

**INVESTIGACION HIDROGEOLOGICA
DE LA
CUENCA BAJA DEL SEGURA**

INFORME TECNICO-8

EL CAMPO DE CARTAGENA

MEMORIA

I N D I C E

	<u>Pág.</u>
I. RESUMEN Y CONCLUSIONES	1
II. DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA	6
1. INTRODUCCION	7
2. MARCO GEOGRAFICO Y ECONOMICO	9
2.1. Geografía política, física y humana	10
2.2. Red de Comunicaciones	11
2.3. Recursos económicos	12
2.3.1. Agricultura	12
2.3.2. Otros recursos económicos	15
3. CLIMATOLOGIA	17
3.1. Precipitación	18
3.2. Termometría	21
3.3. Lluvia útil	23
4. HIDROLOGIA DE SUPERFICIE	27
4.1. Red hidrográfica	28
4.2. Escorrentía superficial	29
5. ECONOMIA HIDRAULICA. SITUACION ACTUAL	30
5.1. Demanda agrícola	31
5.2. Abastecimiento público	32
5.3. Usos industriales	33
5.4. Recursos superficiales	34
5.5. Recursos subterráneos	35
5.6. Recursos exteriores	36
5.7. Situación resultante	37
5.7.1. Demanda agrícola	37
5.7.2. Abastecimiento público	37
5.7.3. Usos industriales	37

6. SITUACION FUTURA PREVISIBLE	38
6.1. Evolución de la demanda agrícola	39
6.2. Abastecimiento público y usos industriales	40
6.3. Recursos previstos	41
6.3.1. Disponibilidades locales subterráneas	41
6.3.2. Recursos exteriores	41
6.3.3. Aguas residuales	41
6.4. Conclusiones	43
7. GEOLOGIA	44
7.1. Introduccion	45
7.2. Estratigrafía	46
7.2.1. Terrenos pre-mantos	46
7.2.2. Terrenos post-manto	47
7.3. Estructura	50
III. HIDROGEOLOGIA	53
1. INTRODUCCION	54
2. ACUIFERO INFERIOR DEL PLIOCENO (Grupo V inferior)	56
2.1. Geometría de la formación acuífera	57
2.2. Piezometría	60
2.2.1. Niveles piezométricos	60
2.2.2. Profundidad del agua ..	61
2.2.3. Variaciones piezométricas	62
2.2.4. Consideraciones sobre la cautividad y carga del a- cuífero	63
2.3. Recarga y descarga del acuífero	65
2.3.1. Alimentación	65
2.3.2. Descarga	66
2.3.3. Explotación de reservas	67
2.4. Reservas útiles	69
2.5. Hidroquímica	70
3. ACUIFERO SUPERIOR DEL PLIOCENO	72
3.1. Geometría de la formación acuífera	73

3.2. Piezometría	75
3.2.1. Niveles piezométricos	75
3.2.2. Profundidad del agua	76
3.2.3. Variaciones piezométricas	76
3.2.4. Consideraciones sobre la cautividad y carga del acuífero	76
3.3. Recursos y reservas	78
4. EL MIOPLIOCENO DE LOS BORDES	79
5. EL SUBSTRATO BETICO	82
6. EL GEOTERMALISMO EN EL CAMPO DE CARTAGENA.	85
ANEXO I. - Prospección geofísica	87
ANEXO II. - Sondeos de reconocimiento	90

INDICE DE FIGURAS

<u>Fig. nº</u>		<u>Pág.</u>
1	Pluviometrías medias mensuales (período 1.962/ 63 - 1.971/72) en el Campo de Cartagena	19
2	Temperaturas medias mensuales (período 1.962/ 63 - 1.971/72) en el Campo de Cartagena	22
3	Hidroquímica en el Campo de Cartagena. Diagra- ma de Piper	71
4	Sondeo "Hortichuela I"	93
5	Sondeo "Hortichuela II"	96
6	Sondeo "San Javier I"	99
7	Sondeo "San Javier II"	102

INDICE DE PLANOS

Plano nº

- 1 Mapa hidrogeológico (1/50.000).
- 2 Límites del acuífero del Grupo V inferior (1/100.000).
- 3 Límites del acuífero del Grupo V superior (1/100.000).
- 4 Isohipsas del techo del acuífero Grupo V superior (1/100.000).
- 5 Isohipsas del techo del acuífero Grupo V inferior (1/100.000).
- 6 Situación de piezómetros (1/100.000).
- 7 Variaciones piezométricas en el sector de Fuente-Alamo.
- 8 Variaciones piezométricas en el sector de Sucina.
- 9 Variaciones piezométricas en el sector de San Javier.
- 10 Hidroquímica. Resíduo seco. (1/100.000).
- 11 Hidroquímica. Cloruros. (1/100.000).
- 12 Prospección geofísica. Situación de S.E.V. (1/100.000).
- 13 Prospección geofísica. Cortes geoelectrónicos.
- 14 Idem. id. id. id.
- 15 Idem. id. id. id.
- 16 Idem. id. id. id.
- 17 Prospección geofísica. Conductancia longitudinal (1/100.000).

I. RESUMEN Y CONCLUSIONES

RESUMEN Y CONCLUSIONES

- I. El Campo de Cartagena, en sentido amplio, viene delimitado por las sierras de La Unión, de Cartagena, de la Muela, del Algarrobo, de Carrascoy, de Columbares, Escalona y su prolongación hasta el mar a la altura de Punta Prima. La extensión es de unos 1.580 km².
- II. Para atender a la demanda de las 20.000 ha de regadío existente en la zona, sólo se cuenta con la explotación de los acuíferos locales (del Mioceno superior y de calizas y dolomías béticas) de los que se extrae actualmente un volumen de 116 hm³/año. Se utilizan también unos 3 hm³/año procedentes de aguas residuales de Cartagena.
- III. Sin embargo, el agua disponible presenta una calidad química bastante irregular aunque normalmente deficiente (el residuo seco está comprendido entre 1 y 4 g/l) y los volúmenes extraídos proceden en su mayor parte de agotamiento de reservas -se estima que los recursos renovables son de 30 hm³/año, como máximo- lo que está dando lugar a que en alguna de las zonas del Campo (especialmente en el Nordeste, zona próxima a San Pedro del Pinatar) se estén registrando descensos del nivel piezométrico de hasta 8 m/año, aunque el valor medio en dicha zona es de unos 4 m/año. En la parte meridional y central del Campo no parece que existan descensos apreciables, aunque se carece de datos concluyentes al respecto.

Las reservas útiles hasta una profundidad de elevación del agua de 250 m (nivel piezométrico a 250 m de profundidad), han sido estimadas en 1.000 a 2.000 hm³/año.
- IV. El Campo de Cartagena recibirá del trasvase Tajo-Segura una dotación de 122 hm³/año, que se considera suficiente para crear 23.000 ha de nuevos regadíos. Sin embargo hay que tener en

cuenta que parte de la zona que será dominada por las aguas del trasvase está actualmente en regadío, con aguas subterráneas. Esta parte del Campo de Cartagena que dispondrá simultáneamente de aguas subterráneas, de calidad mediocre, pero posiblemente más barata, y de aguas superficiales del trasvase, seguramente mezclará el conjunto de las dos aguas y es muy difícil predecir la evolución de las extracciones subterráneas, ya que si el agua del trasvase resulta a un precio barato lógicamente se utilizará muy poco el agua subterránea mientras que si el precio del agua del trasvase es elevado es posible que las extracciones subterráneas apenas disminuyan a medio plazo (10 años).

- V. En el Campo de Cartagena existen 56.500 ha de secano regable (según datos del Consejo Económico-Social Sindical del Sureste, año 1.974), de las que menos de 23.000 ha están previstas de nuevos regadíos, con aguas del trasvase y teniendo en cuenta que las 20.000 ha actuales de regadío no pueden mantenerse con los recursos y reservas subterráneas, puesto que está previsto su agotamiento, al ritmo actual, entre 12 y 25 años, sería aconsejable que parte del agua del trasvase cubriese algo de esta zona de regadío actual, para que la sobreexplotación fuese menos acentuada.
- VI. Dada la alta rentabilidad de los cultivos en esta zona y la riqueza ya creada con los regadíos existentes de aguas subterráneas sería muy conveniente mantener esta riqueza y aumentarla, por lo que a medio plazo (10-20 años) se impondrá la importación de más recursos exteriores (2ª fase trasvase).
- VII. Dados los fuertes volúmenes explotados de aguas subterráneas, actualmente, en el Campo de Cartagena y la variación que puede haber próximamente, con la incidencia de los 122 hm³/año de aguas del trasvase, será muy conveniente la continuación

del estudio de los acuíferos del Campo, para conocer su evolución con las nuevas explotaciones y la repercusión de la infiltración de los riegos con aguas superficiales. Este conocimiento de los acuíferos ha de permitir concretar la política futura de explotaciones subterráneas.

II. DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA

1. INTRODUCCION

La comarca denominada Campo de Cartagena s. lat. corresponden al área comprendida entre la alineación montañosa que en dirección Este-Oeste va desde el Cabo de Palos hasta la Sierra del Algarrobo (al Nordeste de Mazarrón), como límite meridional, una línea Sur-Norte, que va desde la Sierra de Algarrobo hasta enlazar con la de Carrascoy, y a partir de aquí el límite del Campo viene definido por la alineación de las sierras de Carrascoy, Cresta del Gallo, Columbares, Altaona, Escalona y su prolongación Oeste-Este hasta alcanzar el mar a la altura de Punta Prima.

La zona definida en sentido amplio como Campo de Cartagena corresponde a una ampliación espacial, de la así denominada, hacia el Oeste, para englobar a la pequeña zona de Fuente Alamo-Cuevas de Reylo, y hacia el Nordeste, incluyendo las cuencas de los ríos Seco y Nacimiento (zona de San Pedro del Pinatar y Pilar de la Horadada).

2. MARCO GEOGRAFICO Y ECONOMICO

2.1. GEOGRAFIA POLITICA, FISICA Y HUMANA

El Campo de Cartagena s. lat. tal como ha sido delimitado comprende una extensión máxima de unos 1.580 km² en los que están implicados los términos municipales de La Unión, Cartagena, Fuente Alamo, Murcia (sólo en parte), Torre Pacheco, San Javier y San Pedro del Pinatar, en la provincia de Murcia, y una parte de los términos de Orihuela y San Miguel de Salinas, en la provincia de Alicante. De los citados términos municipales las únicas cabeceras de término que caen dentro del Campo son La Unión, Cartagena, Fuente Alamo, Torre Pacheco, San Javier y San Pedro del Pinatar.

La población correspondiente a la zona delimitada era de 215.000 habitantes en 1.974 de los que sólo 75.000 corresponde a las cabeceras de término.

La densidad media es por tanto de 136 habitantes km².

La zona delimitada corresponde en su mayor parte a una amplia llanura bordeada de sierras, con un suave gradiente topográfico hacia el Sureste, con pendiente media de 9%. En el interior del Campo sólo destacan los relieves de las sierras de los Gómez y de las Victorias que separan en parte la zona de Fuente Alamo-Cuevas de Reylo del resto del Campo de Cartagena. Asimismo, destaca el relieve constituido por el macizo del Cabezo Gordo.

Los únicos límites poco definidos topográficamente son el occidental que corresponde a la divisoria entre el Valle del Guadalentín y el Campo de Cartagena, y que corresponde a un suave umbral topográfico que enlaza las sierras de la Almenara y de Carrascoy. Por el Nordeste, el límite coincide aproximadamente con una línea paralela y a unos 2 km al Norte de la divisoria septentrional de la cuenca del río Nacimiento; dicho límite ha sido elegido por corresponder al eje de un suave anticlinal, al Norte del cual las facies de los niveles neógenos explotados en el Campo, parecen hacerse menos permeables.

2.2. RED DE COMUNICACIONES

El Campo de Cartagena se ve atravesado o rodeado por las siguientes carreteras principales: N-301 de Madrid a Cartagena, N-332 de Alicante a Cartagena y Aguilas y diversas carreteras comarcales.

El F.C. Madrid-Cartagena atraviesa de Norte-Sur el Campo. Entre Santiago de la Rivera y Los Alcázares se encuentra un aeropuerto civil y militar.

El puerto de Cartagena-Escombreras es, asimismo, una entra-salida natural de carácter más comercial que humano.

2.3. RECURSOS ECONOMICOS

2.3.1. Agricultura

La mayor parte del Campo posee un tipo de suelo clasificado como "suelo pardo calizo profundo" en complejo de áreas de costra caliza superficial. Existen también algunas áreas menores de "tierras pardas calizas" y "litosuelos silíceos con tierra parda superficial" en la zona más meridional del Campo.

En cuanto a características químicas del suelo, predominan los valores elevados de carbonato cálcico total, con porcentajes de 25 a 50%. Los valores inferiores a 25% corresponden a la zona Sur del Campo, y a las dos laderas de la sierra de las Victorias.

También es elevada (15 a 20 meq/100 g) la capacidad de cambio de cationes. Es, en cambio, débil el contenido en materia orgánica (normalmente inferior a 1,6%) y en nitrógeno (inferior a 0,13% generalmente).

Es bajo o muy bajo el contenido en fósforo asimilable y medio el de potasio.

En el Campo de Cartagena existe, actualmente, una superficie cultivada que alcanza un total de 126.542 ha, repartidas en 105.619 ha de secano -83% del total cultivado- y 20.923 ha de regadío -17% de dicho total-. La superficie de regadío realmente cultivada (cultivos herbáceos y leñosos) es de 20.009 ha.

Los cultivos herbáceos, leñosos y de barbecho, representan respectivamente, el 41%, 24% y 35% del total de superficie cultivada.

Se ha confeccionado un cuadro en el que se indica la distribución, por términos municipales, de la superficie cultivada, separando los datos correspondientes a secano de los de regadío y especificando, dentro de estos dos últimos, las cifras correspondientes a cultivos herbáceos, leñosos y de barbecho.

En el mismo cuadro se indica, además, las cifras de demanda teórica de agua, total y por términos municipales. Dichas cifras han sido estimadas en base a los datos anteriores sobre tipo y distribución de los distintos cultivos, habiéndose determinado, a partir de ellos, las características de la "hectárea-tipo". Una vez calculada la composición de ésta última, se ha estimado la tasa de riego correspondiente que ha resultado ser de $5.598 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$. Multiplicando, esta última cifra por el índice de rotación de cultivos (1,157) se obtiene el valor de la dotación unitaria teórica de la superficie física de cultivos regados, dotación que resulta ser de $6.480 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$. Aplicando esta dotación a las 20.009 ha de superficie regada se obtiene el valor de la demanda global teórica de los riegos actualmente existentes en el Campo de Cartagena: $130 \text{ hm}^3/\text{año}$.

DISTRIBUCION DE CULTIVOS Y DEMANDA PARA RIEGOS, ACTUALES

Término Municipal	SUPERFICIES (En hectáreas)								Demanda de agua. (hm ³ /año)
	del término municipal	Cultivada	SECAÑO			REGADIO			
			Herbaceos	Leñosos	Barbecho	Herbaceos	Leñosos	Barbecho	
Murcia	- (1)	28.551	8.093	16.000	-	2.779	1.679	-	23,066
San Javier	7.990	7.019	499	241	5.026	1.190	63	-	10,062
Torre Pacheco	20.391	19.251	13.950	2.311	41	2.924	25	-	23,622
Fuente Alamo de Murcia	27.274	19.144	3.335	4.779	9.834	848	210	138	6,439
Cartagena	55.746	44.050	10.010	2.276	26.539	4.016	827	382	35,138
Orihuela	- (1)	5.500	220	880	-	3.168	1.232	-	24,270
San Pedro del Pinatar	2.141	1.732	8	14	376	643	297	394	6,429
La Unión	2.455	1.295	585	1	601	102	6	-	0,647
TOTALES		126.542	36.700	26.502	42.417	15.670	4.339	914	130

(1) Los términos de Murcia y Orihuela están situados, en su mayor parte, fuera de la zona objeto de estudio, por lo que sólo interesa la parte cultivada de ellos que entra dentro del Campo de Cartagena.

Nota. - Todas las cifras contenidas en el cuadro anterior corresponden al año agrícola 1.973/74.

La distribución de cultivos en la hectárea representativa y la obtención de la tasa de riego correspondiente es como sigue:

	<u>hectáreas</u>	<u>%</u>	<u>m³/año</u>
Cereales de grano	2.453	12,3	135,4
Leguminosas grano	397	2,0	68,6
Patata	222	1,1	48,0
Algodón y pimiento	3.541	17,7	1.182,5
Alfalfa y otras forrajeras	3.724	18,6	1.549,0
Hortalizas de hoja	271	1,4	45,3
Hortalizas de frutos (melón)	3.889	19,4	948,5
Alcachofa y coliflor	1.654	8,3	578,2
Raíces y bulbos	98	0,5	27,1
Leguminosas	2.536	12,7	367,7
Cítricos	2.514	12,6	478,2
Almendro	1.400	7,0	102,9
Otros leñosos	425	<u>2,1</u>	<u>66,7</u>
		115,7	5.598

Índice de rotación: 1,157

Como resumen de las grandes posibilidades agrícolas del Campo, transcribimos lo que al respecto se dice en la memoria del III.

P.D.E.S.: "La benignidad de los factores climáticos determina un gran futuro en cuanto a cultivos bajos, incluso de primor, y de algunas especies arbóreas, como los cítricos, etc.". Sin embargo, como factores negativos se cuentan los problemas de elevado contenido en cal activa en el suelo en gran parte de la zona y los fuertes vientos de Levante.

2.3.2. Otros recursos económicos

Minería

Destacan por su importancia las explotaciones mineras de la zona meridional del Campo de Cartagena, (zona Cartagena-La Unión), con

un total de 995 concesiones de explotación, frente a 330 para el resto de la provincia de Murcia. Por substancias, predomina ampliamente la extracción de plomo y de hierro.

Complejo REPESA

Emplazado en el Valle de Escombreras, consta de una refinería con capacidad para tratar 10,5 millones de toneladas-año de crudos. An^{te} a la refinería se encuentra una planta de fertilizantes y una planta de gases licuados. El conjunto emplea a cerca de 5.000 trabajadores.

Turismo

Aunque de desarrollo aún incipiente, presenta grandes perspectivas en la zona costera: Manga del Mar Menor.

De los tres sectores indicados, son los dos últimos los más condicionados por las disponibilidades en agua potable. El Complejo REPESA tiene una demanda anual de unos 7,5 hm³/año, que se viene cubriendo con las aportaciones de la Mancomunidad de Canales del Taibilla, aunque se estima que éstas resultan insuficientes y de problemática garantía, sobre todo en verano.

Por otra parte, el abastecimiento público estacional a las zonas de la Manga del Mar Menor y adyacentes resulta también algo problemático y puede suponer un freno a la expansión de las mismas.

3. CLIMATOLOGIA

3.1. PRECIPITACION

Durante el período 1.962/63-1.971/72, la precipitación anual media para la zona del Campo de Cartagena es de 285 mm, aproximadamente. Este valor corresponde a la media de las precipitaciones medias anuales de las Estaciones de Fuente Alamo, Pozo Estrecho, y San Javier que se encuentran más o menos regularmente dispersas y espaciadas a lo largo del Campo.

Damos a continuación las precipitaciones medias mensuales y anuales de las estaciones de San Javier, Fuente Alamo y Pozo Estrecho:

	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	Año
S. Javier	54	28	48	27	13	24	22	17	20	0	12	31	296
F. Alamo	51	33	44	16	16	21	25	17	24	1	2	20	270
Pozo Estrecho	56	27	49	21	12	23	25	22	18	0	2	38	293

Estas medias mensuales vienen representadas en la fig. 1.

Sin embargo, el decenio 1.962/63-1.971/72 al que se refieren los anteriores datos parece haber sido menos lluvioso que el período más amplio, y por tanto, más representativo de los 21 años que van de 1.942/43 a 1.962/63. En efecto, en dicho período la precipitación media anual ha sido de 310 mm.

También se acompaña a continuación, otro cuadro donde se indican las medias mensuales, junto con los mínimos y máximos correspondientes, para el período 1.942/43-1.971/72. El objeto fundamental de dicho cuadro que abarca un período de tiempo más dilatado es el poder contrastar con el anterior, pudiendo comprobarse que los valores correspondientes de uno y otro no presentan grandes divergencias.

PLUVIOMETRIAS MEDIAS MENSUALES (1.962-63/1.971-72)
EN EL CAMPO DE CARTAGENA

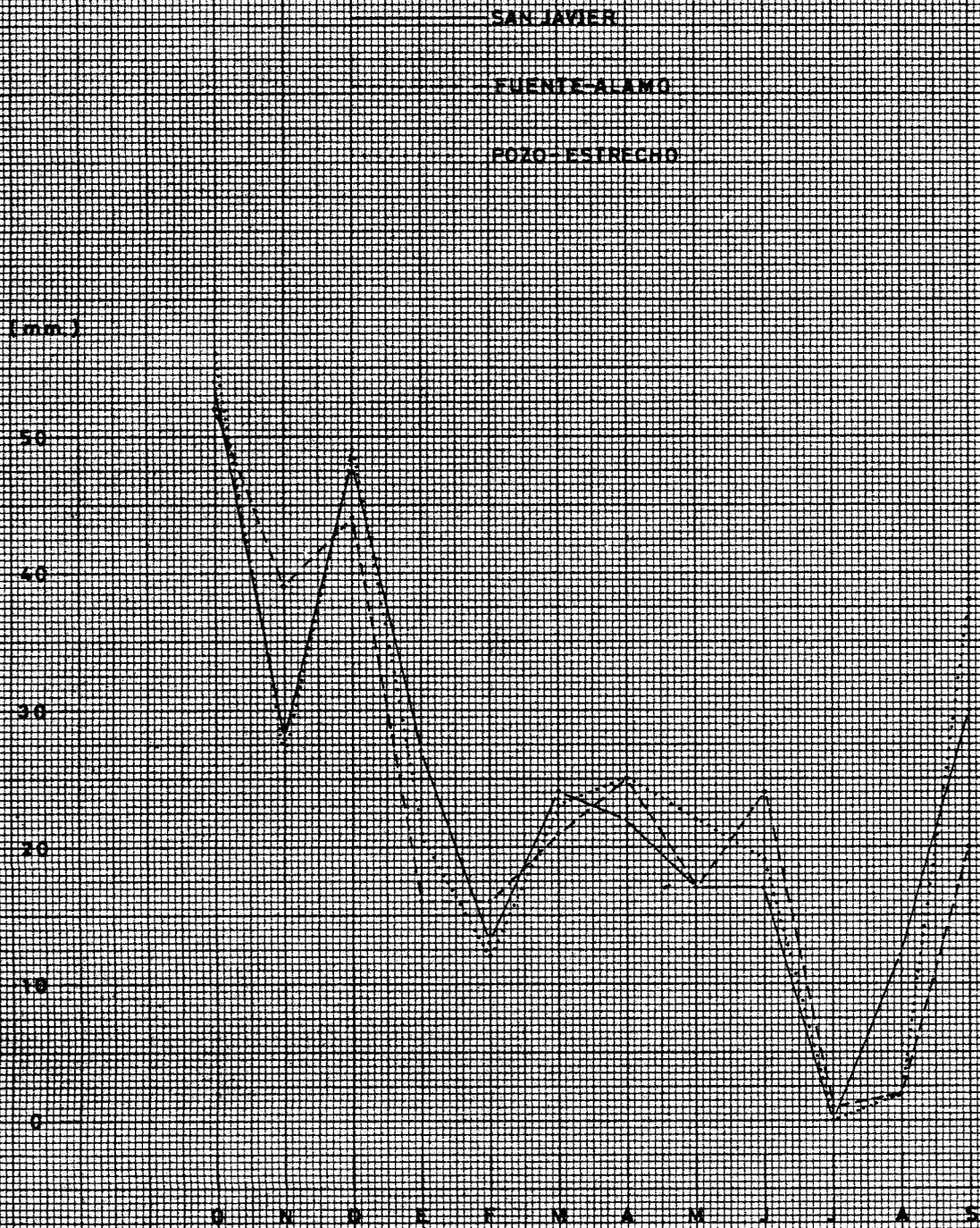


Fig. 1

	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S
Valor mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media	51	33	43	28	16	19	38	22	11	0,5	4	28
Valor máximo	222	162	139	119	77	81	210	91	71	15	32	142

3.2. TERMOMETRIA

En el período 1.962/63-1.971/72 la temperatura media anual para la zona del Campo de Cartagena es de 17,39 C, aproximadamente. Este valor ha sido hallado tomando la media de las temperaturas medias anuales de las Estaciones de Fuente Alamo, Pozo Estrecho y San Javier, escogidas como más representativas en base a su situación geográfica, altitud media y exactitud de los datos existentes.

En la figura nº 2 se expone la gráfica de las temperaturas medias mensuales (período 1.962/63-1.971/72) correspondientes a las estaciones de Pozo Estrecho, San Javier y Fuente Alamo.

Aparte, se expone mediante el correspondiente cuadro las temperaturas medias mensuales registradas en la Estación de Pozo Estrecho calculadas para un período que abarca los dieciocho últimos años.

	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S
Media	18,2	14,1	11,0	9,7	10,6	12,9	14,2	17,7	22,4	25,3	26,1	22,9

En el periodo 1.942/43-1.962/63 la temperatura media anual del Campo ha sido de 18,99 C.

TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES (1962-63/1971-72)
EN EL CAMPO DE CARTAGENA

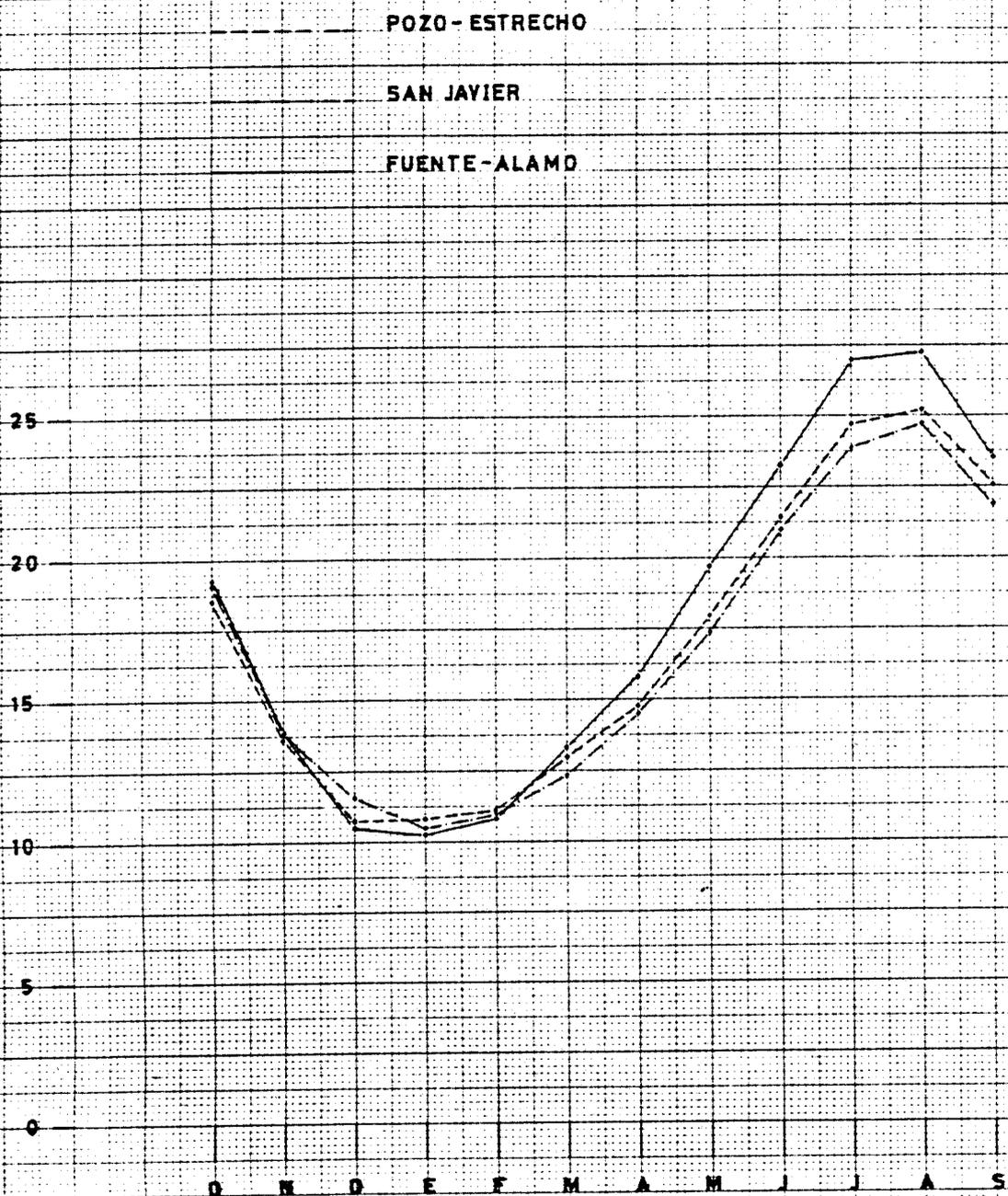


Fig. 2

3.3. LLUVIA UTIL

Aplicando el método de Turc a los valores medios anuales de precipitación (285 mm) y temperatura (17,30 C) durante el período 1.962/63-1.971/72, resulta un valor nulo para la lluvia útil en el conjunto de la zona.

Con el mismo método y para el período 1.942/43-1.962/63, también resulta un valor nulo de lluvia útil.

Se ha aplicado también el método de Thornthwaite a las estaciones de Fuente Alamo, Pozo Estrecho y San Javier con los valores de precipitación y temperatura medias mensuales durante el decenio 1.962/63-1.971/72. Los cuadros de cálculo que se incluye indican que sólo si la capacidad de retención del suelo fuese menos que 27 mm existiría alguna lluvia útil, pero es evidente que en una zona como el Campo de Cartagena, casi totalmente ocupada por terreno cultivable, dicha capacidad debe ser de 100 mm como mínimo.

A pesar de estos valores medios teóricos nulos de lluvia útil, existe una infiltración real a partir de las fuertes tormentas que se dan en la zona cada cierto número de años.

**EVAPOTRANSPIRACION
METODO DE THORNTHWAITE**

ESTACION: SAN JAVIER
HOJA nº 031
AÑO HIDROLOGICO 1962/63 - 1971/72

LONGITUD :
LATITUD : 37° 46'
ALTITUD :

RESERVA UTIL => 27 mm.

RU = mm.

	P mm.	t °C	I	e	F	ETP mm.	RU mm.	ΔRU mm.	ETR mm.	DEF. mm.	SUP. mm.	R mm.	I _h	I _o	RU mm.	ΔRU mm.	ETR mm.
OCTUBRE	54	19,1	7,6	2,5	28,9	72	0	0	54	18	0	0	0	2,1			
NOVIEMBRE	28	13,8	4,6	1,5	25,3	38	0	0	28	10	0	0	0	1,2			
DICIEMBRE	48	11,6	3,6	1,0	24,9	25	23	23	25	0	0	0	0	0			
ENERO	27	10,5	3,1	0,9	25,6	23	27	4	23	0	0	0	0	0			
FEBRERO	13	11,0	3,3	1,0	25,3	25	15	-12	25	0	0	0	0	0			
MARZO	24	12,4	4,0	1,2	30,9	37	2	-13	37	0	0	0	0	0			
ABRIL	22	14,5	5,0	1,6	33,0	53	0	-2	24	29	0	0	0	3,4			
MAYO	17	17,4	6,6	2,2	36,8	81	0	0	17	64	0	0	0	7,5			
JUNIO	20	21,0	8,8	3,0	37,1	111	0	0	20	91	0	0	0	10,7			
JULIO	0	23,9	10,7	3,8	37,5	143	0	0	0	143	0	0	0	16,8			
AGOSTO	121	24,7	11,2	4,0	35,1	140	0	0	12	128	0	0	0	15,0			
SEPTIEMBRE	31	21,9	9,4	3,3	31,1	103	0	0	31	72	0	0	0	8,5			
VALOR ANUAL	P 296 mm.	t 16,8 °C	I 77,9			ETP 851 mm.			ETR 296 mm.	D 555 mm.	S 0 mm.	R 0 mm.	I _h 0	I _o 65,2			ETR mm.

TIPO CLIMATICO D B'2 d a''

100%

INDICE GLOBAL = -39,1

%

EVAPOTRANSPIRACION METODO DE THORNTHWAITE

ESTACION: FUENTE ALAMO
HOJA nº 023
AÑO HIDROLOGICO 1962/63 - 1971/72

LONGITUD:
LATITUD: 37° 42' 40"
ALTITUD:

							RESERVA UTIL => 24 mm.						RU = mm.				
	P mm.	t °C	i	e	F	ETP mm.	RU mm.	ΔRU mm.	ETR mm.	DEF mm.	SUP. mm.	R mm.	i _h	i _o	RU mm.	ΔRU mm.	ETR mm.
OCTUBRE	51	19,3	7,7	2,5	28,9	72	0	0	51	21	0	0	0	2,2			
NOVIEMBRE	33	13,8	4,6	1,3	25,3	33	0	0	33	0	0	0	0	0			
DICIEMBRE	44	10,4	3,0	0,8	24,9	20	24	24	20	0	0	0	0	0			
ENERO	16	10,2	2,9	0,7	25,6	18	22	-2	18	0	0	0	0	0			
FEBRERO	16	10,9	3,2	0,9	25,3	23	15	-7	23	0	0	0	0	0			
MARZO	21	13,3	4,4	1,2	30,9	37	0	-15	36	1	0	0	0	0,1			
ABRIL	25	15,9	5,8	1,8	33,0	59	0	0	25	34	0	0	0	3,6			
MAYO	17	19,7	8,0	2,6	36,9	96	0	0	17	79	0	0	0	8,4			
JUNIO	24	23,3	10,3	3,6	37,0	133	0	0	24	109	0	0	0	11,5			
JULIO	1	27,0	12,9			174	0	0	1	173	0	0	0	18,3			
AGOSTO	2	27,3	13,1			166	0	0	2	164	0	0	0	17,3			
SEPTIEMBRE	20	23,5	10,4	3,7	31,1	115	0	0	20	95	0	0	0	10,0			
VALOR ANUAL	P 270 mm.	t 17,9 °C	I 86,3			ETP 946 mm.			ETR 270 mm.	D 676 mm.	S 0 mm.	R 0 mm.	i _h 0	i _o 71,4			ETR mm.
TIPO CLIMATICO E ₁ B ₃ d a'							100%			INDICE GLOBAL = -42,8						%	

EVAPOTRANSPIRACION METODO DE THORNTHWAITE

ESTACION: POZO ESTRECHO

HOJA n° 026

AÑO HIDROLOGICO 1962/63 - 1971/72

LONGITUD:

LATITUD: 37° 41' 30"

ALTITUD:

RESERVA UTIL \geq 27 mm.

RU = mm.

	P mm.	t °C	I	e	F	ETP mm.	RESERVA UTIL \geq 27 mm.						RU = mm.				
							RU mm.	Δ RU mm.	ETR mm.	DEF mm.	SUP. mm.	R mm.	I _h	I _a	RU mm.	Δ RU mm.	ETR mm.
OCTUBRE	56	18,6	7,3	2,4	28,9	69	0	0	56	13	0	0	0	1,5			
NOVIEMBRE	27	13,6	4,6	1,4	25,3	35	0	0	27	8	0	0	0	0,9			
DICIEMBRE	49	10,7	3,2	0,9	24,9	22	27	27	22	0	0	0	0	0			
ENERO	21	10,8	3,2	0,9	25,6	23	25	-2	23	0	0	0	0	0			
FEBRERO	12	11,1	3,3	1,0	25,3	25	12	-13	25	0	0	0	0	0			
MARZO	23	13,0	4,3	1,3	30,9	40	0	-12	35	5	0	0	0	0,6			
ABRIL	25	14,8	5,2	1,6	33,0	53	0	0	25	28	0	0	0	3,2			
MAYO	22	18,0	7,0	2,3	36,9	85	0	0	22	63	0	0	0	7,3			
JUNIO	18	21,5	9,1	3,1	37,0	115	0	0	18	97	0	0	0	10,2			
JULIO	0	24,8	11,3	4,0	37,5	150	0	0	0	150	0	0	0	17,3			
AGOSTO	2	25,2	11,6	4,1	35,1	144	0	0	2	142	0	0	0	16,4			
SEPTIEMBRE	38	22,6	9,8	3,4	31,1	106	0	0	38	68	0	0	0	7,8			
VALOR ANUAL	P 293 mm.	t 17,1 °C	I 79,8			ETP 867 mm.			ETR 293 mm.	D 574 mm.	S 0 mm.	R 0 mm.		I _h 0	I _a 65,2		ETR mm.

TIPO CLIMATICO D B₃ d a'

100 %

INDICE GLOBAL = -39,1

%

4. HIDROLOGIA DE SUPERFICIE

4.1. RED HIDROGRAFICA

La red hidrográfica del Campo de Cartagena posee un trazado muy simple, como corresponde a una zona fundamentalmente llana y donde llueve muy poco.

El cauce más importante es el río Nacimiento que discurre al NW del Campo, bajando desde la Sierra de Escalona, con una dirección WNW-ESE hasta desembocar en el mar Mediterráneo, a unos 2 km al SW de Cabo Roig, junto a la denominada Punta del Cuervo.

Al Sur del anterior, discurriendo por el centro del Campo y atravesándolo de Oeste a Este, se encuentra la Rambla de Albuñón con un cauce poco definido que se extiende más o menos desde esta última población hasta su desembocadura situada justamente en el centro del borde interior del Mar Menor, a unos 2 km al Sur de Los Alcázares.

Empalmando prácticamente con la cabecera de la Rambla de Albuñón se encuentra el tramo final de la Rambla de Fuente Alamo, con un cauce ya mejor definido que el de la anterior, y que se extiende aguas arriba, paralelamente a la carretera de Cartagena y Alhama de Murcia, hasta la cuenca de Fuente Alamo-Cuevas de Reylo.

En conjunto, la cuenca vertiente a lá rambla del Albuñón comprende una superficie de 764 km², correspondientes a la mitad más central del Campo de Cartagena.

Por último, cabe citar la Rambla de la Guía que baja, paralelamente a la carretera de Mazarrón a Cartagena, desde las elevaciones que cierran por el Oeste del Campo de Cartagena hasta la población de este mismo y último nombre.

4.2. ESCORRENTIA SUPERFICIAL

En el Campo de Cartagena no existe ningún curso continuo de aguas superficiales; los cauces están secos durante la mayor parte del año, lo que concuerda con los valores normalmente nulos de la lluvia útil.

Sin embargo, el clima del Campo se caracteriza por la torrencialidad ocasional de algunas precipitaciones que dan lugar a breves y algo importantes avenidas que no obstante, no suelen llegar a la costa. En efecto, aunque normalmente secos, los cauces superficiales suelen tener una notable longitud máxima hasta la desembocadura, como sucede, por ejemplo, con la rambla del Albuñón cuya cabecera -límite con el Valle del Guadalentín- dista unos 40 km de la desembocadura, lo que hace que sus avenidas esporádicas se infiltren o evaporen antes de alcanzar el mar Menor.

Por consiguiente, no cabe hablar de recursos superficiales en el Campo de Cartagena, y sólo una parte de su esporádica escorrentía superficial -la que no se evapora en su recorrido- llega a constituir una alimentación subterránea.

5. ECONOMIA HIDRAULICA
SITUACION ACTUAL

5.1. DEMANDA AGRICOLA

Según se indicó al describir la agricultura del Campo de Cartagena, existen actualmente 20.009 ha de cultivos regados -15.670 ha de cultivos herbáceos y 4.339 ha de leñosos- a los que según las dotaciones previstas en el III.P.D.E.S. ("El Sureste Español") les corresponde una demanda teórica de 130 hm³/año.

5.2. ABASTECIMIENTO PUBLICO

A los 223.760 habitantes del Campo de Cartagena dado el nivel urbano de las poblaciones en que están concentrados se les debe aplicar una dotación media de 200 a 250 l/hab/día, con lo que la demanda actual de agua para abastecimiento debe de estar comprendida entre 16 y 20 hm³/año.

5.3. USOS INDUSTRIALES

El complejo industrial existente al Sur del Campo de Cartagena está actualmente atendido, en exclusiva, por las dotaciones suministradas por la Mancomunidad de los Canales del Taibilla. Se sabe, sin embargo, que estas dotaciones no son totalmente suficientes y que el volumen suministrado en la actualidad -13,5 hm³/año- es inferior al necesario. Se puede estimar en 15 a 20 hm³/año el valor de la demanda industrial actual.

5.4. RECURSOS SUPERFICIALES

Como ya se indicó al describir la hidrología superficial del Campo, son estrictamente nulos los recursos superficiales locales.

5.5. RECURSOS SUBTERRANEOS

Según se desprende del inventario de puntos de agua realizado en la zona, en la actualidad se extrae un volumen de agua subterránea de 116 hm³/año, a través de los numerosos sondeos de explotación existentes en el Campo. Sin embargo, dicha cifra ha de ser tomada como un valor mínimo dada la tendencia de los propietarios a infravalorar los volúmenes que extraen de sus captaciones.

Del volumen bombeado, unos 46 hm³/año corresponden a la explotación en el extremo Nordeste del Campo (zona de San Pedro del Pinatar).

Del volumen extraído se estima que aproximadamente sólo 30 hm³/año corresponden a recursos renovables, en tanto que los 86 hm³/año restantes procederían de la explotación de reservas.

5.6. RECURSOS EXTERIORES

Las únicas aportaciones que el Campo de Cartagena recibe del exterior son las proporcionadas por la Mancomunidad de los Canales del Taibilla para atender a las necesidades locales de abastecimiento y usos industriales.

En el año 1.972 el volumen aportado por la M.C.T. (procedente en su casi totalidad del río Taibilla) fue de 29 hm³, de los que 13,5 fueron dedicados a usos industriales y los 15,5 restantes, a abastecimiento público.

5.7. SITUACION RESULTANTE

El agua utilizada en la actualidad supone un volumen de 144 hm^3 /año, que con un pequeño déficit, cubriría las demandas en cantidad pero al ser el agua de calidad mediocre (1 a 4 gr/l de residuo seco), dichas demandas no quedan satisfechas desde el punto de vista cualitativo.

5.7.1. Demanda agrícola

Para atender a la demanda agrícola correspondiente a las 20.000 ha de cultivos regados, sólo se cuenta con los 116 hm^3 /año de explotación subterránea, más unos 3 hm^3 /año que como máximo proceden del aprovechamiento de aguas residuales de Cartagena, es decir, un total de 119 hm^3 /año, de agua de mala calidad química (1 a 4 g/l de residuo seco).

5.7.2. Abastecimiento público

La demanda de abastecimiento público en 1.974 fue estimada en 16 a 20 hm^3 /año.

Aunque sólo se posee los datos de volúmenes suministrados por la M.C.T. desde 1.962 a 1.972, durante ese período el suministro ha experimentado un crecimiento medio anual acumulativo de 8,5% por lo que si en 1.972 se suministró $15,6 \text{ hm}^3$, cabe suponer que en 1.974 se haya suministrado aproximadamente unos $18,5 \text{ hm}^3$. Ello significa que la demanda de abastecimiento público parece estar debidamente atendida.

5.7.3. Usos industriales

En la demanda de este sector, difícil de estimar, puede existir un déficit de $2 \text{ a } 7 \text{ hm}^3$ /año.

6. SITUACION FUTURA PREVISIBLE

6.1. EVOLUCION DE LA DEMANDA AGRICOLA

Como ya se indicó en el apartado II.2.3.1., en el Campo de Cartagena existe una superficie de 105.619 ha de cultivos en secano y 914 ha de barbechos en regadíos.

El Campo de Cartagena recibirá del trasvase Tajo-Segura una dotación de 122 hm³/año, que se considera suficiente para crear 23.000 ha de nuevos regadíos. Sin embargo hay que tener en cuenta que parte de la zona que será dominada por las aguas del trasvase está actualmente en regadío, con aguas subterráneas. Esta parte del Campo de Cartagena que dispondrá simultáneamente de aguas subterráneas, de calidad mediocre, pero posiblemente más barata y de aguas superficiales del trasvase, seguramente mezclará el conjunto de las dos aguas y es muy difícil predecir la evolución de las extracciones subterráneas, ya que si el agua del trasvase resulta a un precio barato lógicamente se utilizará muy poco el agua subterránea, mientras que si el precio del agua del trasvase es elevado es posible que las extracciones subterráneas apenas disminuyan a medio plazo (10 años).

En el Campo de Cartagena existe 56.500 ha de secano regable (según datos del Consejo Económico-Social Sindical del Sureste, año 1.974), de las que menos de 23.000 ha están previstas de nuevos regadíos, con aguas del trasvase, y teniendo en cuenta que las 20.000 ha actuales de regadío no pueden mantenerse con los recursos y reservas subterráneas, puesto que está previsto su agotamiento, al ritmo actual, entre 12 y 25 años, sería aconsejable que parte del agua del trasvase cubriese algo de esta zona de regadío actual, para que la sobreexplotación fuese menos acentuada.

Dada la alta rentabilidad de los cultivos en esta zona y la riqueza ya creada con los regadíos existentes de aguas subterráneas será muy conveniente mantener esta riqueza y aumentarla, por lo que a medio plazo (10-20 años) se impondrá la importación de más recursos exteriores (2ª fase trasvase).

6.2. ABASTECIMIENTO PUBLICO Y USOS INDUSTRIALES

Para el año 2.010, la Mancomunidad de los Canales del Taibilla debiera poder atender (según el Plan Nacional de Abastecimiento) a un consumo de $60 \text{ hm}^3/\text{año}$ en el Campo de Cartagena.

La M.C.T. tiene previsto cerrar la red de canales de abastecimiento del Campo mediante un canal que partiendo del embalse de la Pedrera llegue a enlazar con el actualmente existente. Se ha previsto que por el nuevo canal circule una aportación media, hacia el Campo, de $75 \text{ hm}^3/\text{año}$ que supondría aproximadamente el total de la demanda urbana e industrial a atender en el año 2.000. De dicha demanda, unos $50 \text{ a } 55 \text{ hm}^3/\text{año}$ correspondería al abastecimiento público y de $20 \text{ a } 25 \text{ hm}^3/\text{año}$ sería la demanda de usos industriales.

6.3. RECURSOS PREVISTOS

6.3.1. Disponibilidades locales subterráneas

La fuerte demanda agrícola potencial -56.500 ha de secano regable y 13.500 ha de regadíos deficitarios- la importante capacidad de bombeo y las considerables aunque ya sobreexplotadas reservas subterráneas hacen prever que en los próximos 25 años aún continuará la sobreexplotación de reservas, pero debido a los descensos continuos del nivel es muy probable que el volumen de extracción se reduzca con respecto al actual, que es de 106 hm³/año.

Sin embargo hay que tener en cuenta la gran incidencia que va a tener sobre la zona al trasvase Tajo-Segura, con aumento del área regada y con el consiguiente aporte por infiltraciones de aguas de riego al manto acuífero; habrá que seguir la evolución de niveles y calidad futuros de una forma sistemática para poder orientar la futura explotación de los recursos subterráneos.

6.3.2. Recursos exteriores

Por un lado, como ya ha sido indicado, el trasvase Tajo-Segura aportará 122 hm³/año.

La demanda de abastecimiento público y la casi totalidad de la correspondiente a usos industriales, es decir, unos 75 hm³/año, deberá ser atendida por la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, por lo que hay que prever que de una u otra forma dicho volumen llegará al Campo de Cartagena.

6.3.3. Aguas residuales

Actualmente se está aprovechando una pequeña parte (unos 3 hm³/año) de las aguas residuales de Cartagena. En el futuro, teniendo en cuenta que todo el abastecimiento del Campo de Cartagena estará interconectado y que el volumen correspondiente está comprendi-

do entre 50 y 55 hm³/año, resultaría aprovechable para riegos con cierto porcentaje de esa demanda.

El Consejo Económico-Social Sindical del Sureste estimaba en 1.974 que un 60% de la demanda de abastecimiento sería recuperable. El Plan Nacional de Abastecimiento y Saneamiento considera recuperable hasta el 80% del volumen suministrado.

Considerando como más viable al primero de los dos porcentajes, resultaría disponible para riegos en el Campo de Cartagena un volumen de 30 a 35 hm³/año.

6.4. CONCLUSIONES

Por consiguiente, frente a una demanda total previsible de unos 397 hm³/año, las disponibilidades totales serían de 333 a 338 hm³/año, es decir, existiría un déficit global de 61 a 66 hm³/año.

Dicho déficit repercutiría de forma casi exclusiva sobre los 322 hm³/año de demanda agrícola que, de realizarse las ampliaciones previstas (31.000 ha de transformación neta), sólo estaría atendida en un 80% de sus necesidades, lo que en todo caso supone una mejora con respecto al grado de dotación actual.

7. GEOLOGIA

7.1. INTRODUCCION

El área cartografiada tiene una extensión de aproximadamente 1.885 km², repartida entre las Hojas nº 934 (MURCIA), 935 (TORREVIEJA), 955 (FUENTE ALAMO), 956 (SAN JAVIER), 977 (CARTAGENA), 978 (LLANO DEL BEAL) y una pequeña parte de las Hojas de Alcantarilla (933), Totana (954) y Mazarrón (976).

7.2. ESTRATIGRAFIA

Los materiales que afloran en el área se extienden desde el Precambriano hasta el Cuaternario.

La enorme complejidad geológica de la zona obliga a dividir dichos materiales en terrenos pre-mantos y terrenos post-mantos.

7.2.1. Terrenos pre-mantos

Afloran exclusivamente en la Sierra de Carrascoy, al Norte y Noroeste; en los relieves situados entre Cabo de Palos y Mazarrón (Sierras del Algarrobo, de la Muela y de la Fausilla), al Sur; en las sierras de los Gómez y de las Victorias, y en el Cabezo Gordo.

En la sierra de Carrascoy, el Complejo Ballabona-Cucharón está representado por las Unidades "Romero" y "Carrascoy", la segunda de las cuales se encuentra superpuesta tectónicamente a la primera. La Unidad "Pestillos" representa al Complejo Alpujárride y la Unidad "Navela" al Maláguide.

La Unidad "Romero" está constituida por una formación inferior permotriásica de argilitas y cuarcitas de tonos rojizos y amarillentos, y otra superior triásica de sedimentos carbonatados entre los que se intercalan lechos de pizarras y arcillitas, masas de yeso, y episodios de metabasitas.

La Unidad "Pestillos" está constituida por filitas grises con cuarzo abundante, de edad permotriásica.

La Unidad "Navela" se presenta en dos escamas, una inferior y otra superior. Consta de una formación inferior permotriásica de argilitas y cuarcitas de tonos rojos, y de otra superior, triásica, de rocas carbonatadas con lechos de yeso hacia la base.

La Unidad "Carrascoy" está constituida por una formación inferior,

permotriásica, de filitas, cuarcitas y masas de yeso y de otra superior, triásica, de rocas carbonatadas.

En los relieves situados entre Cabo de Palos y Mazarrón están representados el Complejo Nevado-Filábride, una Unidad Intermedia que se superpone tectónicamente al anterior y el Complejo Alpujárride, superpuesto, también tectónicamente, a aquella. El Complejo Alpujárride consta, a su vez de dos mantos distintos, uno encima del otro, que no han sido distinguidos en la cartografía por poseer las mismas características.

El Complejo Nevado-Filábride consta de una potente formación inferior e impermeable de cuarcitas, micaesquistos y gneises con intercalaciones de diabasas y metabasitas, de edad Precambriano-Permiano, y de una formación superior de mármoles fajeados y mármoles de color crema, asignable al Triásico. En la base de esta segunda formación son frecuentes las anfibolitas y los gneises.

La Unidad Intermedia, de características bastante próximas al Alpujárride típico, pero con una recristalización algo menor, consta de una formación inferior de areniscas rojas, filitas, cuarcitas y pizarras de edad triásica inferior y de una superior de calizas recristalizadas asignables al Triásico medio-superior.

El Complejo Alpujárride está constituido, como ya ha quedado indicado, de dos mantos tectónicamente superpuestos, cada uno de los cuales consta, a su vez, de una formación, inferior permotriásica, de dolomías y calizas.

7.2.2. Terrenos post-manto

Los grupos del Neógenos aquí representados, son los siguientes:

- Grupo O, Helveciense: Consta de conglomerados. Aflora exclusivamente en la vertiente Sureste de la Sierra de Carrascoy.
- Grupo I, Tortoniense: Aflora casi exclusivamente en la vertiente Sureste de la Sierra de Carrascoy, encima del Grupo O. Se com-

- pone de una formación inferior de calizas bioclásticas y de otra, superior, de areniscas.
- Grupo II, Tortoniense superior: Aflora casi exclusivamente en la vertiente Sureste y al Este de la Sierra de Carrascoy. Está constituido por margas.
 - Grupo III, Tortoniense superior: Aflora en ambas vertientes de la Sierra de Carrascoy y también apoyándose en los relieves situados al Sur del Campo de Cartagena. Al E y SE de Carrascoy, que es donde está mejor representada, se compone de tres formaciones, que, de inferior a superior, corresponden a conglomerados, margas y calizas bioclásticas, respectivamente. Los conglomerados de la base son muy poligénicos y heterométricos, constituidos de cantos metamórficos y pasan lateralmente a areniscas, hacia el Este.
 - Grupo IV, Tortoniense superior-Andaluciense: Se compone de una formación inferior de margas con partículas de yeso y de otra, superior, de areniscas.
 - Grupo V, Andaluciense-Plioceno: En esta zona se presenta muy desarrollado, distinguiéndose cuatro formaciones que de abajo a arriba consisten en: 1) Calizas bioclásticas. 2) Margas. 3) Areniscas molasas, fundamentalmente, y 4) Margas.
 - Grupo VI, Pliocuaternario: En la vertiente SE de la Sierra de Carrascoy, los conglomerados que aparecían en el flanco NW desaparecen prácticamente, para convertirse casi exclusivamente en arcillas limosas y rojizas coronadas en grandes extensiones por una delgada costra calcárea (de menos de 5 m de espesor, aproximadamente), es el llamado "caliche".

Aparte de los grupos anteriores ha sido cartografiado un Cuaternario constituido principalmente por formaciones de pie de monte y otro Cuaternario indiferenciado en el que se incluyen fundamentalmente terrenos aluviales y eluviales.

Por último, hay que señalar la existencia de abundantes manifestaciones volcánicas, concretamente de andesitas y basaltos, ocurridas durante el Tortonense e, incluso, en el Plioceno. Estas rocas se encuentran unas veces, atravesando las diferentes capas del Neógeno, y otras, intercaladas estratigráficamente en forma de coladas.

7.3. ESTRUCTURA

El Campo de Cartagena corresponde a una gran cuenca subsidente en la que los sedimentos neógenos se disponen en forma de sinclinal o, incluso, sinclinorio, de eje NW-SE, buzante, en líneas generales, hacia el Sureste.

Dichos sedimentos, que van desde el Helveciente hasta un Cuaternario más o menos actual (no obstante, el depósito no es continuo y se observan diversas lagunas y discordancias estratigráficas), se apoyan por el Noroeste y Norte, sobre los relieves béticos emergidos de las Sierras de Carrascoy y Cresta del Gallo.

Por el Sur, el sinclinal neógeno se apoya en las sierras costeras de la Muela y Cartagena-La Unión.

Con origen meridional en la Sierra de la Muela, en las proximidades de la carretera Cartagena-Mazarrón, unos suaves relieves béticos (sierras de los Gómez y de las Victorias), que se prolongan en dirección Norte hacia las proximidades de Fuente Alamo, constituyen, por el Suroeste, un claro límite estructural sobre el que los depósitos neógenos vienen a apoyarse, aunque la cobertura discordante del Pliocuaternario impide cualquier observación directa en este sentido. Más hacia el Norte, estos relieves béticos se hunden ligeramente bajo el Pliocuaternario, y continúan hacia la Sierra de Carrascoy con la que parecen enlazar formando una especie de umbral subaflorante cuya presencia se pone de manifiesto, en ocasiones, por medio de afloramientos tales como el del vértice del Rey, próximo a Valladolid.

Esta barrera de afloramientos béticos que enlazan la sierra de la Muela con la de Carrascoy, así como la vertiente SE de esta última, sirven de apoyo a lo que, en líneas generales, podemos considerar como cierre perisinclinal del Campo de Cartagena. Al Oeste de la

citada barrera bética, se extiende una pequeña cuenca -zona de Fuente Alamo-Cuevas de Reylo- de estructura en sinclinal, que limita por el Norte con la terminación meridional de la Sierra de Carrascoy (en la que viene a apoyarse el flanco Norte de dicho sinclinal); por el Sur, con la Sierra de la Almenara, depresión hacia Mazarrón, y Sierra del Algarrobo. Por el Oeste, esta pequeña cuenca enlaza, posiblemente, con la gran depresión del Valle del Guadalentín. Sin embargo, la comunicación parece poco probable pues es presumible que el substrato bético entre las sierras de Carrascoy y de la Almenara, se encuentre elevado, con lo que un pequeño anticlinal neógeno independizaría el Valle del Guadalentín, de la cuenca de Fuente Alamo-Cuevas de Reylo.

Tanto en el Campo de Cartagena s. str. como en la zona de Cuevas de Reylo y en las sierras limítrofes, la estructura de los materiales béticos implicados, es sumamente complicada por corresponder a una tectónica de mantos de corrimiento. En el gran sinclinorio neógeno del Campo de Cartagena, el flanco Norte presenta buzamientos considerables -de 35 a 50º- que justifican, junto con la pendiente del eje de la estructura, el gran espesor que en el centro del Campo -zona de Pozo Estrecho y Torre Pacheco- llegan a alcanzar los depósitos del Mioceno y Plioceno, con potencias reales totales superiores a los 4.000 m.

Sin embargo, en el tercio septentrional del Campo, zona de Estación de Riquelme-Sucina, Balsicas, Dolores y San Javier, se manifiesta una elevación del substrato bético, que resultaría alcanzable a menos de 300 m de profundidad, en general, en forma tal que la serie miocénica correspondiente a los Grupos O, I y II no se habría depositado en absoluto, y los Grupos III y IV tendrían potencias muy reducidas o, incluso, nulas también, como sucede en la zona de El Escobar (próxima a la antes citada Estación Riquelme-Sucina) y en el área del Cabezo Gordo.

Al Noroeste de la zona alta de Estación de Riquelme-Sucina a San Javier, y dentro del gran sinclinorio que estamos considerando se extiende un suave sinclinal de dirección también, NW-SE, coincidente aproximadamente con las cuencas de los ríos Nacimiento y Seco, en el que sólo los Grupos I, II, III y parte del IV se ven implicados, en tanto que los niveles superiores del Grupo IV y la totalidad del V se disponen de forma prácticamente monoclinial.

Más al Norte, el sinclinal al que acabamos de referirnos termina en la zona elevada de San Miguel de Salinas, que lo separa de la pequeña cuenca, también sinclinal, de Torrevieja-La Mata.

III. HIDROGEOLOGIA

1. INTRODUCCION

Dentro del muy potente relleno neógeno constitutivo del gran sinclinal del Campo de Cartagena, tanto por sus características litológicas como por su espesor, continuidad lateral, etc., así como por la profundidad a la que normalmente pueden ser alcanzados, sólo resultan interesantes los tramos primero y tercero del Grupo V cuya litología ha sido descrita en el anterior capítulo de Geología.

No obstante, en la parte Sur del Campo de Cartagena -fuera ya del límite de deposición de las dos formaciones acuíferas anteriores- se capta otro nivel acuífero distinto y de mucha menor importancia que los dos anteriores que es, asignable al Grupo III -Tortonense- ya descrito anteriormente.

Por otra parte, el Cuaternario, antiguamente sometido a una explotación mediante los típicos molinos de viento que aún se conservan (sin ser ya utilizados) no posee prácticamente ningún interés en relación con las grandes necesidades hidráulicas del Campo de Cartagena. En rigor, no se puede decir que esté agotado. Simplemente no resulta interesante su explotación por medios mecánicos modernos.

2. ACUIFERO INFERIOR DEL PLIOCENO

(Grupo V inferior)

2.1. GEOMETRIA DE LA FORMACION ACUIFERA

La formación acuífera del Grupo V inferior se extiende sobre una superficie de unos 635 km², de los que sólo 25 corresponden a afloramientos.

El horizonte acuífero está constituido, en la mayor parte de su área de depósito, por unas calizas bioclásticas de espesor variable entre 70 y 150 m.

La citada área de deposición viene delimitada en el Plano nº 2 y presenta la particularidad de que, en su zona central (Albujón, Pozo Estrecho, etc.) las calizas han pasado lateralmente a margas, con un "islote" en forma de lentejón calizo-areniscoso en las proximidades de Torre-Pacheco.

Por el Sur y Sureste el límite de deposición parece bien definido hasta el final de los relieves béticos (nevado-filábrides) de la Sierra de los Gómez, a la altura de El Estrecho. Entre este punto y el final occidental (conocido) el límite norte de deposición, en las proximidades de Corvera, existe indeterminación sobre la continuidad lateral de las calizas hacia la cuenca de Fuente Alamo-Cuevas de Reylo, donde según el mapa de isohipsas que se incluye, el techo de la formación acuífera estaría a más de 150 m de profundidad. Sin embargo, tal comunicación es muy aleatoria toda vez que, como una prolongación de la Sierra de las Victorias parece adivinarse, bajo los materiales pliocuaternarios, la existencia de un umbral de materiales béticos -un "testigo" de la existencia de dicho umbral sería el vértice Rey (199 m) donde afloran los mármoles del Nevado-Filábride- que se extendería desde el Cabezo de la Cruz hasta las proximidades de Corvera.

Por el Nordeste, el Grupo V inferior tiene continuidad lateral a través de un pasillo de 6,5 km de anchura que va desde 2 km al Sur

de San Miguel de Salinas hasta el mar, entre Cabo Roig y Punta Prima. Dicho pasillo se prolonga hacia Torrevieja, a la altura de cuya salina tiene lugar un cambio lateral de litología, desde molasas a margas. Previamente, existe una alineación que en dirección SE-NW va desde San Pedro del Pinatar hacia el límite septentrional del acuífero (afloramiento del substrato margoso del Grupo IV), al Nordeste de la cual se produce, un progresivo cambio lateral desde las calizas bioclásticas hacia molasas de gran permeabilidad y espesores superiores a los de las calizas (en San Pedro del Pinatar se ha cortado 200 m de molasas).

Otra característica importante a destacar es que sobre una zona de unos 20 km² centrada aproximadamente en la estación de Riquelme-Sucina, y en otra área de unos 20 km² también, con centro en el Cabezo Gordo, el Grupo V inferior reposa directamente sobre el substrato bético con el que, cuando tal substrato es de carácter permeable (mármoles, dolomías, etc.), suele formar un único conjunto acuífero.

La estructura general del horizonte acuífero es la de un sinclinorio amplio y suave en el que pueden hacerse una serie de observaciones estructurales, por sectores, como se expone a continuación.

Según el plano de isohipsas del techo de la formación acuífera, esta última adopta, en el sector Norte y Nordeste del Campo de Cartagena, una disposición monoclinal de directrices béticas -es decir, paralela a la alineación Sierra de los Villares-Columbares-Escalona- y buzamiento general hacia el Sureste. Esta disposición monoclinal se extiende, más concretamente, en una larga franja situada entre dos líneas paralelas definidas por las alineaciones de Corvera-Sucina-San Miguel de Salinas y de Balsa Pintada -Balsicas-Pilar de la Horadada.

Por otra parte, y según el citado plano de isohipsas, ocupando el triángulo Pilar de la Horadada-Balsicas-Santiago de la Ribera (es decir, al NE del Cabezo Gordo) existe un sinclinal cuyo eje presenta

la dirección de la línea Balsicas-San Pedro del Pinatar y un hundimiento o buzamiento hacia esta última población.

También al Sur del Cabezo Gordo, y con núcleo de Los Alcázares, parece dibujarse otra área sinclinal, aunque más reducida que la anterior.

Las profundidades, en cota absoluta -es decir, en metros respecto del nivel del mar- a que se encuentra situado el techo del horizonte acuífero son como sigue: entre Corvera y Sucina, oscilan de 50 a 100 m; entre Sucina y San Miguel de Salinas, de 100 a 150 m; en la zona de Balsicas y según el sondeo 955/384, realizado dentro del Estudio, a 150 m; por último, a unos 2 km al NE de San Javier y, según el sondeo 956/20, también realizado dentro del Estudio, el techo se encuentra a -230 m, profundidad que coincide prácticamente con la indicada en el plano de isohipsas.

Respecto a la disposición estructural del horizonte acuífero es también digno de destacar, por último, el sinclinal de Torrevieja, clara y simplemente puesto de manifiesto con la cartografía geológica de superficie y que presenta un eje de dirección WNW-ESE y buzamiento en este último sentido -ESE-, es decir hundiéndose hacia Torrevieja.

2.2. PIEZOMETRIA

2.2.1. Niveles piezométricos

Del total de la red piezométrica que, en la actualidad, se mantiene en observación y que consta de 42 puntos, únicamente 6 de ellos pueden ser considerados como más o menos representativos del acuífero Grupo V inferior. En otros 26 puntos existe indeterminación respecto a si su nivel piezométrico pertenece a uno sólo de los acuíferos Grupo V inferior y Grupo V superior, o a ambos aunque, debido a la mayor o menor anarquía de estos últimos niveles, lo más probable es que ellos sean el resultado de la combinación de las distintas cargas que poseen, en cada punto, los dos acuíferos citados. El resto -unos 10 puntos- posee niveles piezométricos forzosamente no asignables al acuífero que está siendo estudiado -Grupo V inferior- por la sencilla razón de que los sondeos correspondientes no lo captan por falta de profundidad de la obra. Concretamente, pues, los niveles de estos 10 últimos puntos son asignados al acuífero Grupo V superior.

Las medidas piezométricas, en el total de los puntos de la red cubren un espacio de tiempo de 2 años; más concretamente, desde Enero de 1.974 hasta Diciembre de 1.975.

Debido al escaso número de puntos que captan exclusivamente este acuífero así como a la anarquía de las medidas obtenidas en la mayoría de ellos, se hace imposible confeccionar un mapa de isopiezas, ni siquiera mínimamente esbozado. No obstante, puede indicarse como se hará a continuación, algunas zonas en las que los niveles muestran cierta homogeneidad entre sí.

En primer lugar, existe un área de unos 100 km² situada entre Sucina y Balsicas, al Norte de esta última población, que agrupa cinco puntos cuyos niveles oscilan entre -25 y -35 m (con respecto al ni-

vel del mar). Parece adivinarse que la dirección de la escorrentía subterránea, en esta zona, es NNW-SSE y que el gradiente tiene un valor aproximado del 3‰.

En segundo lugar, hay una franja de terreno extendida desde unos 3 km al Sur de San Javier hasta unos 10 km al Norte de dicha población, con una anchura de unos 5 km, que agrupa nueve puntos cuyos niveles van desde - 50 hasta -65 m. Las líneas de corriente parecen llevar una dirección SW-NE, con sentido NE y un gradiente aproximado del 5‰.

Como datos más seguros, se tiene los de dos sondeos piezométricos realizados dentro del Estudio, uno en las proximidades de Balsicas y, el otro, en las de San Javier.

En el piezómetro 955/384, del Estudio, situado a unos 3 km al SW de Balsicas, la cota absoluta del plano de agua es de - 52 m.

En el piezómetro 956/20, del Estudio, situado a unos 2 km al NE de San Javier, el nivel del agua está -54,5 m.

2.2.2. Profundidad del agua

Con respecto a la profundidad del agua desde la superficie topográfica, únicamente cabe destacar dos zonas más o menos bien diferenciadas.

En primer lugar existe un área que se extiende en dirección E-W, desde Sucina hasta el mar, con una anchura aproximada de 14 km, en la que los niveles oscilan entre 130 y 160 m de profundidad.

En segundo lugar, hay una zona situada alrededor de San Javier, en un radio de unos 10 km, a partir de dicha población, donde los niveles se sitúan a menos de 100 m de profundidad.

No obstante lo anterior, resulta que en la primera de las dos zonas citadas es mayor el porcentaje de pozos y/o sondeos existentes. Como aquí, lógicamente el rendimiento de las instalaciones es menor, se encarece correlativamente el precio del agua, lo cual ha llevado,

en último término, a que sean unos cuantos sondeos más o menos productivos, los que realmente cubren en la actualidad, las necesidades de la zona, ya que predominan las pequeñas explotaciones agrarias que no pueden costear la perforación y puesta en marcha de un sondeo.

2.2.3. Variaciones piezométricas

Es imposible hablar por separado de las variaciones piezométricas experimentadas en cada uno de los dos acuíferos principales -inferior y superior del Grupo V- por la inseguridad, ya expresada anteriormente, que existe, en la mayor parte de los casos, en cuanto a asignar las medidas de nivel de un determinado piezómetro a un único y bien determinado acuífero. No obstante, de las medidas realizadas en la totalidad de los puntos, pueden sacarse unas conclusiones generales que son expuestas a continuación.

Los niveles piezométricos alcanzan su cota más baja en los meses de Agosto-Septiembre-Octubre y, la más alta, en los de Marzo-Abril-Mayo. Los datos proceden, fundamentalmente, de los piezómetros 934/406 y 934/409 que son los que menos irregularidades presentan en el correspondiente gráfico de variaciones de nivel.

Esta periodicidad de las cotas mínimas y máximas no parece tener ninguna relación directa ni aún indirecta con las épocas de lluvia y así, por el contrario, una dependencia muy fuerte con respecto al ritmo anual de la explotación por bombeo. En efecto, en el Campo de Cartagena las extracciones más importantes de agua para riego comienzan en Abril y no suelen terminar hasta Octubre, en cuyo mes decrece el ritmo de explotación y, consiguientemente, los niveles de los distintos pozos empiezan a recuperarse más o menos ininterrumpidamente, hasta alcanzar su cota máxima en Marzo-Abril.

En el aspecto cuantitativo, es decir en cuanto a la valoración del posible "descenso" medio anual, solo puede hacerse una serie de observaciones de tipo más o menos puntual que serán expuestas a con-

tinuación. Estos "descensos" han sido estimados por diferencia entre los máximos de cada año (en Marzo o Abril) alcanzados por el nivel piezométrico a lo largo del período de observación.

Así, en el piezómetro 934/379, situado en las proximidades de Los Geas, el descenso es de 1 m/año -coincide con la zona menos explotada-.

En el piezómetro 955/49, situado junto a Roldán, el descenso es de 1,5 m/año.

En la zona de San Pedro del Pinatar y Pilar de la Horadada, los descensos son de 4 a 5 m/año. En las inmediaciones del Cabezo Gordo y alrededor de él, los descensos son de unos 2 m/año.

Por el contrario, en el piezómetro 955/31, el nivel ha experimentado una subida de 20 cm/año.

Análogamente, en el piezómetro 955/21 (al NE de Cabezo Gordo) se ha experimentado una subida de unos 80 cm/año.

2.2.4. Consideraciones sobre la cautividad y carga del acuífero

El acuífero es prácticamente cautivo casi en su totalidad o, al menos, en su mayor parte, como puede deducirse fácilmente, sin más que superponer los diversos datos existentes de nivel piezométrico -a falta de un mapa de isopiezas- sobre el Plano nº 4 de isohipsas del techo del horizonte acuífero. En general, puede decirse que el nivel piezométrico se encuentra situado de 100 a 200 m por encima del techo citado.

Como datos más exatos y fiables y también como ejemplo de lo que se acaba de afirmar, se tiene que en el sondeo 955/384, situado a unos 3 km al Sur de Balsicas, el nivel piezométrico se encuentra a -52 m mientras que el techo del horizonte acuífero está a -150 m, es decir, a unos 100 m por debajo de aquél; y, por otra parte, en el sondeo 956/20, situado a unos 2 km al NE de San Javier, el nivel

del agua está a -54,5 m, mientras que el techo del horizonte acuífero se sitúa a -230 m, es decir, a unos 175 m por debajo de dicho nivel.

Una prueba más, esta última de tipo hidrodinámico, de la cautividad del acuífero es el hecho comprobado de que piezómetros que están situados a más de 1.000 m de distancia de un determinado bombeo, se vean muy afectados por grandes oscilaciones en su nivel piezométrico. Así ocurre concretamente y por ejemplo, con los piezómetros 955/384 y 955/385, situados ambos, en la Hortichuela a unos 3 km al SW de Balsicas.

En cuanto a la parte de acuífero libre se estima que ésta quedaría reducida, a lo sumo, a una franja de 5 a 10 km de anchura, que se extendería desde la mitad de camino entre Sucina y Balsicas hasta la zona de afloramientos del acuífero situada a unos 3 km al SE de San Miguel de Salinas y a unos 5 km al NW del Pilar de la Horadada. De todos modos, se calcula que el total de la superficie libre del acuífero no superaría los 100-150 km².

2.3. RECARGA Y DESCARGA DEL ACUIFERO

2.3.1. Alimentación

En general, la formación acuífera parece estar suficientemente bien definida lateralmente como para descartar una alimentación lateral subterránea a través de sus límites exteriores; ni tampoco a través de su muro o techo, ya que está delimitada por potentes paquetes de margas (más de 100 m de espesor a cada lado). Sin embargo, cabe la posibilidad de que exista una, en todo caso, pequeña alimentación lateral en las zonas -Cabezo Gordo- en que el acuífero está en contacto lateralmente y por su muro, con los niveles béticos permeables, aflorantes en el citado Cabezo; aunque teniendo en cuenta que el área de dicho afloramiento bético es de unos 4 km², como máximo, la alimentación correspondiente resulta despreciable.

Por otra parte, el acuífero sólo puede recibir alimentación por infiltración de lluvia útil caída sobre sus afloramientos. Sin embargo, según se indica en el plano nº 2, el acuífero sólo aflora en un área de 25 km²; y, además, como se señaló en el apartado II.3.3., la lluvia útil estimada por los métodos de Turc y de Thornthwaite es nula, aunque tales métodos son poco aptos para zonas de clima como el del Campo de Cartagena.

Finalmente, existe una última posibilidad de recarga -artificial en cierto modo- consistentes en que al ser muy numerosos -varios centenares- los sondeos existentes a todo lo ancho del Campo, que captan simultáneamente todos los acuíferos que atraviesan (desde el Cuaternario superficial, hasta el Grupo V inferior) y al ser mayor la carga hidráulica de los menos profundos con respecto a los más inferiores, se produce una descarga en cascada (frecuentemente observada -de oído- en todo el Campo), que al final es recibida por el acuífero del Grupo V inferior (a pesar de estar en carga). Eviden

temente, es muy problemático el cuantificar la importancia de esta alimentación pero podría tener bastante importancia; en efecto, el número de sondeos en que tal comunicación tiene lugar puede ser estimado en unos 500 y admitiendo, como orden de magnitud, una descarga media de sólo 2 a 4 l/s procedentes del Cuaternario y del Grupo V superior, hacia el Grupo V inferior, este acuífero podría recibir más de 30 hm³/año de recarga, o tal vez más. En cualquier caso, parece bastante probable que en cuanto a alimentación y, por tanto, aunque indirectamente, en cuanto a descarga, existe una cierta conexión hidráulica entre los acuíferos del Campo de Cartagena, de forma que convencionalmente podemos asignar la casi totalidad de las entradas y salidas al más importante de ellos: el acuífero del Grupo V inferior. En este sentido, el área de alimentación del Campo -extensión de su cuenca vertiente- es de unos 1.600 km² y a pesar de los resultados proporcionados por los métodos de Turc y Thornthwaite, es muy verosímil de que unos 15 a 25 mm/año escapen a la evapotranspiración, lo que representaría una alimentación media de los acuíferos del Campo de unos 25 a 40 hm³/año, lo que permite dar como válida la cifra de 30 hm³/año estimada como recarga del acuífero del Grupo V inferior.

2.3.2. Descarga

Por lo ya expuesto, la descarga total por bombeo de los acuíferos en la zona en que el del Grupo V inferior existe (ver plano nº 2) puede ser asimilada a él. Dicha descarga supone aproximadamente 100 de los 116 hm³/año de explotación total. Los 16 hm³/año aproximadamente restantes, proceden de la zona del Campo situada al Sur del límite meridional de deposición del Grupo V inferior, zona en la que se explota niveles béticos y del Grupo III.

Desde luego, no existe ninguna descarga natural por manantiales; y con respecto a la posible descarga natural hacia el mar, hay que tener en cuenta que por encima del acuífero del Grupo V inferior (al

igual que sucede con el Grupo V superior) existe un paquete margoso de más de 100 m de espesor, y a la altura de la costa los techos de ambos tramos del Grupo V están a más de 100 (el superior) y de 200 m (el inferior) de profundidad por debajo del mar (según se observa en los planos 4 y 5). Además, es probable que en dirección al mar se produzca un cambio lateral progresivo de facies hacia litologías más impermeables.

Por consiguiente, no parece probable que exista descarga en el mar, ni tampoco peligro de intrusión marina.

2.3.3. Explotación de reservas

Por una parte, los recursos del conjunto de acuíferos existentes en el Campo equivaldría a los 25 a 40 hm³/año que según se indicó en III.2.4.1. podrían proceder de lluvia útil en toda la cuenca vertiente.

Por otra parte, considerando un descenso medio general de 2 a 3 m/año en los 635 km² de extensión del acuífero del Grupo V inferior, de los que unos 150 km² como máximo corresponderían a manto libre (4 a 8% de porosidad eficaz) y los 500 restantes serían de manto en carga ($S = 10^{-4}$ a 10^{-3}), el agotamiento de reservas en el acuífero inferior sería de 15 a 40 hm³/año.

Asimismo, dada la conexión hidráulica antes indicada, habrá que añadir un valor similar por agotamiento de reservas en el acuífero del Grupo V superior, en el que el área de manto libre debe ser más o menos igual que en el acuífero inferior y con similar valor de porosidad eficaz.

Por consiguiente, el agotamiento total de reservas en la zona en que existen los dos acuíferos del Grupo V (interconectados artificialmente), podría representar una "descarga" de 30 a 80 hm³/año.

Por esta vía, resultaría que los recursos conjuntos ascenderían a 20 a 70 hm³/año, como diferencia entre los 100 hm³/año de explotación en el Grupo V y el indicado agotamiento de reservas.

No es que exista una gran coherencia entre esta estimación de recursos (muy aleatoria ya que no se conoce el valor real de la porosidad eficaz, y sólomente se cuenta con una idea sobre el descenso medio anual del nivel piezométrico) por diferencia entre explotación total y agotamiento de reservas, y la proporcionada por una hipótesis sobre lluvia útil total, pero tampoco existe incompatibilidad de resultados. Como orden de magnitud, se podría admitir que los recursos totales del Campo ascienden a unos 30 hm³/año, como mínimo.

2.4. RESERVAS UTILES

Teniendo en cuenta que en las zonas de mayor explotación del acuífero (Norte y Nordeste del Campo), el nivel piezométrico se encuentra actualmente a una profundidad de 100 m como valor medio, y que puede admitirse que el límite de explotabilidad económica está en 250 m de profundidad, para la zona y características del acuífero, consideraremos el valor de reservas obtenibles al descender 150 m el nivel piezométrico con respecto a su posición actual. Para ello, habrá que estimar:

- el volumen total de reservas en los 50 km² de extensión media del manto libre (ese sería el valor medio de la extensión del acuífero, en el curso del agotamiento total, ya que un descenso de 150 m en el nivel piezométrico supondría agotar la zona libre, cuyo espesor medio es de unos 100 m);
- una descompresión de 130 m en los 500 km² de manto cautivo; y
- unos 20 m de desaturación en los 500 km² de la zona cautiva (ya que, como promedio, el nivel piezométrico está a unos 130 m por encima del techo de la formación permeable).

Admitiendo una porosidad eficaz de 4. a 8% y un valor de S comprendido entre 10^{-4} y 10^{-3} , el volumen de reservas obtenibles al hacer descender 150 m el nivel piezométrico sería de 600 a 1.200 hm³, como orden de magnitud.

2.5. HIDROQUIMICA

Se dispone de 320 análisis de otras tantas muestras de agua recogidas durante los meses de Diciembre de 1.975 a Enero de 1.976. Dada la conexión artificial existente entre acuíferos superpuestos, carece de sentido intentar atribuir los análisis a un determinado tramo acuífero. Sin embargo, incluiremos en este capítulo dedicado al Grupo V inferior, por ser el acuífero más importante, la descripción hidroquímica total de Campo.

En primer lugar se diferencia la zona Nordeste del Campo, en las proximidades y al Norte de San Pedro del Pinatar, donde la explotación es mayor y la calidad química del agua presenta sus mejores índices. En efecto, en dicha zona el residuo seco está normalmente comprendido entre 1,1 y 1,8 g/l. El contenido en ión Cl^- está normalmente comprendido entre 300 y 500 mg/l.

En una segunda zona correspondiente a la hoja nº 934 (MURCIA) y parte Norte de la 955 (FUENTE ALAMO), la mayor parte de las muestras presentan un residuo seco comprendido entre 2,3 y 2,4 g/l, aunque aparecen valores menores (1,6 a 2,1) y mayores (hasta 2,8 g/l). El contenido en ión Cl^- es normalmente de 700 a 1.000 mg/l.

Tanto en esta zona como en la del Nordeste del Campo, los valores indicados deben corresponder al conjunto de los dos acuíferos del Grupo V, las facies es cloro-sulfatada en cuanto a aniones, y mixta a sódico-potásica en cuanto a cationes.

Finalmente, existe una zona situada al Sur de la alineación La Aljorra-La Palma-Los Urrutias, es decir, el área más meridional del Campo, en la que el residuo seco está normalmente comprendido entre 3 y 4 g/l y que serían atribuibles a niveles acuíferos poco productivos, correspondientes al Grupo III.

CAMPO DE CARTAGENA

HIDROQUIMICA

DIAGRAMA DE PIPER

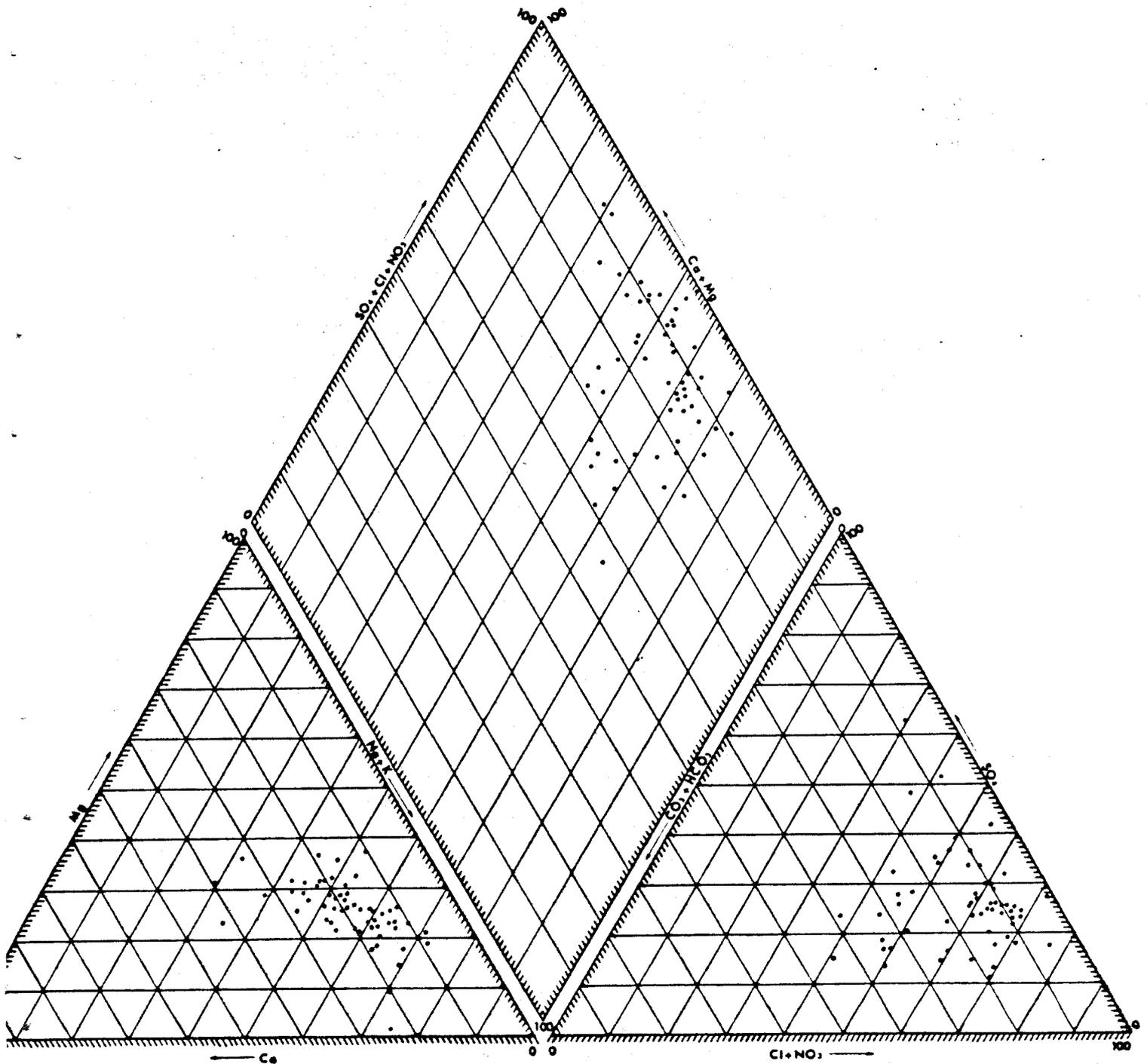


Fig. 3

3. ACUIFERO SUPERIOR DEL PLIOCENO

3.1. GEOMETRIA DE LA FORMACION ACUIFERA

El Grupo V superior se extiende sobre una superficie de 700 km² de los que sólo 57, en el borde Norte, corresponden a afloramientos.

El horizonte acuífero está constituido en la mayor parte de su área de depósito por unas molasas de espesor variable entre 10 y 60 m.

Los límites de deposición vienen señalados en el plano nº 3. La continuidad hacia el Nordeste es similar a la expresada anteriormente para el horizonte acuífero Grupo V inferior, aunque bajo una zona próxima a la costa mediterránea, desde la Punta de la Horadada hasta más allá de Torre Vieja, con un límite occidental que pasa por San Miguel de Salinas y Montesinos, las citadas molasas presentan intercalaciones margosas.

Con respecto a la eventual continuidad lateral hacia la Cuenca de Fuente Alamo-Cuevas de Reylo, valen las mismas consideraciones indicadas en el caso del acuífero Grupo V inferior aunque, para el horizonte acuífero Grupo V superior, dicha continuidad parece ser aún más problemática.

La existencia del horizonte acuífero Grupo V inferior a no muchos metros por debajo de las molasas (el espesor de margas intermedias suele ser inferior a 120 m), con superiores espesores y mejores características hidrodinámicas, hacen que predomine ampliamente la explotación en base al más inferior de los dos acuíferos. A veces, el superior es aislado en las captaciones; en otras ocasiones, los dos son captados simultáneamente.

La topografía de techo de las molasas resulta muy similar a la correspondiente del horizonte acuífero inferior, es decir que corresponde, en líneas generales, a una estructura sinclinal amplia o sinclitorio de eje E-W. También en este caso se ponen de manifiesto, correspondiéndose espacialmente con los del Grupo V inferior, los dos

sinclinales de San Pedro del Pinatar y los Alcázares, situados, al Norte y Sur, respectivamente, del estrecho anticlinal existente entre ambos como prolongación de la zona alta del Cabezo Gordo.

La cota del techo del horizonte acuífero, según se deduce de las isohipsas del correspondiente plano nº 5 varía entre un máximo de 200 m situado algo al Sur de la zona donde el Grupo V inferior alcanza otro máximo más o menos similar y sendos mínimos de -150 m y -100 m, respectivamente, en los sinclinales de San Pedro del Pinatar y Los Alcázares, acabados de citar.

En la zona del Balsicas y según los sondeos 955/384 y 955/385, realizados dentro del Estudio, el techo del horizonte acuífero se encuentra a -15 m, es decir a 115 de profundidad.

A unos 2 km al NE de San Javier y, según los sondeos 956/20 y 956/21, también realizados dentro del Estudio, el techo se encuentra a -110 m o, lo que es igual, a 150 m de profundidad con respecto al suelo.

3.2. PIEZOMETRIA

3.2.1. Niveles piezométricos

Como introducción a este apartado, nos remitimos a lo indicado en los párrafos primero y segundo del apartado 2.3.1., donde se exponían las características de la red de observaciones piezométricas instaladas y utilizadas desde hace, justamente, dos años.

También en el presente caso, análogamente a lo ya indicado para el acuífero del Grupo V inferior y por las mismas circunstancias, se hace imposible la construcción de un mapa de isopiezas.

No obstante y, al igual que se hizo anteriormente, puede indicarse, tal como va a continuación, algunas zonas en las que los niveles muestran cierta homogeneidad entre sí.

En primer lugar, existe una franja de terreno que ocupa los primeros 10 km hacia el Norte, tomados a partir del límite Sur de deposición, que agrupa unos 35 puntos cuyos niveles oscilan entre 25 y -25 m s.n.m.

En la mitad Norte de la zona de deposición, alrededor de Sucina, el nivel piezométrico se sitúa, de nuevo, entre 25 y -25 m.

Por último, en un radio de unos 10 km, alrededor del Pilar de la Horadada, los distintos niveles van desde -10 a -45 m.

Además, como datos más seguros, se dispone de dos sondeos realizados dentro del Estudio, uno en las proximidades de Balsicas y, el otro, en las de San Javier.

En el piezómetro 955/385, situado a unos 3 km al SW de Balsicas, la cota absoluta del plano de agua es de 15 m s.n.m.

En el piezómetro 956/21 del Estudio, situado a unos 2 km al NE de San Javier, el nivel piezométrico está a -36 m.

3.2.2. Profundidad del agua

Con respecto a la profundidad del agua desde la superficie topográfica, únicamente cabe destacar dos zonas más o menos bien diferenciadas.

En primer lugar, existe un área situada en la mitad Sur del área de deposición, en la que los niveles van desde los 90 m en el sector occidental, hasta llegar, gradualmente a los 40 m en las proximidades del mar Menor.

En segundo lugar, hay otra zona, situada alrededor del Pilar de la Horadada, donde los niveles están comprendidos entre 70 y 100 m de profundidad.

Fuera ya de las dos zonas acabadas de citar existen una serie de puntos más o menos dispersos, cuyos niveles oscilan entre 160 m, alrededor de Sucina, y 80 m en un pequeño grupo situado en la carretera de Balsicas, a unos 15 km de su desviación de la nacional Madrid-Cartagena.

3.2.3. Variaciones piezométricas

Como ya se indicó en el apartado 2.2.3. y por razones también expuestas anteriormente, resulta imposible, hoy por hoy, hablar, por separado, de las variaciones piezométricas experimentadas en cada uno de los dos acuíferos del Grupo V. A lo sumo, se puede indicar unas consideraciones generales referidas, indiscriminadamente, al total de puntos de la red piezométrica, consideraciones ya reflejadas en el apartado 2.2.3.

3.2.4. Consideraciones sobre la cautividad y carga del acuífero

Análogamente al del Grupo V inferior, el presente acuífero -Grupo V superior- puede considerarse, prácticamente como cautivo casi en su totalidad o, al menos, en su mayor parte. Igualmente, este hecho puede verificarse fácilmente, sin más que superponer los diversos datos existentes de nivel piezométrico -a falta, también de

un adecuado mapa de isopiezas- sobre el plano nº 5 de isohipsas del techo del horizonte acuífero. En general, puede decirse que el nivel piezométrico se encuentra situado de 20 a 80 m por encima del techo citado.

Como datos más exactos y fiables y, a la vez, como ejemplo de lo que se acaba de afirmar, se tiene que en el sondeo 955/385, situado a unos 3 km al SW de Balsicas, el nivel piezométrico se encuentra a 13 m s.n.m., mientras que el techo del horizonte acuífero está a -15 m, es decir a 28 m por debajo de aquel; y, por otra parte, en el sondeo 956/21, situado a unos 2 km al NE de San Javier, el nivel del agua está a -36 m, mientras que el techo del horizonte acuífero se sitúa a -110 m, es decir, a 74 m por debajo de dicho nivel.

En cuanto a la parte del acuífero libre se estima que esta quedaría reducida, a lo sumo, a una franja de superficie total no superior a 100-150 km² y que coincide, más o menos, tanto en la forma como en su situación geográfica, con la superficie libre del acuífero Grupo V inferior.

3.3. RECURSOS Y RESERVAS

Con respecto a alimentación, descarga, agotamiento de reservas y recursos, nos remitimos a lo indicado para el acuífero inferior, ya que se puede considerar que ambos forman un único conjunto hidráulico.

En cuanto a reservas almacenadas, ya que el muro del acuífero está siempre a menos de 250 m de profundidad -cifra tomada como tope de explotabilidad económica- las reservas útiles coinciden con las totales. Dado que el área de deposición del acuífero es de unos 700 km², con un espesor medio de 20 m y una porosidad eficaz de 3 a 6%, el volumen de reservas asciende a 400 a 800 hm³.

4. EL MIOPLIOCENO DE LOS BORDES

En cuanto al Mioplioceno de los bordes podemos distinguir tres zonas: Zona de Torrevieja; Zona de Murcia-Fuente Alamo; y el Sur del Campo de Cartagena.

Zona de Torrevieja

Los acuíferos que son captados aquí se encuentra en las mismas formaciones que se explotan en el Centro del Campo de Cartagena -Grupos V inferior y V superior-, es decir que constituyen la prolongación estratigráfico-estructural de las calizas y molasas, respectivamente, del Plioceno del centro del Campo.

Existen, no obstante, pequeñas diferencias entre una y otra zona, en cuanto a las facies de ambas formaciones permeables en el sentido de que las calizas del Grupo V inferior, pasan a molasas en la zona de Torrevieja, y, análogamente, las molasas del Grupo V inferior también se hacen aún más detríticas, lo cual es lógico, en ambos casos, debido a estar esta zona más cerca del borde de cuenca.

Respecto de los niveles piezométricos, estos se encuentran situados entre los -30 y -50 m, en cota absoluta, no pudiéndose precisar, si pertenecen a uno sólo o a ambos de los dos acuíferos citados.

Zona de Murcia-Fuente Alamo

Comprende esta denominación el borde occidental del Campo de Cartagena que pertenece, fundamentalmente, a los términos municipales de Murcia y Fuente Alamo.

Los niveles piezométricos de esta zona, presentan valores muy dispares y, por tanto, difíciles de relacionar entre sí. No obstante, en general puede decirse que las cotas del plano de aguas son, aquí, más elevadas que en los pozos cercanos, situados más al Este, que captan el acuífero Grupo V inferior.

Incluso también haciendo abstracción de cierto número de niveles que para el caso, podrían considerarse aberrantes, parece posible definir una zona de forma triangular con vértices en Corvera-Balsicas-Torre Pacheco, con niveles situados entre 12 y 55 m s.n.m., en contraste con las zonas contiguas del Campo de Cartagena ubicadas, respectivamente, al Este de la línea Balsica-Torre Pacheco y al Norte de la línea Balsicas-Venta de la Virgen donde el nivel piezométrico se mantiene siempre en valores negativos que oscilan entre -7 y -50 m.

El Sur del Campo de Cartagena

Al Sur del Campo de Cartagena, entre la línea Los Alcázares Pozo Estrecho-Albujón y las Sierras de Cartagena-La Unión, existen aún numerosos pozos que poseen en conjunto un volumen de extracción no despreciable: unos 10 hm³/año correspondientes a 174 sondeos.

Puesto que esta zona se encuentra ya prácticamente fuera del límite de deposición de los horizontes acuíferos inferior y superior del Grupo V, habría que pensar, en principio, en la existencia, en esta zona, de un nuevo acuífero, instalado en un horizonte estratigráfico distinto de los dos anteriores. Este otro acuífero podría corresponder, en buena lógica, al Grupo III (Tortonense) que aflora en el límite Sur del Campo de Cartagena, apoyándose directamente -aunque a veces, afloran también debajo, las margas del Grupo II- sobre el sustrato bético de las sierras de Cartagena-La Unión.

Cabe añadir que, a grosso modo, los niveles piezométricos en esta zona están comprendidos entre 0 m y -21 m, expresados en cotas absolutas, siendo sensiblemente más profundos a medida que se avanza de Oeste a Este, es decir, en dirección a la costa.

5. EL SUBSTRATO BETICO

Respecto del Substrato Bético, sólo cabría en principio, esperar acuíferos con algún interés, en un nivel estratigráfico: las rocas carbonatadas del Trías medio-superior. Estas rocas se distribuyen, no obstante, en varios niveles superpuestos correspondientes a otras tantas escamas o mantos de corrimiento que son: Nevado-Filábride -autéctono relativo con respecto a todos los demás-, Ballagona-Cucharón, Alpujárride y Maláguide. Ateniéndonos, concretamente, a los afloramientos béticos que rodean el Campo de Cartagena por el Sur y por el Oeste, los niveles más interesantes parecen corresponder, aquí, a las dolomías Alpujárrides y a los mármoles del Nevado-Filábride.

El Nevado-Filábride aparece principalmente al Oeste, en las sierras de los Gómez y de las Victorias, pero su cobertera carbonatada se encuentra casi totalmente erosionada, existiendo sólo dos pequeños afloramientos uno en la extremidad de la última elevación citada y otro, algo más al Norte en el "Cabecico" del Rey; precisamente junto a éste último, existen varios sondeos que explotan, con toda seguridad, los mármoles del Nevado-Filábrides. Este complejo aflora también en el Cabezo Gordo, donde análogamente, algunos sondeos que captan los acuíferos pliocenos parecen alcanzar también los citados mármoles, produciéndose, al parecer, en alguno de ellos, un fenómeno de "vaciado", desde aquellos hacia estos últimos.

Las dolomías Alpujárrides afloran principalmente, al Sur, en las Sierras de Cartagena-La Unión, presentándose generalmente en forma de escamas tectónicas superpuestas entre las que se intercalan niveles de filitas y otros materiales impermeables del Permotriásico o más antiguos, que constituyen la base estratigráfica de las citadas dolomías. Debido a esa estructura en escamas, los niveles dolomíticos se presentan generalmente "colgados" y sin suficiente continuidad lateral. Dicha continuidad puede encontrarse hasta cierto punto,

sin embargo, en la zona donde se sitúa la Refinería de Escombreras, donde podría resultar interesante realizar alguna investigación más detallada aunque desde luego, sin grandes pretensiones, es decir, sólo para resolver problemas de tipo local.

6. EL GEOTERMALISMO EN EL CAMPO DE CARTAGENA

Las manifestaciones geotermales no son exclusivas de la zona del Campo de Cartagena sino que constituyen una característica muy constante a todo lo largo de las Cordilleras Béticas en general y en la parte oriental de dichas cadenas montañosas, en particular. como ejemplo de áreas termales más o menos cercanas o adyacentes a la del Campo de Cartagena tenemos la Cuenca de Mula-Fortuna (Baños de Archena, de Mula y de Fortuna), el Valle del Guadalentín (Baños de Alhama de Murcia) y la zona de Mazarrón.

Dentro ya del Campo de Cartagena, las manifestaciones termales aparecen más o menos constantemente a todo lo largo y ancho del citado Campo, pero, no obstante, pueden definirse unas zonas donde se presentan con mayor relieve.

La zona más importante parece estar definida en un radio de unos 6 km alrededor del Cabezo Gordo. Dentro de este área, las temperaturas más altas se dan al SW de la citada elevación, apreciándose una disminución de aquellas en el sentido de alejamiento del Cabezo. Las citadas temperaturas oscilan entre 31 a 51º C, situándose las más abundantes entre 38 y 40º C.

Una segunda área geotermal se sitúa en la Hoja de Torrevieja, desde la línea San Pedro del Pinatar-Pilar de la Horadada hasta unos 6 km al Oeste de ella. Las temperaturas oscilan entre 28 y 35º llegando, en algún caso, a los 40º C.

Por último, existen otros tres puntos termales apiñados al Sur de la Sierra de Columbares, a menos de 1 km de distancia de la Casa de los Geas, en los que la temperatura es de unos 30º C.

ANEXO I

PROSPECCION GEOFISICA

INTRODUCCION

El presente estudio se refiere a la campaña georísica realizada por ENADIMSA en el Campo de Cartagena.

Dicho estudio se enmarca dentro de un conjunto de estudios encaminados a evaluar el potencial acuífero subterráneo del Bajo Segura.

Se ha utilizado el método eléctrico de resistividad, modalidad Sondeo Eléctrico Vertical (S.E.V.) de gran longitud de línea AB.

La separación máxima alcanzada entre electrodos de corriente fue de $AB = 5.000$ m.

OBJETIVOS

La finalidad de la campaña geofísica ha sido definir la geometría de las formaciones acuíferas existentes en la zona.

CONSIDERACIONES GEOFISICAS

En el campo de Cartagena existen dos acuíferos. El análisis de los diagramas de S.E.V. por una parte y de los cortes de los sondeos mecánicos existentes en la zona por otra, revela que el primer acuífero no se detecta con la técnica del sondeo eléctrico vertical.

Sobre el 2º acuífero es necesario señalar que los diagramas de S.E.V. responden de dos formas distintas, según su situación con respecto a las formaciones Béticas.

Tipo H: en ellos la rama final engloba al 2º acuífero y a las formaciones Béticas.

Tipo H.K-4: la rama K, corresponde al 2º acuífero y la final de H a las formaciones Béticas.

En el primer caso indica que las calizas (2º acuífero) yacen directamente sobre las formaciones Béticas y en el segundo, que entre ambas existe un tramo margoso de gran espesor.

TRABAJO REALIZADO

Se ha realizado un total de 76 S.E.V. distribuidos en trece perfiles, I a XIII (Plano 12).

La longitud máxima empleada entre electrodos de corriente fue de $AB = 5.000$ m.

Para este tipo de S.E.V. se utilizó, para la medida de ΔV , un registrador de dos canales.

RESULTADOS GEOFISICOS

Los resultados geofísicos están representados en forma de cortes geoelectricos. En ellos están acotados el espesor y resistividad de cada uno de los tramos detectados en los diagramas de S.E.V. (Planos 13 a 16).

El plano nº 17 representa la evolución que experimenta la conductancia longitudinal en el Campo de Cartagena.

CONCLUSIONES

El análisis de los diagramas de S.E.V., especialmente los paramétricos permite admitir las siguientes conclusiones:

- El resistente profundo cuando aparece a poca profundidad contiene al 2º acuífero y las formaciones Béticas.
- Cuando dicho resistente se encuentra a gran profundidad (C-V) o no se detecta (C-XI y C-XII, plano 16) el 2º acuífero es posible diferenciarlo de las formaciones encajantes.
- Desde un punto de vista tectónico, el substrato resistente presenta dos bloques levantados (Plano nº 17), separados por una zona hundida con entrada por los Alcázares y prolongación hacia El Palmar.
- Entre Santiago de la Rivera y San Pedro del Pinatar y en dirección N-O aparece una zona (Plano 17, P-X, P-XI y P-XII) en donde no se detecta el resistente profundo con la longitud de línea AB empleada.

ANEXO II

SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

SONDEO "HORTICHUELA I"955/384Objetivos

Con este sondeo se pretendía reconocer el terreno hasta el Grupo V inferior, cuyo acuífero sería captado parcialmente, para reconocer su nivel piezométrico después de haber aislado adecuadamente el acuífero del Grupo V inferior.

Datos Generales

El sondeo se encuentra situado a 3.100 m al Este de Roldán y a 3.400 al Suroeste de Balsicas.

Las coordenadas de su emplazamiento son las siguientes:

	<u>U. T. M.</u>	<u>LAMBERT</u>
X =	678,600	838,950
Y =	4.184,850	358,700

La cota absoluta del borde de la entubación, referencia de medidas del nivel piezométrico, es de 82,640 m s.n.m.

El sondeo fue realizado a rotación hasta una profundidad de 250 m.

Calendario de ejecución

Comenzó la perforación el día 7 de Julio de 1.975, con 6"1/4 de diámetro hasta la profundidad de 152 m alcanzada el día 10. Se reanudó la perforación el mismo día 10 con 4" hasta el día 12, en que en el metro 250 se dio por concluido el sondeo.

El día 12 se inició la entubación con tubería de 2" de diámetro, finalizándose dicha operación el día 13, en que quedaron entubados 246 m de sondeo con tubería de 2", rajada del metro 231 al 246.

El día 14, en el espacio anular comprendido entre la tubería y las paredes del terreno, se cementó desde el metro 133 al 152, se rellenó de grava del 15 al 133, y se volvió a cementar del 0 al 15.

A continuación se limpió el sondeo con polifosfato y agua y se dio por finalizada la obra del día 17.

Columna litológica (véase figura)

El sondeo atraviesa totalmente el acuífero del Grupo V superior (desde el metro 117 a 137), y penetra sólo 13 m (desde el metro 237 al 250) en el acuífero del Grupo V inferior.

Diámetros y equipo

De 0 a 152 m se perforó con \varnothing 6"1/4 y de 152 a 250 se hizo con \varnothing 4".

Se entubó de 0 a 246 m, con tubería de \varnothing 2", rajada entre el metro 231 a 246, se rellenó de grava y se cementó el espacio anular paredes-tubería, entre el metro 152 y el suelo.

Piezometría

El día 11 de Agosto de 1.975 el nivel piezométrico estaba a 134,72 m por debajo de la referencia (borde de la entubación), es decir, a -52,08 m s.n.m. Dicho nivel piezométrico corresponde al acuífero del Grupo V inferior, que resulta estar en carga (unos 102 m de carga, por encima del techo impermeable).

SONDEO "HORTICHUELA II"955/385Objetivos

Una vez captado el acuífero inferior (después de haber aislado el superior), se trataba de conocer el nivel piezométrico del acuífero superior exclusivamente.

Datos generales

Se encuentra situado a 7 m del sondeo "Hortichuela I" (955/384) por lo que se consideran las mismas coordenadas.

	<u>U. T. M.</u>	<u>LAMBERT</u>
X =	678,600	838,950
Y =	4.184,850	358,700

La cota absoluta del borde la entubación, referencia de medidas del nivel piezométrico, es de 82,437 m s.n.m., según nivelación de precisión.

El sondeo fue realizado a rotación hasta una profundidad de 294 m, aunque sólo quedaron útiles 140 m.

Calendario de ejecución

La perforación dio comienzo el día 17 de de Junio de 1.975.

Se comenzó la perforación con \emptyset de 6"1/4 hasta el metro 152. Se pasó a perforar el día 21 en que se llegó al metro 257. El día 22 se produjo un hundimiento en las paredes del sondeo y el día 23 se reperforó con \emptyset 4" hasta conseguir alcanzar de nuevo el metro 257. Se siguió perforando con el mismo diámetro hasta el metro 294.

El día 25 se reperforó con \emptyset 6"1/4 del metro 50 al 152 y con \emptyset 4" desde el 243 al 294.

Al intentar entubar se perdieron 75 m de tubería que no pudo ser recuperada.

Se rellenó de escombros el sondeo desde el metro 219 hasta el 294 y el día 30 se cementó desde el metro 140 al 219.

Se entuba desde el suelo hasta el metro 140 con tubería de \varnothing 2", rajada entre los metros 117 y 139.

Se limpia el sondeo y se da por finalizada la obra el día 4 de Julio.

Columna litológica (véase figura)

La columna litológica atravesada es, lógicamente, igual que la del sondeo "Hortichuela I".

Diámetros y equipo

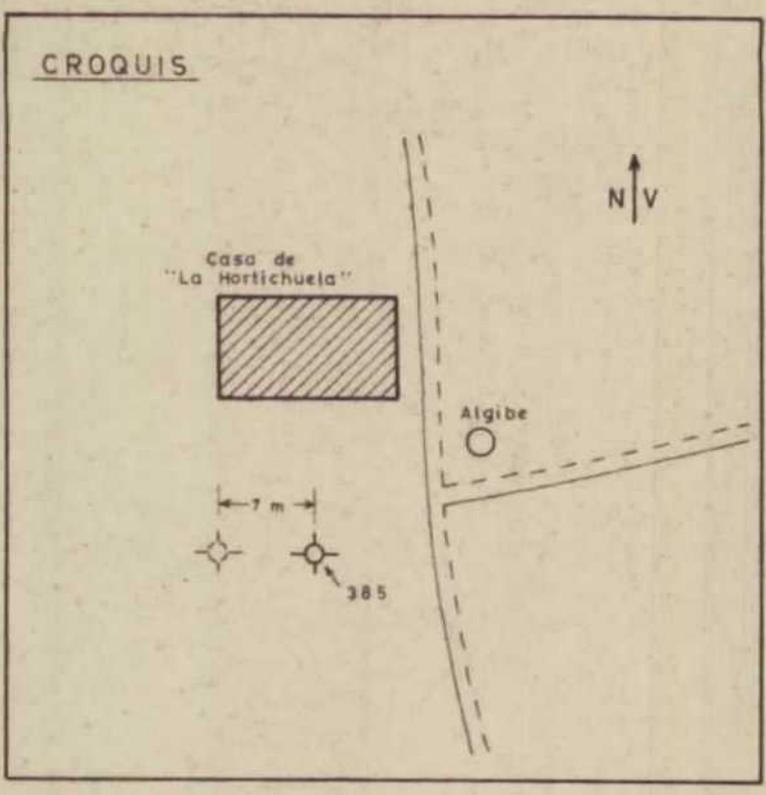
La perforación se realizó con dos diámetros diferentes: se inició 6"1/4, hasta el metro 152 y se siguió con 4" hasta el metro 294. Por desprendimiento de tuberías, hubo que escombrar y cementar desde el metro 140 al 294.

Se estubo desde el metro cero al 140 con tubería de 2", rajada entre los metros 117 y 139.

Piezometría

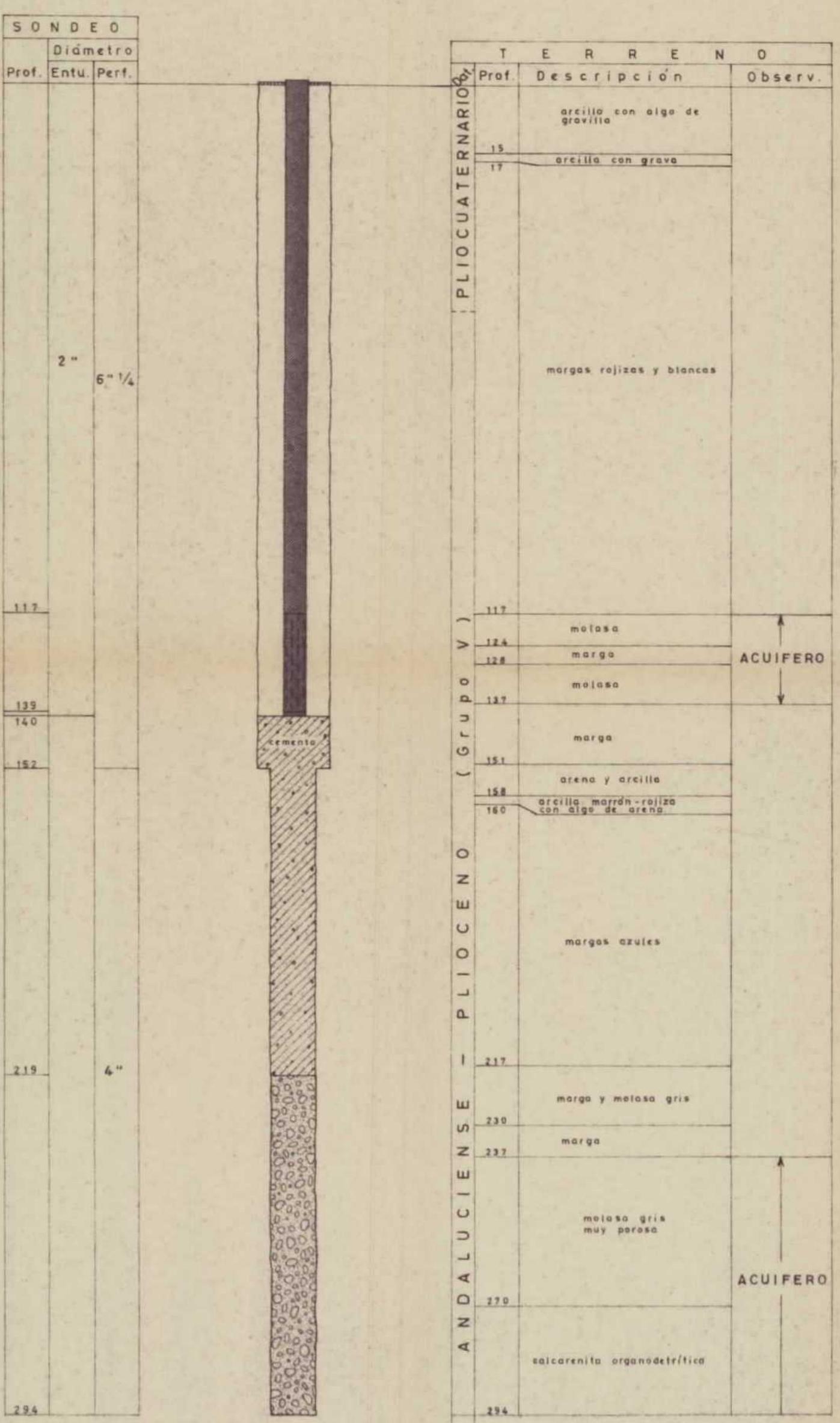
El día 11 de Agosto de 1.975 el nivel piezométrico estaba a 67,78 m por debajo del borde de la entubación, es decir, a una cota absoluta de 14,657 m s.n.m. Este nivel piezométrico corresponde al acuífero del Grupo V superior, que resulta estar en carga (unos 49 m por encima del techo).

Fig. 5



HOJA N° 955 (Fuente Alamo)
 Coordenadas Lambert: 838.950 - 358.700
 Cota abs. del suelo: 82,437 ± 0,25 m.s.n.m.

ESCALA VERT. 1/1000
 " HORZ. 1/10



SONDEO "SAN JAVIER I"956/20Objetivos

Al igual que con el sondeo "Hortichuela I", con este sondeo se trataba de captar aisladamente el acuífero del Grupo V inferior y reconocer el terreno.

Datos generales

El sondeo se encuentra emplazado a 1.500 m al Nordeste de San Javier, junto a la carretera nacional 332 de Alicante a Cartagena.

Las coordenadas de su emplazamiento son:

	<u>U. T. M.</u>	<u>LAMBERT</u>
X =	691,670	852,050
Y =	4.187,830	361,850

La cota absoluta del borde de la entubación, referencia de medidas del nivel piezométrico, es de $25,0 \pm 0,25$ m s.n.m.

El sondeo fue realizado a rotación hasta una profundidad total de 318 m.

Calendario de ejecución

La sonda llegó al emplazamiento el día 4 de Agosto de 1.975 y el día 6 comenzó la perforación.

Del día 6 al 11 se perforaron 156 m con diámetro de 5" 7/8. Hubo averías y operaciones de pesca entre los días 11 y 29.

El día 2 de Septiembre se comienza a perforar de nuevo, con el mismo diámetro, consiguiéndose llegar al metro 248 el día 10 del mismo mes.

Del día 10 de Septiembre al 23 de Octubre se realizan operaciones

de pesca y se reparan algunas averías.

Del 24 al 27 de Octubre se sigue perforando con diámetro 5"7/8 hasta llegar al metro 274.

El día 28, se cambia el tricono, pasándose a perforar con diámetro de 4"3/4 hasta alcanzar el metro 318 el día 7 de Noviembre, dando por finalizada la perforación.

Del 12 al 14 de Noviembre se introducen 318 m de tubería de diámetro igual a 2" rajada entre los metros 275 y 318.

Se colocó un tapón de cemento entre los metros 264 y 274, para aislar los dos acuíferos.

Columna litológica (véase figura)

La perforación atraviesa totalmente el acuífero del Grupo V superior (del metro 150 al 171) y penetra 52 m en el acuífero del Grupo V inferior (del metro 266 al 318).

Diámetros y equipo

Se perforó con diámetro 5"7/8 desde 0 a 274 m y con diámetro 4"3/4 de 274 a 318 m.

Se instalaron 318 m de tubería de 2" de diámetro, rajada entre los metros 275 a 318.

Piezometría

El día 14 de Enero de 1.976 el nivel piezométrico se encontraba a 79,60 m por debajo del borde de la entubación, es decir, a una cota absoluta de $-54,6 \pm 0,25$ m s.n.m. Dicho nivel corresponde al acuífero del Grupo V inferior, que resulta estar en carga (unos 186 m por encima del techo).

SONDEO "SAN JAVIER II"956/21Objetivos

Con este sondeo se pretendía determinar la posición del nivel piezométrico del acuífero del Grupo V superior.

Datos generales

El sondeo está situado a 2 m del "San Javier I" 956/20, por lo que se consideran las mismas coordenadas para los dos:

	<u>U. T. M.</u>	<u>LAMBERT</u>
X =	691,670	852,050
Y =	4.187,830	361,850

La cota absoluta del terreno es de 25,0 \pm 0,25 m s.n.m.

El sondeo fue realizado a rotación hasta una profundidad total de 171 m.

Calendario de ejecución

El día 2 de Diciembre de 1.975, se prepara el canal y balsa de lodos.

Del día 3 al 13 se perforan los 171 m del sondeo con un diámetro de 4"7/8.

En este tiempo hubo necesidad de hacer una nueva balsa de lodos, así como dos extracciones de testigos de los metros 125 al 128 y del 153 al 156.

El día 15 se acondicionó el sondeo para dejarlo entubado y cementado en los días 16 y 17, con 171 m de tubería de 2"1/2, rajada en los últimos 18 m.

La limpieza del sondeo, con agua, se efectuó el día 18, y el desarrollo con emulsor el día 19, empleándose el día 20 en extraer la tubería del aire y cerrar la boca del sondeo, dando por terminada su ejecución.

El tapón de cemento quedó colocado 15 m encima de la arandela de cierre.

Columna litológica (véase figura)

Diámetros y equipo

Se perforó con diámetro 4"7/8 hasta el metro 171.

Se entubó con tubería de 2"1/2, desde el suelo al metro 171, rajada desde el metro 150 hasta el 171.

Fue colocado un tapón exterior de cemento entre los metros 134 a 144, para evitar una posible comunicación con las capas más superiores.

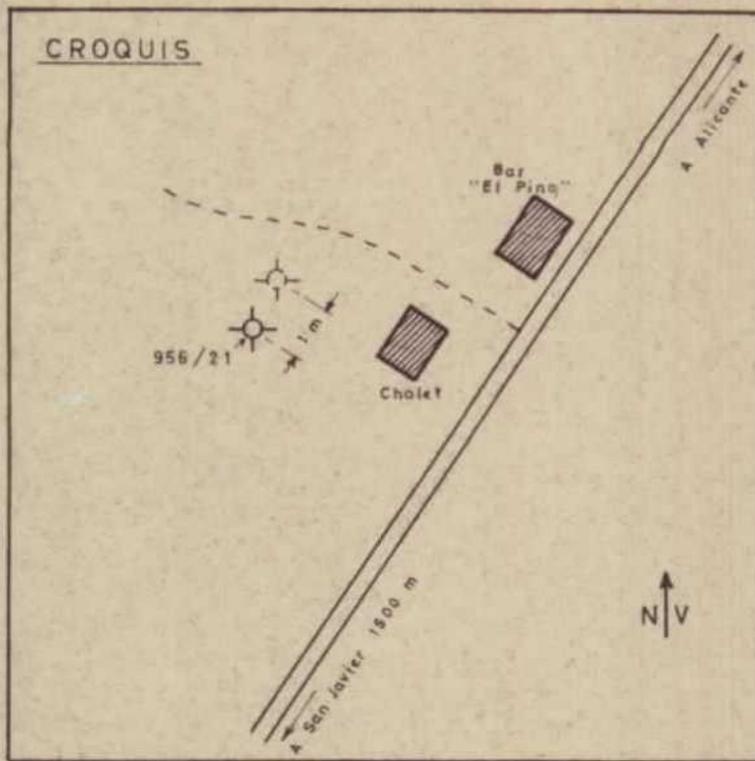
Piezometría

El nivel piezométrico estaba a 60,75 m de profundidad el día 14 de Enero de 1.976, medido en el borde de la entubación, es decir, a una cota absoluta de $-35,75 \pm 0,25$ m s.n.m. Dicho nivel corresponde al acuífero del Grupo V superior, que resulta estar en carga (unos 89 m por encima del techo).

Sondeo "SAN JAVIER II"

956 / 21

Fig. 7



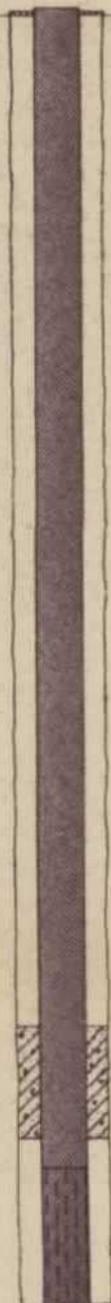
HOJA N° 956 (San Javier)

Coordenadas Lambert: 852.050 - 361.850

Cota abs. del suelo: 25 ± 0,25 m s. n. m.

ESCALA VERT. 1/1000
" HORZ. 1/10

SONDEO		
Prof.	Diámetro	
	Entu.	Perf.
	2" 1/2	4" 7/8
134		
149		
153		
171		



T E R R E N O			
Boy	Prof.	Descripción	Observ.
PLIOCUATERNARIO	56	arcilla roja	
		marga azul	
ANDALUCIENSE - PLIOCENO (Grupo V)	150		
	171	molasa	ACUIFERO