamentales de esta región, lo que hace extraordinariamente interesante la disponibilidad de recursos hidráulicos. Aunque en zonas cercanas de Murcia, bastante similares, se ha supuesto que el paso de secano a regadío significa un factor de multiplicación de 11 en la renta del campo, aquí, en bastantes sitios, este factor es mucho mayor, ya que al existir además una relativa escasez de suelo se aprovecha el agua en invernaderos lo que provoca factores multiplicadores muy superiores.

Las aguas superficiales se encuentran sólo parcialmente reguladas por la naturaleza (deshielo y regulación por los embalses subterráneos), por lo que una gran parte de sus caudales se pierden al mar de forma torrencial. En efecto, el problema de la utilización de las aguas superficiales estriba en la tremenda irregularidad de las aportaciones; como hecho normal se puede indicar que algunas ramblas sólo llevan agua durante algunas horas, cada tres o cuatro años, aunque entonces llevan caudales muy considerables.

En cuanto a aguas subterráneas, cerca del 60 por ciento de las reservas explotables se encuentran en el conjunto formado por la Sierra de Gádor y por los embalses circundantes del Campo de Dalías, delta del Adra y Valle del Bajo Andarax. Un 25 por ciento se reparten entre una decena de sistemas bien definidos, mientras que el 15 por ciento se halla "salpicando" el resto de la zona, repartido en una infinidad de pequeñas estructuras de interés puramente local.

Los aprovechamientos actuales de agua, en el conjunto de la zona, se pueden desglosar como sigue:

Explotación de recursos subterráneos	210 hm ³ /año
Explotación de reservas subterráneas	30 hm ³ /año
Explotación de recursos superficiales	70 hm ³ /año

El destino actual de estos aprovechamientos se reparte en:

Industria	5 hm ³ /año
Abastecimiento	30 hm ³ /año
Regadío de 64.500 ha	275 hm ³ /año

Como consecuencia de las escasas disponibilidades de agua, los regadíos tienen unas dotaciones del orden de 4.000 m³/ha/año, cuando deberían tener, dada la fuerte evapotranspiración, dotaciones del orden de los 8.000 m³/ha/año. No obstante, conviene destacar el papel importante aunque irregular de las aguas superficiales, para complementar en alguna medida el bajo valor de dichas dotaciones.

2.- ESTADO DE EXPLOTACION DE LOS PRINCIPALES ACUIFEROS

Puede resumirse, según el siguiente cuadro:

	Recursos (hm^3/a) (*)	Consumos (hm^3/a) (**)	Salidas (hm^3/a) (***)	Sobreex- plotación (hm^3/a)	Descen- so N.P. (m/a)	Reservas útiles (hm^3)
DOLOMIAS GADOR						
Vertiente oriental	6	6 (+4)	0	4	2-6	100
NO. Campo Dalías	8	7 (+7)	1	7	1-1,5	25
Resto	60 + 25	30	55	0	0	900
DELTA ADRA	2+20(+10)	12	20	0	0	100
CAMPO DALIAS						
Sector noreste	7+6 (+7)	17 (+9)	3	9	0,5-2,5	25
Resto	5+7 (+2)	11	3	0	0	225
NACIMIENTO	7+3	8	2	0	0	150
GERGAL-TABERN.	10+2	10	2	0	0	50
VALLE BAJO AN- DARAX	4+12(+22)	26	12	0	0	90
VALLE ALTO AL- MANZORA	10 + 45	40	15	0	0	250
CUBETA OVERA	0 (+15)	5	10	0	0	70
VALLE BAJO AL- MANZORA	4 (+4)	5	3	0	0	50
CUBETA EL SAL- TADOR	4	4 (+2)	0	2	1-3,5	40
CUBETA PULPI	3 + 1	4 (+1)	0	1	0,5-2	10
CUBETA BALLA- BONA	6	6 (+2)	0	2	1-2	15
CAMPO NIJAR	21	15 (+6)	6	6	1,5-2	50
S U M A	278	206 (+31)	mar 30 ríos 28	31	-	2.150

(*) La primera cifra representa los recursos propios por infiltración directa. La segunda representa los recursos por infiltración de aguas ajenas (subterráneas o superficiales); la tercera, entre paréntesis, representa el mismo tipo de recursos que la anterior, pero ha sido ya contabilizada en otras unidades.

(**) La primera cifra indica la explotación de recursos renovables y, la segunda, entre paréntesis, la de reservas (sobreexplotación).

(***) De las salidas de cada cuenca, una parte se reutiliza en otras unidades; las pérdidas al mar de recursos subterráneos son o bien directas ($30 \text{ hm}^3/\text{a}$) o a través de ríos que las han drenado ($28 \text{ hm}^3/\text{a}$)

Del cuadro anterior se deducen las principales observaciones siguientes:

- a) De los recursos subterráneos de los principales acuíferos, se pierde al mar tan sólo un 26 por ciento. En otros términos: se aprovecha cerca del 75 por ciento.
- b) Conviene destacar que una tercera parte de las pérdidas al mar de recursos subterráneos se producen en el delta del Adra, debido en gran parte al no aprovechamiento integral de la Fuente de Marbella.
- c) Se estima que las reservas explotables en las dolomías de Sierra de Gádor, deben de ser del orden de los 1.000 hm³.
- d) Conviene no dejarse engañar por el escaso valor de la sobre-explotación con respecto a las reservas del conjunto de los acuíferos; hay que relacionar dicha sobre-explotación con las reservas de los correspondientes acuíferos, lo que lleva a una tasa de sobre-explotación media superior al 10 por ciento anual, por lo que, a corto plazo, deben surgir graves problemas en estas zonas, incluyendo intrusión marina en la Rambla de Morales (aguas abajo del Campo de Níjar).
- e) De las 64.500 ha. regadas en el conjunto de la zona en estudio, un 25 por ciento se halla en las zonas sobre-explotadas con la repartición siguiente en 1974.

Campo de Dalías (sector NO.)	950
Campo de Dalías (sector NE.)	2.300
El Saltador	2.365
Pulpí	2.600
Ballabona	1.470
Campo de Níjar	5.535
	<hr/>
TOTAL	15.220

3.— PREVISIONES DE DEMANDAS

- Las previsiones de demanda industrial para el año 2000, se espera tengan un crecimiento de unos 10 hm³/año, en relación a las demandas de 1974. La demanda conjunta de abastecimiento para población estable y turística, se estima sufra un incremento de casi 50 hm³/año, para el año 2000, si la emigración no continúa a un ritmo exagerado, ya que se ha supuesto que los 400.000 habitantes actuales pasen a 622.000 en el año 2000.
- Las previsiones de demanda agrícola se centrarán en mantener, como mínimo, las 64.500 ha. de regadío actuales (1974); aunque los regadíos tradicionales de los ríos Andarax y Almanzora no han sufrido apenas variación en los últimos 10 años, hay una tendencia a aumentar los regadíos en las zonas nuevas. Desde 1970 a 1974, ha habido un incremento de regadío de 5.500 has. (10 por ciento del total de 1970) siendo los aumentos importantes:

2.268 has. en Campo de Dalías	(aumento del 33 por ciento)
1.746 has. en Campo de Níjar	(aumento del 46 por ciento)
100 has. en Tabernas	(aumento del 5 por ciento)
200 has. en Delta del Adra	(aumento del 15 por ciento)
711 has. en zona de Pulpí	(aumento del 58 por ciento)
511 has. en La Ballabona	(aumento del 40 por ciento)

En relación con ello se indica que por estar sobre-explotados los acuíferos y tener escasas reservas, está prohibida la instalación y ejecución de perforaciones, desde Abril de 1973, en las zonas de Campo de Níjar, Pulpí y El Saltador; es de suponer que sin esta prohibición los incrementos de regadío hubiesen sido mayores.

- Las zonas llanas con mejor clima serán lógicamente las que, de tener agua, sufrirían una rápida conversión a regadíos. Así pues, las zonas potencialmente regables, sin tener en cuenta las características edafológicas de los terrenos, podrían alcanzar una cifra de más de 100.000 has. (hasta la cota 300 m), que supondrían unos consumos adicionales de 400—500 hm³/año.

4.— POSIBILIDAD DE INCREMENTAR LOS RECURSOS

- a) **Cuenca del río Adra.** Es la que tiene mayores pérdidas al mar, tanto superficiales como subterráneas, y para una mayor utilización de sus recursos, está en realización:
- El embalse de Benínar que, con una capacidad de embalse útil de 60 hm^3 , regularía $36 \text{ hm}^3/\text{año}$ del río Grande de Adra, $12 \text{ hm}^3/\text{año}$ del trasvase del Río Cadiar y $28 \text{ hm}^3/\text{año}$ del trasvase Trévez—Cadiar—Adra. En total $76 \text{ hm}^3/\text{año}$, pero hay que tener en cuenta que los trasvases mencionados no están aún aprobados.
 - La regulación con sondeos de las dolomías, drenadas por las fuentes de Marbella, proporcionarían unos $25 \text{ hm}^3/\text{año}$, fácilmente adicionales a las aguas reguladas por el embalse de Benínar. Como estas fuentes salen aguas abajo del previsto embalse, la construcción de esta presa no perjudicaría a las futuras explotaciones subterráneas.
 - Para la conducción de las aguas del embalse está previsto un canal de $57,6 \text{ km}$, y capacidad variable de 7 a $13 \text{ m}^3/\text{seg.}$ que llegará hasta Almería, sobre la cota $+100$. Esta conducción llevaría agua para regadío del Campo de Dalías y para abastecimiento de Almería.
- b) **Cuenca del Río Andarax.** En esta cuenca también existe la posibilidad de incrementar los recursos utilizados.

Las aportaciones al cauce del río y al subálveo son fundamentalmente tres:

- Unas aportaciones superficiales, procedentes de deshielo de las zonas montañosas altas.
- Unas aportaciones superficiales, fuertes, pero muy discontinuas, procedentes de esorrentía de tormentas.
- Unas aportaciones subterráneas, bastante constantes, procedentes de sobrantes de manantiales y galerías en la cabecera de la cuenca no totalmente aprovechadas.

El conjunto de estas aportaciones se infiltran en buena parte en el cauce del río suministran los recursos necesarios a las galerías y pozos existentes aguas abajo. Las galerías situadas en la parte más baja del Andarax tienen unos excedentes que van directamente al mar.

Para aprovechar mejor los recursos del Andarax están en marcha las siguientes actuaciones:

1. La acción de los particulares que vienen realizando sondeos en las dolomías del Alto Andarax, tiende a regular los recursos que ahora salen por su pie en los manantiales y galerías. Esta actuación debería ser controlada por la Administración para ordenar la regulación de las salidas subterráneas; en efecto, por una parte convendría restituir a sus actuales utilizadores los caudales que van a desaparecer al secarse las emergencias naturales; y, por otra parte, habrá que tener en cuenta que, al desaparecer los sobrantes en la cabecera, el aluvial del Bajo Andarax se encontrará menos alimentado, con las consiguientes repercusiones sobre el caudal de sus galerías.
2. Por el Ministerio de Obras Públicas está en estudio un plan para aprovechamiento integral de las avenidas del río Andarax, plan que debe permitir aprovechar parte de los 26 hm³/año que de una manera muy irregular se pierden directamente al mar. Estos aprovechamientos, deben suplir, con creces, los menores recursos que llegarán a Bajo Andarax si se aprovechan totalmente en la parte alta los recursos subterráneos.

Con esta óptica cualquier embalse que aumente la infiltración de las aguas superficiales del río tendría un efecto altamente positivo, que se reflejaría en un incremento de los recursos subterráneos del aluvial del Bajo Andarax.

3. Está en estudio el aprovechamiento, para recarga en los acuíferos dolomíticos de la zona oriental de la cuenca del Gádor, de parte de las pérdidas al mar del agua de las galerías del Bajo Andarax.
- c) **Cuenca del Bajo Almanzora.** Está prevista la construcción de un embalse para regular los 15 hm³/año que llegarán, procedentes de la 1ª fase del trasvase Tajo—Segura, así como para aprovechar las pérdidas actuales (5 hm³/año) del Almanzora al mar.
- d) **Empleo de aguas residuales.** Dado que las aguas residuales de la ciudad de Almería

en el futuro van a tener cualitativamente una cierta importancia, al mismo tiempo que está previsto su abastecimiento con aguas de buena calidad, parece conveniente contar con el empleo para riego de las aguas residuales previamente tratadas. Un estudio de viabilidad es necesario.

En resumen, de lo que antecede, el incremento de recursos hidráulicos previstos para medio plazo (10 años) sería:

● Regulación dolomías fuente Marbella	25 hm ³ /a
● Regulación Rfo Grande de Adra (Embalse Benínar)	36 hm ³ /a
● Traslase Rfo Cadiar (Embalse Benínar)	12 hm ³ /a
● Traslase Trévez—Cadiar—Adra (Embalse Benínar)	28 hm ³ /a
● Traslase Tajo—Segura	15 hm ³ /a
● Mejor aprovechamiento Andarax	15 hm ³ /a
● Regulación Bajo Almanzora (Embalse Overa)	5 hm ³ /a
● Utilización aguas residuales depuradas	10 hm ³ /a
T O T A L	146 hm³/a

Como posibles nuevos recursos extrazonales se contemplan las siguientes posibilidades para un futuro más lejano (10—15 años).

- a) Nuevos recursos del Traslase Tajo—Segura, en la 2ª fase, aunque hay que aclarar que estos recursos sólo pueden llegar, normalmente, bajo la zona de Vera—Garrucha, no pudiendo alcanzar sin grandes obras la parte meridional de la provincia (zonas de Níjar, Tabernas, etc.).
- b) Nuevos recursos de la zona alta de Granada. Se refiere a los recursos superficiales de los ríos Castril y Guardal, junto a los subterráneos de Huéscar—María, pero hace falta un estudio detallado de viabilidad.

Estos recursos podrían ser trasvasados al Almanzora, con lo que dominarían la misma zona del traslase Tajo—Segura, o bien el Rfo Nacimiento y, desde ahí, al resto de la provincia de Almería, incluyendo la zona de Tabernas.

- c) Nuevos recursos subterráneos de la zona de Albuñol. Estos recursos podrían unirse a los existentes en el Rfo Adra, si los estudios actualmente en curso por el I.G.M.E., confirmasen su viabilidad.

5.— RECOMENDACIONES

- En las zonas de Almería actualmente sobre-explotadas: Campo de Níjar, Pulpí, El Saltador, La Ballabona y parcialmente el Campo de Dalías, es necesario no aumentar el volumen anual de extracciones, con el fin de prolongar el mayor tiempo posible los regadíos allí existentes.

Al mismo tiempo, los recursos renovables subterráneos de la provincia de Almería están utilizados en cerca del 80 por 100. Una parte del 20 por 100 restante necesariamente se tiene que dejar salir al mar para impedir la invasión marina.

Todo ello indica que a nivel de provincia las posibilidades de incrementar la utilización de los recursos subterráneos son muy escasas.

De acuerdo con lo expuesto, parece obligado que se promulgue urgentemente una normativa legal que impida, por una parte, que se agrave la situación en las zonas sobreexplotadas y, por otra, que se puedan presentar en un futuro próximo situaciones análogas en otras áreas de la Provincia.

- Como acciones concretas para mejorar la situación actual y poder hacer frente a las necesidades futuras de la Provincia, se recomienda lo siguiente:
 - a) La dedicación de una parte (7–8 hm³/año) de los caudales aportados por el Trasvase Tajo–Segura (15 hm³/año), al mantenimiento de los regadíos existentes en las zonas de Ballabona, Pulpí, El Saltador y Bajo Almanzora.

- b) La realización cuanto antes de la prevista presa de Benínar para la regulación del río Adra. En el supuesto de que hubiese aterramientos posteriores de ella, podría utilizarse la capacidad de almacenamiento de los acuíferos cercanos (dolomías de Sierra de Gádor y acuífero del Campo de Dalías), recargándolos, con el el objetivo de ayudar a la regulación del río. Estas aguas servirían, como está previsto, para abastecimiento de Almería y regadío del Campo de Dalías.
- c) La ejecución, asimismo, y cuanto antes, del previsto trasvase de agua del río Cadiar al río Adra.
- d) La explotación subterránea de las dolomías de la Fuente de Marbella. Sus recursos unidos a los regulados por el embalse de Benínar, serían suficientes para las necesidades del Campo de Dalías y Almería, pudiendo los excedentes transportarse por canal, hasta la parte baja del Campo de Níjar y R. Morales.
- e) La realización cuanto antes de las obras necesarias, para un mejor aprovechamiento de las avenidas del río Andarax, que servirían para mantener y mejorar los regadíos del bajo Andarax. Estas obras serían convenientes aún en el supuesto de que sólo sirvieran para mejorar la infiltración en el río, aumentando sus recursos subterráneos.
- f) La realización de un estudio hidrogeológico, completado con estudios económicos, de las zonas de Castril—Guardal y de Huéscar—María (Guadiana Menor) para conocer la viabilidad del trasvase al río Almanzora o río Nacimiento. Si fuese posible el trasvase a este último se dominaría toda la provincia de Almería, incluyendo la zona de Tabernas, salvo la zona de Almanzora.
- g) La continuación de los estudios hidrogeológicos de la zona de Albuñol (Granada), para conocer las posibilidades de trasvase de una parte de sus recursos subterráneos a la zona del río Adra, para unirlos a los recursos allí existentes.
- h) La realización de un estudio de viabilidad de la utilización de las aguas residuales de Almería capital.

RELACION DE LA DOCUMENTACION COMPLEMENTARIA

A) INFORMES TECNICOS

- I. Marco geográfico y económico
- II. Climatología e hidrología.
- III. Demanda.
- IV. Planes hidráulicos.
- V. Campo de Dalías.
- VI. Cuenca del Andarax.
- VII. Cuencas del Almanzora y Antas.
- VIII. Cuenca del Aguas.
- IX. Cuenca del Adra.
- X. Campo de Níjar.

B) ANEJOS

● CAMPO DE DALIAS

- Inventario de Recursos Hidráulicos, características de 1.037 puntos.
- Geofísica: campaña de 150 SEV de AB = 1.100 m.
30 SEV de AB = 5.000 m.
3 calicatas.
campaña de testificación eléctrica de 5.215 metros de sondeo.
- Bombes de ensayo de los 38 sondeos siguientes:
 - S-1D, S-2D, 1, 13, 66, 76, 78, 82, 83, 104, 137, 141, 150, 152, 156, 162, 173, 206, 248, 258, 277, 290, 430, 473, 497, 511 y 517 de Dalías.
 - 12, 31, 34 y 81 de Vúcar.
 - 76 de Félix.
 - 3, 4, 20, 50, 93 y 207 de Roquetas de Mar.
- Nivelación de 661 puntos.
- Informes de los sondeos S-1D, S-2D, S-3D, S-4D, y de los piezómetros A, B, C, D, E, F, G, H, J, K y L.
- Medidas piezométricas periódicas en 103 puntos.
- Características hidroquímicas de 163 muestras.
- Estudio hidro-agrícola.

● CUENCA DEL ANDARAX

- Inventario: características de 2.218 puntos.
- Geofísica: campaña de 13 SEV de AB = 2.000 m Alto Andarax.
44 SEV de AB = 2.000 m Bajo Andarax.
48 SEV de AB = 800 m Nacimiento
- Bombeos de ensayo en los 26 sondeos siguientes:
 - S-1A, S-2A, S-5A, S-6A, S-7A, S-8A, S-9A, S-11A y 1 de Almería.
 - 2 y 3 de G.
 - 1, 56 y 57 de Ragol.
 - 16 de Pechina.
 - 322 de Benahadux.
 - S-1N de Nacimiento.
- Nivelación de 355 puntos con nivel y de 39 puntos con altímetro de precisión.
- Informes de los sondeos S-1A, S-2A, S-5A, S-6A, S-7A, S-9A, S-10A, S-11A, S-12A, S-13A, S-14A, S-1N, S-2N, S-3N, S-1TA y S-2TA.
- Medidas piezométricas periódicas de 167 puntos.
- Características hidroquímicas de 113 muestras (mayo de 1973) en el Valle del Andarax, 27 (abril 1975) en el Nacimiento y 15 en los llanos de Gérgal y Tabernas, además de 218 medidas de conductividad.

● CUENCAS DEL ALMANZORA Y ANTAS

- Inventario: características de 3.477 puntos.
- Geofísica: campaña de 28 SEV (AB = 1.000 m) en la cubeta de Pulpí.
54 SEV (AB = 1.000 m) en la cubeta El Saltador.
14 SEV (AB = 1.100 m) en la cubeta de Overa.
38 SEV (AB = 500 m) en Valle bajo y delta.
29 SEV (AB = 800 m) en cubeta de Ballabona.
- Bombeos de ensayo en los 6 sondeos siguientes: S-2HO, S-3HO, S-4HO, S-10R (doble) y 1-OR.
- Nivelación de 189 puntos por nivel.
- Informes de los sondeos S-1HO, S-2HO, S-3HO, S-4HO y S-10R.
- Medidas piezométricas de 86 puntos.
- Características hidroquímicas de 96 muestras.

- CUENCA DEL AGUAS

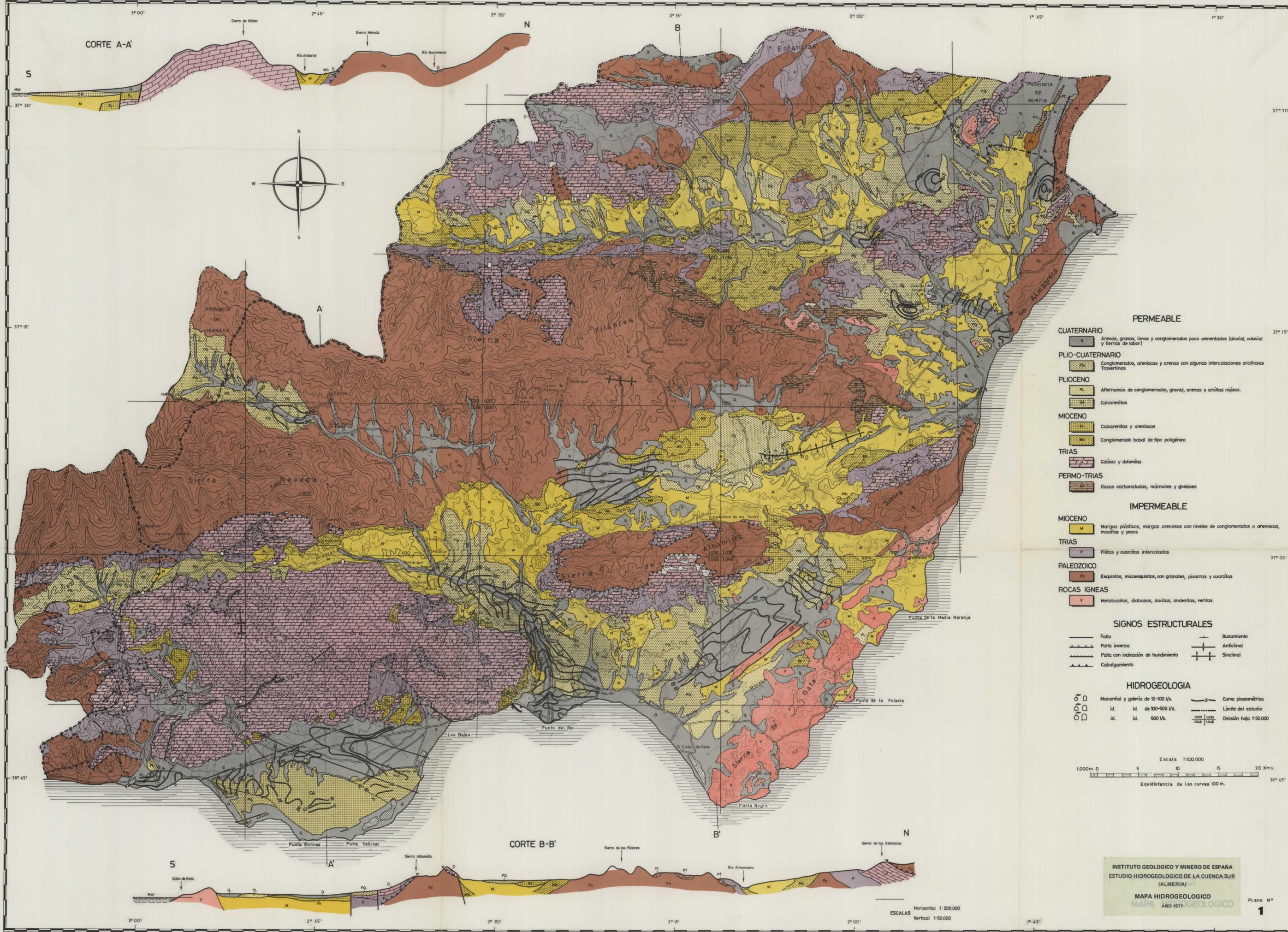
- Inventario: características de 819 puntos.
- Informe del sondeo S-1AG.
- Características hidroquímicas de 130 muestras.

- CUENCA DEL ADRA

- Inventario: características de 782 puntos.
- Nivelación de 67 puntos con nivel.
- Características hidroquímicas de 31 muestras (junio 1975).

C) DOCUMENTOS ORIGINALES

- Fichas de campo y de archivo de todos los puntos de agua inventariados.
- Mapas y fotogramas en cartografía geológica.
- Diagramas de los sondeos eléctricos y de las testificaciones eléctricas.
- Medidas originales de los bombeos de ensayo.
- Libretas de nivelación.
- Hojas de análisis químicos.
- Originales de las figuras, esquemas, diagramas, gráficos y planos, incluidos o no en los informes mencionados.
- Etc.



PERMEABLE

CUATERNARIO

- Q Arenas, gravas, limos y conglomerados poco cementados (aluvial, coluvial y tierras de labor)

PLIO-CUATERNARIO

- PL Conglomerados, arenas y gravas con algunas intercalaciones arcillosas
- PT Travertinos

PLIOCENO

- PL Alternancia de conglomerados, gravas, arenas y arcillas rojas.
- SA Calcarenitas

MIOCENO

- MI Calcarenitas y areniscas
- MB Conglomerado basal de tipo poligénico

TRIAS

- T Calizas y dolomías

PERMO-TRIAS

- PT Rocas carbonatadas, mármoles y gneises

IMPERMEABLE

MIOCENO

- M Margas plásticas, margas arenosas con niveles de conglomerados o areniscas, micasitas y yesos

TRIAS

- F Filitas y cuarcitas intercaladas

PALEOZOICO

- Pz Esquistos, micaesquistos, con granates, pizarras y cuarcitas

ROCAS IGNEAS

- V Metabasitas, diabasas, dacitas, andesitas, veritas.

SIGNOS ESTRUCTURALES

- Falla
- Falla inversa
- Falla con indicación de hundimiento
- Cobalgamiento
- Buzamiento
- Anticlinal
- Sinclinal

HIDROGEOLOGIA

- Manantial y galería de 10-100 l/s.
- id. id. de 100-500 l/s.
- id. id. 500 l/s.
- Curva piezométrica
- Límite del estudio
- División hoja 1:50.000

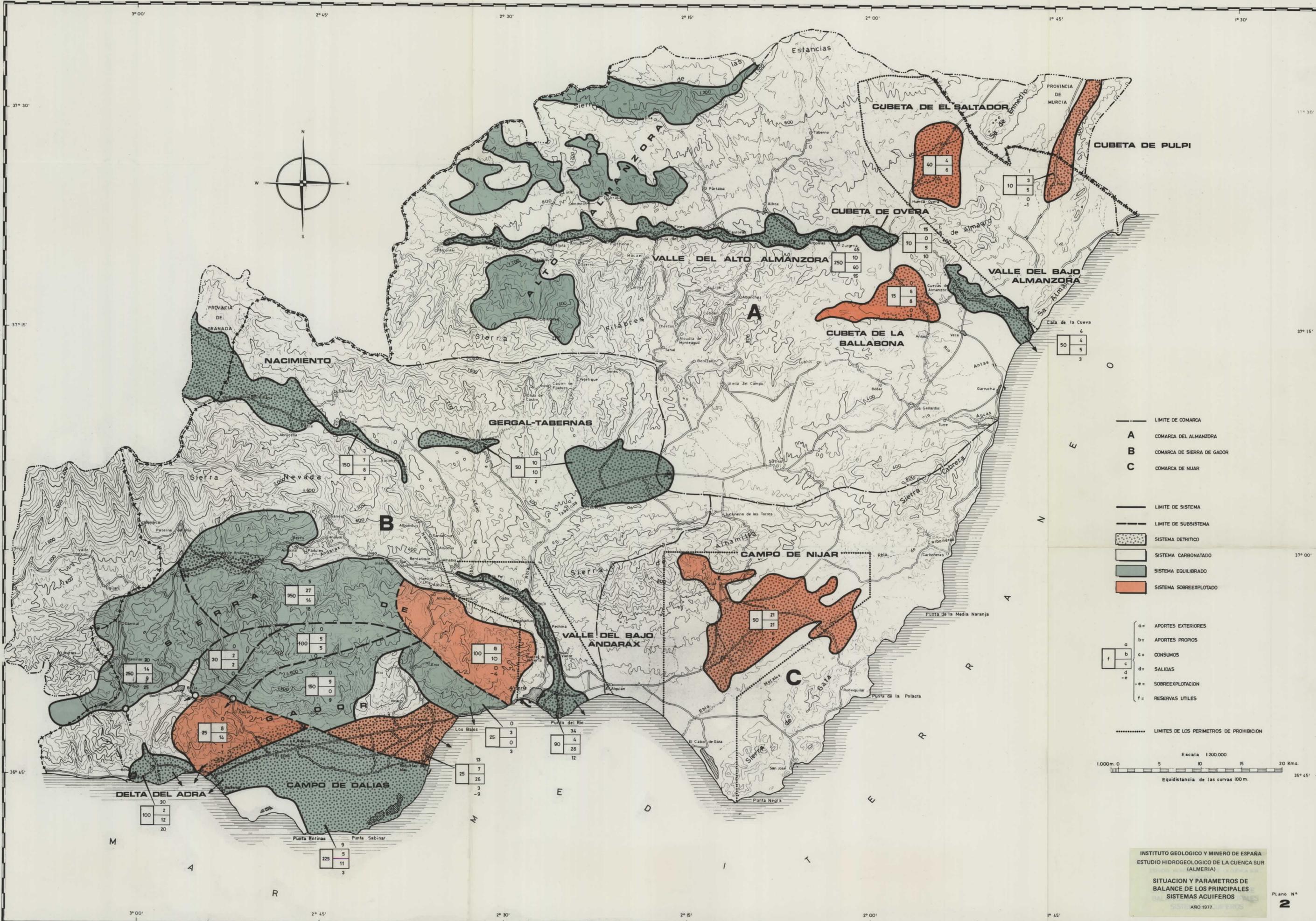
1:000m 0 5 10 15 20 Kms.
Equidistancia de las curvas 100m.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)

MAPA HIDROGEOLOGICO
AÑO 1977

PLANO N° 1

ESCALAS
Horizontal 1:200.000
Vertical 1:50.000



- LIMITE DE COMARCA
- A** COMARCA DEL ALMANZORA
- B** COMARCA DE SIERRA DE GADOR
- C** COMARCA DE NIJAR
- LIMITE DE SISTEMA
- LIMITE DE SUBSISTEMA
- SISTEMA DETRITICO
- SISTEMA CARBONATADO
- SISTEMA EQUILBRADO
- SISTEMA SOBREEXPLOTADO
- a = APORTES EXTERIORES
- b = APORTES PROPIOS
- c = CONSUMOS
- d = SALIDAS
- e = SOBREEXPLOTACION
- f = RESERVAS UTILES
- LIMITES DE LOS PERIMETROS DE PROHIBICION

Escala 1:200.000
 1.000m 0 5 10 15 20 Kms.
 Equidistancia de las curvas 100m.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
 ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR
 (ALMERIA)
 SITUACION Y PARAMETROS DE
 BALANCE DE LOS PRINCIPALES
 SISTEMAS ACUIFEROS
 AÑO 1977