

NUMERO

--	--	--

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



31080

ABASTECIMIENTO A FRIGILIANA (M A L A G A)
INFORME FINAL.OBRA DE CAPTACION Y BOMBEO DE
ENSAYO.

9-VI-80

Mayo-1980

31080

I N D I C E

1.- JUSTIFICACION DEL PROYECTO

2.- ANTECEDENTES

3.- OBJETIVOS

4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.- ESQUEMA HIDROGEOLOGICO

6.- OBRA REALIZADA

7.- INFORME DEL SONDEO

7.1. SITUACION

7.2. ACCESO

7.3. CARACTERISTICAS ESPECIFICAS DE LA CAPTACION

7.3.1. CONSTRUCCION E INCIDENCIAS DE LA PERFORACION

7.3.2. CORTE LITOLOGICO DEL SONDEO

7.3.3. DIMENSIONES

7.3.4. ENTUBACION

7.3.5. ENGRAVILLADO

7.3.6. CEMENTACION

7.4. TRATAMIENTO ESPECIALES

7.4.1. LAVADO CON POLIFOSFATO

7.4.2. DESARROLLO DEL POZO CON AIRE COMPRIMIDO.

7.4.3. ACIDIFICACION

8.- HIDRAULICA SUBTERRANEA

8.1. INTRODUCCION

8.2. RESUMEN DE LOS PARAMETROS HIDRAULICOS OBTENIDOS

8.3. PRIMER AFORO

8.3.1. EVOLUCION E INCIDENCIAS

8.3.2. CALCULO DE LOS PARAMETROS HIDRAULICOS

8.3.3. TABLAS DE DESCENSO Y RECUPERACION DE NIVELES DE AGUA

8.4. PRUEBA DE CAUDALES ESCALONADOS

8.5. SEGUNDO AFORO

8.5.1. EVOLUCION E INCIDENCIAS

8.5.2. CALCULO DE LOS PARAMETROS HIDRAULICOS

8.5.3. TABLAS DE DESCENSO Y RECUPERACION DE NIVELES DE AGUA

9.- ANEXO 1

FIGURA 1.1. ESQUEMA DEL SONDEO CON PLANO DE SITUACION,
ESQUEMA TECTONICO Y CORTE LITOESTRATIGRAFICO.

ANEXO 2.-

FIGURA 2.1. DESCENSO EN EL POZO DE BOMBEO (Jacob-depresión-
log t)

" 2.2. DESCENSO EN EL POZO DE BOMBEO (Gelis-depresión-
específica-log t)

" 2.3. RECUPERACION EN EL POZO DE BOMBEO (Jacob-depre-
sión residual log $\frac{t-t'}{t'}$)

" 2.4. RECUPERACION EN EL POZO DE BOMBEO (Gelis-depre-
sión específica- log $\frac{t}{t'}$)

" 2.5. DESCENSO EN EL PIZOMETRO (Gelis-depresión-espe-
cífica- log t.

" 2.6. RECUPERACION EN EL PIZOMETRO (jacob-depresión-
log $\frac{t-t'}{t}$)

ANEXO 3.-

- FIGURA 3.1. HIDROGRAMA DE LOS ESCALONES DE BOMBEO
- " 3.2. CURVA DEPRESION- $\log t$ PARA LOS TRES ESCALONES DE BOMBEO
 - " 3.3. CURVA CARACTERISTICA (Caudal-depresión)
 - " 3.4. CURVA CARACTERISTICA (caudal-depresión específica)
 - " 3.5. CURVA CARACTERISTICA(caudal específico-depresión)
 - " 3.6. CURVA DEPRESION ESPECIFICA - $\log t$
 - " 3.7. CURVA CAUDAL ESPECIFICO - $\log t$
 - " 3.8. DESCENSO EN EL POZO DE BOMBEO(THEIS)
 - " 3.9. DESCENSO EN EL POZO DE BOMBEO(JACOB)
 - " 3.10. RECUPERACION EN EL POZO DE BOMBEO (JACOB)
 - " 3.11. DESCENSO EN EL PIEZOMETRO (THEIS)
 - " 3.12. DESCENSO EN EL PIEZOMETRO (JACOB)
 - " 3.13. RECUPERACION EN EL PIEZOMETRO (JACOB).

1.- JUSTIFICACION DEL PROYECTO

Dentro del Plán Nacional de Abastecimientos de Aguas a Núcleos Urbanos, y en el marco de colaboración entre el INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (I.G.M.E.)y la EXCMA.DIPUTACION PROVINCIAL DE MALAGA, se procedió a atender la petición cursada por el Ayuntamiento de Frigiliana en el asesoramiento técnico para la realización de la obra de captación necesaria en el abastecimiento de dicha población.

Con esta finalidad la oficina regional del I G M E en colaboración con la Empresa Nacional "ADARO", realizó el estudio hidrogeológico correspondiente así como la dirección de los trabajos que en este informe se detallan.

2.- ANTECEDENTES.

Las obras de captación se acometieron con la perforación de un sondeo de percusión, cuya ubicación se detalla en la figura nº 1.

3.- OBJETIVOS

Los objetivos de esta captación, es suplir la demanda de agua que tiene el Ayuntamiento de Frigiliana, así como posibilitar el desarrollo turístico que la zona tiene planteado.

4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

1.- Estamos ante el caso de un acuífero libre o semi-confinado, con cierto grado de anisotropía.

2.- Se observa la existencia de una sobre alimentación. Así como el efecto de una pantalla negativa debido a una falla inversa en las proximidades del pozo (unos 15 ó 20 metros).

4.2. RECOMENDACIONES

1.- El caudal de explotación recomendado debe ser del orden de los 18 a 20 litros por segundo, dado que la depresión provocada con caudales mayores originaría gastos de energía que no serian económicos con arreglo al caudal obtenido, además de provocar posibles obstrucciones en la rejilla del sondeo.

2.- Debido a las características del acuífero, el régimen de explotación, deberá ser de 12 horas de bombeo como máximo al día.

3.- La bomba debe quedar instalada en el tramo ciego de 94 a 97 metros de profundidad, contados desde la superficie del suelo.

4.- La depresión provocada en el pozo no debe ser superior a 35 metros, es decir el nivel del agua contado desde el borde superior de la tubería, debe estar a 80 metros de profundidad como máximo.

5.- Se debe adosar a la tubería de impulsión un TUBO PIEZOMETRICO de 1 a 1,5 pulgadas para el control periódico del nivel del agua.

6.- Instalar un dispositivo de paro automático que interrumpa

el bombeo cuando el nivel del agua alcance la profundidad anteriormente mencionada.

7.- El control periódico de la evaluación de los niveles de la lámina de agua en función del caudal de explotación nos permitirá un mejor ajuste del programa de explotación recomendado.

Con éste régimen de explotación, se conseguirá un ahorro de energía, como consecuencia de:

- por un lado evitando un descenso excesivo del caudal específico del pozo.
- y por otro, una posible colmatación en las inmediaciones del sondeo, así como de la tubería de explotación y por tanto unas mayores pérdidas de carga.

5.- ESQUEMA HIDROGEOLOGICO

La ubicación de la obra de captación se realizará en base a los estudios hidrogeológicos ejecutados anteriormente en este proyecto.

Se incluye un esquema tectónico en la figura nº 1.

6.- OBRA REALIZADA

Para explotar el acuífero anteriormente mencionado, se aconsejó la realización de un sondeo mecánico vertical, perforado a percusión de 106 metros de profundidad, con las dimensiones y características que se especifican a continuación.

7.- INFORME DEL SONDEO

Sondeo Frigiliana.-3	Nº I.R.H.
Término municipal.- Frigiliana	Profund.alcanzada.- 107 m.
Contratista.- HIDROMECHANICA	Comenzó el 19-1-79
	Terminó el 2-4-79.

7.1.- SITUACION

Hoja topograf.oct.nº. 1844-4-62 cota(s.n.m.) 154 m.

Coordenadas : X = 36º 47' 24" Y = 0º 12' 22"

Foto 34689 rollo 339

El sondeo está ubicado dentro del término municipal de Frigiliana, en la margen izquierda del río Higuerón y a unos 800 metros aguas abajo del pueblo de Frigiliana

El emplazamiento del sondeo se eligió aparte de las consideraciones de tipo hidrogeológico, atendiendo a punto de vistas tales como accesibilidad, proximidad al punto de abastecimiento etc.

7.2. ACCESO.-

Con maquinaria pesada solamente se puede acceder al emplazamiento del sondeo, ascendiendo por el cauce del río y cuya entrada está en Nerja.

7.- CARACTERISTICAS DE LA CAPTACION

7.3.1. CONSTRUCCION E INCIDENCIAS DE LA PERFORACION

Para la perforación del sondeo nº 3 se ha empleado una máquina de percusión, tipo Walker Neer, propiedad de la Empresa Hidromecánica.

Se utilizaron dos trépanos en forma de cruz de 600 y 550 mm. de diámetro respectivamente.

Los primeros 41 metros hubo necesidad de trabajar con tubería ciega para evitar derrumbamientos en la paredes. A partir de esta profundidad y a pesar de golpear la tubería de trabajo fué imposible seguir, introduciendo tubería de revestimiento de 600 mm.Ø .

A partir de este metro se decide reducir el diámetro de perforación a 550 mm.

Se introduce tubería de revestimiento de 550 mm. dentro de la de 600 mm. una vez perforado el metro 55, pero dicha tubería no entra más que hasta el metro 43 y por tanto se decide continuar la perforación sin tubería de trabajo, dado que el terreno atravesado no presenta problemas de derrumbamientos.

Con este último diámetro se continua trabajando hasta que se detiene el sondeo en el metro 107, por considerar que penetra suficientemente en el acuífero, como para suplir las necesidades de agua para abastecimiento a Frigiliana.

7.3.2. CORTE LITOLÓGICO DEL SONDEO

0	-	18	mármoles blancos	compactos
18	-	19	"	" (sacaroideos)
19	-	21	"	" compactos
21	-	22	"	" (sacaroideos)
22	-	25	"	" compactos
25	-	26	"	" sacaroideos
26	-	27	"	" compactos
27	-	28	"	" sacaroideos
28	-	31	"	" compactos
31	-	32	"	" sacaroideos
32	-	38	"	" compactos
38	-	40	"	" sacaroideos
40	-	42	"	" compactos
42	-	43	"	" sacaroideos
43	-	49	"	" compactos
49	-	54	"	" algo alterados
54	-	59	"	" compactos
59	-	60	"	" algo alterados
60	-	75	"	" compactos
75	-	76	"	" compactos muy duros
76	-	78	"	" " "
78	-	89	"	" " "
89	-	106	"	gris compactos muy duro

7.3.3. DIMENSIONES

Profundidad.- 107 metros

Diámetro de perforación.

De 0	a 40 m.	de profundidad	600 mm.	de diámetro
" 40	a 107 m.	"	550	" " "

7.3.4. ENTUBACION

Tubería de revestimiento:

De 0	a 40 m.	profund.	600 mm.	diámetro
" 0	" 43 m.	"	550	" "

Dicha tubería de trabajo que fué empleada para contención del terreno durante la perforación, hubo que abandonarla dentro del sondeo, ante la imposibilidad de extraerla una vez terminado el sondeo.

Tubería de explotación:

Se introdujo tubería de 350 mm. de diámetro desde la superficie hasta el fondo con las siguientes características:

Del metro 0	al 40	tubería ciega.
" 40	al 94	filtro de puentecillo de 3mm. abertura
" 94	al 97	tubería ciega
" 97	al 107	filtro de puentecillo de 3 mm. abertura.

7.3.5. ENGRAVILLADO

El sondeo dispone de un filtro de grava silíceica calibrada y lavada, de tamaños comprendidos entre los 5 y 8 mm. de diámetro, e introducida entre el terreno y la tubería de explotación.

Dicha grava(14 m³) rellena el hueco anteriormente mencionado, desde el fondo hasta el metro 30 de profundidad, contados desde la superficie del sondeo, es decir está unos 5 metros por encima del nivel piezométrico.

7.3.6. CEMENTACION

A partir del metro 30 de profundidad hasta la cabeza del sondeo, se ha realizado una cementación entre las tuberías de explotación, revestimiento y el terreno, con el fin de proteger al sondeo de posibles avenidas y relleno de lodos por parte del río Higuerón, así como el conseguir un cierre hermético con vista a la acidificación.

7.4.- TRATAMIENTOS ESPECIALES

7.4.1. LAVADO CON POLIFOSFATOS

Se ha procedido a limpiar las paredes del sondeo de los lodos arcillosos que se emplearon durante la perforación, utilizando el poder dispersante del EXAMETAFOSFATO SODICO que una vez introducido en la proporción adecuada (15 kgs. cada m^3 de agua) se dejó actuar durante 24 horas para después proceder a su lavado.

7.4.2. DESARROLLO DEL POZO CON AIRE COMPRIMIDO.

El desarrollo del pozo se realizó con aire comprimido hasta que las paredes del pozo y el agua del sondeo quedaron limpias.

Las características técnicas del trabajo son como siguen:

Nivel piezométrico inicial.- 46 metros.

Caudal de bombeo.- 16-25 litros/segundo

Diámetro tubería impulsión.- 6"

Diametro tubería de aire.- 2"

Coefficiente de sumersión.- 39,3%

Profundidad inyección de aire.- 99 m.

Depresión.- 14 metros.

h_e de elevación máxima.- 60 metros

h_s de sumersión.- 39 metros

Presión de arranque.- 5,3 Kg/cm²

Presión de funcionamiento.- 3,9 Kg/cm²

Caudal de aire del compresor.- 20 m³/minuto.

Durante el bombeo con aire a caudal continuo se realizaron las correspondientes paradas de bombeo para recuperar el nivel piezométrico cada 2 horas, con objeto de limpiar mejor las paredes.

7.4.3. ACIDIFICACION

Una vez limpias las paredes del sondeo de arcilla, se procede a realizar una acidificación, con objeto de aumentar el radio eficaz del pozo a través del ácido clorhídrico que penetra en las fisuras y disuelve los cristales de calcita.

Los datos específicos son como siguen:

Fecha.- 19-10-79

Nivel piezométrico.- 45,90 m.

Profundidad de inyección del ácido.- 74 metros

Presión de la columna de agua por encima de inyección. 2,8 Kg/cm²

Volumen total de ácido inyectado.- 7 m³.

Volumen de agua dentro del sondeo.- 5.49 m³

Caudal de inyección 6 litros/segundo.-

Presión máxima de inyección.- 9 Kg/cm².

La inyección se realiza en dos etapas, una primera, en la que se inyecta 1,5 m³ de ácido en la que no se observa presión alguna en el manómetro, sino todo lo contrario, es decir una depresión al abrir la válvula, y una segunda inyección de 6,5 m³ cuyos resultados quedan reflejados como siguen:

<u>Volumen ácido inyectado.</u>	<u>tiempo(minutos)</u>	<u>Presión (atmósferas)</u>
6,5 m ³	18	0,1
	20	0,25
	25	0,5
	27	0,55
	28	0,60
	29	0,70
	33	0,75
	37	0,75
	38	0,80
	42	0,80
	47	0,75
	50	0,70
	53	0,65
	77	0,40

Nota: El tiempo se cuenta a partir de la inyección del ácido.

8.- HIDRAULICA SUBTERRANEA

8.1. INTRODUCCION

Despues de terminado el sondeo se realizó un primer aforo, el dia 16-5-79, de 24 horas de duración.

Posteriormente y una vez realizada la acificación del pozo, con el fin de comprobar el grado de eficiencia de la misma se efectuó unas pruebas complementarias, consistentes en un bombeo con caudales escalonados (21-10-79) y un seguro aforo tambien a caudal constante de 24 horas de duración.

En el primer aforo se contrató un equipo de aforo propiedad de D. SALVADOR ALARCON (MALAGA) y en las dos últimas pruebas se utilizó el equipo de aforo del I.G.M.E.

La ejecución de dichos trabajos fué controlada enteramente por personal y técnicos del IGME-ADARO.

8.2. RESUMEN DE LOS PARAMETROS HIDRAULICOS

Dado que las hipótesis que existen para el cálculo de dichos parámetros difieren de la realidad por los múltiples condicionantes existentes en el acuífero que no se adapta al planteamiento teórico de los valores de T y S calculados, son solo orientativos y por supuesto no representan el comportamiento general del acuífero.

Para el primer bombeo, los valores encontrados son los siguientes:

T =(Transmisividad)

T varía entre 7,7 y 0,9 m²/h

S =(Coeficiente de almacenamiento)

S = 4%

Para el segundo bombeo los valores son los siguientes, T varía entre 9,5 y 0,4 m²/hora y S = 15 a 16%, este valor parece exagerado.

Entre los condicionantes que influyen negativamente para efectos de interpretación podemos mencionar los siguientes:

- anisotropía del acuífero
- estratificación casi vertical
- penetración parcial del sondeo en el acuífero
- efecto de pantalla negativa provocada por una falla inversa en las proximidades del pozo.

8.3. PRIMER AFORO

8.3.1. EVOLUCION E INCIDENCIAS

El bombeo se inicia el día 16-5-79 a las 18 hora 39 minutos, a caudal constante de 33 litros/segundo y el nivel piezométrico estaba a 45,51 metros de profundidad.

La bomba es eléctrica sumergida de 73 CV. y se instala a 91,50 metros de profundidad de la rejilla de la bomba.

La tubería de impulsión es de 160 mm. y el diafragma de 130mm. de diámetro interior.

El bombeo se inicia con un caudal constante de 33 litros/seg.

En los primeros momentos el agua sale turbia, aclarando a los 10 minutos. A medida que el nivel desciende en ocasiones de nuevo sale agua de color arcilla roja y aclara de nuevo; dichos datos se reflejan en las tablas del primer bombeo. Claramente se demuestra

que el pozo no está completamente limpio, ya que el primer desarrollo con aire comprimido, limpió los primeros metros pero no el resto ya que no deprimió el nivel más de 14 metros.

Por fín el agua queda clara a partir del minuto 650, estando el nivel piezométrico en ese momento a 89,26 metros de profundidad.

Hay que resaltar que en el minuto 450, dado que el agua no llena completamente la tubería de impulsión y que el nivel del agua está prácticamente en la rejilla de la bomba, se reduce el caudal a 18,4 litros/segundo y se coloca un nuevo diafragma de 105 mm. de diámetro interior.

Con este último, el bombeo continua hasta el minuto 1.506 momento en que se interrumpe el bombeo.

8.3.2. CALCULO DE LOS PARAMETROS HIDRAULICOS

Para el cálculo de dichos parámetros se ha empleado el método de Theis simplificado por Jacob para valores de $u \leq 0,01$ cuyas fórmulas empleadas son como sigue:

$$= \frac{Q}{4T} \log \frac{2,25 Tt}{r^2 S} = 0,183 \frac{Q}{T} (\text{Log } t - \text{Log } t_0) \quad (1)$$

donde

s = depresión en metros

Q = caudal constante de bombeo en m^3/hora

T = transmisividad del acuífero en m^2/hora

t = tiempo de bombeo en horas

$t_0 = \frac{r^2 S}{2,25} -$ en horas

S = coeficiente de almacenamiento

r = distancia entre el punto de bombeo y el de observación en metros.

La ecuación(1) corresponde a la recta definida por los valores obtenidos en el transcurso del bombeo.

Llamando "i" a la pendiente de la recta y conocido su valor de modo gráfico, podemos obtener el de la transmisividad T

$$T = 0,183 \frac{Q}{i}$$

En los gráficos de recuperación se han representado las observaciones realizadas despues de la parada de bombeo, en cada uno de los puntos anteriormente medidos.

Tambien, dado que durante el primer bombeo, hubo necesidad de variar el caudal de bombeo, se ha utilizado el método de Gelis, que es una aplicación del de Jacob para el cálculo de la transmisividad, a partir del gráfico de la fig. 2.4 y 2.5 en el que aparecen depresiones específicas log t. con este método permite obtener resultados parecidos con la ventaja de ser independiente del caudal de bombeo, en el caso de que exista variación.

Las fórmulas empleadas en este método son:

$$\frac{s}{Q} = \frac{0,183}{T} \left(\log \frac{2,25T}{X^2 S} \log t \right)$$

La pendiente de la recta es $c = \frac{0,183}{T}$

y las variables

$$y = \frac{s}{Q} \quad x = \log t$$

La representación de esta función se obtiene colocando en abcisas los log del tiempo y en ordenadas las depresiones específicas.

La transmisividad se obtiene por la fórmula

$$T = \frac{0,183}{i}$$

y el coeficiente de almacenamiento

$$S = \frac{2,25 T t_0}{X^2}$$

siendo

s = depresión observada en metros

Q = caudal de bombeo $m^3/hora$

T = transmisividad en $m^2/hora$

S = coeficiente de almacenamiento

t = tiempo en horas

X = distancia del piezómetro al eje del pozo de bombeo en m.

i = pendiente de la recta.

CALCULO DEL PRIMER BOMBEO

Fig. 2.1. Descenso en el pozo de bombeo (Jacob)

$$T_1 = \frac{0,183 \times 118,8 \text{ m}^3/\text{h}}{2,8} = 7,76 \text{ m}^2/\text{hora}$$

$$T_2 = \frac{0,183 \times 118,8 \text{ m}^3/\text{h}}{85} = 0,25 \text{ m}^2/\text{hora.}$$

Fig. 2.2. Descenso en el pozo de bombeo (Gelís)

$$T_3 = \frac{0,183}{i} = \frac{0,183}{0,024} = 7,63 \text{ m}^2/\text{hora}$$

$$T_4 = \frac{0,183}{0,096} = 1,91 \text{ m}^2/\text{hora}$$

Fig. 2.3. Recuperación en el pozo de bombeo (jacob)

$$T_5 = \frac{0,183 \times 72 \text{ m}^3/\text{h.}}{13,5} = 0,97 \text{ m}^2/\text{hora}$$

Fig. 2.4. recuperación en el pozo de bombeo (Gelís)

$$T_6 = \frac{0,183}{0,118} = 1,55 \text{ m}^2/\text{hora}$$

Fig. 2.5. descenso en el piezómetro de Frigiliana (Gelís)

$$T_7 = \frac{0,183}{0,049} = 3,73 \text{ m}^2/\text{hora}$$

$$S = \frac{2,25 \times 3,73 \times 0,11}{5^2} = 0,04 \quad 4\%$$

Fig. 2.6. recuperación en el piezómetro (Jacob)

$$T_8 = \frac{0,183 \times 72 \text{ m}^3/\text{hora}}{12,4} = 1,06 \text{ m}^2/\text{hora}$$

DESCENSO EN EL "POZO " I

Hoja 1

BOMBEO DE ENSAYO

en el { sondeo FRIGILIANA
pozo / /

Comienzo del bombeo:

a las 18 h 39 min.
del 16 / 5 / 79PROFUNDIDAD
DEL NIVEL
PIEZOMETRICO
45.51 metrosReferencia de las medidas del N.P.: coincide con la Referencia Ge-
neral... / _____, cota
de la misma relativa a la Referencia General: _____, _____ m.

TIEMPO DESDE EL COMIENZO t (min)	PROFUNDIDAD DEL AGUA (m)	DEPRESION Δ (m)	DEPRESION ESPECIFICA Δ/q (m ² · h)	ALTURA EN EL PITOT (cm)	CAUDAL q (m ³ /hora)	q	Observaciones
0	45.51	0.00			118.8		Diagrama de 130 w. u
2	46.58	1.07	0.0102	29			
3	52.26	6.75	0.0625	30			
5	52.41	6.90	0.0581	31			
6	52.41	6.90	0.0581	31			
7	52.74	7.23	0.0609	31			
9	52.91	7.40	0.0623	31			
10	52.99	7.48	0.0630	31			
12	53.11	7.60	0.0640	31			
14	53.26	7.75	0.0652	31			
16	53.44	7.93	0.0668	31			
18	53.54	8.03	0.0676	31			
20	53.69	8.18	0.0689	31			
22	53.82	8.31	0.0699	31			
26	54.02	8.51	0.0716	31			
28	54.17	8.66	0.0729	31			
30	54.275	8.77	0.0738	31			
32	54.37	8.86	0.0746	31			
34	54.46	8.95	0.0753	31			
36	54.57	9.06	0.0763	31			
38	54.65	9.14	0.0769	31			
40	54.80	9.29	0.0782	31			
45	54.98	9.47	0.0797	31			
50	55.15	9.64	0.0811	31			
55	55.43	9.92	0.0835	31			
60	55.85	10.34	0.0870	31			
65	56.005	10.50	0.0884	31			
72	56.22	10.71	0.0902	31			
76	56.45	10.94	0.0921	31			
84	57.025	11.52	0.0970	31			
85	57.185	11.68	0.0983	31			
90	57.43	11.92	0.1003	31			
96	57.56	12.05	0.1014	31			

RECUPERACION EN EL "POZO"

I

Hoja 1.

BOMBEO DE ENSAYO

en el { sondeo FRIGILIANA
pozo /

Comienzo de la recuperación

a las 19 h. 45 min.

del 17 / 5 / 79

Duración real del bombeo (t_F): 1506 min; corregida: min.

Valor del caudal a utilizar en el estudio de la recuperación: m³/h.

TIEMPO DESDE EL COMIENZO t (min)	TIEMPO DESDE LA PARADA t' (min)	PROFUNDIDAD DEL AGUA (m)	$\frac{t+t'}{t}$	DEPRESION RESIDUAL (m)	DEPRESIONES ABISOMOS ESPECIFICAS OBSERVADAS (m)	Observaciones $\frac{t}{t'}$
1506	0	86.615		41.11	0.572	
1507	1	64.74	1508	19.23	0.268	1507
1508	2	62.575	755	17.07	0.238	753.5
1510	4	61.08	378	15.57	0.217	337.5
1511	5	60.66	303	15.15	0.211	302.2
1512	6	60.53	253	15.02	0.209	252
1513	7	60.37	217	14.86	0.207	216.1
1514	8	60.245	190	14.74	0.205	189
1515	9	60.175	169	14.67	0.204	168
1516	10	60.11	153	14.60	0.203	15.6
1518	12	59.92	127	14.41	0.201	126.5
1520	14	59.765	109	14.26	0.198	108.6
1522	16	59.66	96	14.15	0.197	95.1
1524	18	59.56	86	14.05	0.196	84.7
1526	20	59.54	77	14.03	0.195	76.3
1528	22	59.37	70	13.86	0.193	69.5
1530	24	59.275	65	13.77	0.192	63.8
1532	26	59.18	60	13.67	0.190	58.9
1534	28	59.10	56	13.59	0.189	54.8
1536	30	59.03	52	13.52	0.188	51.2
1538	32	58.95	49	13.44	0.187	48.1
1540	34	58.855	46	13.35	0.186	53.3
1542	36	58.79	44	13.28	0.185	47.8
1544	38	58.715	42	13.21	0.184	40.6
1546	40	58.66	40	13.15	0.183	38.7
1552	46	58.47	35	12.96	0.180	33.7
1556	50	58.39	32	12.88	0.179	31.1
1561	55	58.22	29	12.71	0.177	28.1
1566	60	58.075	27	12.57	0.175	26.1
1571	65	57.91	25	12.40	0.173	24.2
1576	70	57.76	23	12.25	0.170	22.5
1581	75	57.60	22	12.09	0.168	21.1

RECUPERACION EN EL "POZO "

Hoja 2

BOMBEO DE ENSAYO

en el { sondeo FRIGILIANA
pozo ___/___

TIEMPO DESDE EL COMIENZO t (min)	TIEMPO DESDE LA PARADA t' (min)	PROFUNDIDAD DEL AGUA (m)	$\frac{t+t'}{t}$	DEPRESION RESIDUAL (m)	DEPRESIONES ESPECIFICAS OBSERVADAS (m)	Observaciones $\frac{Z}{Z'}$
1588	82	57.39	20	11.88	0.165	19.4
1591	85	57.27	19.7	11.76	0.164	18.7
1596	90	57.12	18.7	11.61	0.162	17.7
1601	95	56.99	17.9	11.48	0.160	16.9
1607	101	56.82	16.9	11.31	0.157	15.9
1626	120	56.31	14.6	10.80	0.150	13.6
1646	140	55.80	12.8	10.29	0.143	11.8
1666	160	55.37	11.4	9.86	0.137	10.4
1686	180	55.03	10.4	9.52	0.132	9.4
1706	200	54.59	9.5	9.08	0.126	8.5
1726	220	54.30	8.8	8.79	0.122	7.8
1746	240	53.88	8.3	8.37	0.116	7.3
1766	260	53.50	7.8	7.99	0.111	6.8
1786	280	53.20	7.4	7.69	0.107	6.4
1806	300	52.88	7.0	7.37	0.103	6.0
1826	320	52.64	6.7	7.13	0.99	5.7
1846	340	52.36	6.4	6.85	0.095	5.4
1866	360	52.14	6.2	6.63	0.092	5.2
1886	380	51.90	6.0	6.39	0.089	5.0
1906	400	51.68	5.8	6.17	0.086	4.8
1956	450	51.24	5.3	5.73	0.080	4.3
2006	500	50.77	5.0	5.76	0.073	4.0
2056	550	50.44	4.7	4.93	0.069	3.7
2106	600	50.06	4.5	4.55	0.063	3.5
2156	650	49.89	4.3	4.38	0.061	3.3
2206	700	49.67	4.2	4.16	0.058	3.2
2256	750	49.46	4.0	3.95	0.055	3.0
2306	800	49.30	3.9	3.79	0.053	2.9
2356	850	49.09	3.8	3.58	0.050	2.8
2406	900	48.94	3.7	3.43	0.048	2.7
2456	950	48.81	3.6	3.30	0.046	2.6
2506	1000	48.71	3.5	3.20	0.045	2.5
2706	1200	48.31	3.3	2.80	0.039	2.3
2906	1400	47.98	3.1	2.47	0.034	2.1
2946	1440	47.92	3.0	2.41	0.034	2.0

DESCENSO EN EL PIEZOMETRO nº 1

I Hoja 1

BOMBEO DE ENSAYO

en el { sondeo FRIBILIANA
pozo /

Comienzo del bombeo
a las 18 h 39 min
del 16 / 5 / 79

PROFUNDIDAD
DEL NIVEL
PIEZOMETRICO
45.19 metros

Referencia de las medidas del P.P.: _____
Cota de la misma relativa a la Referencia General _____ m.
id. id. id. absoluta id. id. id. _____ m

TIEMPO DESDE EL COMIENZO t (min)	PROFUNDIDAD DEL AGUA (m)	DEPRESION Δ (m)	DEPRESION ESPECIFICA Δ/a (m ⁻² , h)	ALTURA EN EL PITOT (cm)	CAUDAL q (m ³ /hora)	r ² /t	Observaciones
0	45.19	0					
36	49.65	4.46	0.0375		118.8		
38	49.74	4.05	0.0350		"		
52	50.45	5.26	0.0442		"		
55	50.54	5.35	0.0450		"		
60	51.21	6.02	0.0506		"		
65	50.91	5.72	0.0481		"		
70	51.01	5.82	0.0489		"		
75	51.19	6.00	0.0505		"		
80	51.32	6.13	0.0515		"		
85	51.52	6.33	0.0532		"		
90	51.63	6.44	0.0542		"		
95	51.77	6.58	0.0553		"		
100	51.91	6.72	0.0565		"		
122	52.42	7.23	0.0608		"		
140	52.805	7.615	0.0640		"		
163	53.78	8.09	0.0680		"		
181	53.635	8.445	0.0710		"		
200	53.92	8.73	0.0734		"		
280	55.32	10.13	0.0852		"		
300	55.47	10.28	0.0865		"		
320	55.73	10.54	0.0887		"		
340	56.01	10.82	0.0910		"		
360	56.30	11.11	0.0935		"		
380	56.82	11.63	0.0978		"		
400	57.07	11.88	0.0993		"		
450	57.55	12.36	0.1865		66.25		
500	57.88	12.69	0.1915		"		
550	58.19	13.00	0.1962		"		
600	58.485	13.295	0.2007		"		
650	58.68	13.49	0.2036		"		
700	58.925	13.735	0.2073		"		

RECUPERACION EN EL PIEZOMETRO n°

I

Hoja 1

BOMBEO DE ENSAYO

en el { sondeo FRIGILIANA
pozo /

Comienzo de la recuperación

a las 19 h 45 min.
del 17/5/79

Duración real del bombeo (t_p) 1506 min; corregida min

Valor del caudal a utilizar en el estudio de la recuperación: m³/h.

TIEMPO DESDE EL COMIENZO t (min)	TIEMPO DESDE LA PARADA t' (min)	PROFUNDIDAD DEL AGUA (m)	$\frac{t+t'}{t}$	DEPRESION RESIDUAL (m)	ASCENSOS OBSERVADOS (m)	Observaciones
1506	0	60.89		15.70		
1508	2	61.33	755	16.40		
1509.5	3.5	60.90	432	15.71		
1510	4	60.87	378	15.68		
1511	5	60.89	303	15.70		
1512	6	60.83	253	15.64		
1513	7	60.80	217	15.61		
1514	8	60.79	190	15.60		
1515	9	60.73	179	15.54		
1516	10	60.695	153	15.51		
1518	12	60.61	127	15.42		
1520	14	60.55	110	15.36		
1522	16	60.48	96	15.29		
1524	18	60.375	86	15.18		
1526	20	60.79	77	15.10		
1528	22	60.205	70	15.01		
1530	24	60.115	65	14.93		
1532	26	60.03	60	14.84		
1534	28	59.95	56	14.75		
1536	30	59.90	52	14.71		
1538	32	59.745	49	14.55		
1540	34	59.65	46	14.46		
1542	36	59.55	44	14.36		
1544	38	59.44	42	14.25		
1546	40	59.37	40	14.18		
1551	45	59.08	35	13.89		
1557	51	58.775	31	13.59		
1563	57	58.53	28	13.34		
1567	61	58.305	27	13.12		
1572	66	58.09	25	12.90		
1578	72	57.875	23	12.69		
1583	77	57.60	22	12.51		

RECUPERACION EN EL PIEZOMETRO n°

Hoja 2

BOMBEO DE ENSAYO

en el { sondeo FRIDILIANA
pozo 1

TIEMPO DESDE EL COMIENZO t (min)	TIEMPO DESDE LA PARADA t' (min)	PROFUNDIDAD DEL AGUA (m)	$\frac{t+t'}{t}$	DEPRESION RESIDUAL (m)	ASCENSOS OBSERVADOS (m)	Observaciones
1586	80	57.41	21	12.22		
1592	86	57.145	19.5	11.96		
1598	92	56.96	18.4	11.77		
1602	96	56.82	17.7	11.63		
1608	102	56.63	16.8	11.44		
1628	122	56.05	14.3	10.86		
1651	145	55.49	12.4	10.30		
1666	160	55.08	11.4	9.89		
1686	180	54.60	10.4	9.41		
1706	200	54.29	9.5	9.10		
1726	220	53.98	8.8	8.79		
1746	240	53.49	8.3	8.30		
1766	260	53.13	7.8	7.94		
1786	280	52.80	7.4	7.61		
1806	300	52.44	7.0	7.25		
1826	320	52.20	6.7	7.01		
1846	340	51.93	6.4	6.74		
1866	360	51.67	6.2	6.48		
1886	380	51.44	6.0	6.25		
1906	400	51.22	5.8	6.03		
1956	450	50.76	5.3	5.57		
2006	500	50.29	5.0	5.10		
2056	550	49.96	4.7	4.77		
2106	600	49.65	4.5	4.46		
2156	650	49.39	4.3	4.20		
2206	700	49.16	4.2	3.97		
2256	750	48.95	4.0	3.76		
2306	800	48.75	3.9	3.56		
2356	850	48.56	3.8	3.37		
2406	900	48.44	3.7	3.25		
2456	950	48.29	3.6	3.10		
2506	1000	48.18	3.5	2.99		
2706	1200	47.76	3.3	2.57		
2906	1400	47.44	3.1	2.25		
2946	1450	47.40	3.0	2.21		

8.4. PRUEBAS DE ESCALONES DE BOMBEO

El día 21-10-79 se realizaron una pruebas de bombeo con el fin de obtener un mejor conocimiento del comportamiento y características del pozo.

Los caudales de bombeo fueron de 30 minutos de duración cada uno y con caudal constante de bombeo durante cada periodo. Antes de iniciar el segundo y tercer escalón se esperó a recuperar el nivel piezométrico, si no totalmente para no alargar demasiado la duración de las pruebas al menos cuando el nivel estaba casi recuperado como puede verse en el hidrograma fig.3.1.

Los caudales con los que se realizó dicha prueba fueron de 15,25 y 35 litros/segundo.

Los descensos observados, analizados conjuntamente con el primer y segundo bombeo nos han permitido obtener unos gráficos cuyos análisis y resultados enumeramos a continuación.

La curva característica del pozo fig. 3.3. pone de manifiesto la existencia de un acuífero libre. El caudal crítico parece estar cercano a los 25 litros/segundo, razón por lo cual, superado dicho caudal las pérdidas de carga provocadas en el pozo no son proporcionales con respecto a Q sino Q^n . Esto quiere decir que con caudales de bombeo superior al crítico, el consumo de energía sería demasiado elevado con respecto al caudal obtenido, además de provocar posibles obstrucciones para arrastre de materiales finos.

Pruebas de caudales Escalonados.

Tambien se pone de manifiesto un cierto grado de anisotropía a juzgar por las fig.3.3; 3.4, y 3.5, así como un paso de un régimen de acuífero confinado a libre, si la depresión provocada con caudales altos es importante.

Con respecto a la anisotropía del acuífero se ha podido comprobar con la columna litológica del sondeo, donde presenta tramos más alterados que otros que hacen que junto con la posición de un fuerte buzamiento, tal vez influyan a que la permeabilidad horizontal y vertical sean distintas.

En al fig. 3.4. se han determinado los valores de los términos B y C para dos regímenes distintos.

En el primer supuesto, para un régimen semiconfinado $B_1 = 0,08 \text{ hora. m}^{-2}$ y $C_1 = 0,00011 \text{ horas. m}^{-5}$ y para un acuífero libre $B_2 = 0,027 \text{ hora.m}^{-2}$ y $C_2 = 0,0014 \text{ hora. m}^{-5}$.

Con estos valores y a partir de la fórmula $\Delta_o = C Q^2 + BQ$. Se podría determinar las pérdidas de cargas (Δ_c) provocadas, independientemente del tiempo de bombeo, por parte del pozo y por parte del acuífero siendo:

Δ_o = pérdidas de carga en metro

Q = caudal de bombeo en m^3/hora

C y B = coeficientes determinados anteriormente

En las figuras 3.6 y 3.7 se representa la evolución de la depresión específica y del caudal específico en función

del tiempo respectivamente. Se puede ver como los escalones de 15 y 25 litros/segundo provocan un descenso del caudal específico anómalo pero explicable , dado tal vez el escaso desarrollo. El descenso específico provocado por el caudal de 20 litros/segundo con respecto al de 33 litros/segundo en su primera fase también es anómalo dado que 20 litros/segundo provocad una disminución del caudal específico más acusada, pero puede verse como a partir de un tiempo de 100 minutos se comporta correctamente. Se ve claramente el efecto de la acidificación que ha mejorado la permeabilidad de la zona profunda, que por otro lado es donde se aplicó la acidificación(inyección de ácido a 74 metros de profundidad)

8.5. SEGUNDO AFORO

8.5.1. EVOLUCION E INCIDENCIAS

El segundo aforo se inicia el dia 22-10-79 a las 10 horas con un nivel piezométrico inicial de 45,30 metros en el pozo de bombeo y de 45 metros en el piezómetro;

Se elige un caudal de bombeo de 20 litros/segundo a la vista de los resultados obtenidos en las pruebas de caudales escalonados.

El mencionado caudal se mantiene constante durante todo el ensayo y finaliza a los 1.440 minutos de duración. A partir de este momento se comienza a observar las medidas de recuperación de niveles tal como se muestra en las tablas y gráficos.

8.5.2. CALCULOS DE LOS PARAMETROS HIDRAULICOS 2º BOMBEO

Para este segundo bombeo se ha utilizado el método de Theis y el de Jacob cuyos cálculos son como siguen:

Fig.3.8 descenso en el pozo de bombeo(Theis).

$$T_9 = \frac{Q \cdot W(u)}{4 R} = \frac{72 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,95}{4 \times 3.1416 \times 12,46} = 0,44 \text{ m}^2/\text{hora}$$
$$T_{10} = \frac{Q \cdot W(u)}{4 R} = \frac{72 \text{ m}^3/\text{h} \times 7}{4 \times 3.1416 \times 4,23} = 9,48$$

Fig.3.9. descenso en el pozo de bombeo(Jacob)

$$T_{11} = \frac{0,183 Q}{i_{12}} = \frac{0,183 \times 72 \text{ m}^3/\text{h}}{28} = 0,47 \text{ m}^2/\text{h}$$
$$T_{12} = \frac{0,183 Q}{i_{12}} = \frac{0,183 \times 72 \text{ m}^3/\text{h}}{1,5} = 8,78 \text{ m}^2/\text{h}$$

Fig. 3.10 recuperación en el pozo de bombeo (Jacob)

$$T_{13} = \frac{0,183 \times 72 \text{ m}^3/\text{h}}{13,4} = 0,98 \text{ m}^2/\text{h}$$
$$T_{14} = \frac{0,183 \times 72 \text{ m}^3/\text{h}}{2} = 6,6 \text{ m}^2/\text{h}.$$

Fig. 3.11 descenso en el piezómetro (Theis)

$$T_{15} = \frac{Q \times W(u)}{4 R} = \frac{72 \text{ m}^3/\text{h} \times 1,7}{4 \times 3.1416 \times 9,5} = 1,02 \text{ m}^2/\text{h}$$

Fig. 3.12 descenso en el piezómetro (Jacob)

$$T_{16} = \frac{0,183}{i} \frac{Q}{S} = \frac{0,183 \times 72 \text{ m}^3/\text{h}}{14} = 0,94 \text{ m}^2/\text{h}$$

Fig.3.13 recuperación en el piezómetro (Jacob)

$$T_{17} = \frac{0,183}{i} \frac{Q}{S} = 0,94 \text{ m}^2/\text{h}$$

DESCENSO EN EL "POZO "

I

Hoja 1

BOMBEO DE ENSAYO

en el { sondeo FRIG/LIANA
pozo _____/_____Comienzo del bombeo:
a las 10 h.00 min.
del 22 / 10 / 79PROFUNDIDAD
DEL NIVEL
PIEZOMETRICO
45.30 metrosReferencia de las medidas del N.P.: coincide con la Referencia Ge-
neral... / _____, cota
de la misma relativa a la Referencia General: _____, _____ m.

TIEMPO DESDE EL COMIENZO t (min)	PROFUNDIDAD DEL AGUA (m)	DEPRESION Δ (m)	DEPRESION ESPECIFICA Δ/a (m ⁻² . h)	PIEZOMETRICO PIEZO (cm)	CAUDAL Q (m ³ /hora)	r = 0,175m r ² /t	1 Ecuimetros Observaciones
0	45.30	0			72 m ³ /h		
1	49.20	3.90	0.05	18.46	"	0.0306	1
2	49.30	4.00	0.0556	18.0	"	0.0153	0.50
3	49.37	4.07	0.0565	17.69	"	0.0102	0.33
4	49.53	4.23	0.0588	17.02	"	0.0077	0.25
5	49.69	4.39	0.0610	16.40	"	0.0061	0.20
6	49.74	4.44	0.0617	16.22	"	0.0051	0.17
7	49.82	4.52	0.0628	15.93	"	0.0044	0.143
8	49.91	4.61	0.0640	15.62	"	0.0038	0.125
9	49.96	4.66	0.0647	15.45	"	0.0034	0.11
10	50.01	4.71	0.0654	15.29	"	0.0031	0.10
12	50.11	4.81	0.0668	14.97	"	0.0026	0.083
14	50.21	4.91	0.0682	14.66	"	0.0022	0.071
16	50.37	5.07	0.0704	14.20	"	0.0019	0.063
18	50.49	5.19	0.0721	13.87	"	0.0017	0.056
20	50.57	5.27	0.0732	13.66	"	0.0015	0.050
22	50.64	5.34	0.0742	13.48	"	0.0014	0.045
24	50.73	5.43	0.0754	13.26	"	0.0013	0.042
26	50.80	5.50	0.0763	13.09	"	0.0012	0.038
28	50.91	5.61	0.0779	12.83	"	0.0011	0.036
30	51.00	5.70	0.0792	12.63	"	0.0010	0.033
35	51.20	5.90	0.0819	12.20	"	0.0009	0.029
40	51.41	6.11	0.0849	11.78	"	0.0008	0.025
45	51.58	6.28	0.0872	11.46	"	0.0007	0.022
50	51.79	6.49	0.0901	11.09	"	0.0006	0.020
60	52.08	6.78	0.0947	10.62	"	0.0005	0.017
70	52.37	7.07	0.0982	10.18	"	0.0004	0.014
80	52.65	7.35	0.1021	9.80	"	0.000383	0.013
90	52.86	7.56	0.1050	9.52	"	0.000340	0.011
100	53.12	7.82	0.1086	9.21	"	0.000306	0.010
120	53.55	8.25	0.1146	8.73	"	0.000255	0.008
140	53.97	8.67	0.1204	8.30	"	0.000219	0.007
160	54.38	9.08	0.1261	7.93	"	0.000191	0.006

DESCENSO EN EL "POZO "

I

Hoja 2

BOMBEO DE ENSAYO

en el sondeo ERIGLIANA / pozo /

Comienzo del bombeo: a las ___ h. ___ min. del ___/___/___

PROFUNDIDAD DEL NIVEL PIEZOMETRICO metros

Referencia de las medidas del N.P.: coincide con la Referencia General... / , cota de la misma relativa a la Referencia General: , m.

Table with columns: TIEMPO DESDE EL COMIENZO t (min), PROFUNDIDAD DEL AGUA (m), DEPRESION (m), DEPRESION ESPECIFICA (m-2. h), ALMERA EN EL PITOT (cm), CAUDAL q (m3/hora), r2/t, t/r2, Observaciones. Contains handwritten data for times 180 to 1440 minutes.

RECUPERACION EN EL "POZO "

I

Hoja 4

BOMBEO DE ENSAYO en el { pozo FRIGLIANA /

Comienzo de la recuperación a las 10 h. 00 min. del 23 / 10 / 79

Duración real del bombeo (t_f): min; corregida: min.

Valor del caudal a utilizar en el estudio de la recuperación: 72 m³/h.

TIEMPO DESDE EL COMIENZO t (min)	TIEMPO DESDE LA PARADA t' (min)	PROFUNDIDAD DEL AGUA (m)	$\frac{t+t'}{t'}$	DEPRESION RESIDUAL (m)	ASCENSOS OBSERVADOS (m)	Observaciones
1440	0	78.44		33.14		
1441	1	65.36	1442	20.06		
1442	2	61.45	722	16.15		
1443	3	60.32	482	15.02		
1444	4	59.66	362	14.36		
1445	5	59.32	290	14.02		
1446	6	59.37	242	14.07		
1447	7	59.17	208	13.87		
1448	8	59.03	182	13.73		
1449	9	58.94	162	13.64		
1450	10	58.86	146	13.56		
1452	12	58.72	122	13.42		
1454	14	58.66	105	13.36		
1456	16	58.46	92	13.16		
1458	18	58.39	82	13.09		
1460	20	58.26	74	12.96		
1462	22	58.13	67	12.83		
1464	24	58.09	62	12.79		
1466	26	58.07	57	12.77		
1468	28	57.70	53.4	12.40		
1470	30	57.55	50	12.25		
1475	35	57.59	43.1	12.29		
1480	40	57.48	38	12.18		
1485	45	57.33	34	12.03		
1490	50	57.09	30.8	11.79		
1500	60	56.75	26	11.45		
1510	70	56.37	22.6	11.07		
1520	80	56.02	20	10.72		
1530	90	55.79	18	10.49		
1546	106	55.33	15.6	10.03		
1562	122	54.86	13.8	9.56		
1580	140	54.40	12.3	9.10		

RECUPERACION EN EL PIEZOMETRO n°

I

Hoja 1

BOMBEO DE ENSAYO

en el { sondeo FRIGILIANA
pozo ____/____

Comienzo de la recuperación

a las 10 h 00 min
del 23/10/79

Duración real del bombeo (t_r) ____ min; corregida ____ min.

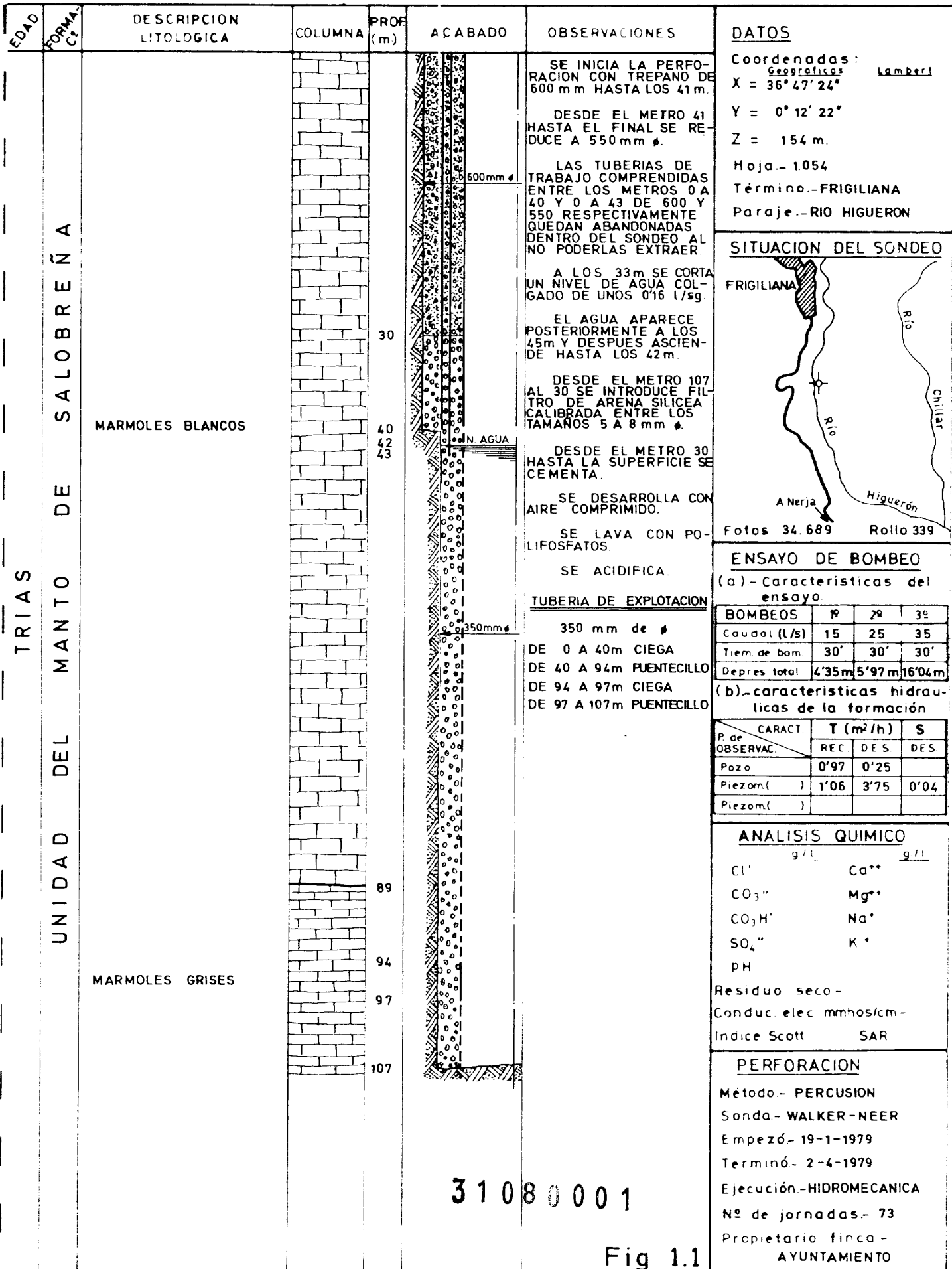
Valor del caudal a utilizar en el estudio de la recuperación: ____ m³/h.

TIEMPO DESDE EL COMIENZO t (min)	TIEMPO DESDE LA PARADA t' (min)	PROFUNDIDAD DEL AGUA (m)	$\frac{t+t'}{t}$	DEPRESION RESIDUAL (m)	ASCENSOS OBSERVADOS (m)	Observaciones
1440	0	60.00		15.00		
1441	1	60.00	1442	15.00		
1442	2	60.00	722	15.00		
1443	3	59.99	482	14.99		
1444	4	59.98	362	14.98		
1445	5	59.95	290	14.95		
1446	6	59.93	242	14.93		
1447	7	59.89	208	14.98		
1448	8	59.87	182	14.87		
1449	9	59.83	162	14.83		
1450	10	59.79	146	14.79		
1452	12	59.71	122	14.71		
1454	14	59.70	105	14.70		
1456	16	59.54	92	14.54		
1458	18	59.44	82	14.44		
1460	20	59.31	74	14.31		
1462	22	59.22	67	14.22		
1464	24	59.10	62	14.10		
1466	26	58.98	57	13.98		
1468	28	58.88	53.4	13.88		
1470	30	58.78	50	13.78		
1475	35	58.51	43.1	13.51		
1480	40	58.26	38.1	13.26		
1485	45	58.00	34	13.00		
1490	50	57.76	30.8	12.76		
1500	60	57.14	26	12.14		
1510	70	56.74	22.6	11.74		
1520	80	56.44	20	11.44		
1530	90	55.99	18	10.99		
1540	100	55.75	15.6	10.75		
1560	120	55.14	13.8	10.14		
1580	140	54.68	12.13	9.68		

A N E X O - 1

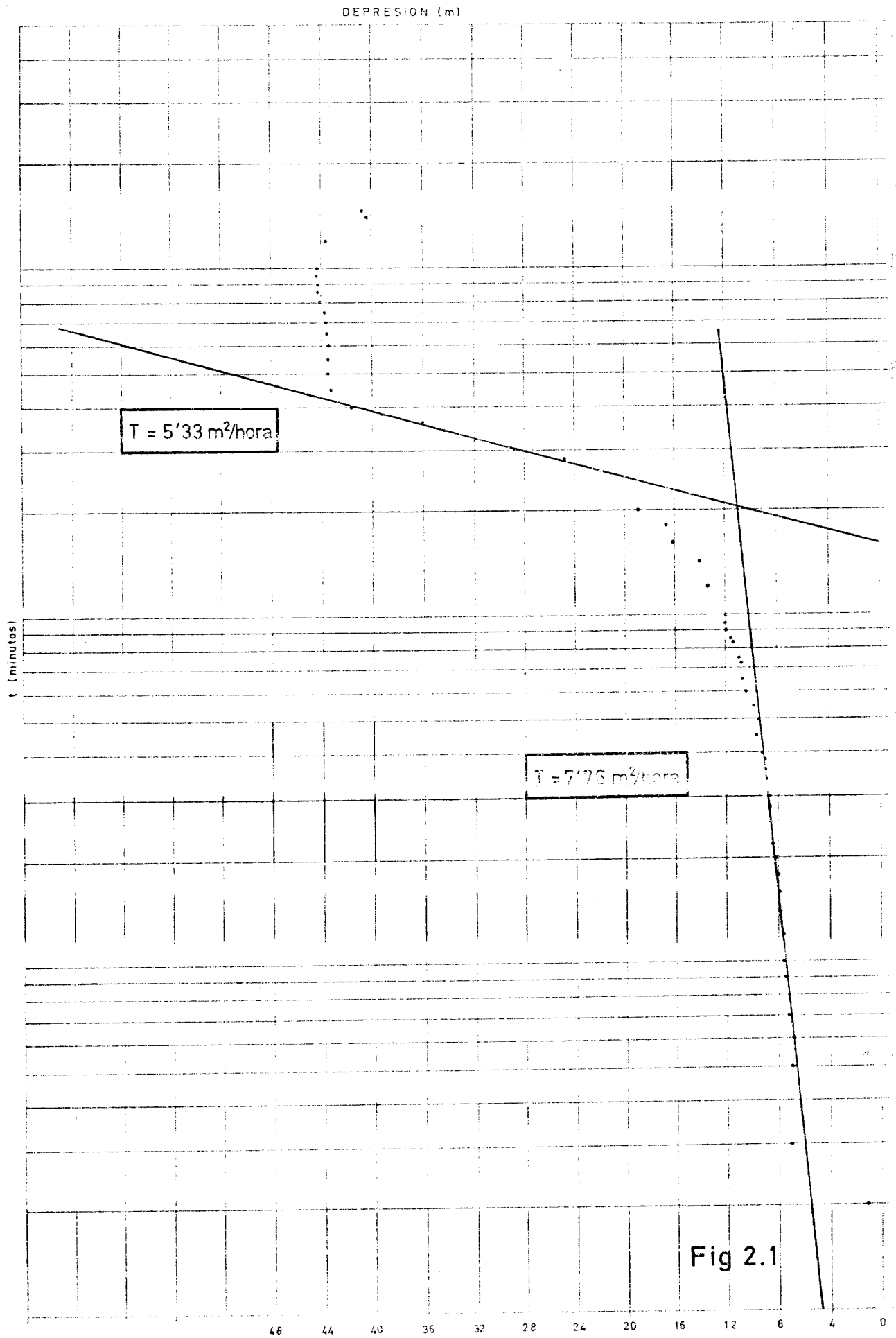
=====

Abastecimiento de Frigiliana

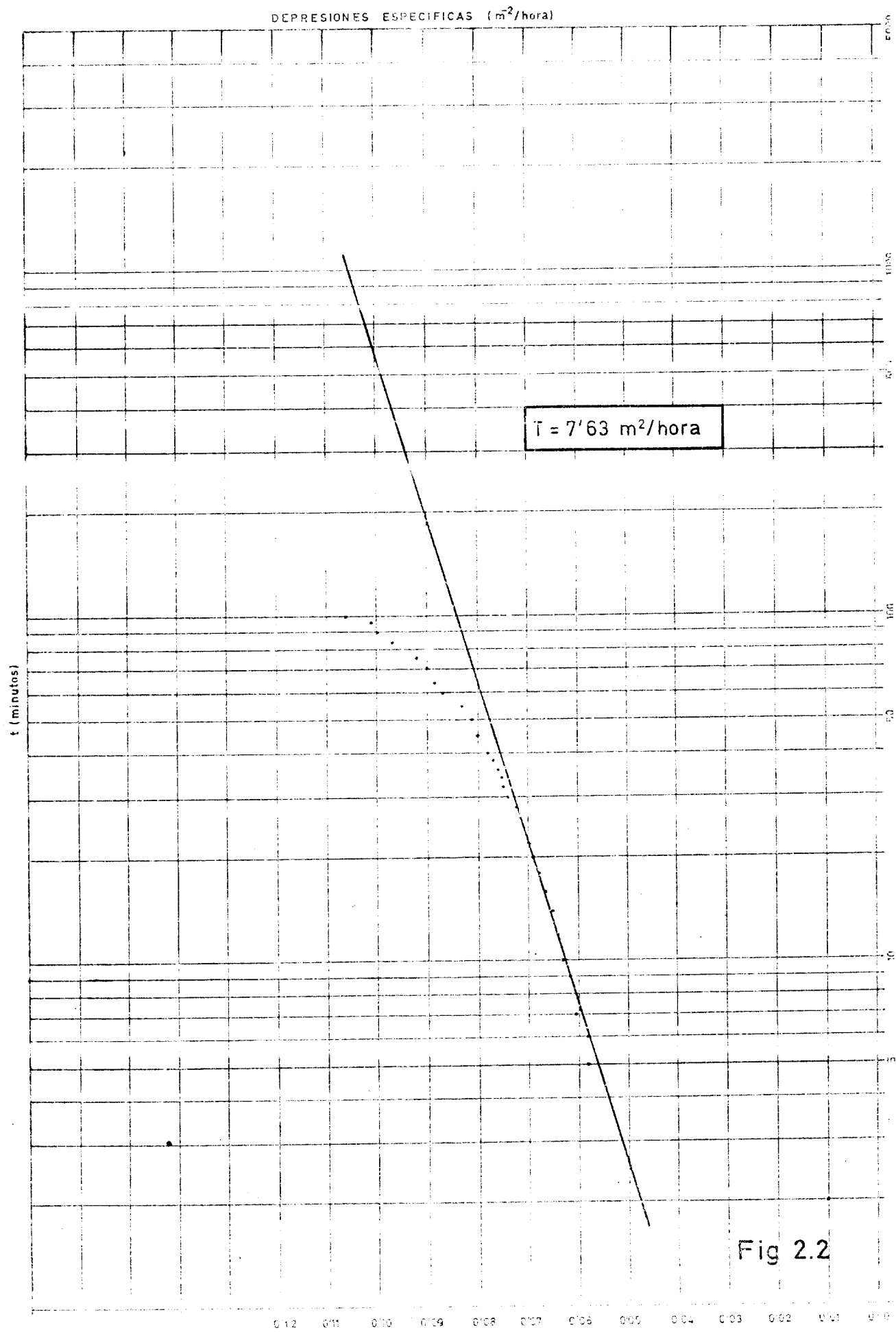


A N E X O - 2.

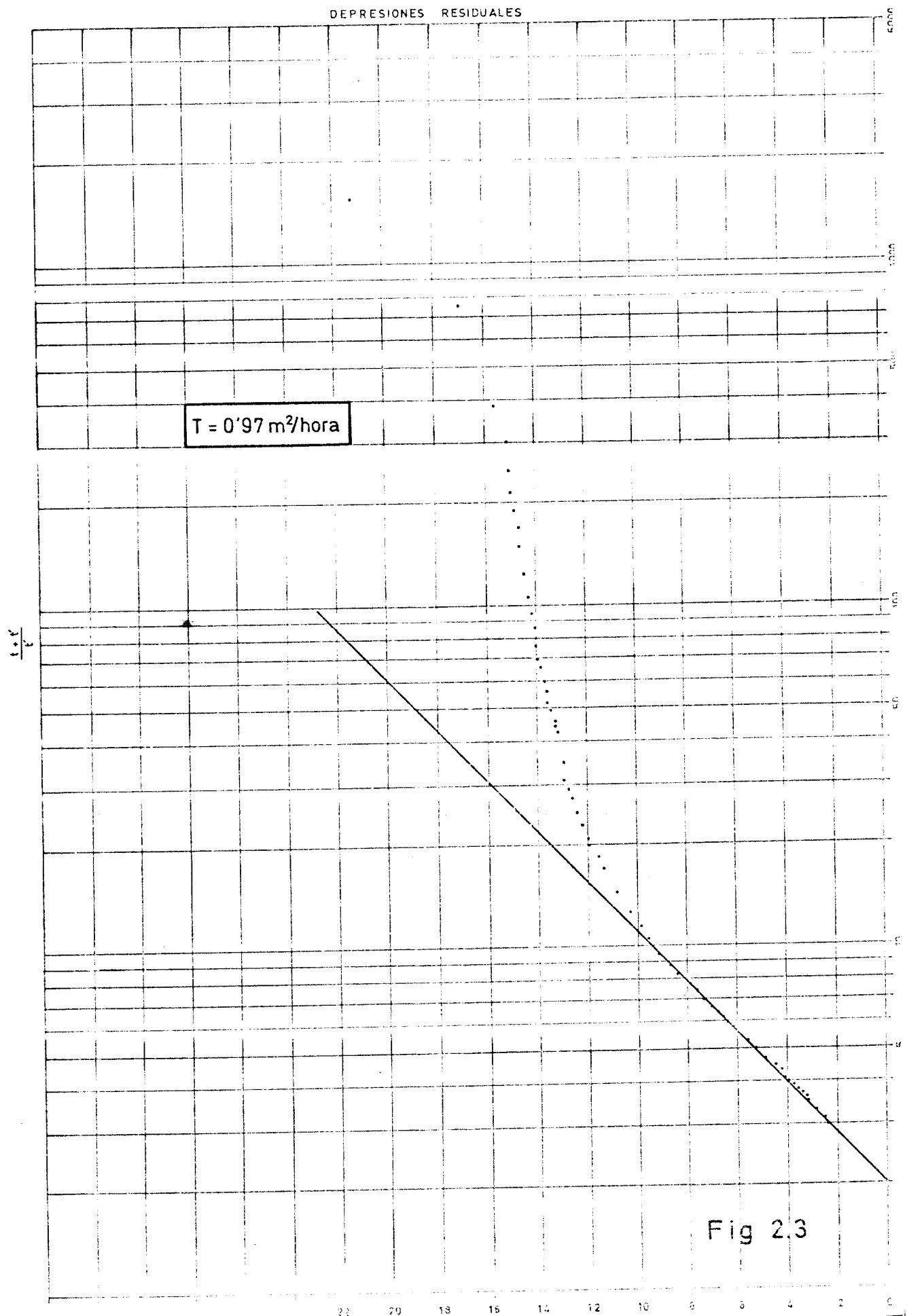
DESCENSO EN EL POZO DE BOMBEO DE FRIGILIANA (Bombeo 1°)



DESCENSO EN EL POZO DE BOMBEO DE FRIGILIANA (Bombeo 1º)



RECUPERACION EN EL POZO DE BOMBEO DE FRIGILIANA (Bombeo 1°)



RECUPERACION EN EL POZO DE BOMBEO DE FRIGILIANA (Bombeo 1º)

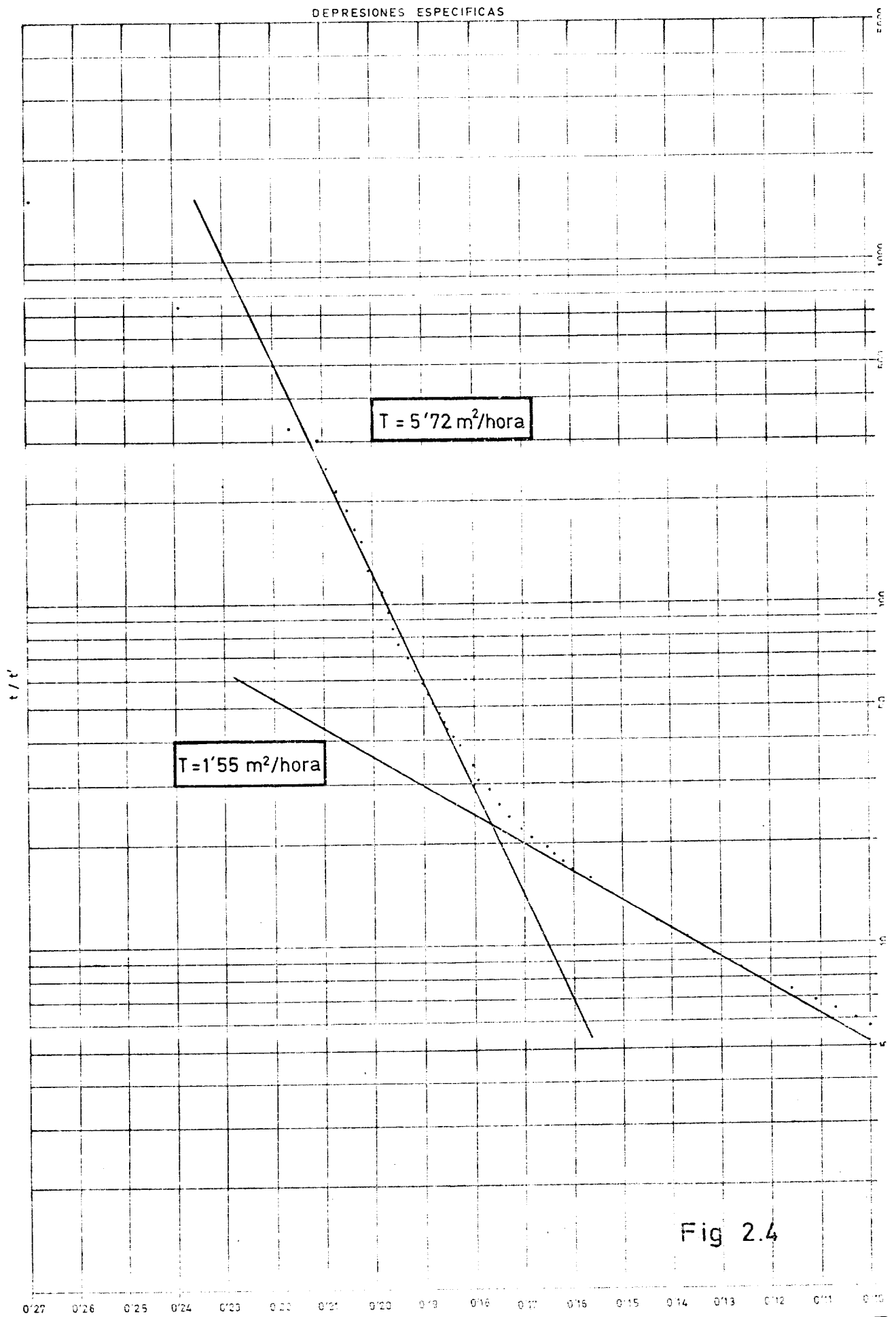


Fig 2.4

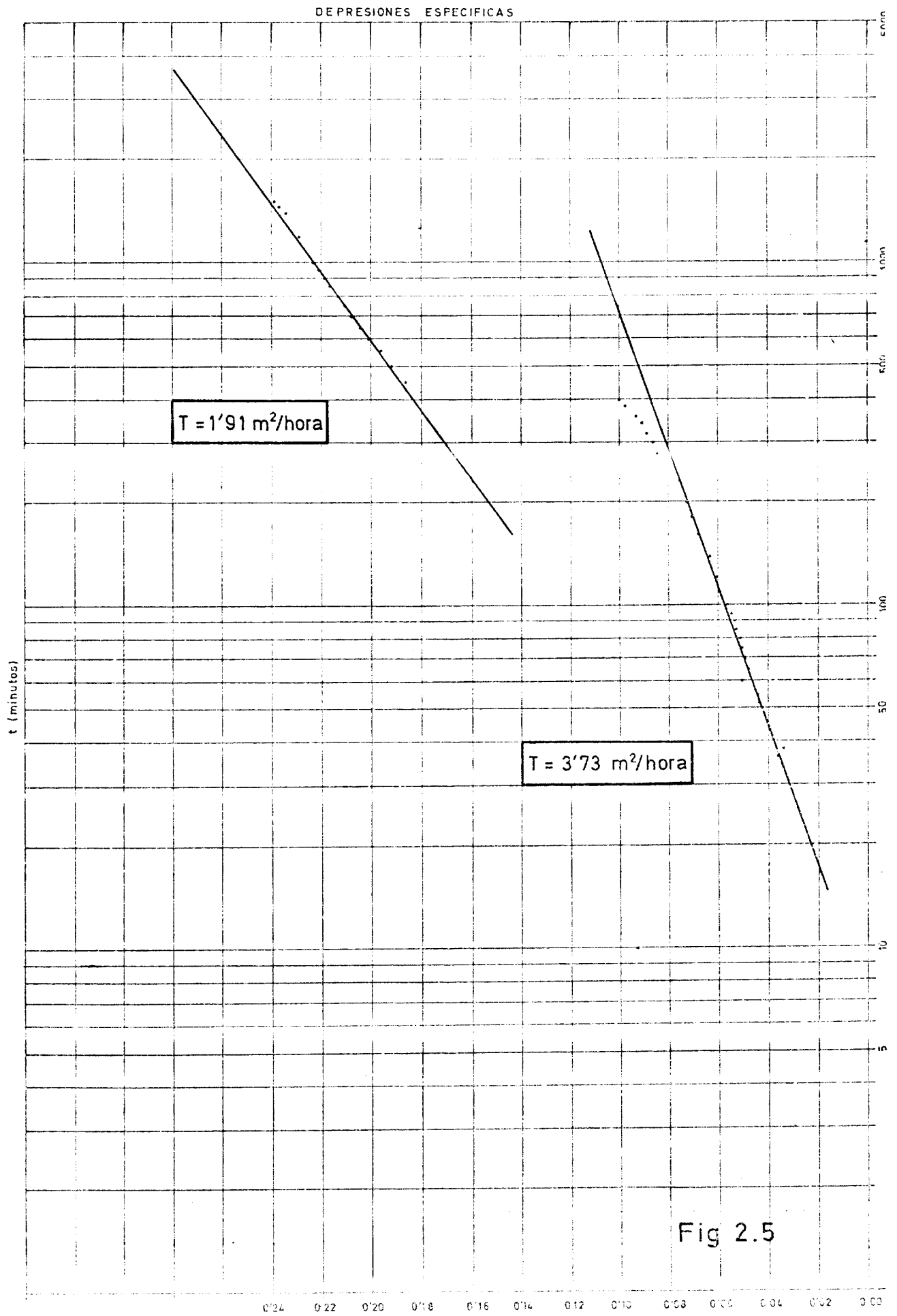
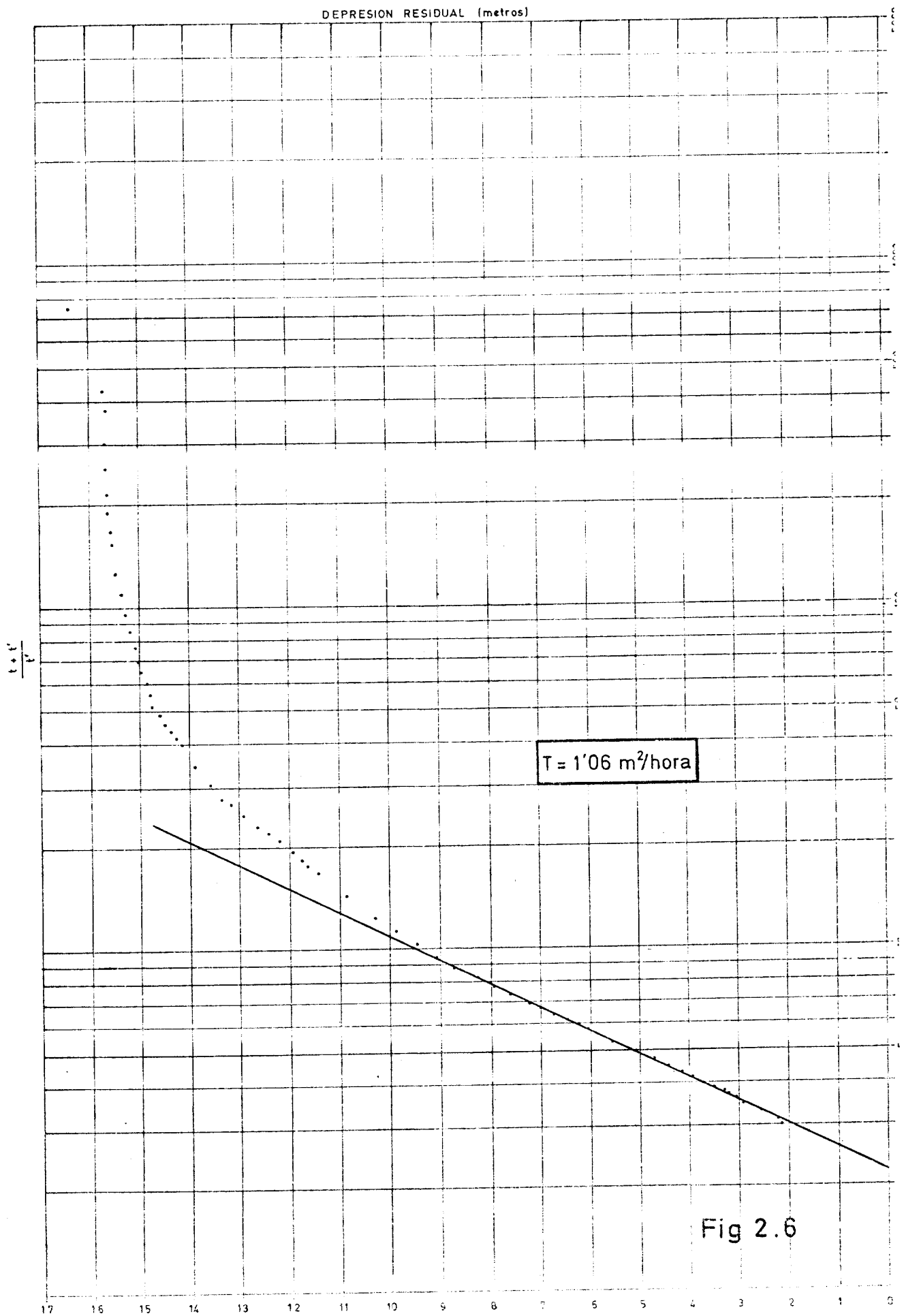


Fig 2.5

RECUPERACION EN EL PIEZOMETRO DE FRIGILIANA (Bombo 1°)



A N E X O - 3

HIDROGRAMA DE EVOLUCION DEL NIVEL DEL AGUA DURANTE LOS ESCALONES DE BOMBEO A Q CONSTANTE

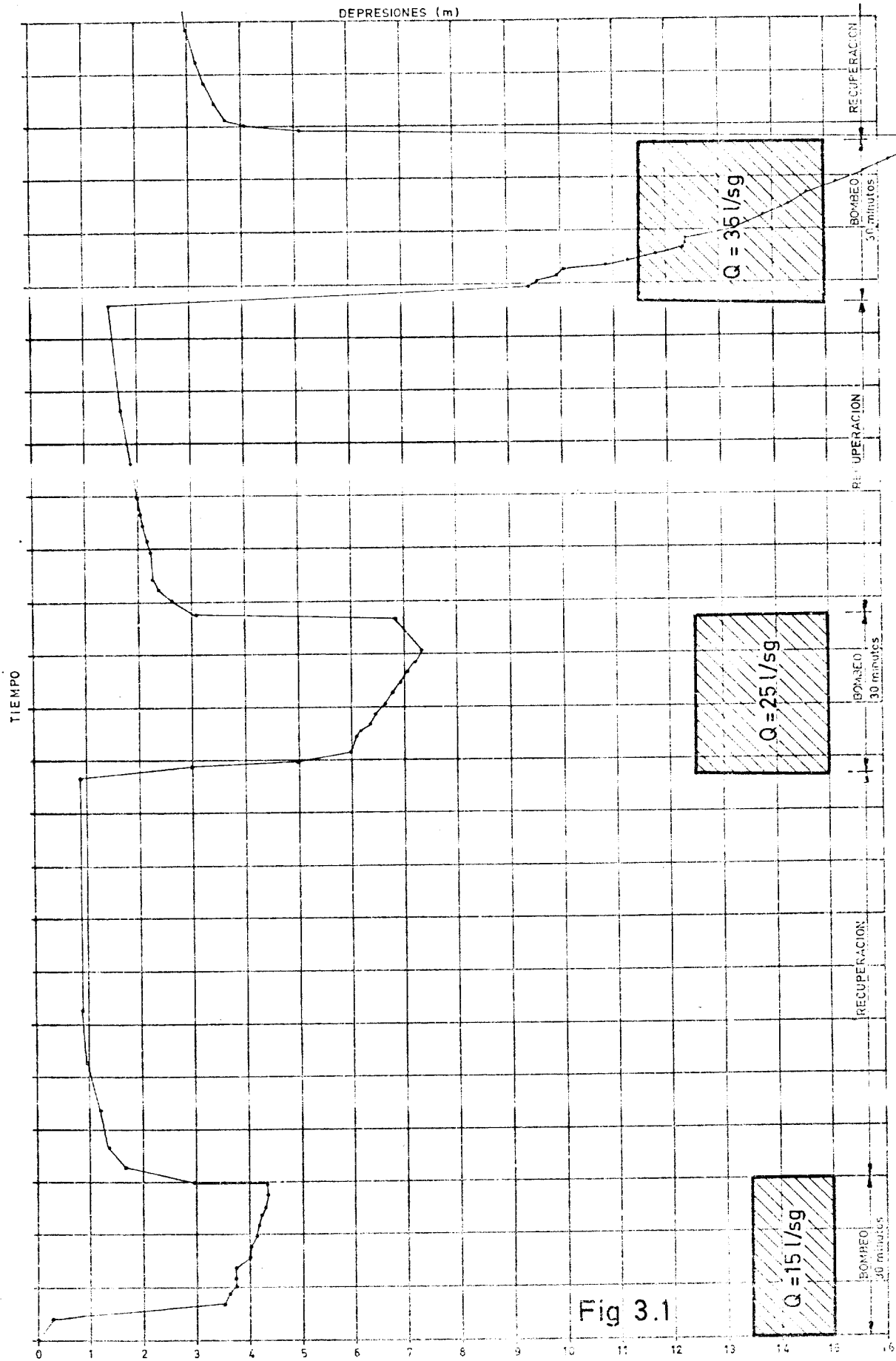
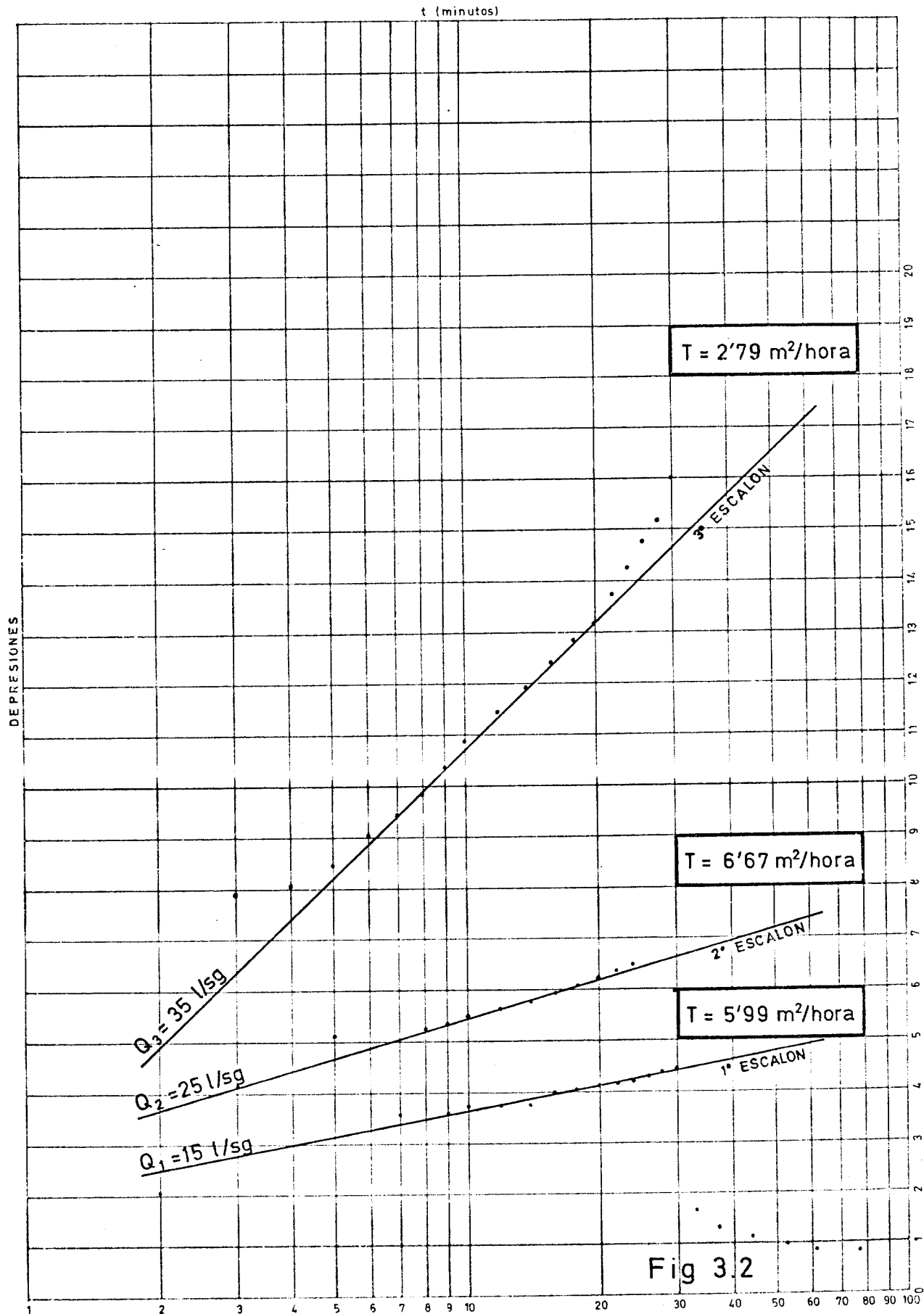


Fig 3.1

SONDEO DE ABASTECIMIENTO DE FRIGILIANA
 PRUEBAS ESCALONADAS DE 30 MINUTOS CON PARADA
 DE RECUPERACION ENTRE CADA UNA DE ELLAS



CURVA CARACTERISTICA DEL POZO (Caudal-Depresión)

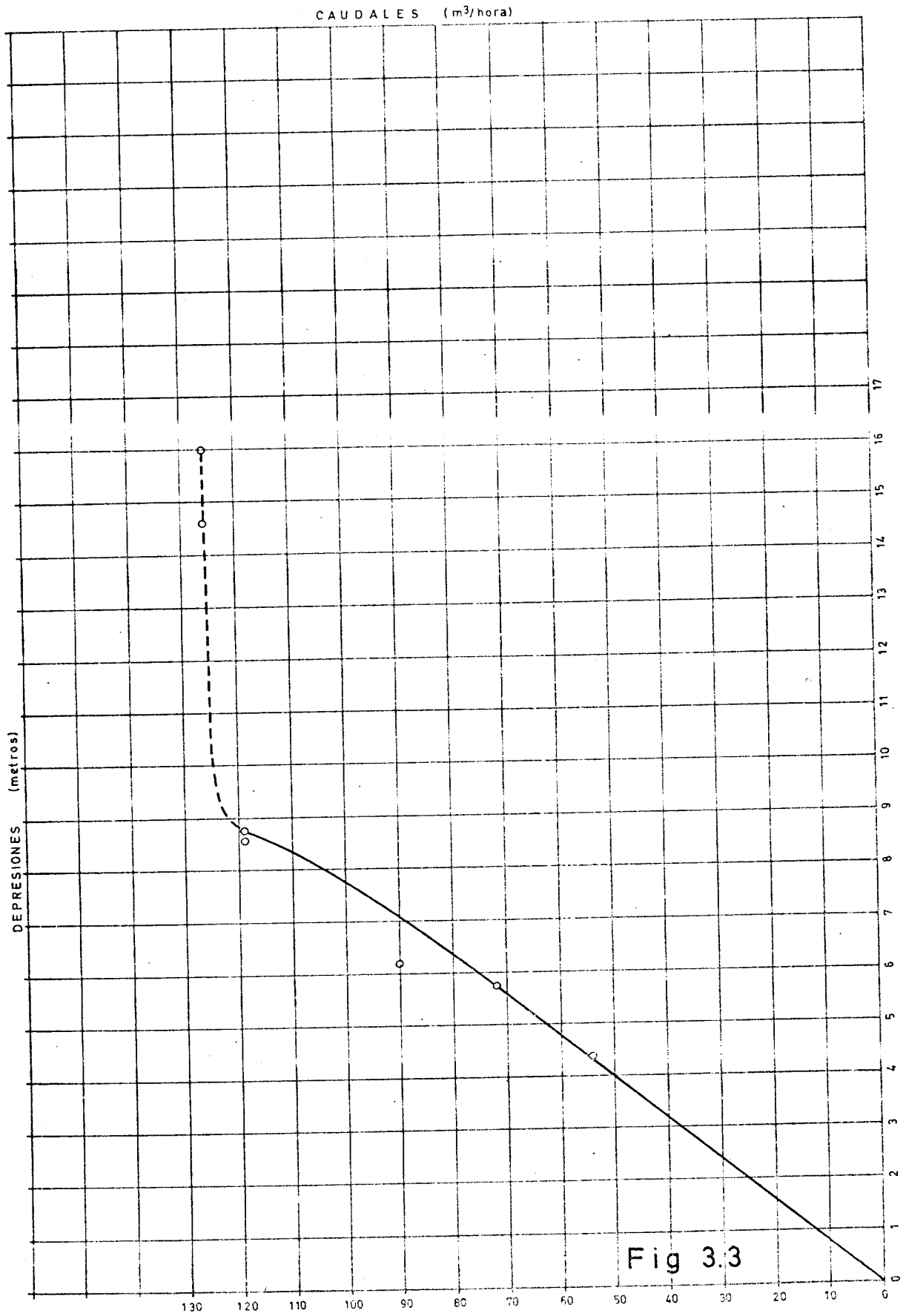


Fig 3.3

CURVA CARACTERISTICA

(Caudal - Depresión específica)

DEPRESIONES ESPECIFICAS ($m^2/hora$)

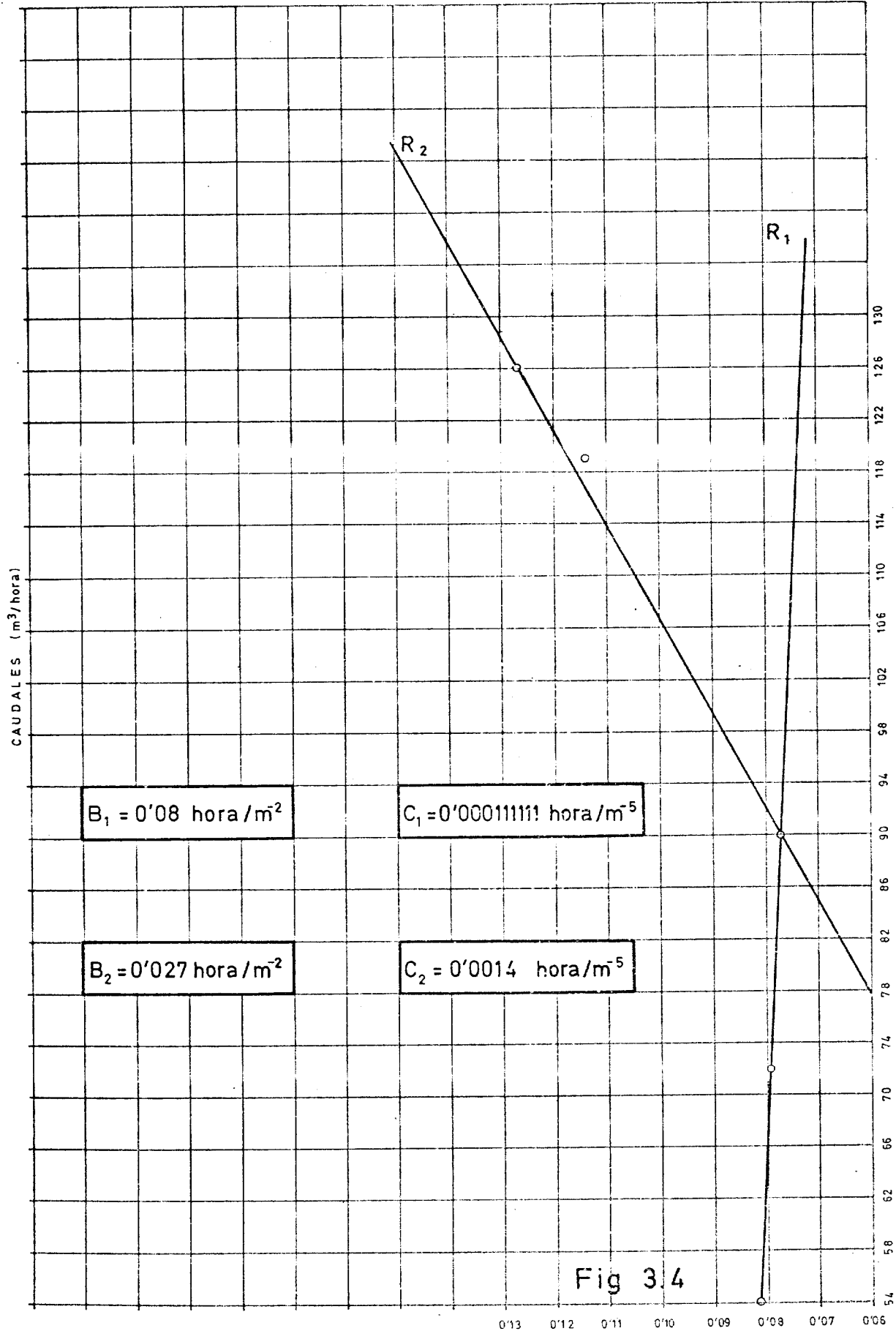


Fig 3.4

CAUDALES ESPECIFICOS

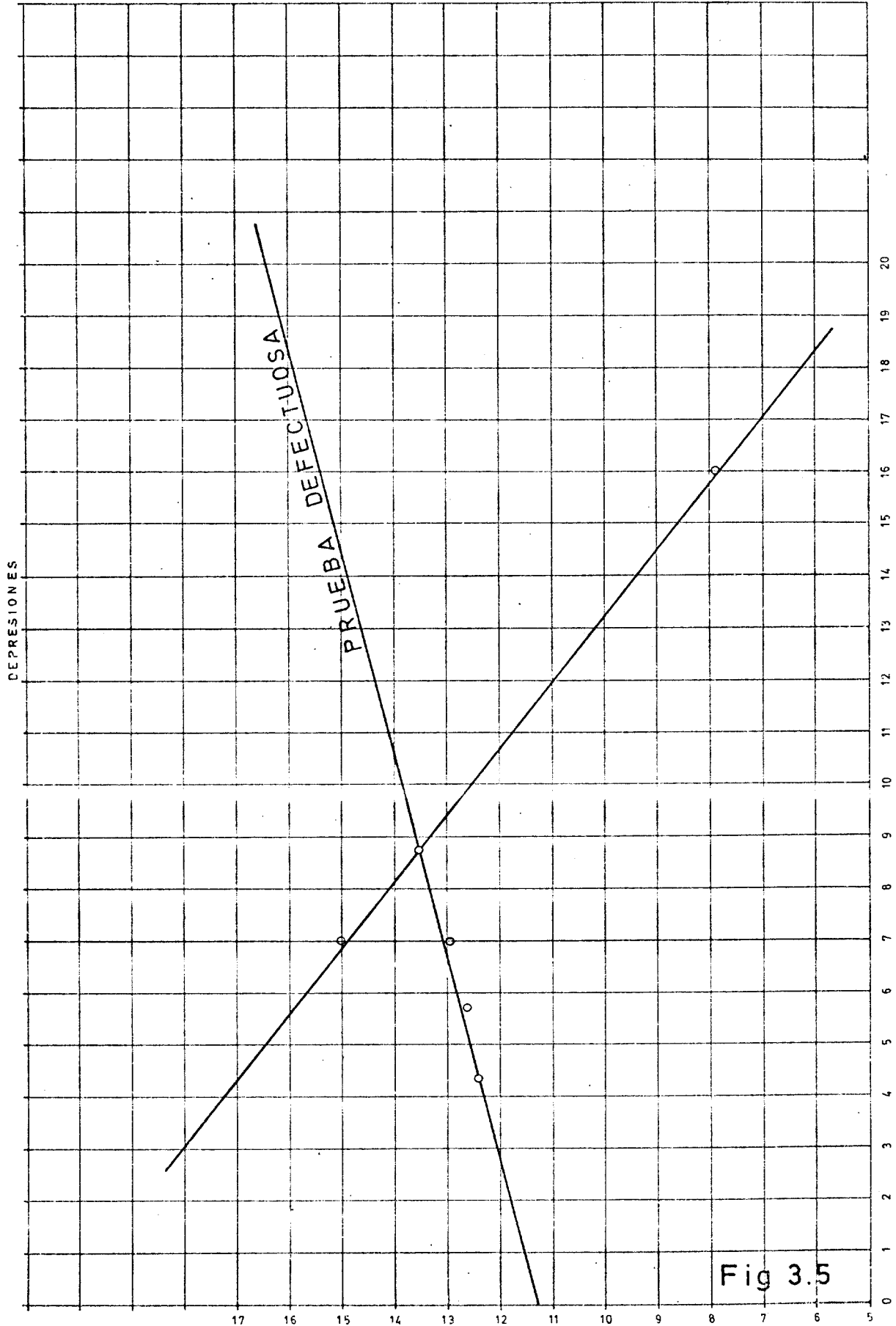


Fig 3.5

POZO DE BOMBEO DE FRIGILIANA
DESCENSOS OBTENIDOS A DISTINTOS CAUDALES

DEPRESIONES ESPECIFICAS ($m^2/hora$)

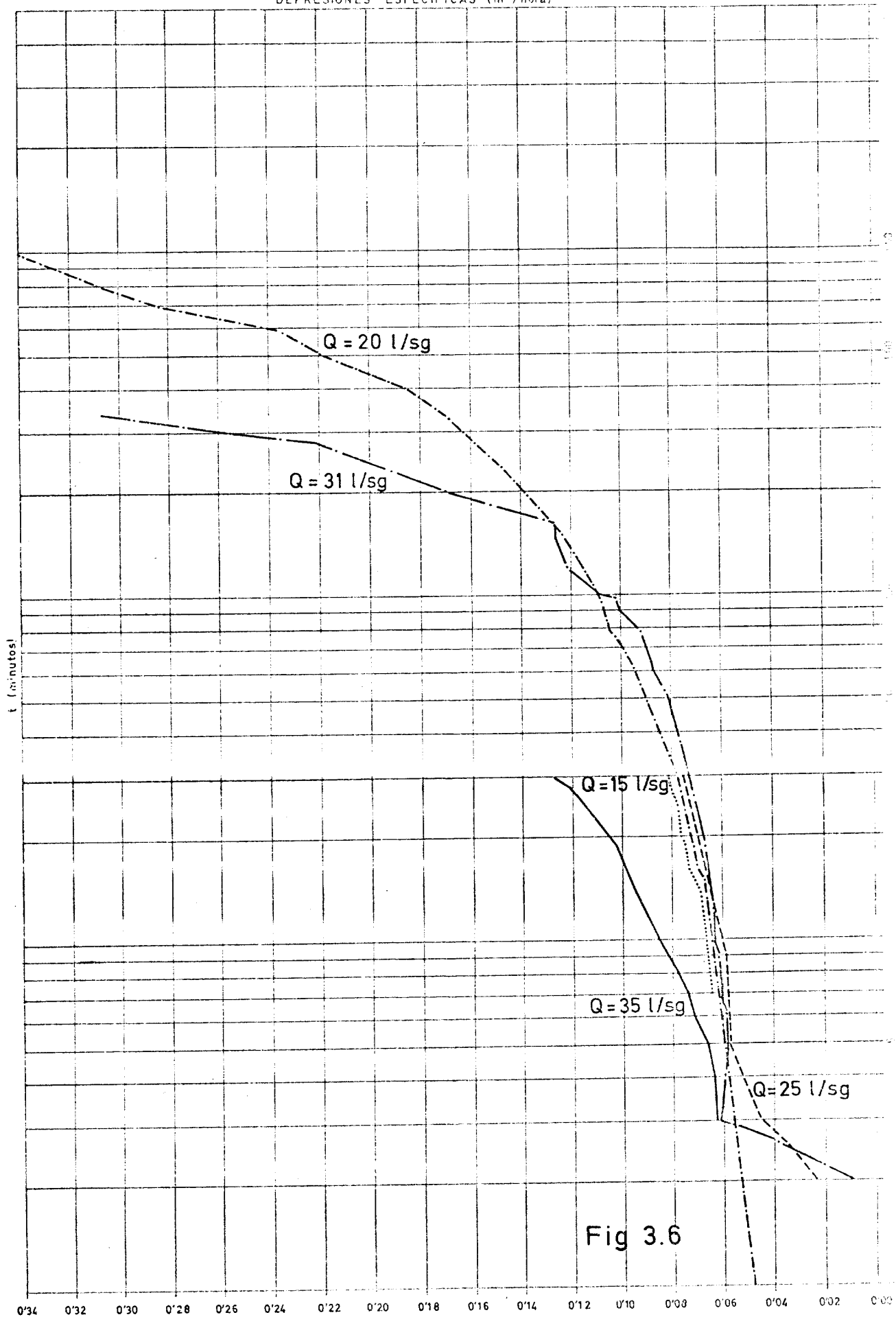


Fig 3.6

CAUDALES ESPECIFICOS

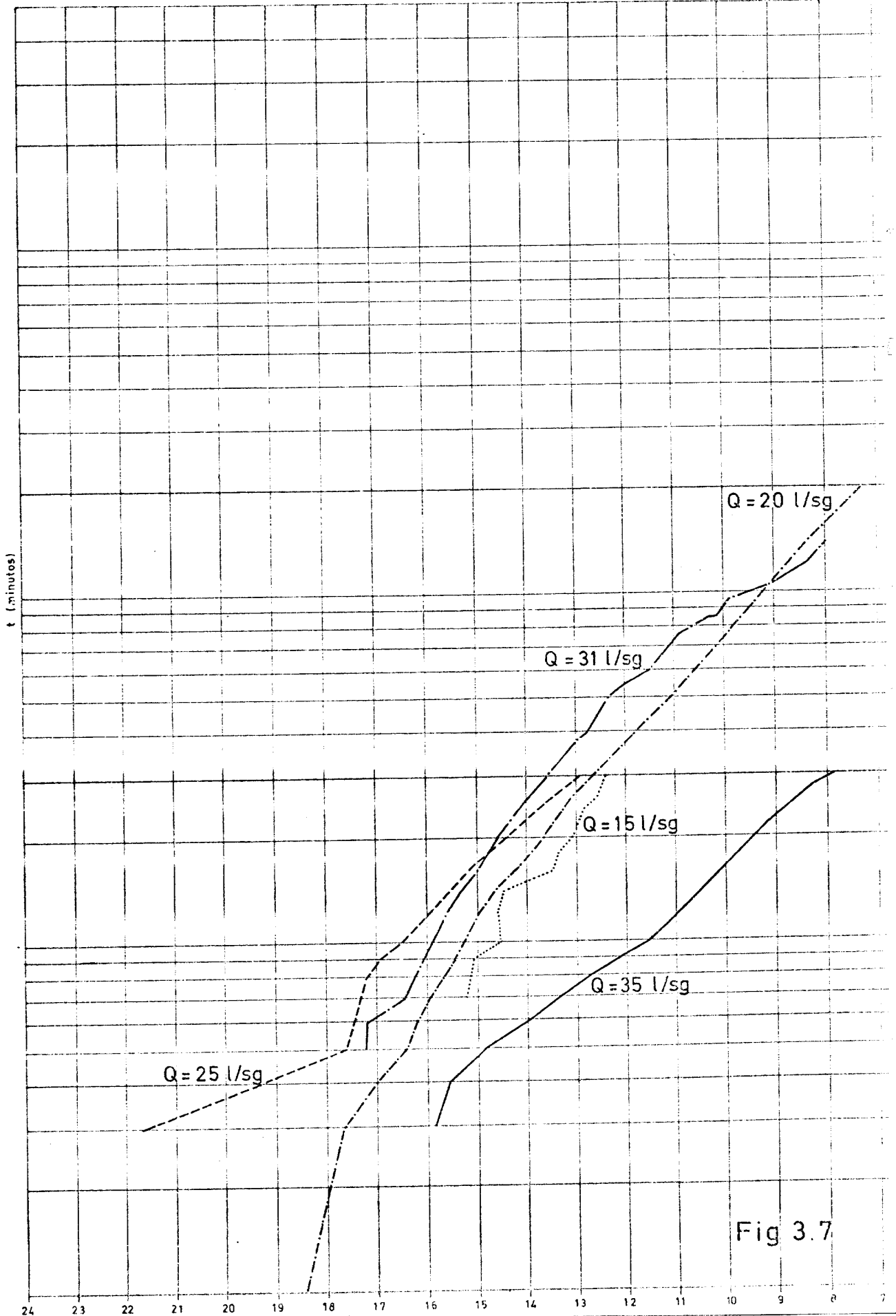
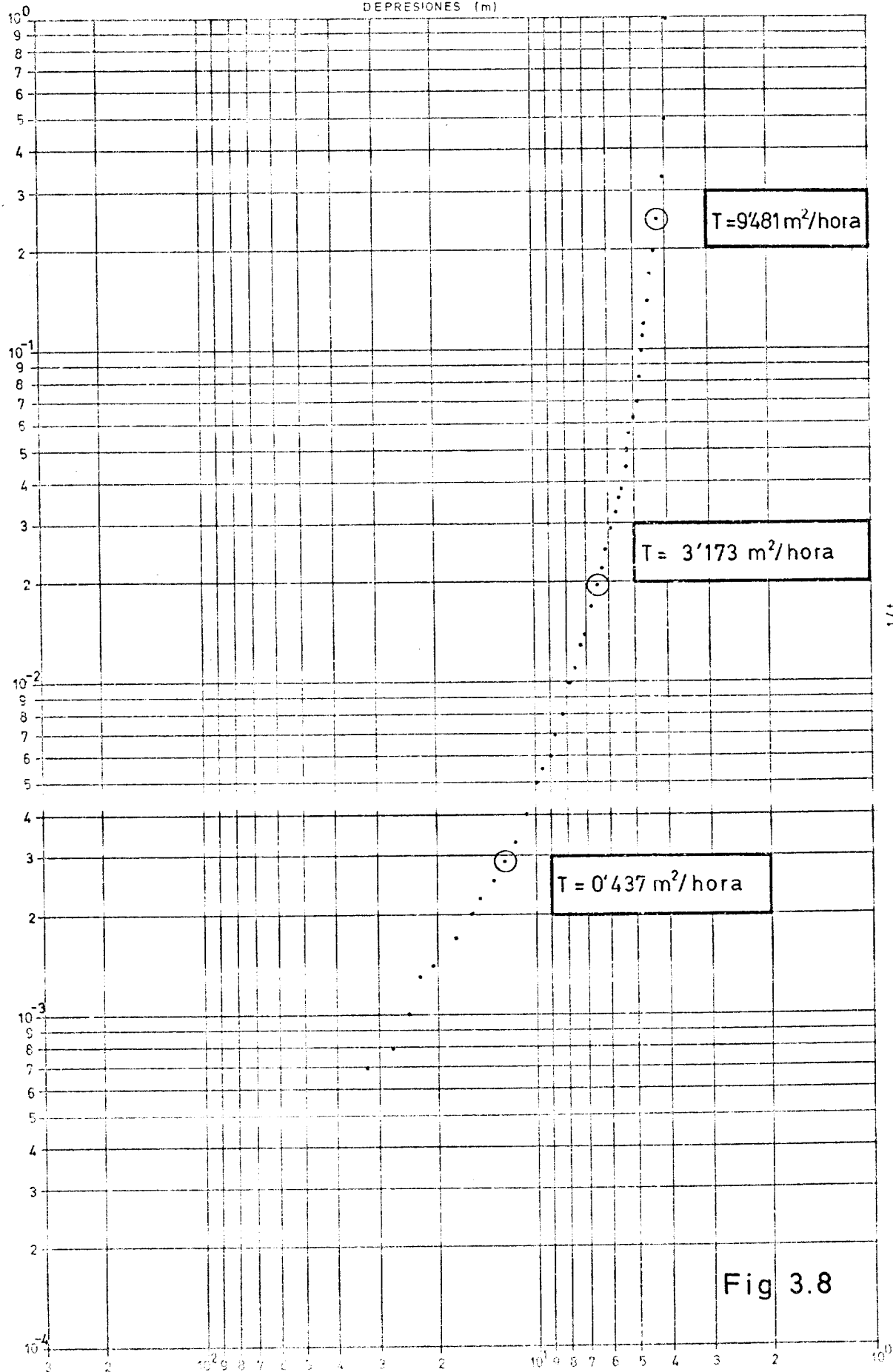
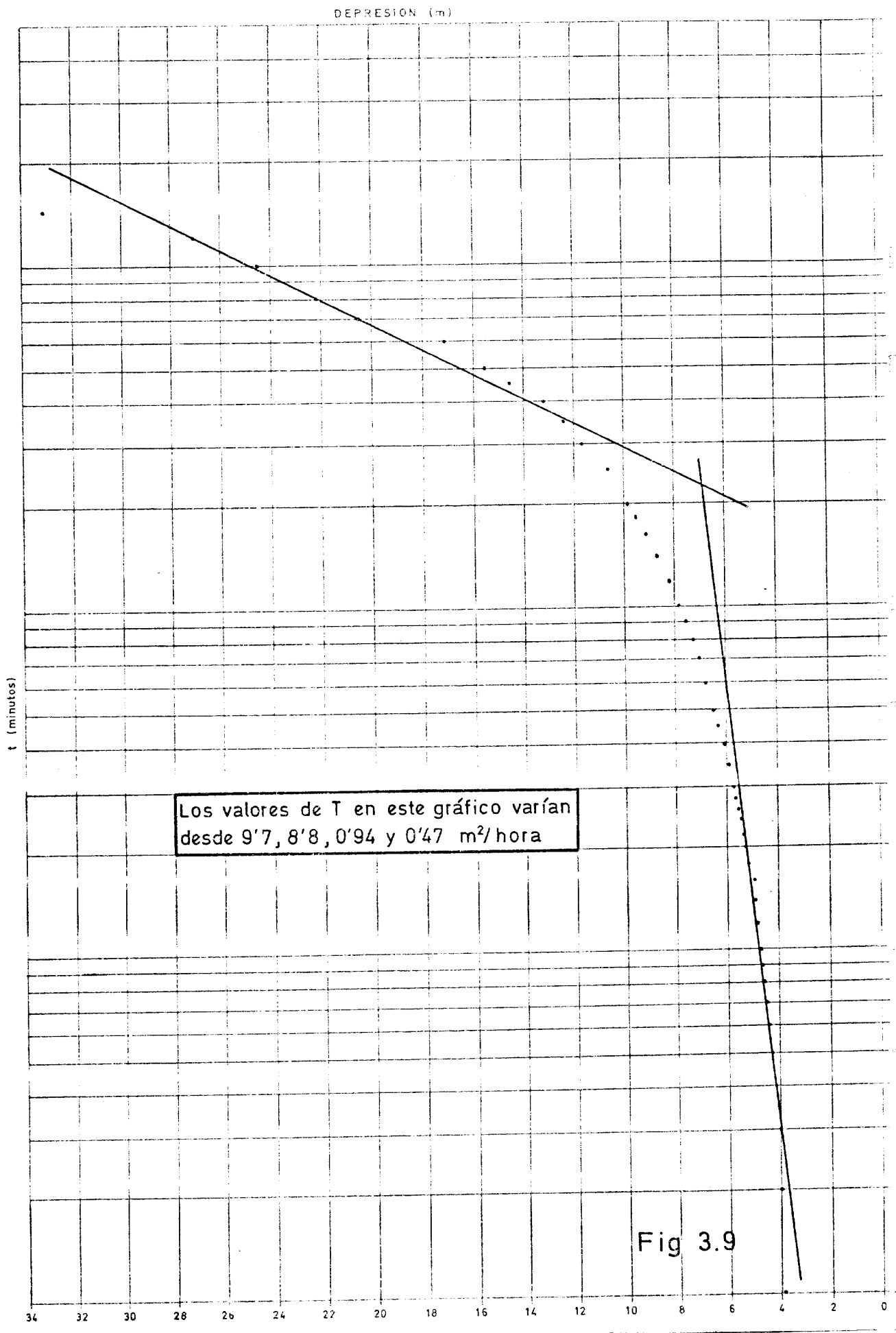


Fig 3.7

DESCENSO EN EL POZO DE BOMBEO DE FRIGILIANA (2° bombeo)
 METODO DE THEIS

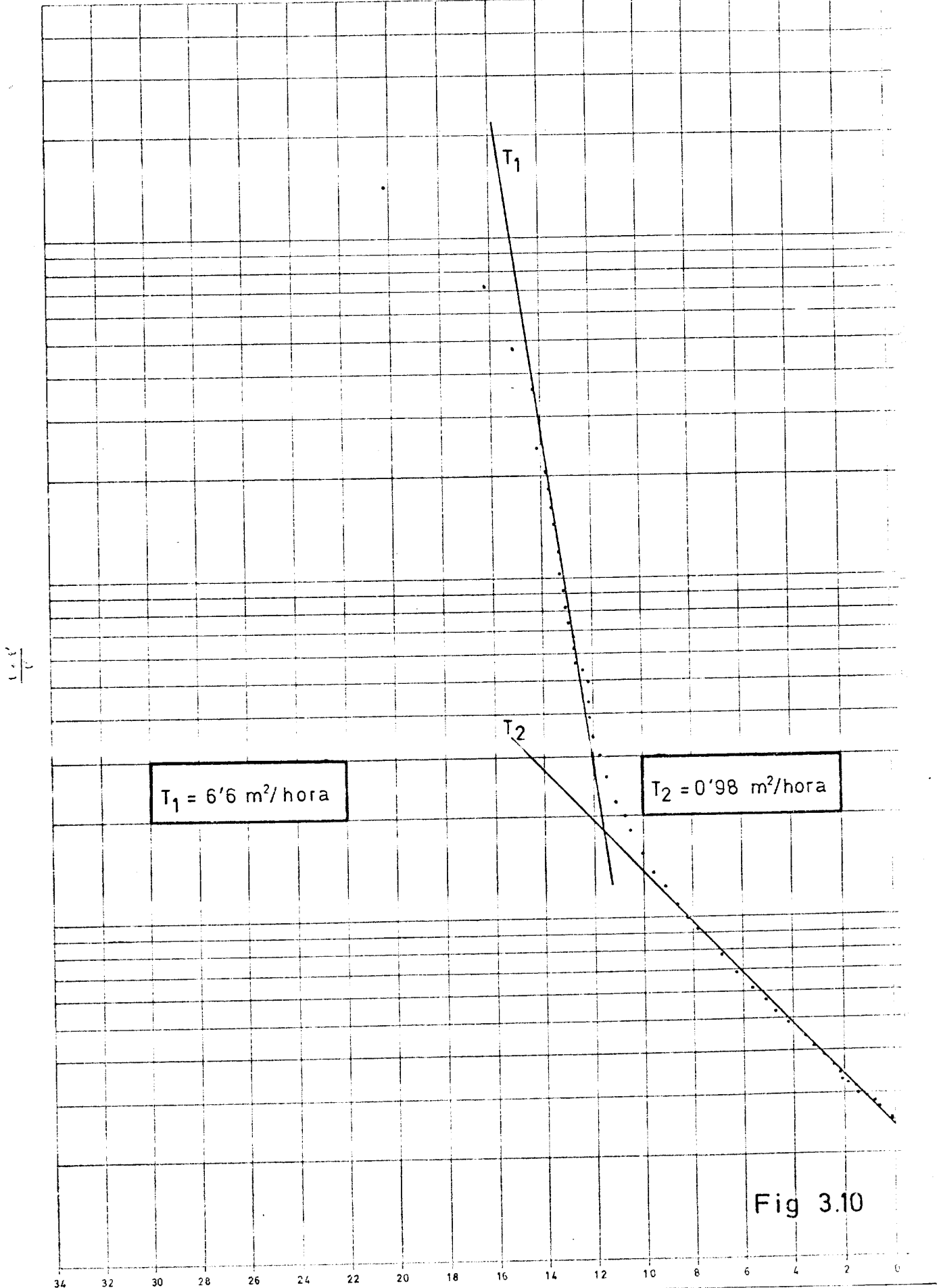


DESCENSO EN EL POZO DE BOMBEO DE FRIGILIANA (2° Bombeo)



RECUPERACION EN EL POZO DE BOMBEO DE FRIGILIANA (2° bombeo)

DEPRESION RESIDUAL (m)

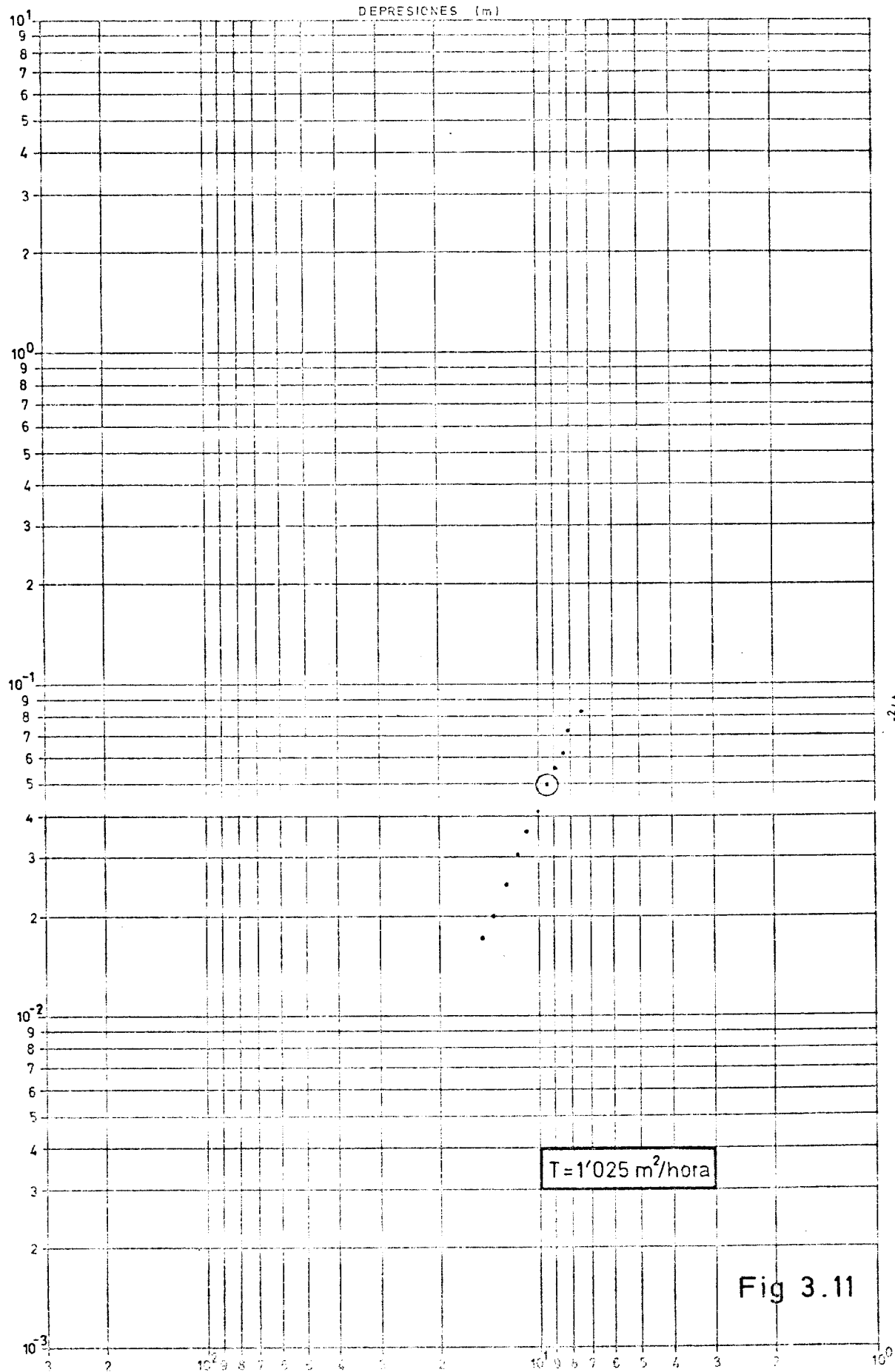


$T_1 = 6.6 \text{ m}^2/\text{hora}$

$T_2 = 0.98 \text{ m}^2/\text{hora}$

Fig 3.10

DESCENSO EN EL PIEZOMETRO DE FRIGILIANA (2° bombeo)
 METODO DE THEIS



DESCENSO EN EL PIEZOMETRO DE FRIGILIANA (2° bombeo)

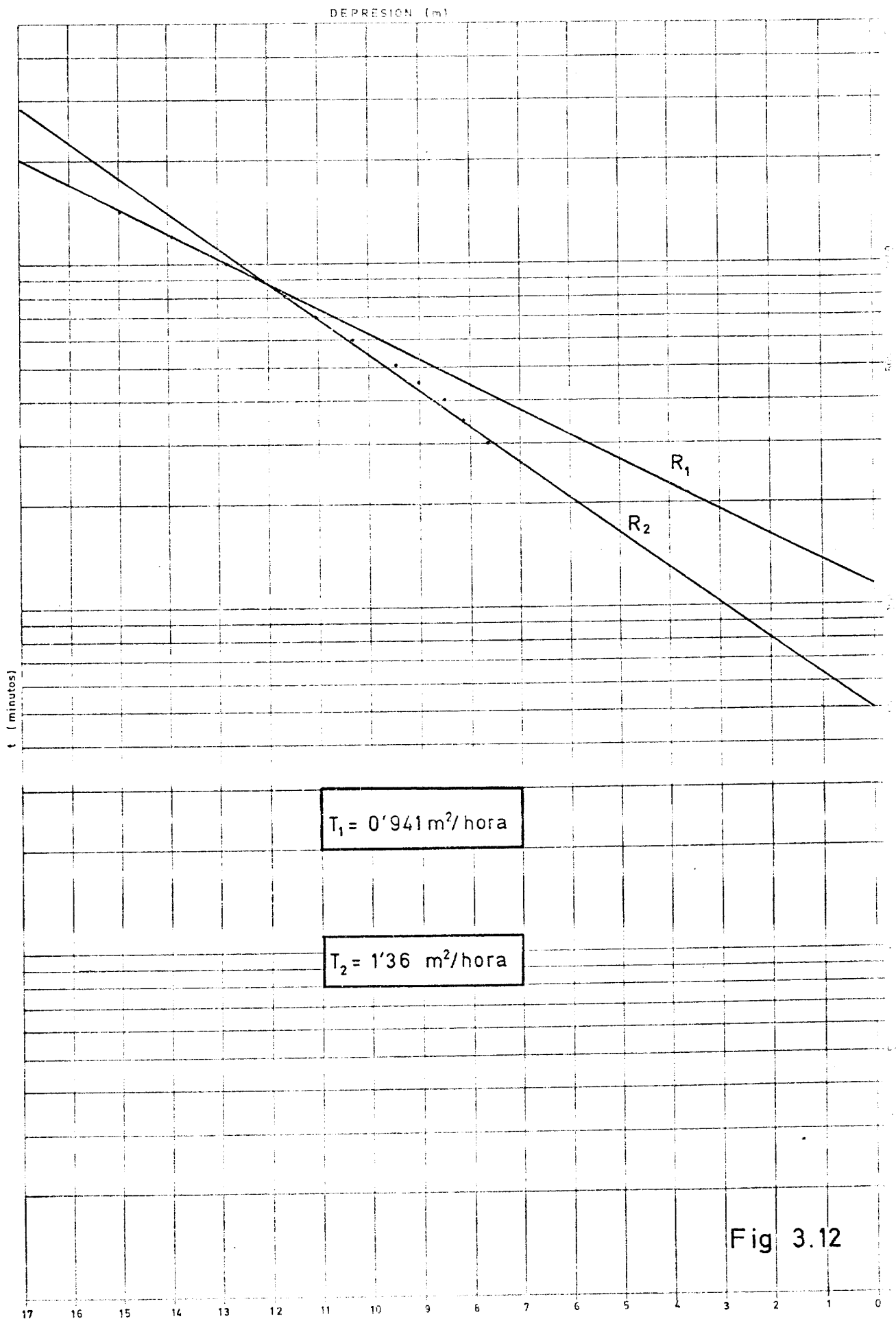


Fig 3.12

RECUPERACION EN EL PIEZOMETRO DE FRIGILIANA (2° bombeo)

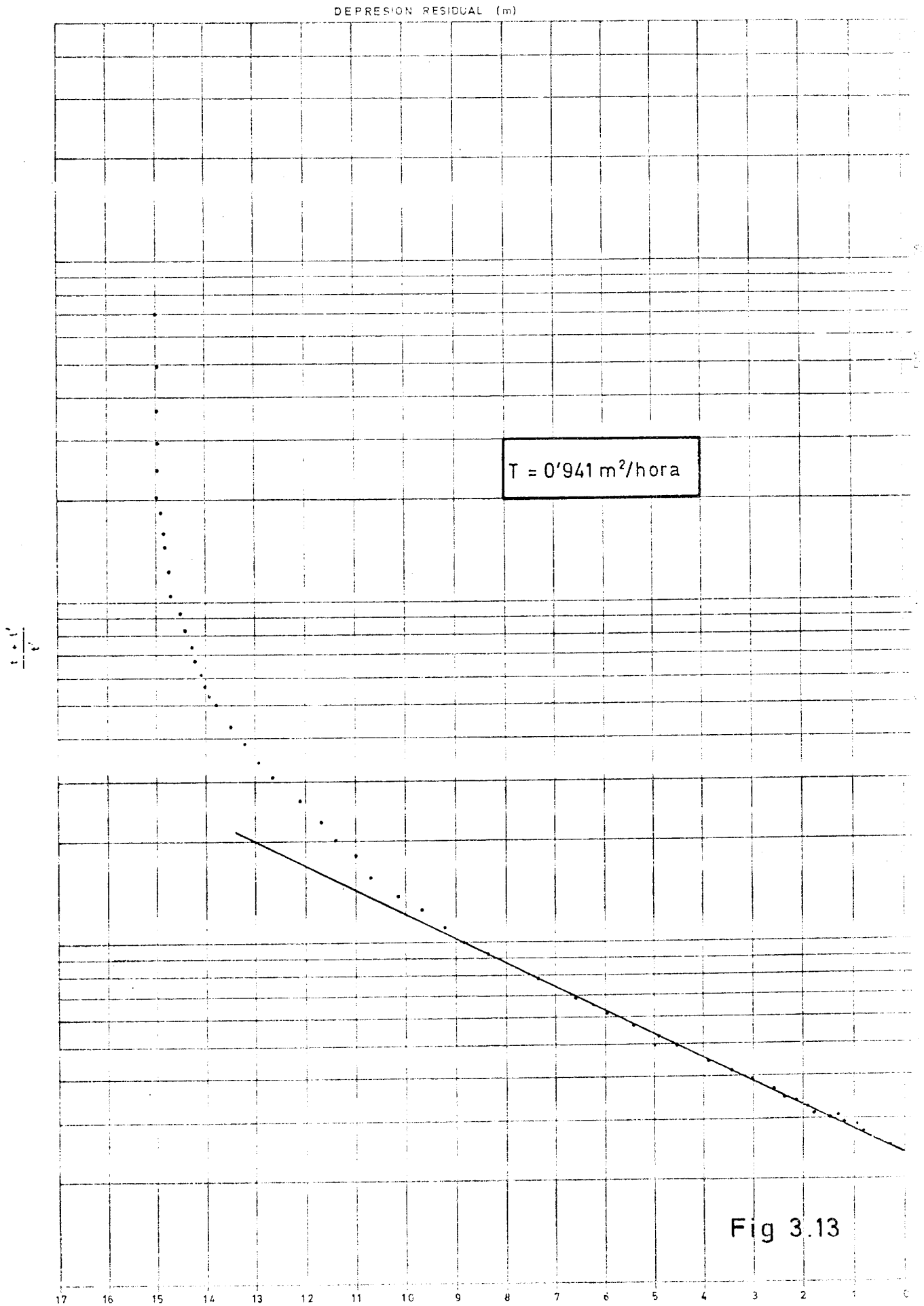


Fig 3.13