

NUMERO

--	--	--

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



31102

MALAGA Nota Técnica N° 172

6(I)-81

ADECUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS DE LAS
SURGENCIAS NATURALES DE "GUARO" A LA DEMAN
DA DE LA ZONA.

Enero-81

31102

ADECUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS DE LAS
SURGENCIAS NATURALES DE "GUARO" A LA DEMANDA
DE LA ZONA.

Comunicación presentada al Simposio sobre "El
Agua en Andalucía"
Granada 23-26 de Marzo de 1.981.

ADECUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS DE LAS SURGENCIAS NATURALES DE "GUARO" A LA DEMANDA DE LA ZONA.

Juan Antonio LOPEZ GETA (I.G.M.E.)

Manuel DEL VALLE CARDENETE (I.G.M.E.)

Leovigildo TRENADO NAVARRO. (ADARO)

Resumen:

Las surgencias naturales de Guaro se encuentran situadas en el sur del macizo carbonatado de Sierra Gorda.

Los recursos hídricos cuantificados de dichas surgencias alcanzan un valor medio de 7 hm³/año.

Para la regulación de éstos, se propone la construcción de una galería horizontal en la que se ubicaría una batería de sondeos de explotación.

Résumé:

Les sources naturelles de "Guaro" se trouvent situées au sud du massif calcaire de "Sierra Gorda".

Les recours hydrauliques calculés en dite source atteignent une valeur moyenne de 7 hm³/année.

Pour la régularisation de ceux-ci, on propose la construction d'une galerie horizontale, on se situerait une batterie de forages d'exploitation.

Antecedentes

El Instituto Geológico y Minero de España, viene realizando, desde el año 1.973 los trabajos de infraestructura de las Cuencas del Sur, dentro del Plan Nacional de Investigación de las Aguas Subterráneas (P.I.A.S.), con la colaboración de la Empresa Nacional Adaro.

El macizo carbonatado de Sierra Gorda, constituye uno de los sistemas acuíferos definidos en el Estudio, con mayores posibilidades de aprovechamiento de sus recursos hídricos subterráneos. Está situado al Noreste de la provincia de Málaga, comprendiendo parte de esta y de la de Granada. Fig. 1.

En esta comunicación, se centra el estudio en la vertiente sur, de dicho sistema, debido a la importancia que el aprovechamiento óptimo de dichos recursos hídricos, tendrían para el desarrollo socio-económico de la zona. Parte de estos, son drenados a través de las surgencias naturales, situadas en esta vertiente y ubicadas en las inmediaciones de la aldea "Casas de Guaro" (término municipal de Periana) las cuales, debido al régimen estacional de las mismas no son aprovechables actualmente, presentando valores de 1.500 litros/segundo y 0 litros/segundo en períodos húmedos y secos respectivamente.

Objetivos

Los objetivos fundamentales de este estudio han sido el de cuantificar las disponibilidades hídricas del acuífero en la zona, esquema de regulación de las mismas y sistema de explotación.

Para la determinación de estos objetivos se realizaron una serie de trabajos que se exponen a continuación.

Infraestructura

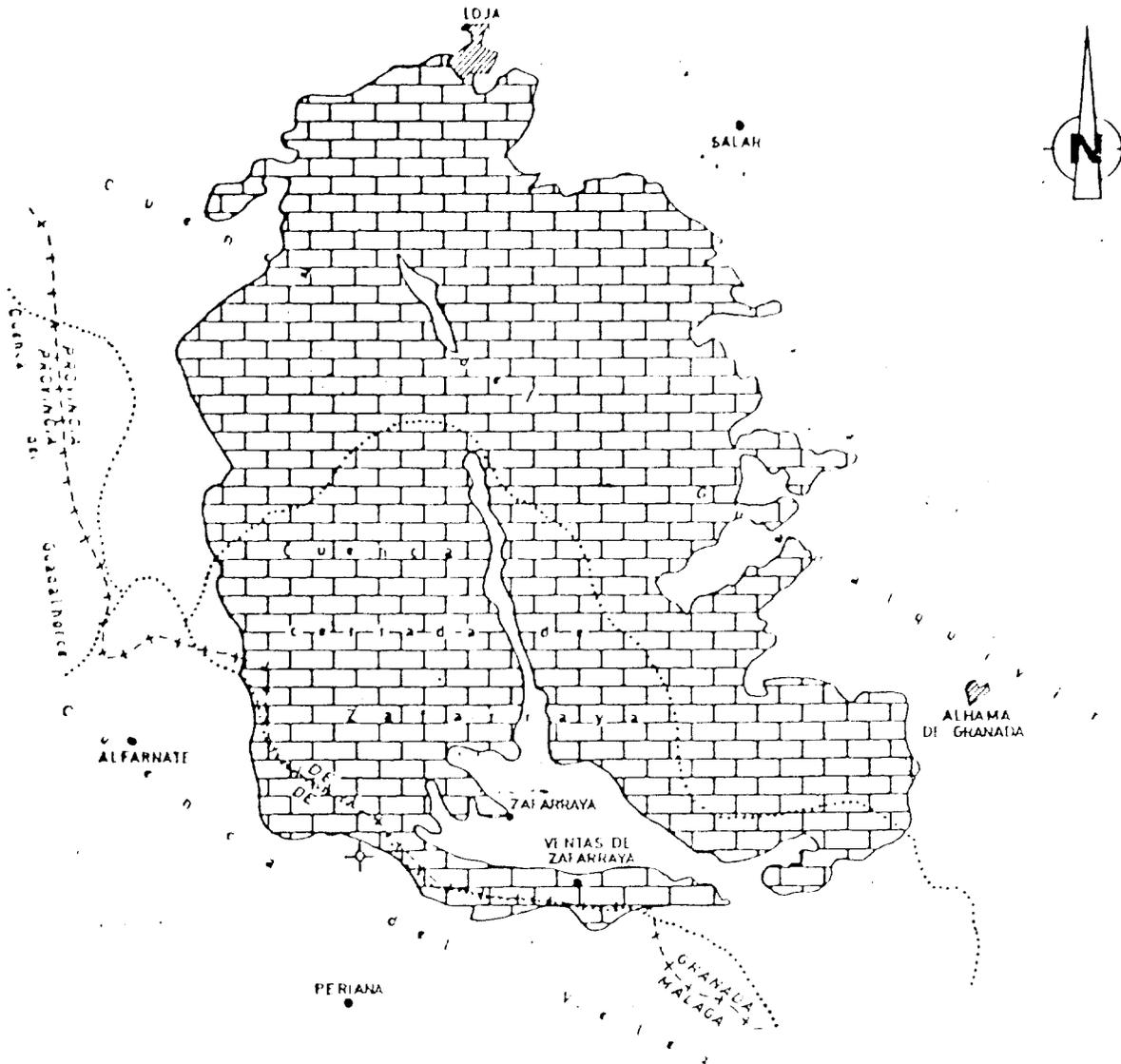
Para la cuantificación de las aportaciones hídricas diarias, se instaló una estación de aforo en el manantial de Guaro.

Al mismo tiempo, para obtener un conocimiento más detallado de la estructura del acuífero en esta zona, se realizaron cuatro sondeos de investigación de pequeño diámetro (tres verticales y uno 45° de inclinación) y una campaña de calicatas eléctricas.

Para la determinación de los parámetros hidráulicos del acuífero y como consecuencia de la estructura geológica definida por los sondeos ya mencionados, se realizó un sondeo de investigación de gran diámetro, ubicado directamente en el acuífero, a cota topográfica de 896 m.s.n.m.

SIERRA GORDA

Escala 1:200 000



LEYENDA



ACUIFERO CARBONATADO



LIMITE DE CUENCA HIDROGRAFICA



LIMITE DE PROVINCIA



SONDEO PIEZOMETRO

Fig. 1

Pluviometría

Para la determinación de la precipitación se han utilizado las siguientes estaciones pluviométricas.

- Venta de Zafarraya
- Periana
- Alfarnate

Con la serie de datos correspondientes al periodo 1.939-40 a 1.976-77, se han realizado los correspondientes histogramas pluviométricos y el ajuste de distribución de frecuencias de precipitación de cada una de las estaciones. (ver fig.2)

No obstante por consideraciones hidrogeológicas se considera como más representativa la estación pluviométrica de Ventas de Zafarraya. En esta, se observa, que el módulo de precipitación media anual es de 997,8 mm. que corresponde según gráfico de frecuencias a una probabilidad del 50%; siendo los valores extremos de 480 y 1.750, con una probabilidad del 95 y 5 % respectivamente.

Por otro lado, el diagrama precipitación - caudal medio anual, indica que para un valor de 1.000 mm. correspondería un caudal medio anual de 270 litros/segundo ($8,5 \text{ hm}^3/\text{año}$). Fig.3.

Hidrometría

Desde el año 1.975 se miden los caudales del manantial de Guaro. El control se realiza mediante aforos mensuales con micromolinete y lectura diaria de la escala limnimétrica.

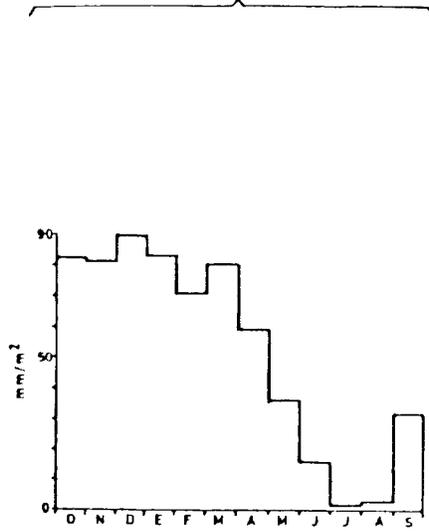
Estos datos han permitido representar gráficamente los hidrogramas correspondientes de cada año controlado. En ellos se indican los valores diarios, medios mensuales y clasificado de los caudales medidos. (ver fig. 4 año 1.977-78). La aportación media en el periodo observado es de $7,4 \text{ hm}^3/\text{año}$.

Con anterioridad se definió la curva de gastos de la estación de aforo según el modelo teórico de Kuter y los valores medidos directamente (Fig.5).

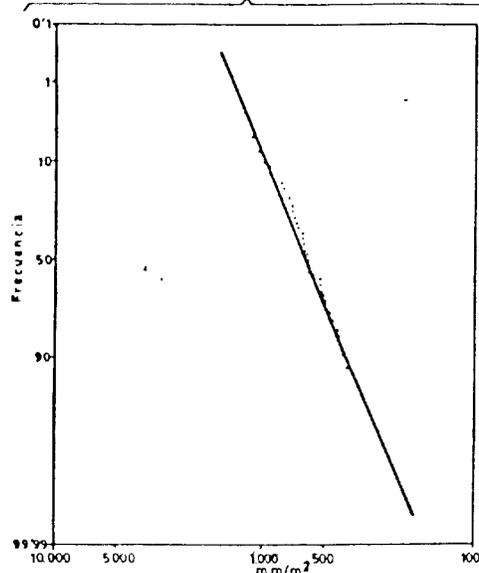
Un aspecto importante, corresponde al análisis de las curvas de agotamiento que expresan el drenaje de las reservas de aguas subterráneas y permiten calcular los parámetros hidráulicos del acuífero, para el caso, que el vaciado se realice en periodo no influenciado por aportes exteriores.

En este caso el caudal de la surgencia sólo depende del volumen de agua acumulado en el manto, y de las características hidrodinámicas del sistema.

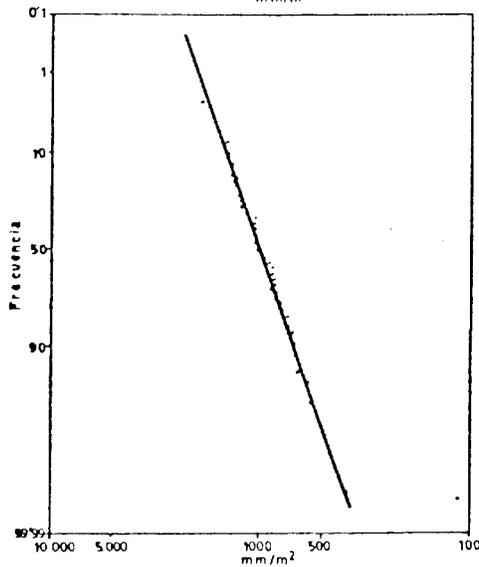
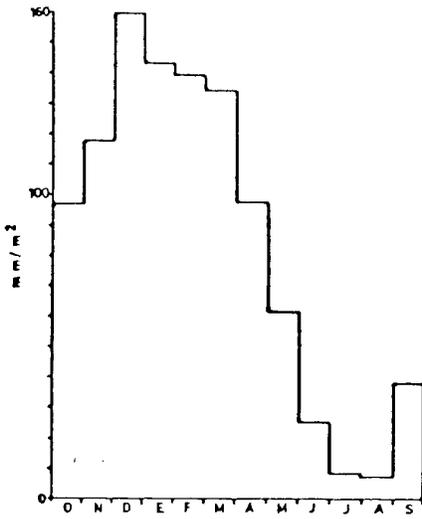
PLUVIOMETRIA MEDIA
Periodo 1940-41 a 1976-77



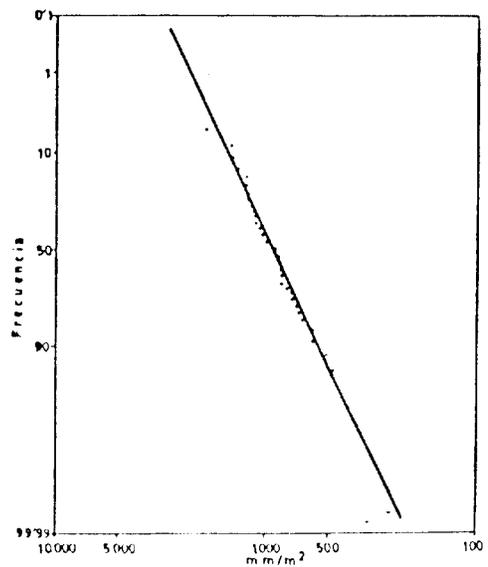
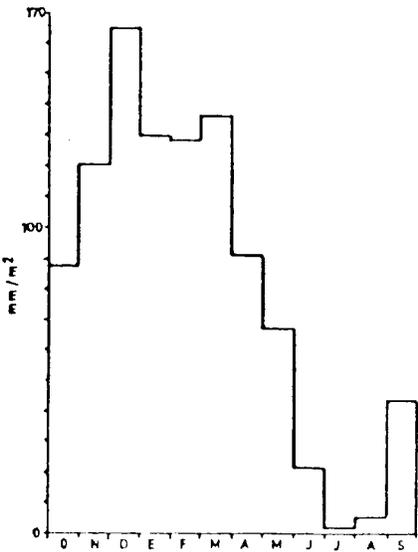
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS



PERIANA



ALFARNATE



VENTAS DE ZAFARRAYA

Fig.2

Correlación lluvia-caudal

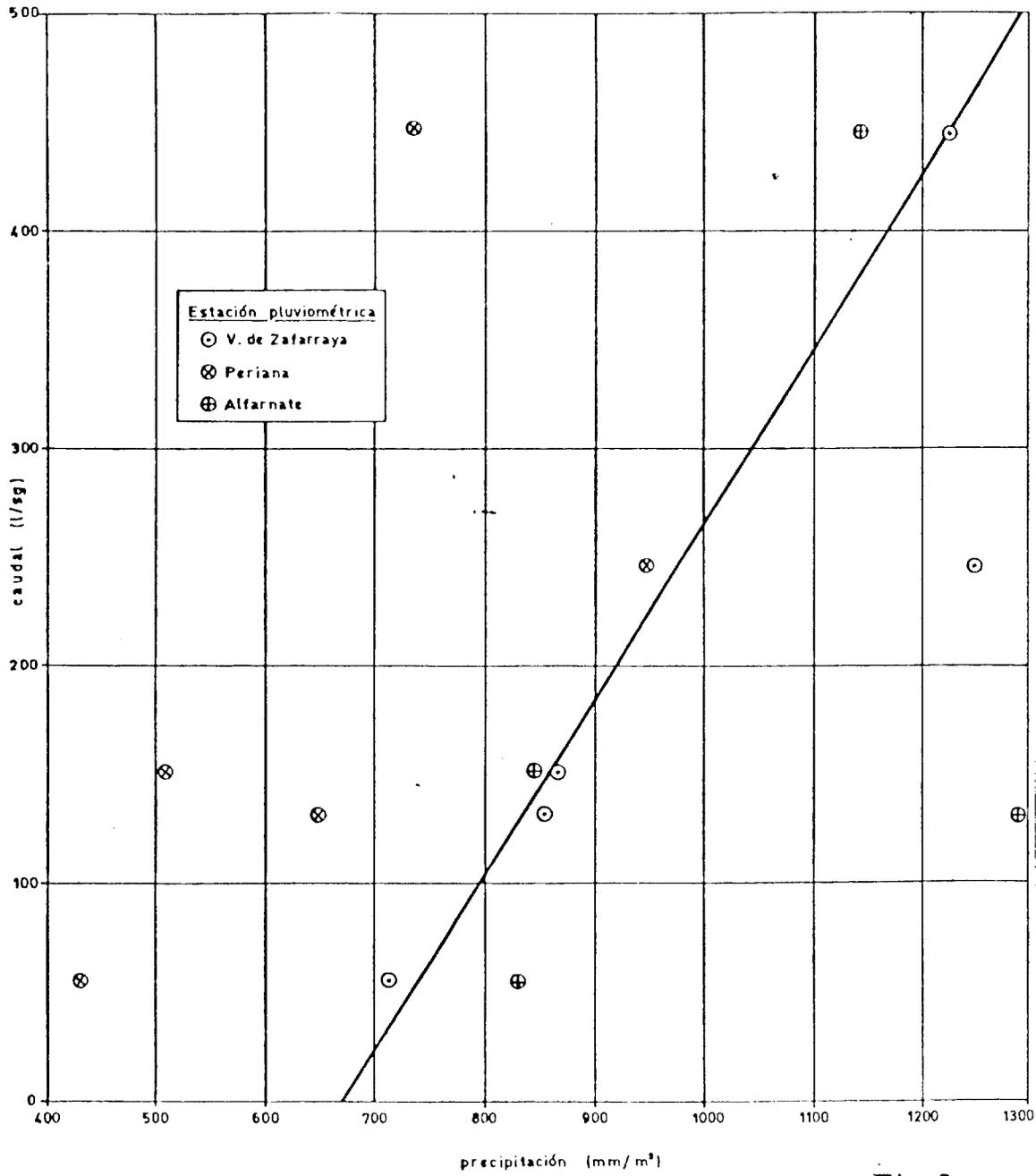
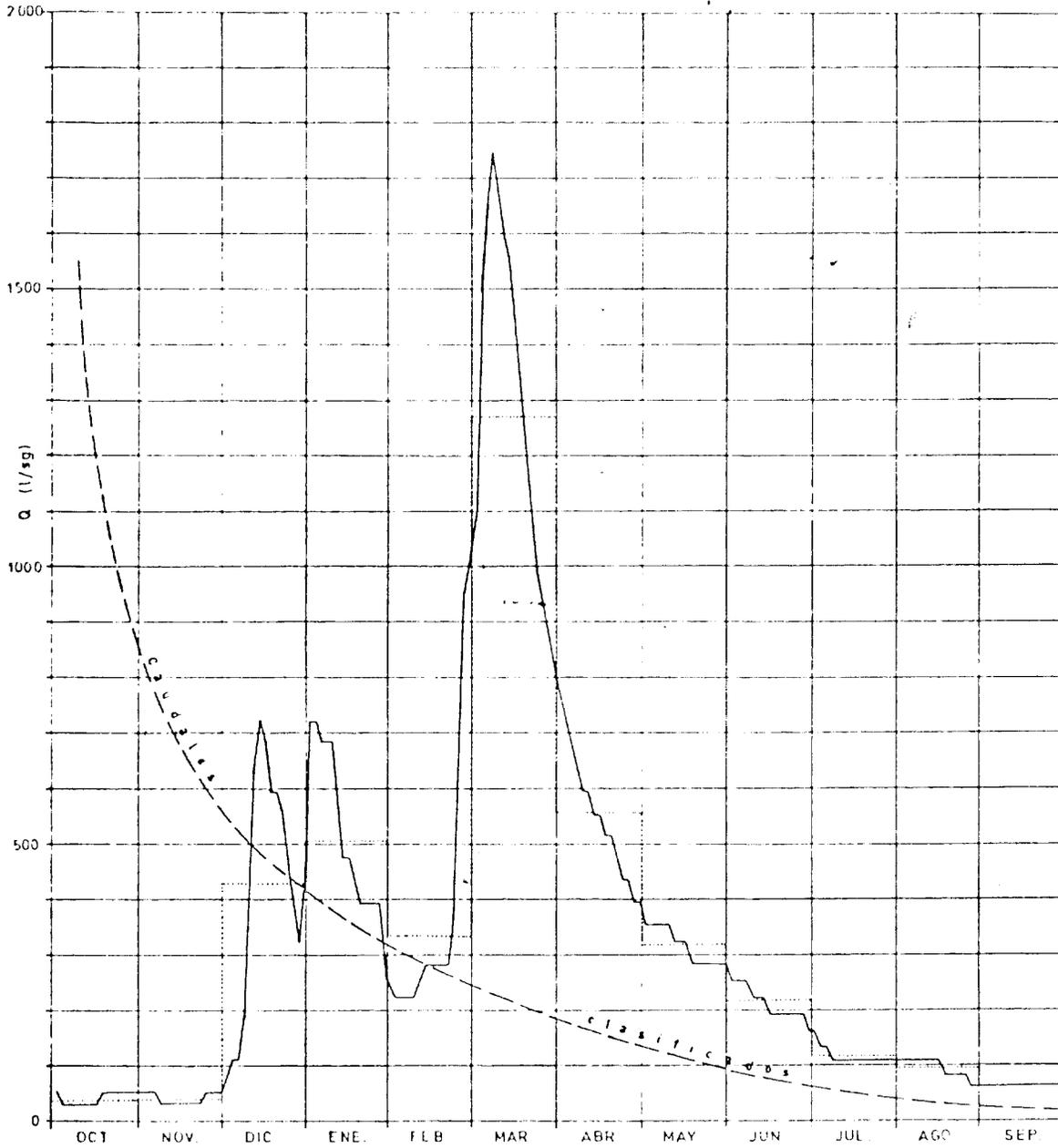


Fig. 3

Hidrograma



Año 1977-78

Fig. 4

Curva de gasto en la estación de aforo

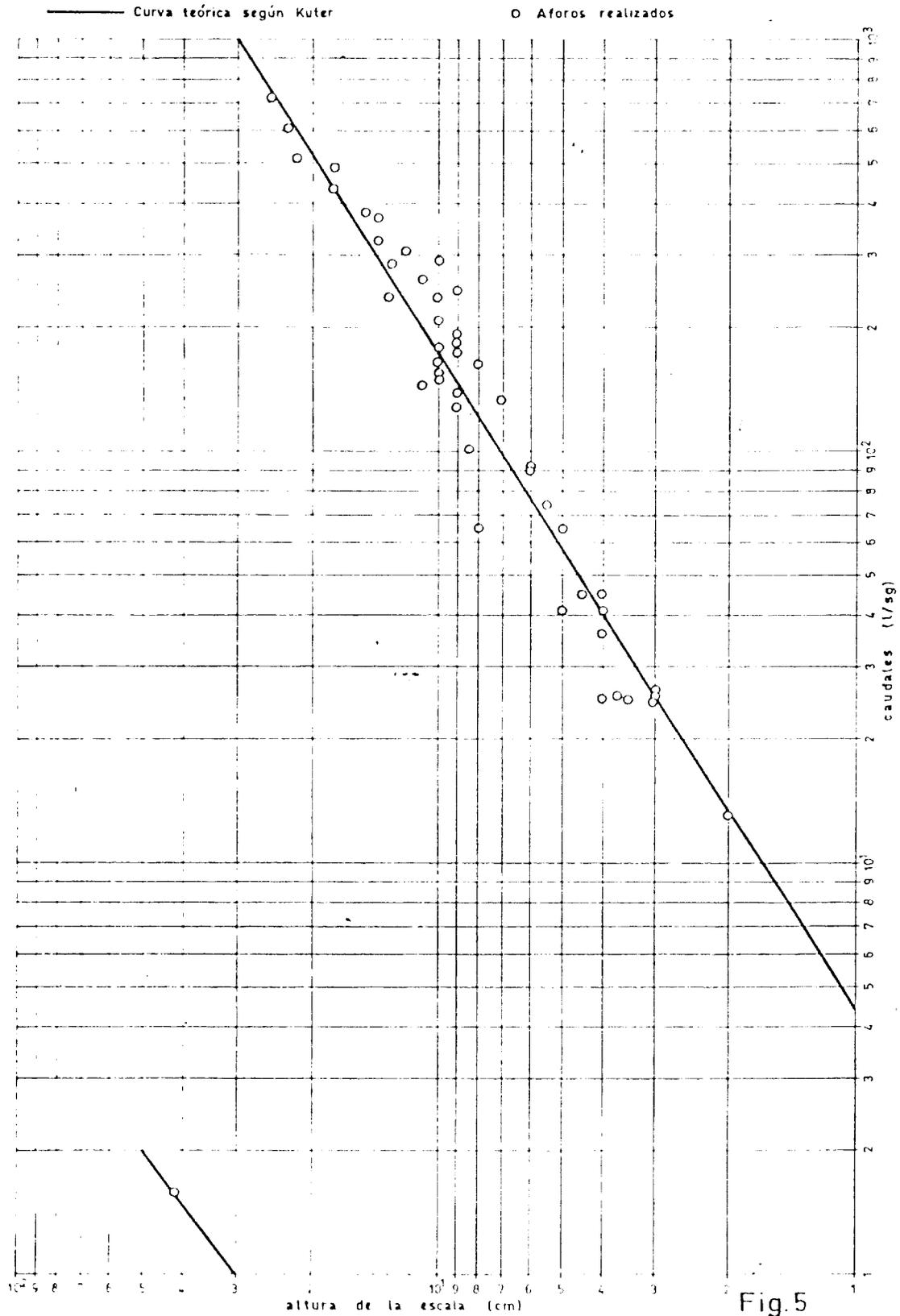


Fig.5

La curva de agotamiento será tanto más próxima a la ecuación teórica exponencial $Q_t = Q_0 \cdot e^{-\alpha t}$ cuanto más se cumplan las condiciones ya especificadas.

No siempre se produce un vaciado perfectamente ajustado al esquema teórico, e incluso pueden apreciarse diferentes pendientes de la recta de recesión del hidrograma (Fig. 6).

En el cuadro 1, se sintetiza los valores del coeficiente de agotamiento α estimados en los diferentes periodos de vaciado, durante el periodo de observación.

También se incluyen los volúmenes de agua almacenada en el sistema por encima de la cota de las surgencias en los momentos de iniciarse el proceso de vaciado, estimados a partir de la expresión

$$V = \frac{Q_0}{\alpha}$$

siendo

Q_0 = caudal inicial para $t = 0$

V = volumen almacenado

α = coeficiente de agotamiento

Los valores del coeficiente de agotamiento α aparecen variables entre los valores $1,4 \times 10^{-2}$ días⁻¹ y $4,1 \times 10^{-2}$ días⁻¹ los volúmenes almacenados al inicio del vaciado quedan estimados entre los límites $4,78$ y $0,66$ hm³. Esta diferencia depende además del caudal Q_0 con que se inicia el agotamiento.

Igualmente se relacionan las medidas concurrentes de cotas de nivel piezométrico y caudal de las surgencias. Valores que se expresan gráficamente en la figura 8. Se aprecia en ésta la relación estrecha entre el caudal de la surgencia y la cota del nivel piezométrico en el acuífero calizo. Esta curva resulta de especial interés para definir la posición más favorable de la galería, habida cuenta de la gran amplitud de las variaciones estacionales que se aprecian en el nivel de acuífero. De otra parte, se ha utilizado en base a estimar la reserva del acuífero almacenada sobre la cota de la surgencia, en diferentes momentos y extrapolar a las zonas del sistema por bajo de la cota del manantial, que consideramos corresponden a las reservas que van a permitir la regulación del manantial.

Cálculo de las reservas regulables

Consideraremos como reserva regulable al agua almacenada en el sistema en los 50 metros de acuífero existente por debajo del nivel del manantial.

Para estimar este volumen, y dado que se desconocen los límites físicos del sistema se ha recurrido a la siguiente metodología.

Hidrograma y Curva de vaciado

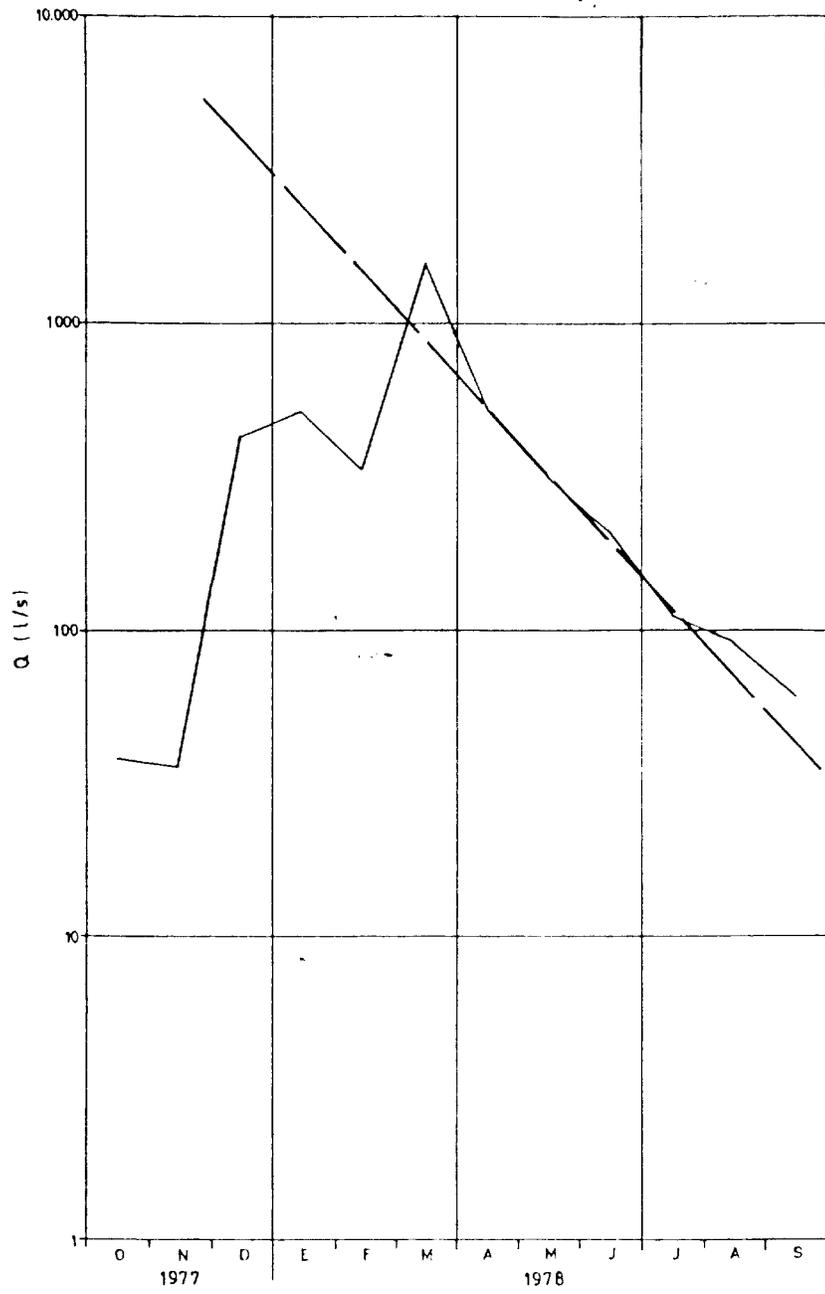


Fig.6

Coefficientes de agotamiento deducidos de los caudales diarios

Periodo	Q _o	Q _t	t _{días}	α	Volumen	
					m ³	Hm ³
6 Jun -30 Ago 75	700	20	91	0'039069	1548030'4	1'55
9 Jun -29 Sep 76	319	4	105	0'041703	660902'1	0'66
8 Mar -12 Sep 77	854	47	188	0'015424	4783817'4	4'78
2 May -30 Ago 78	355	61	120	0'014677	2089822'2	2'09

Cuadro 1

CURVA DE AGOTAMIENTO EN EL SONDEO GUARO -6-

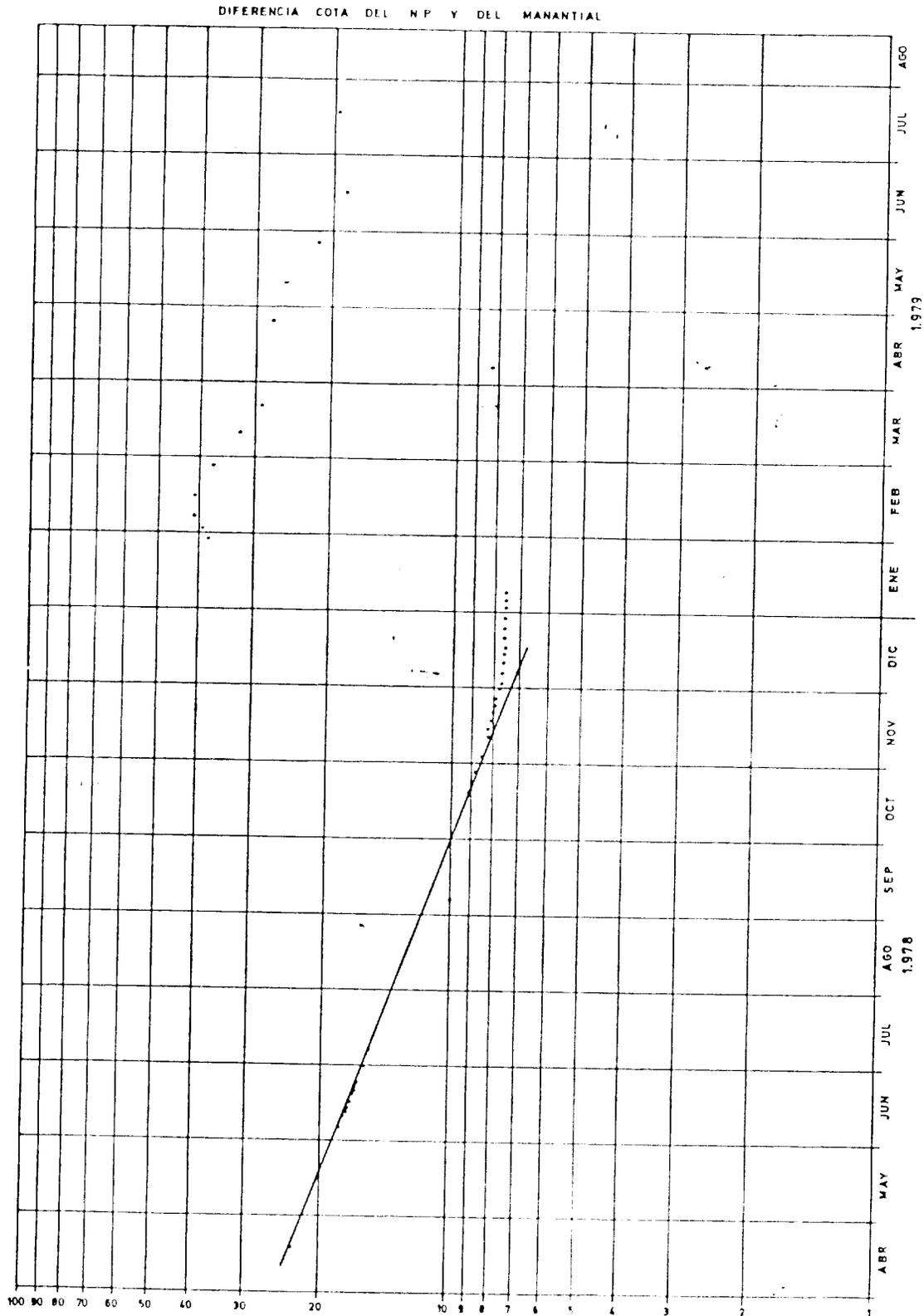


Fig. 7

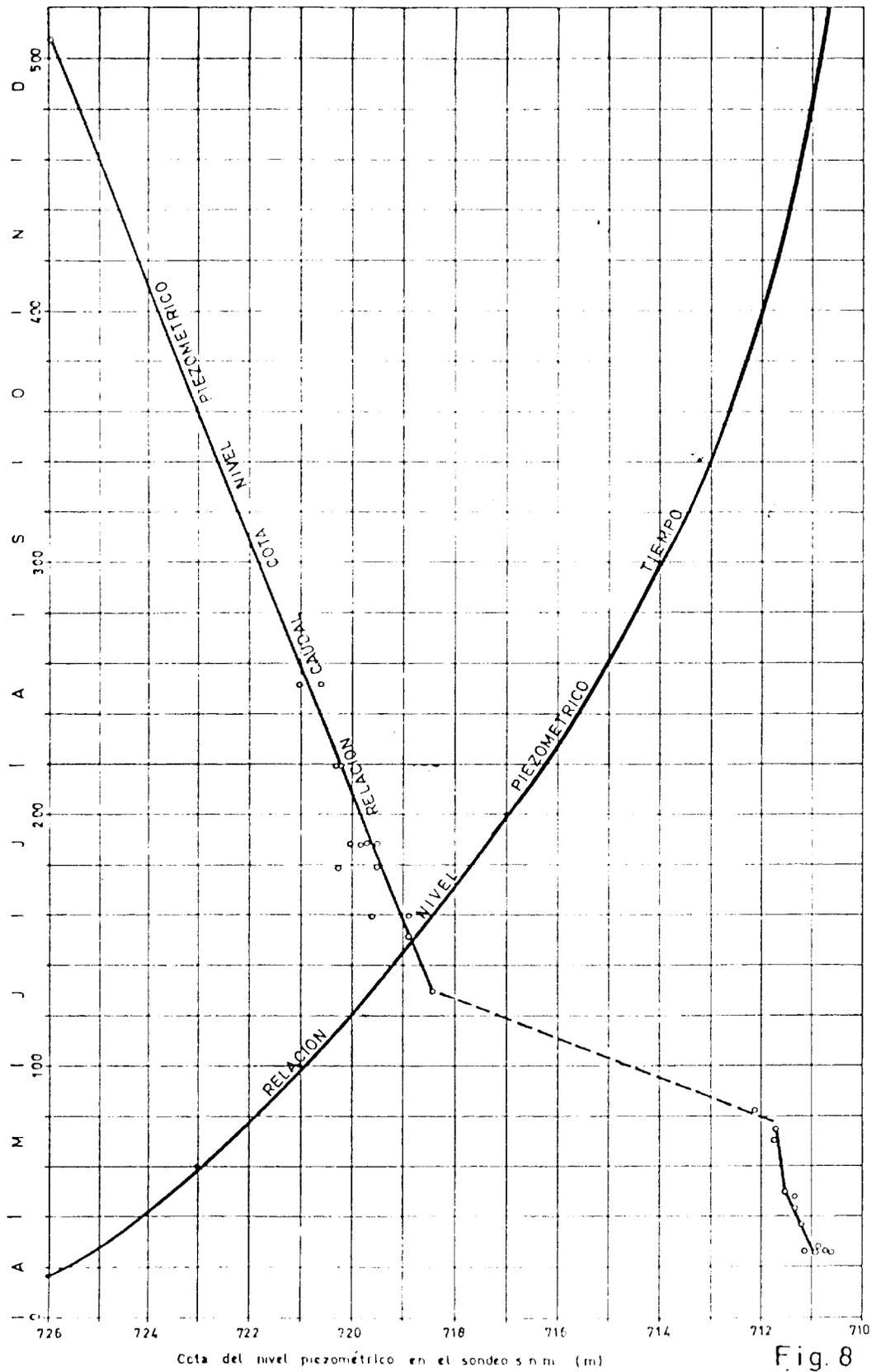


Fig. 8

SONDEO DE GUARO (ESQUEMA DE REGULACION)

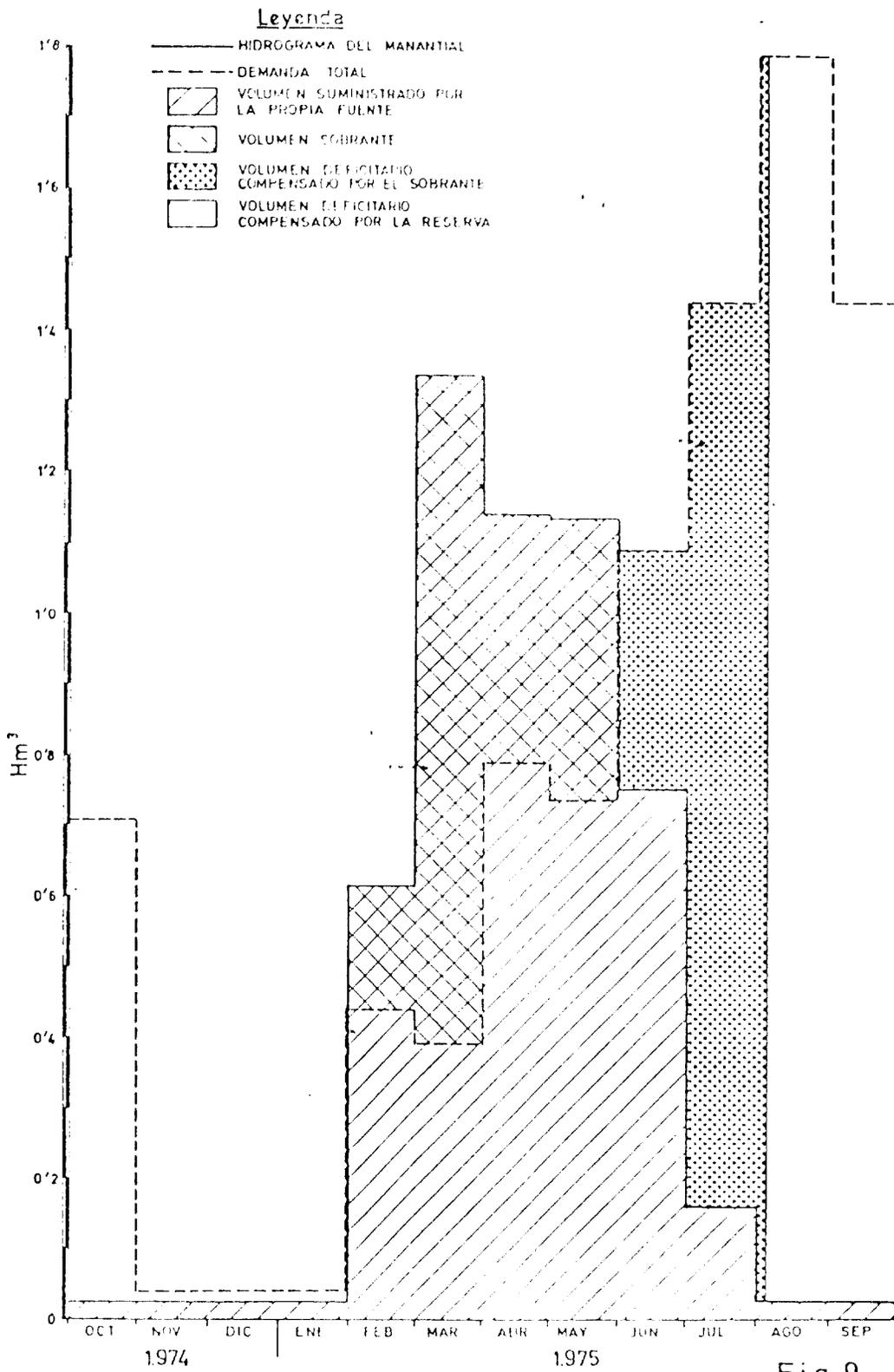


Fig. 9

En primer lugar se han calculado los diferentes valores del coeficiente de agotamiento, tanto en el manantial como en el sondeo.

Conviene decir que dichos coeficientes se modifican a partir de un cierto caudal y nivel del agua dentro del acuífero. Dicho umbral corresponde a un caudal de 200 litros/segundo en el manantial y una cota de N.P. de 720 metros, aproximadamente. Por tanto en cada año de observación se han calculado 2 coeficientes de agotamiento a saber; el primero desde que se inicia el descenso hasta que el manantial alcanza un caudal de 200 litros/segundo y el segundo a partir de aquí hasta el final del vaciado.

	MANANTIAL		SONDEO
	K_1	K_2	
1.974-75	$3,9 \times 10^{-2}$	$5,33 \times 10^{-2}$	
1.975-76	$2,95 \times 10^{-2}$	$6,04 \times 10^{-2}$	
1.976-77	$2,34 \times 10^{-2}$	$1,55 \times 10^{-2}$	
1.977-78	$2,4 \times 10^{-2}$	$1,49 \times 10^{-2}$	$4,94772 \times 10^{-3}$

asi pues retendremos como valor más probable el de $= 2,33 \times 10^{-2}$ que sería la media de los tres valores finales.

Conocida la cota del nivel del agua en el sondeo G-VI en un momento antes de iniciarse el vaciado y el caudal aforado en el manantial Q_0 ; obtenemos el valor del volumen de agua almacenada por encima del nivel de la surgencia; así pues para $Q_0 = 700$ litros/segundo la cota del nivel piezométrico es de 730 metros.

$$V = \frac{Q_0}{\kappa} \times 86400 = 2,59 \text{ hm}^3$$

Dado que el nivel efectivo de la surgencia parece estar situado a la cota absoluta de 710 metros, el volumen almacenado en cada metro de acuífero saturado será de

$$\frac{2,59 \text{ hm}^3}{20 \text{ m}} = 0,130 \text{ hm}^3/\text{metro}$$

Por lo tanto las reservas regulables deprimiendo 50 metros de acuífero serán

$$50 \text{ m} \times 0,130 \text{ hm}^3 = 6,5 \text{ hm}^3$$

reservas que pueden ser incluso mayores dado que nos movemos en la hipótesis de que el comportamiento del acuífero en profundidad sea similar, como es lógico pensar al ya conocido por encima de la surgencia.

Por otro lado, del coeficiente de agotamiento, deducido de las variaciones de nivel, en el sondeo obtendríamos unos valores algo más optimistas que los encontrados en el estudio del vaciado del manantial. Fig.7

$$\text{sondeo} = 4,95 \times 10^{-3}$$

$$V = \frac{0,700 \times 86400}{4,95 \times 10^{-3}} = 12,218 \text{ hm}^3$$

siendo el volumen específico de

$$\frac{12,218 \text{ hm}^3}{20 \text{ m}} = 0,611 \text{ hm}^3/\text{metro}$$

y las reservas a regular

$$0,611 \text{ hm}^3/\text{metro} \times 50 \text{ m} = 30,54 \text{ hm}^3$$

no obstante, sin desprestigiar estos valores conviene ser precavidos y para nuestro cálculo estimamos que el volumen a regular bien podría estar comprendido entre los 6 y los 8 hm^3 , cifra que por otro lado casi coincide con los recursos medios anuales estudiados anteriormente.

A título orientativo, estos recursos podrían utilizarse según el esquema de la figura 9, sin perjuicios de otros programas mejor adaptados a otras necesidades.

Obras de captación

Se han considerado en principio la realización de dos tipos diferentes de obras de captación:

Por un lado, la ejecución de sondeos de explotación, situados necesariamente a cota de 896 m.s.n.m. debido a las características topográficas y geológicas, con el consiguiente problema de elevación (200 a 300 m.) y por lo tanto un consumo energético excesivo.

Otra posibilidad sería la construcción de una galería horizontal a una cota topográfica próxima al nivel piezométrico, que permitiría la perforación en su interior de una batería de sondeos verticales de explotación con el consiguiente ahorro energético debido a una menor altura de elevación. Fig.10.

No obstante ambas alternativas, deberán ser sometidas a un estudio económico que nos permita elegir la más rentable.

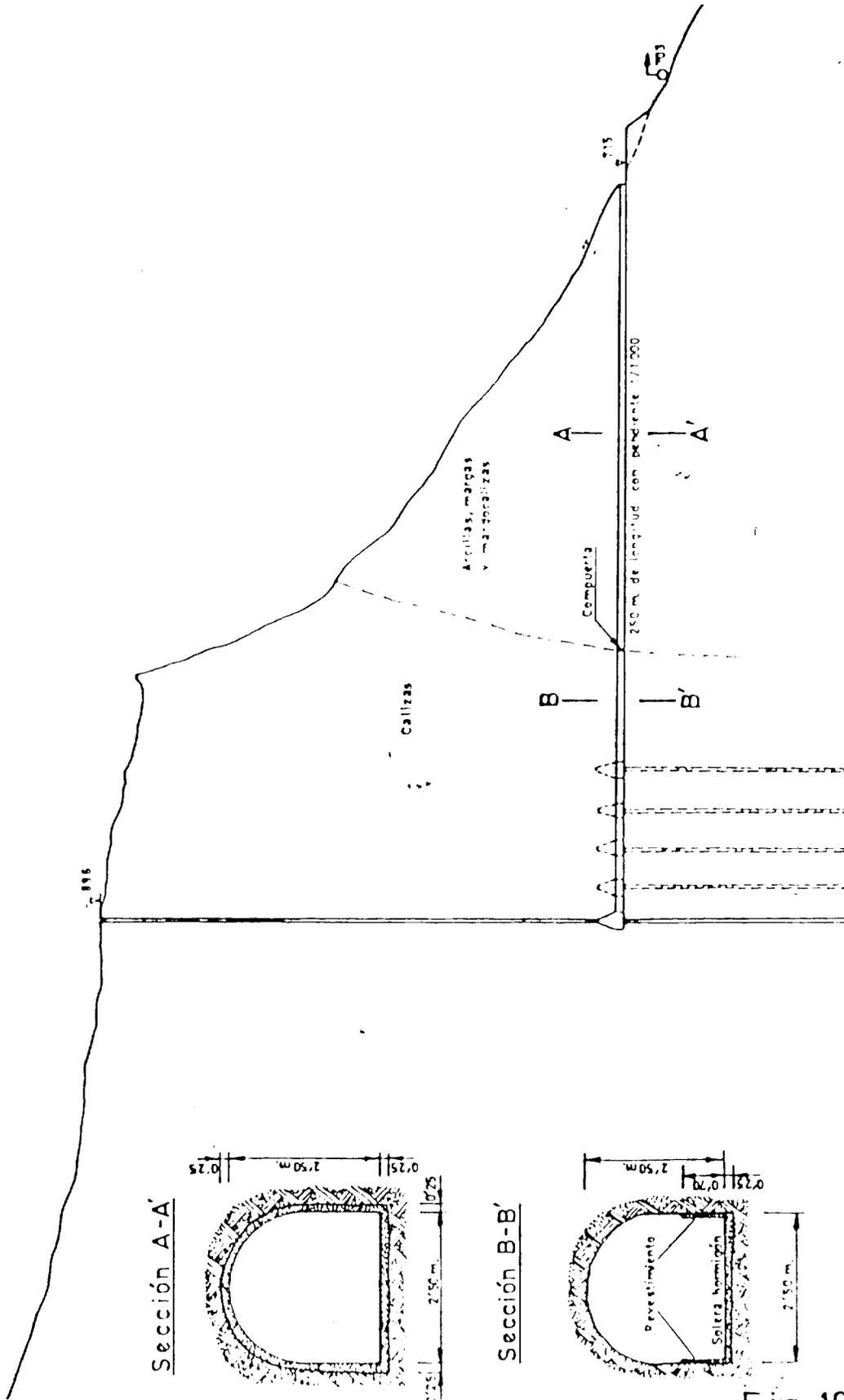


Fig. 10

Bibliografía

- Plan de Investigación de las Aguas Subterráneas en las Cuencas del Sur (P.I.A.S.) I.G.M.E.
- Estudio Geológico de la zona Subbética en la transversal de Loja y sector adyacente. J.A. Vera.
- Estudio Hidrogeológico del Polje de Zafarraya y - Areas Adyacentes (Granada-Málaga) J.Hidalgo Ruiz.
- Serie Magna E. 1:50.000, Hojas nº140 (Zafarraya) y nº139 (Colmenar) I.G.M.E.