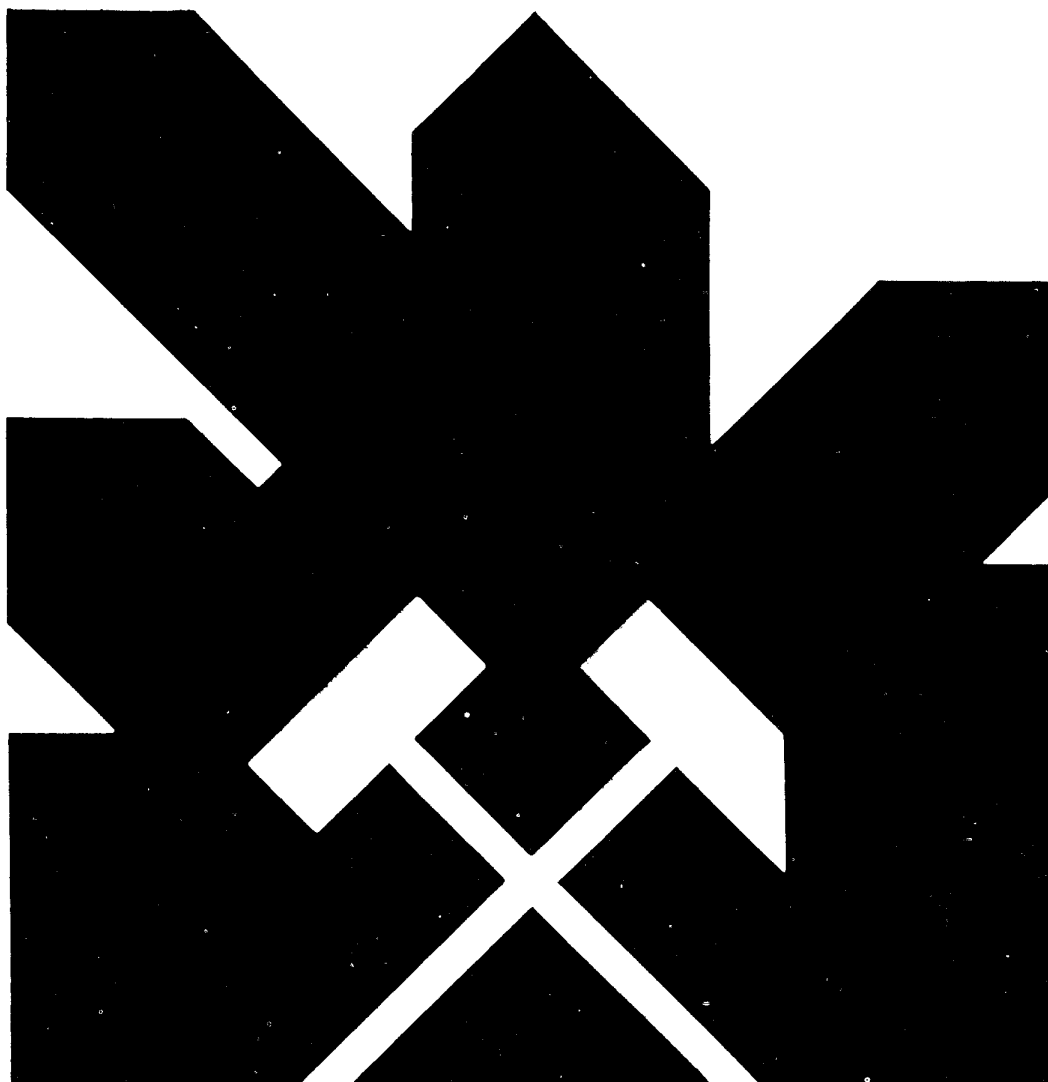


MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
SECRETARIA DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES

CONVENIO CON ENADIMSA PARA EL DESARROLLO DE
TRABAJOS DE INVESTIGACION GEOTERMICA DENTRO
DEL PROGRAMA 234. OTRAS FUENTES DE ENERGIA.
AÑO - 1984.

- MODELO MATEMATICO DE DOBLETES GEOTERMICOS -



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

00885

INDICE

I N D I C E

.Pág.

1.- <u>INTRODUCCION</u>	1
2.- <u>ESTRUCTURA DEL SISTEMA OPERATIVO DE USUARIO</u>	6
3.- <u>DESCRIPCION DE LOS PROGRAMAS</u>	9
3.1. PROGRAMA 1 - "DISC-POZO"	10
3.2. PROGRAMA 2 - "GRAF-DIS"	15
3.3. PROGRAMAS 3 "PRP-PROD" Y 4 "PRP-INY"	16
3.4. PROGRAMA 5 "GRAF-FFR"	21
4.- <u>BIBLIOGRAFIA</u>	25

A N E X O S

- 1.- - TABLA DE PROPIEDADES TERMICAS DE LAS ROCAS
- GRAFICAS INCLUIDAS COMO FICHEROS DE DATOS
- 2.- - MENU PRINCIPAL
- LISTADO DE LOS PROGRAMAS
- 3.- EJEMPLO DE APLICACION: S.SEBASTIAN DE LOS REYES

1.- INTRODUCCION

El estudio de dobles geotérmicos en su -
doble vertiente hidráulica y térmica ha sido tratado fun-
damentalmente por autores franceses y estadounidenses. El
presente paquete de programas pretende ser una síntesis -
práctica de los principales trabajos cuya relación se in-
cluye en la bibliografía.

Este paquete ha sido estructurado como un
sistema operativo de usuario en el que a través de un me-
nú principal autocargable se accede a los distintos pro-
gramas que lo componen, pudiendo, al terminar el trabajo
en cada uno de ellos, volver a menú principal para ele-
gir una nueva opción. El menú principal incluye asimismo
instrucciones para volver al BASIC en modo de edición per-
mitiendo la salida del paquete.

La entrada de datos se hace por teclado y -
desde ficheros de disco.

Este sistema operativo de usuario se ha de-
sarrollado en BASIC 3.0 para un set informático formado -
por un microprocesador HP-9816 de la serie 200 con almace-
namiento en una unidad doble de diskette de 3.5" HP 9121
y salida de resultados a través de impresora gráfica HP
82906 A.

La configuración del sistema BASIC 3.0 uti-
lizado ha sido la siguiente:

Ficheros binarios utilizados del BASIC 3.0 Driver Disc:

DISC: Comunicación con la unidad al disco.

HPIB: Interfase de comunicación con las unidades de disco

Ficheros binarios utilizados del BASIC 3.0 Lenguaje Extension Disc:

LEX: Definición del teclado español
GRAPH: Rutinas básicas de graficación
GRAPHX: Graficación avanzada
MAT: Manejo avanzado de cadenas y matrices

Todo ello se encuentra almacenado en dos - discos autocargables que configuran el sistema BASIC y que permite la entrada al menu principal de cualquier disco - provisto de un fichero de entrada nombrado como "MAINMENU".

El modelo utilizado en el cálculo del doblete geotérmico es básicamente el expuesto por GRINGARTEN y SAUTY (1975) y se basa en las siguientes hipótesis:

- 1.- Doblete formado por un pozo de inyección y otro de extracción que actúan sobre un mismo acuífero.
- 2.- Ambos se sitúan en un sistema de referencia euclídeo en el que el plano x,y coincide con el plano medio del acuífero.
- 3.- El acuífero es horizontal, de altura un forme h, extensión infinita en el plano horizontal y limitado por su parte superior e inferior por sendos impermeables.
- 4.- El flujo hidráulico se supone estacionario y sobreimpuesto a un sistema natural de flujo con velocidad de Darcy constante, V_0 . En nuestro caso $V_0 = 0$.

5.- El caudal de inyección total Q es constante e igual al caudal de producción.

6.- Inicialmente, el agua y la roca del acuífero y los impermeables superior e inferior están a la misma temperatura T_0 . En el instante $t = 0$ la temperatura del agua inyectada es T_i y ésta se mantiene constante a lo largo del tiempo.

7.- En el acuífero e impermeables, no existe transporte de calor por radiación ni por conducción en la dirección horizontal. El transporte de calor se realiza por conducción vertical a las rocas encajantes y por convección forzada en la dirección horizontal dentro del acuífero.

Para estudiar los sistemas que no cumplen esta condición 7, es decir, en los que existen efectos de conducción en el acuífero, se han aplicado los modelos y correcciones de CLOT y GRINGARTEN (1978).

8.- En los impermeables superior e inferior se desprecia el efecto de la diferencia de conductividades térmicas horizontales, a la vez que se supone que su conductividad térmica vertical es finita. Por ello, la componente vertical de temperatura permanecerá constante e igual a la temperatura inicial en el infinito.

9.- El sistema inicial, en convección pura, se supone de tal manera que el equilibrio térmico entre el agua y la roca en el acuífero se alcanza instantáneamente.

10.- No existe coeficiente en transferencia de calor entre el acuífero y sus rocas encajantes. La temperatura del acuífero se supone igual a la temperatura del impermeable superior.

11.- La capacidad calorífica del agua y la rocas, y la conductividad térmica vertical se consideran constantes.

2.- ESTRUCTURA DEL SISTEMA OPERATIVO DE USUARIO

El programa consta de un menú principal -
constituido por las siguientes opciones:

	Opción	Programa	memoria (K)
- Distancia entre pozos	1	DIS-POZO	12,0
- Gráficas distancias- caudales.	2	GRAF-DIS	12,0
- Presiones y potencias en pozo de producción.	3	PRP-PROD	14,8
- Presiones y potencias en pozo de inyección.	4	PRP-INY	16,5
- Evolución gráfica del frente frío.	5	GRAF-FFR	14,5
- Menu principal		MAINMENU	<u>1,5</u>
		TOTAL:	71,3
		=====	

La salida en pantalla del menu principal se
adjunta en el anexo 2.

Para la ejecución de los cálculos se han in-
cluido los datos correspondientes a las siguientes tablas
de valores que se adjuntan en el anexo 1:

- Densidad del agua en función de la temperatura y salini-
dad.
- Viscosidad del agua en función de la temperatura y sali-
nidad.
- Compresibilidad del agua en función de la temperatura y
la presión.
- Compresibilidad de la roca en función de la porosidad.

Los ficheros de almacenamiento de estos da-
tos numéricos tienen por nombre respectivamente:

	<u>Memoria(K)</u>
- DEN-AG	1
- VISC-AG	2
- COMP-AC	1
- COMP-ROC 1	<u>0,25</u>
TOTAL ..	5,25 K

La capacidad calorífica de la roca (acuífero y bordes impermeables) puede entrarse directamente si es conocida, o bien calcularse mediante los parámetros - que proporciona la tabla de materiales que el ordenador - suministra si se le es requerida, y que se adjunta en el anexo 1.

3.- DESCRIPCION DE LOS PROGRAMAS

3.1. PROGRAMA 1 - "DIS-POZO"

OBJETO:

A) Calcula el espaciado entre el pozo de - producción y el de inyección en base al caudal del bombeo, parámetros físicos de los materiales y duración de vida - asignada al sistema.

La distancia entre ambos pozos se calcula - bajo dos supuestos diferentes:

- Régimen convectivo, suponiendo que los im permeables no son conductores del calor.

- Régimen mixto, en el que se hace interve nir la conductividad térmica de los bordes impermeables.

Con las distancias obtenidas , calcula el - tiempo de llegada del frente frío al pozo de extracción, suponiendo el acuífero isótropo, homogéneo y horizontal.

Al igual que en el apartado anterior, el - cálculo se lleva a cabo para ambos regímenes térmicos:

- Régimen convectivo (acuífero térmicamente aislado).

- Régimen mixto (convección + conducción en el impermeable).

- Régimen mixto (convección + conducción) con dispersión térmica.

B) Calcula los tiempos de llegada del frente frío al pozo de extracción para los tres regímenes antes descritos en el supuesto de que la distancia entre pozos se encuentre prefijada.

La entrada de datos es idéntica a la anterior (A) añadiéndose únicamente el valor de la referida distancia. Permite, por tanto, el análisis de la influencia del espaciado entre pozos sobre el tiempo de llegada del frente frío.

DATOS DE ENTRADA

En todos los casos la capacidad calorífica del agua se supone = $1 \text{ cal/cm}^3 \text{ } ^\circ\text{K}$

- Porosidad eficaz del acuífero (%)	m
- POTencia útil del acuífero (m)	h
- Caudal medio de bombeo (m^3/h)	Q
- Vida estimada del doblete (años)	t
- Capacidad calorífica de la roca acuífero ($\text{cal/cm}^3 \text{ } ^\circ\text{K}$)	C_a
- Capacidad calorífica del impermeable ($\text{cal/cm}^3 \text{ } ^\circ\text{K}$)	C_i
- Capacidad calorífica global del acuífero ($\text{cal/cm}^3 \text{ } ^\circ\text{K}$)	C_t
(calculado directamente por el ordenador según la expresión $C_t = m + (1-m)C_a$)	
- Conductividad térmica del acuífero ($\text{mcal/cm.s.} ^\circ\text{K}$)	K_a
- Conductividad termica del impermeable ($\text{mcal/cm.s.} ^\circ\text{K}$)	K_i

- Acuífero homogéneo, heterogéneo (multicapa fisuras largas y espaciadas, lentejones arcillosos, etc) o muy heterogéneo ?.

RESULTADOS

- Espaciado entre pozos (impermeable conductivo)

$$D \text{ (metros)} = \left[\frac{17\,520 \cdot Q \cdot t}{C_t \cdot h + \left[C_t^2 \cdot h^2 + 6,31 \cdot K_i \cdot C_a \cdot t \right]^{1/2}} \right]^{1/2} \quad (1)$$

- Espaciado entre pozos en régimen convectivo (D_1)

$$\text{Id. haciendo } K_i = 0 \quad (2)$$

- Coefficiente de intercambio por conducción con el impermeable

Parámetro adimensional que evalúa los intercambios por conducción entre el acuífero y el impermeable. Este intercambio constituye un aporte complementario de calorías sobre el frente de inyección ($C_c = \infty$ implica impermeable no conductor).

$$C_c = \frac{C_t \cdot Q \cdot h}{C_i \cdot K_i \cdot D_1^2 \cdot 36 \cdot 10^{-5}} \quad (3)$$

- Número de Péclet (conducción)

Parámetro adimensional que relaciona los intercambios por convección respecto a los intercambios por conducción en el propio acuífero ($P_c = \infty$ implica ausencia de conducción en el acuífero).

Para un determinado C_c , cuanto mayor sea - la conductividad térmica del acuífero (número de Péclet menor), antes se produce la llegada (t) del frente frío. El efecto es muy significativo entre $P_c=1$ ($t \times 0,2$) y $P_c=10$ ($t \times 0,5$). De este valor hasta $P_c = \infty$, el fenómeno es mucho menos acusado, dado que para $P_c = \infty$, el coeficiente de reducción del tiempo de llegada (β) es de 0,6-0,7.

$$P_c = \frac{Q}{36 \cdot 10^{-5} \cdot \eta \cdot h \cdot K_a} \quad (4)$$

- Número de Péclet (conducción + dispersión)

Constituye el número de Péclet que normalmente ha de tomarse en cuenta. La dispersión térmica en el acuífero es función directa de su heterogeneidad y de la velocidad de avance del frente.

$$K_e = \frac{Q \cdot \alpha}{1200 \cdot \eta \cdot D_1 h} \quad \text{siendo} \quad \begin{cases} \alpha = 33 & (\text{acuífero homogéneo}) \\ \alpha = 100 & (\text{acuífero heterogéneo}) \\ \alpha = 300 & (\text{acuífero muy heterogéneo}) \end{cases}$$

$$P'_c = \frac{Q}{3600 \cdot \eta \cdot h} \cdot \frac{1}{K_e + 10^{-7} K_a} \quad (5)$$

- Llegada del frente frío

a) régimen convectivo

$$t_f \text{ (años)} = \frac{\eta \cdot C_t \cdot D^2 \cdot h}{26280 \cdot Q} \quad (7)$$

b) impermeable conductor y dispersor

La corrección por conducción con el impermeable o por conducción + dispersión se lleva a cabo calculando un factor β que es función del correspondiente número de Péclet (P_c ó P'_c) y del coeficiente de intercambio por conducción (C_c) ya calculados, según los valores:

C_c	P_c	β
∞	∞	0,7
∞	10	0,5
∞	1	0,2
10	∞	0,55
10	10	0,5
10	1	0,2
1	10	0,7

Los valores de β son extrapolados por el ordenador automáticamente, desde 0,0 hasta 0,7 en base a los respectivos valores de C_c y P_c .

El coeficiente corrector β se multiplica por el tiempo de llegada en régimen exclusivamente convectivo, obteniéndose los nuevos tiempos (más cortos) de llegada del frente frío para las correcciones térmicas añadidas.

3.2. PROGRAMA 2 - "GRAF-DIS"

OBJETO

Representa las gráficas caudales-distancias para régimen convectivo (fórmula 2) para intercambio con el impermeable conductivo (fórmula 1).

La salida de resultados es susceptible de obtenerse en la pantalla gráfica del computador y/o en impresión sobre papel a través de impresora gráfica.

RESULTADOS

Una primera salida gráfica calcula las referidas curvas para valores extremos de:

$$Q = 0 - 500 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$D = 0 - 3000 \text{ m}$$

que cubren normalmente cualquier caso de doblete.

Conocida la evolución general del sistema, si se desea, puede entrarse como datos el caudal máximo y mínimo del caso concreto que se desee estudiar, y se obtiene la gráfica caudales-distancias para este tramo por un procedimiento de autoescalado de ejes.

Ambas gráficas son susceptibles también de ampliación a DIN A-4 en caso de que se desee.

3.3. PROGRAMAS 3 "PRP-PROD" Y 4 "PRP-INY"

OBJETO

Utilizando como datos de partida los parámetros físicos del agua y del acuífero, los datos de construcción de los pozos y su régimen de explotación se calculan, con programas separados, las presiones y potencias de bombeo para cada uno de los pozos que integran el doblete: extracción e inyección.

DATOS DE ENTRADA

- Porosidad eficaz del acuífero (%) m
- Permeabilidad del acuífero (darcys) k
- Potencia útil del acuífero (m) h
- Profundidad de la zona productora donde se mide la presión de fondo (m) H
- Capacidad calorífica global del acuífero (cal/cm³°K) C_t
- temperatura del fluido en el acuífero (°C) . T_o
- Temperatura del fluido reinyectado (°C) T₁
- Salinidad del fluido (g/l) s
- Diámetro exterior de la tubería de producción (pulg.) d_p
- Diámetro de perforación del pozo de inyección en el acuífero (pulg.) d_i
- Diámetro interior del casing de inyección en el acuífero (mm) d_{ii}
- Longitudes (m) y diámetros interiores (pulgadas) del casing del pozo de producción (l_{pi}, d_{pi})
- Longitudes (m) y diámetros interiores (pulg.) del casing del pozo de inyección (l_{ii}, d_{ii})
- Caudal medio de bombeo (m³/h) Q
- Distancia entre pozos (m) D
- Tiempo de bombeo/inyección (años) t

- * Presión estática en cabeza de pozo (kg/cm²) P_c
- * Presión estática en fondo de pozo (kg/cm²) P_f
- Rendimiento del grupo impulsor ρ

- * Entrada alternativa

RESULTADOS POZO EXTRACCION

El programa lista los parámetros físicos - del agua y del acuífero necesarios para el cálculo de - presiones:

- densidad del agua de producción (gr/cm³) δ
 - densidad del agua de inyección (gr/cm³) δ_i
 - viscosidad del agua de producción (centipoises). μ
 - viscosidad del agua de inyección (centipoises).. μ_i
 - compresibilidad del agua de producción (10⁻⁵ Vol/Vol/Atm) β
 - compresibilidad del agua de inyección (10⁻⁵ Vol/Vol/Atm) β_i
 - compresibilidad de la roca (10⁻⁵ Vol/Vol/At) β_r
 - compresibilidad total en producción (β + β_r) ... β_t
 - compresibilidad total en inyección (β + β_i) β_{ti}
- y a continuación las presiones (kg/cm²) y potencias (CV y KW) para cada caso.

- Presión estática en cabeza de pozo

$$P_c = P_f - \frac{H}{10} \delta \quad (8)$$

- Pérdidas de carga en el casing

$$J = \frac{10\,230 \cdot \mu^{0,21} \cdot Q^{1,79} \cdot l_{pi}}{d^{1,79} \cdot p_i} \quad (9)$$

El ordenador pregunta cuantos tramos de ca sing existen, y entrando las respectivas longitudes y - diámetros, calcula las pérdidas de carga totales.

- Presión hidrodinámica

$$P_h = 0,442 \frac{Q \mu}{kh} \ln \frac{D}{0,0127 d_p} \quad (10)$$

esta fórmula sólo es válida para tiempos superiores a:

$$t \text{ (segundos)} = \frac{\mu \cdot m \cdot \beta_t \cdot D^2}{k} \quad (11)$$

- Presión de producción

$$P_p = P_c - J - P_h \quad (12)$$

Dado que la fórmula (11) condiciona el resul tado general del cálculo de la presión de producción, el primer resultado que aparece en el listado de soluciones es, precisamente, el tiempo mínimo de validez de la ecuación de la presión hidrodinámica de producción.

- Potencia equivalente de bombeo

$$P(\text{CV}) = \frac{Q \cdot P_p}{27 \cdot \rho} \quad (13)$$

$$P(\text{Kw}) = P(\text{CV}) \cdot 0,736 \quad (14)$$

- Potencia de bombeo recomendada

La potencia recomendada es la arriba calculada incrementada en un 30%, dado que lo aconsejable es - que la bomba trabaje al 75% de la potencia. El 5% restante constituye un factor de seguridad sobre rendimientos - no tenidos en cuenta, pérdidas de carga adicionales no - cuantificadas, etc.

RESULTADOS POZO INYECCION

- Presión estática en cabeza de pozo

$$P_c = P_f - \frac{H}{10} \delta_i \quad (15)$$

- Pérdidas de carga en el casing

$$J = \frac{10\,230 \cdot \mu_i^{0,21} \cdot Q^{1,79} \cdot l_{ii}}{d_{ii}^{4,79}} \quad (16)$$

A pesar de que normalmente la inyección se lleva a cabo mediante una única tubería, el ordenador pregunta cuantos tramos de casing existen, y entrando las respectivas longitudes y diámetros, calcula las pérdidas de carga totales.

- Presión hidrodinámica

$$P_h = 0,221 \frac{Q \mu}{kh} \left(\ln \frac{3156 kt}{\mu \beta_t d_{ii}^2} + 0,80907 \right) - 0,221 \frac{Q \mu_i}{kh} \left(\ln \frac{1,96 \cdot 10^{-7} kt}{\mu_i \beta_{ti} d_i^2} + 0,80907 + S \right) \quad (17)$$

siendo S:

$$S = \left(1 - \frac{\mu}{\mu_i} \right) \left[\ln \left(\frac{2,78 \cdot m \cdot \mu \cdot \beta_t \cdot Q}{k \cdot C_t \cdot h} \right) - 1,95 \right] - \ln \frac{\mu}{\mu_i} \quad (18)$$

- Presión de inyección en cabeza de pozo

$$P_i = P_c + J + P_h \quad (19)$$

- Potencia nominal de la bomba de inyección

$$P_i \text{ (CV)} = \frac{Q \cdot P_i}{27 \cdot \rho} \quad (20)$$

$$P_i \text{ (Kw)} = P_i \text{ (CV)} \cdot 0,736 \quad (21)$$

- Potencia de inyección recomendada

Al igual que en el caso del pozo de extracción, se incrementa en un 30% la potencia en el eje de la bomba por los motivos anteriormente expuestos.

En ambos programas, producción e inyección, una vez listados los resultados de presiones y potencias en los pozos, se representan en modo gráfico los diagramas potencia-caudal. La primera salida corresponde a valores fijos de hasta 1000 CV y 500 m³/h. De manera opcional puede acudirse también a un autoescalado de ejes para superar estos límites o, por el contrario, estudiarlos con más detalle.

3.4. PROGRAMA 5 "GRAF-FFR"

OBJETO

A.- La primera opción de este programa calcula y representa gráficamente en dos dimensiones, sobre el plano de acuífero, la posición del frente frío a lo largo del tiempo mediante un haz de isocronas que se dibujan en intervalos fijos de 1 año. Las distancias se miden respecto a un mallado superpuesto al plano de dibujo.

El haz de isocronas de avance del frente frío se calcula para un dipolo geotérmico emplazado sobre un acuífero en reposo, es decir con velocidad de Darcy $V_0 = 0$.

En este caso las líneas equipotenciales y las de flujo pueden obtenerse de la función compleja (MUSKAT, 1937):

$$\phi + i\psi = \frac{Q/h}{2\pi k} \ln \frac{z - id}{z + id} \quad (22)$$

siendo:

$d = \frac{D}{2}$ la semidistancia entre los pozos del doblote

ϕ = potencial en el punto z

ψ = flujo en el punto z

$z = x + iy$

k = permeabilidad

Q = caudal

h = altura del acuífero

Resolviendo el potencial en sus partes reales e imaginarias y llamando:

$$q \equiv \frac{Q/h}{2\pi k}$$

obtenemos:

$$\phi = \frac{q}{2} \ln \frac{x^2 + (y-d)^2}{x^2 + (y+d)^2} + \phi_0 \quad (24)$$

$$\psi = q \cdot \text{arctg} \frac{-2dx}{x^2 + y^2 - d^2} \quad (25)$$

Con objeto de separar la parte adimensional de las fórmulas, definimos las variables adimensionales

$$\eta = \frac{\phi_0 - \phi}{q} \quad (26)$$

$$\xi = \frac{\psi}{q}$$

respecto a las cuales el tiempo en que llegue el frente frío a un punto de coordenadas (η, ξ) viene dado por:

$$t(\text{años}) = \left\{ \frac{1}{\text{sen}^2 \xi} \left[\frac{\text{sh } \eta}{\text{ch } \eta + \cos \xi} - 2 \text{ctg } \xi \cdot \text{arctg} (\text{tg } \xi/2 \cdot \text{th } \eta/2) \right] - \frac{1}{\text{sen}^2 \xi} \left[\frac{\text{sh } \eta_0}{\text{ch } \eta_0 + \cos \xi} - 2 \text{ctg } \xi \cdot \text{arctg} (\text{tg } \xi/2 \cdot \text{th } \eta_0/2) \right] \right\} \frac{\eta_c D^2}{q/h \cdot 26280} \quad (27)$$

en donde η_0 se debe determinar como la condición de contorno de que para

$$t = 0 \quad \eta = \eta_0 \quad (28)$$

En el programa se ha elegido (MUSKAT, 1937) un valor $\eta_0 = \text{arcsh } 100 = -5.29$ lo cual implica que la posición inicial del frente frío es un círculo de radio $1/200$ de la distancia entre pozos del doblete.

Con todos estos datos, el ordenador calcula el tiempo de llegada del frente frío en cada punto (x, y) .

Mediante un subprograma de graficación dibuja el haz de isocronas de avance del frente.

Se calculan y dibujan también las líneas de flujo del sistema dipolar creado por el doblete.

B.- La segunda opción del programa, introduciendo la distancia entre pozos del doblete geotérmico y el tiempo de llegada del frente frío, calcula sus isocronas de avance colocándolas en el plano (x,y) del acuífero. Puede visualizarse, de este modo, el avance del frente frío para los casos de régimen mixto o mixto con dispersión térmica.

DATOS DE ENTRADA

Opción A

- Porosidad eficaz del acuífero (%)	m
* Permeabilidad del acuífero (darcys)	K
- Potencia útil del acuífero (m)	h
- Caudal medio de bombeo (m^3/h)	Q
- Distancia entre pozos (m)	D
- Capacidad calorífica de la roca al acuífero ($cal/cm^3 \cdot K$)	C_a
- Capacidad calorífica global del acuífero ($cal/cm^3 \cdot K$)	C_t

* No es necesario para el cálculo de isocronas pero si para el de equipotenciales o líneas de corriente.

Opción B

Distancia entre pozos (m)	D
Tiempo de llegada al frente frío (años)	t_f

RESULTADOS

Se obtiene en ambos casos una gráfica del haz de isocronas situada sobre el plano horizontal del acuífero escalado en metros. Las isocronas se obtienen con un intervalo temporal de 1 año.

Sobre ellas se sobreimprime el haz de líneas de corriente al dipolo y se marca la posición de los pozos de inyección (I) y extracción (E).

Como ejemplo de todo lo expuesto, en el apéndice 3 se adjunta una salida al caso real de S. Sebastian de los Reyes para varias hipótesis combinadas ($Q = 115$ y $250 \text{ m}^3/\text{h}$, acuífero homogéneo y heterogéneo, etc).

4.- BIBLIOGRAFIA

BARADAT, Y et al..- Methodes d'estimation des capacites hydraulique et thermique des nappes profondes.

CLOT, A; GRINGARTEN, A.C. (1978).- Calcul de la distance entre les puits de production et de reinjection d'un doublet géothermique, des pressions et des puissances de pompage nécessaires aux puits de production et d'injection a l'aide de la calculatrice programmable TEXAS TI-59 Informe interno BRGM/78 SGN 045 GTH 31 pp.

GRINGARTEN, A.C, SAUTY, J.P. (1975).- A theoretical study of heat extraction from aquifers with uniform regional flow. Journal of Geophysical Research, vol. 80, n° 35, p. 4956-4962.

- - - - - (1975).- Simulation des transferts de chaleur - dans les aquifères. Bull du BUGM. Secc. III n° 1, pp 25-34.

HEWLETT PACKARD (1984).- Basic 3.0 User's Guide. West Germany.

LANDEL, R.A; SAUTY, J.P. (1978).- Etude de l'influence des caractéristiques physiques de l'aquifère et des roches encaissantes sur la température de l'eau au puits de production d'un doublet hydrothermique. BRGM. Proyecto G/C7 de la CEE. N° interno BRGM 78 SGN 405 GTH. 316 pp

MUSKAT, M. (1937).- The flow of homogeneous fluids through porous media. McGraw-Hill Book Company 1^a edition 763 pp. Michigan.

SAUTY, J.P. (1981).- Du comportement thermique des réservoirs aquifères exploités pour le stockage d'eau chaude ou la géothermie basse enthalpie. Tesis doctoral Institut National Polytechnique de Grenoble. Documents du BRGM.
221 pp .

ANEXOS

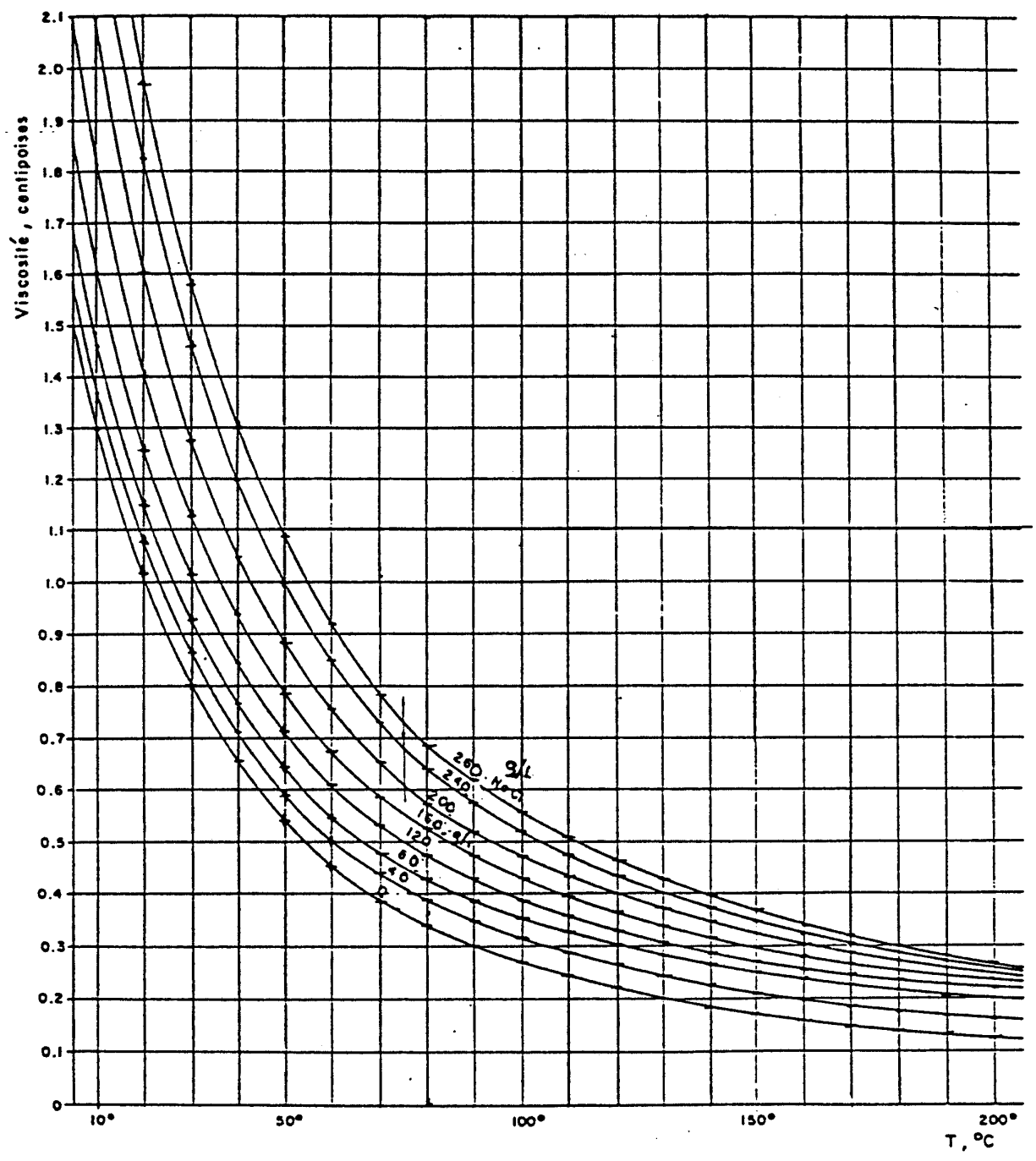
ANEXO N° 1

- TABLA DE PROPIEDADES TERMICAS DE LAS ROCAS
 - GRAFICAS INCLUIDAS COMO FICHEROS DE DATOS
-

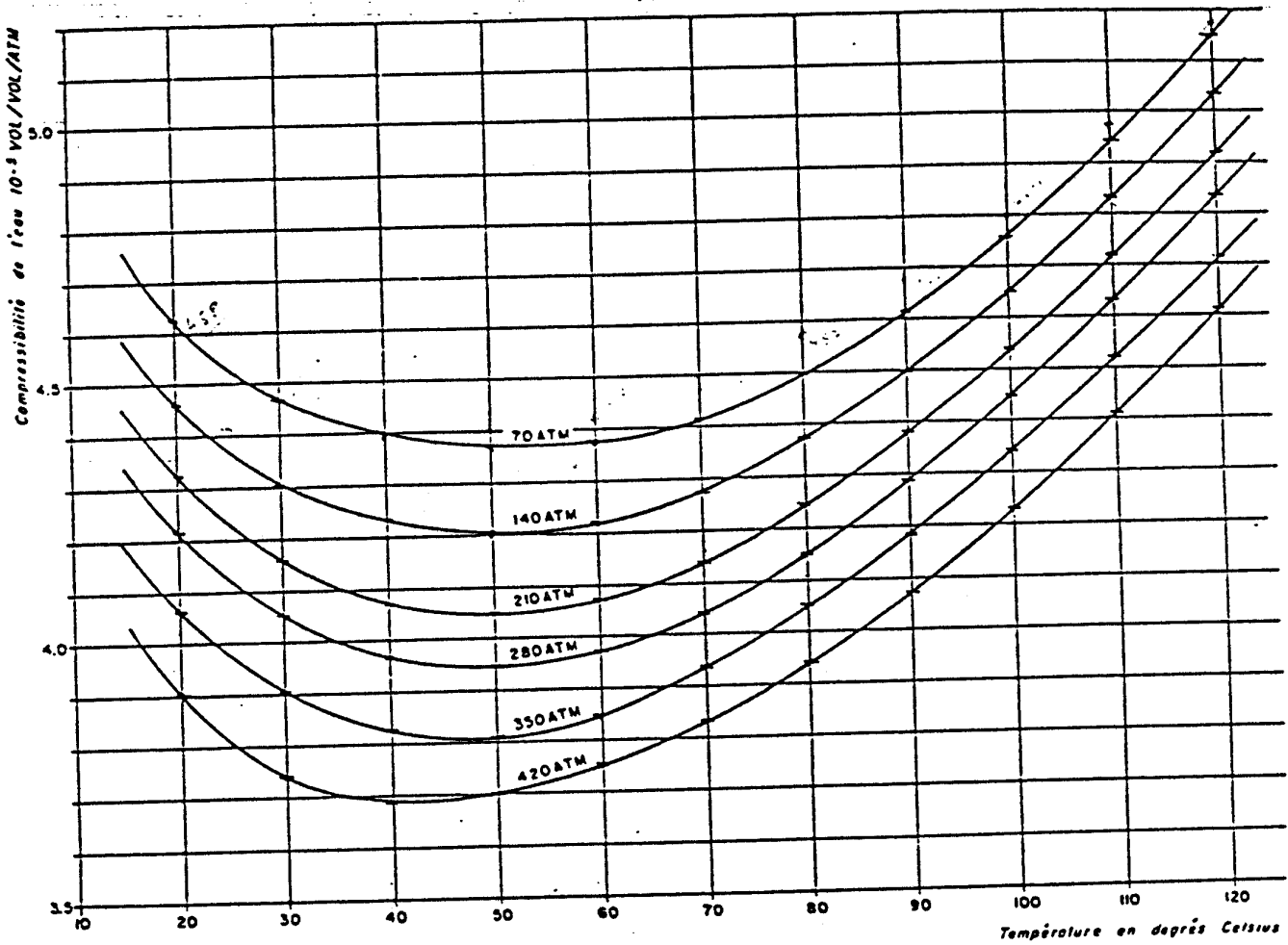
PARAMETROS DEL MATERIAL DEL ACUIFERO

ROCAS	Densidad (gr/cm ³)			Calor especifico (cal/gr °K)			Conductividad térmica (mcal/cm sg °K)		
	m	x	M	m	x	M	m	x	M
arcillas	2.36	2.60	2.83	.19	.21	.24	4.14	5.68	8.18
argas	2.59	2.63	2.67	.22	.22	.22	4.21	6.44	7.71
alizas	2.41	2.55	2.67	.20	.20	.23	4.05	5.28	6.40
olomias	2.53	2.63	2.72	.22	.23	.24	6.01	7.98	9.06
reniscas	2.35	2.65	2.97	.18	.20	.26	5.20	7.75	12.18
esos	2.65	2.80	2.91	.13	.20	.32	9.80	12.61	14.50
as	2.08	2.16	2.28	.13	.20	.26	10.70	13.19	13.80
alartos	2.84	2.86	2.89	.20	.21	.21	3.30	4.21	6.40
avas escor.	.95	1.58	2.64	.16	.26	.33	.60	1.16	1.74
ranitos	2.50	2.62	2.76	.19	.25	.33	3.91	6.35	7.35
nciss	2.70	2.71	2.73	.18	.19	.21	6.16	6.46	7.03
ármoles	2.50	2.67	2.80	.17	.18	.21	6.40	6.70	6.90
uarcitas	2.60	2.70	2.80	.17	.19	.21	7.00	14.76	19.00

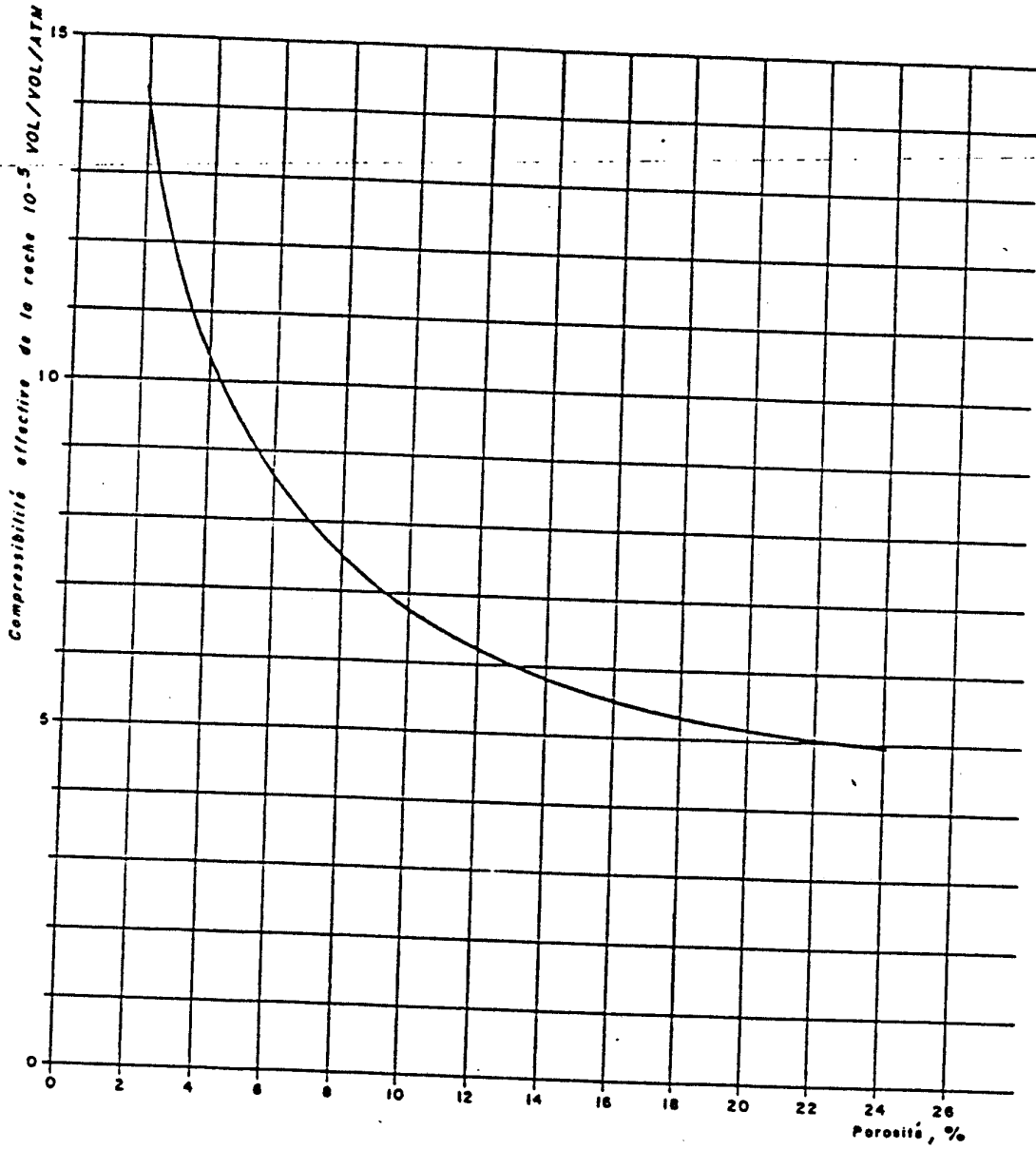
Viscosité de l'eau pour différentes salinités et températures d'après Chesnut, Shell développement Co.



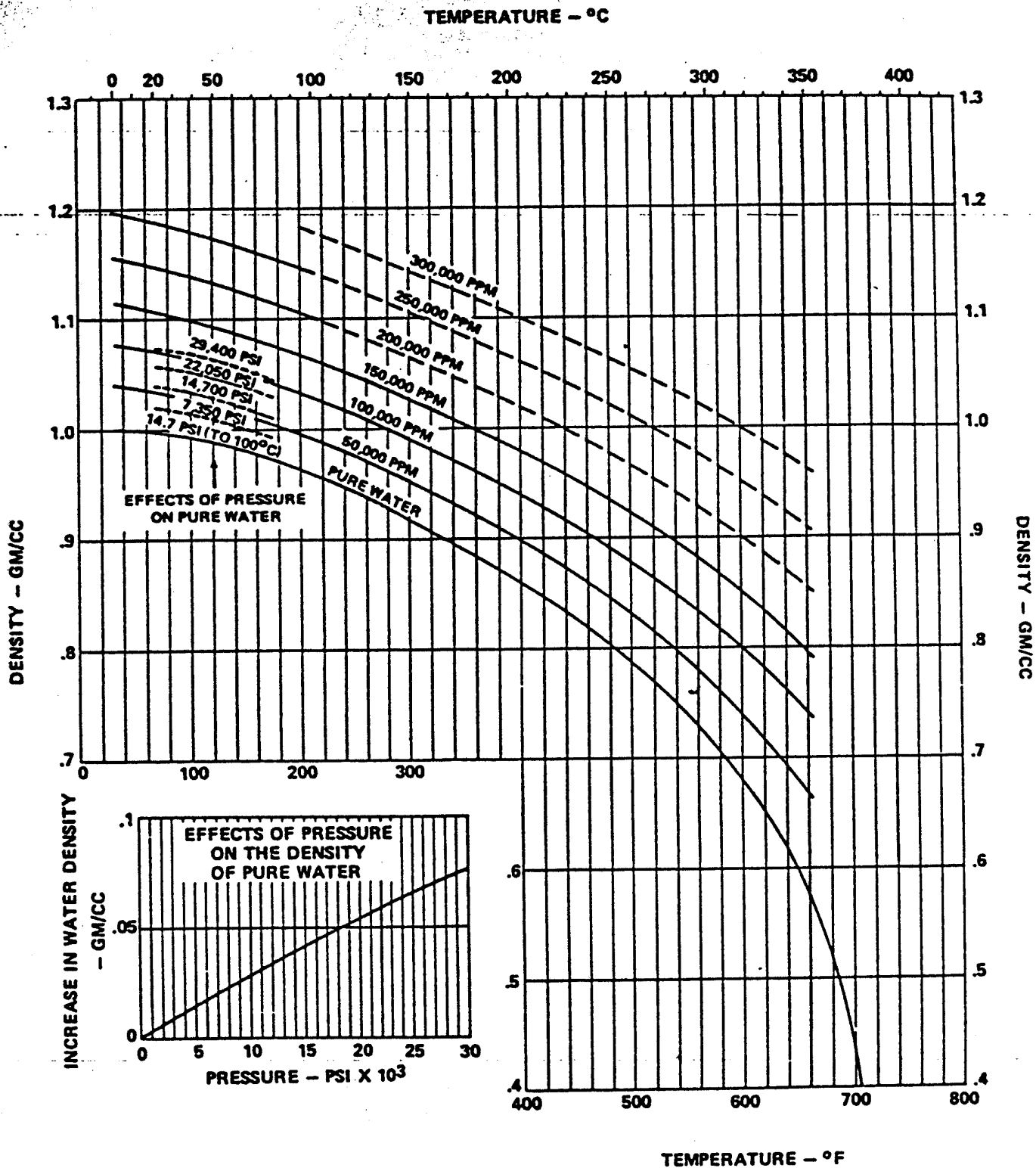
Compressibilité de l'eau en fonction de la température
pour différentes pressions de gisement (au fond)
d'après : Dodson et Standing , Drilling and Production
practice, API



Compressibilité effective de la roche en fonction de la porosité d'après Hall, Trans, AIME (1953)



DENSITY VERSUS TEMPERATURE AND PRESSURE FOR PURE WATER AND NaCl SOLUTIONS



ANEXO N° 2

- MENU PRINCIPAL
 - LISTADO DE LOS PROGRAMAS
-

MENU PRINCIPAL DISCO DOBLETE

DISTANCIA entre pozos del doblete.....1
GRAFICOS de distancia vs. caudal.....2
PRESIONES y POTENCIAS en pozo de PRODUCCION3
PRESIONES y POTENCIAS en pozo de INYECCION.....4
Evolucion grafica del FRENTE frio.....5
SALIDA A BASIC.....10

OPCION elegida = 1

```

10  REM      *MENU PRINCIPAL DE "DOBLETE"*  *J.L.Diez Gil* *12.12.1984*
    **MAINMENU**
20  REM *****
30  REM *** MENU DE CALCULO DE PARAMETROS DE UN DOBLETE GEOTERMICO ***
40  REM *** J.L.DIEZ GIL & J.F.ALBERT BELTRAN ***      *** DICIEMBRE 1984***
50  REM *****
60  DIM A$(10)[10]
70  DATA "DIS_POZO","GRAF_DIS ","PRP_PROD","PRP_INY  ","GRAF_FFR"
80  PRINT CHR$(12)
90  FOR I=1 TO 5
100 READ A$(I)
110 NEXT I
120 PRINT "          MENU PRINCIPAL DISCO DOBLETE"
130 PRINT "          *****"
140 PRINT
150 PRINT "          DISTANCIA entre pozos del doblete.....1"
160 PRINT
170 PRINT "          GRAFICOS de distancia vs. caudal.....2"
180 PRINT
190 PRINT "          PRESIONES y POTENCIAS en pozo de PRODUCCION .....3"
200 PRINT
210 PRINT "          PRESIONES y POTENCIAS en pozo de INYECCION.....4"
220 PRINT
230 PRINT "          Evolucion grafica del FRENTE frio.....5"
240 PRINT
250 PRINT "          SALIDA A BASIC.....10"
260 PRINT
270 PRINT
280 INPUT "          OPCION ELEGIDA? ",J
290 PRINT "          OPCION elegida =";J
300 PRINT
310 PRINT
320 IF J<>10 THEN LOAD A$(J)
330 IF J=10 THEN
340 PRINT CHR$(12)
350 FOR I=1 TO 5
360 PRINT
370 NEXT I
380 PRINT "          *SALIDA A ***BASIC 3.0***"
390 PRINT
400 PRINT
410 PRINT "          Escriba.....SCRATCH"
420 PRINT
430 PRINT "          Pulse.....ENTER"
440 PRINT
450 PRINT
460 PRINT "          Pulse.....EDIT"
470 PRINT
480 PRINT "          Pulse.....ENTER"
490 END IF
500 END

```



```

10  REM *MENU DE DISTANCIA ENTRE POZOS*  ** J.L.DIEZ GIL ** 12.12.1984 **
**DIS_POZO**
20  GOTO 2840
30  REM *ROTULOS DE ENTRADA*
40  PRINT CHR$(12)
50  PRINT "          CALCULO DE TIEMPOS DE LLEGADA DEL FRENTE FRIO"
60  PRINT "          *-----*"
70  PRINT
80  PRINT
90  PRINT "    Cálculo de DISTANCIAS y TIEMPOS .....1"
100 PRINT
110 PRINT "    Cálculo de TIEMPOS (distancias prefijadas).....2"
120 PRINT
130 PRINT
140 PRINT "    MENU PRINCIPAL.....10"
150 PRINT
160 PRINT
170 INPUT "          OPCION elegida?",PO
180 PRINT "          OPCION elegida=";PO
190 IF PO<>10 THEN 290
200 PRINT CHR$(12)
210 FOR I=1 TO 8
220 PRINT
230 NEXT I
240 PRINT "    COLOQUE el disco de MENU PRINCIPAL en el driver "
250 PRINT
260 PRINT "          y presione CONTINUE"
270 PAUSE
280 LOAD "MAINMENU"
290 PRINT
300 PRINT "    Si quiere impresión de DATOS Y RESULTADOS introduzca 1"
310 PRINT
320 PRINT "    Si quiere salida en PANTALLA          introduzca 0"
330 PRINT
340 INPUT "          Opcion elegida",SO
350 PRINT "          OPCION ELEGIDA =" ;SO
360 RETURN
370 REM *ROTULO ENTRADA DE DATOS *
380 PRINT CHR$(12)
390 IF PO=1 THEN PRINT "          CALCULO DE DISTANCIAS Y TIEMPOS DE LLEGADA"
400 IF PO=2 THEN PRINT "          CALCULO DE TIEMPOS (DISTANCIAS PREFIJADAS)"
410 PRINT "          PRINT "          *-----*"
420 PRINT
430 RETURN
440 REM *ENTRADA DE DATOS *
450 INPUT "    Localidad?",L$
460 PRINT "    LOCALIDAD: ";L$;
470 INPUT "    Fecha ?",T$
480 PRINT "    FECHA: ";T$
490 INPUT "    Porosidad eficaz del acuífero (%)?",Q1
500 PRINT "    POROSIDAD eficaz del acuífero (%)" ;Q1
510 Q1=Q1/100
520 INPUT "    Potencia útil del acuífero (metros)?",Q2
530 PRINT "    POTENCIA útil del acuífero (metros)" ;Q2
540 INPUT "    Caudal medio de BOMBEO (m3/hora)?",Q3
550 PRINT "    CAUDAL medio de BOMBEO (m3/hora)" ;Q3
560 INPUT "    Vida estimada del doblote (años)?",T1
570 PRINT "    VIDA estimada del DOBLETE (años)" ;T1
580 INPUT "    Conoce los datos TERMICOS de la roca y del impermeable (S/N)?",A
$

```

```

600 GOSUB 2340
610 PRINT
620 INPUT " DENSIDAD de la roca ACUIFERO (gr/cm3)?",Q4
630 INPUT " DENSIDAD del IMPERMEABLE (gr/cm3)?",Q5
640 INPUT " Calor ESPECIFICO de la roca ACUIFERO (cal/gr K)?",Q6
650 INPUT " Calor ESPECIFICO del IMPERMEABLE (cal/gr K)?",Q7
660 Q4=Q4*Q6
670 Q6=Q5*Q7
680 S1=1
690 ELSE
700 S1=0
710 PRINT
720 INPUT " CAPACIDAD CALORIFICA de la roca ACUIFERO(cal/cm3 K)?",Q4
730 PRINT " CAPACIDAD CALORIFICA de la roca ACUIFERO(cal/cm3 K)=";Q4
740 INPUT " CAPACIDAD CALORIFICA del IMPERMEABLE (cal/cm3 K)?",Q6
750 PRINT " CAPACIDAD CALORIFICA del IMPERMEABLE (cal/cm3 K)=";Q6
760 END IF
770 Q7=Q1+((1-Q1)*Q4)
780 PRINT " Capacidad CALORIFICA GLOBAL del acuífero (cal/cm3 K)=";Q7
790 PRINT
800 INPUT " Conductividad térmica de la roca ACUIFERO (mcal/cm sg °K)?",Q8
810 IF S1=0 THEN PRINT " CONDUCTIVIDAD térmica de la roca ACUIFERO (mcal/cm
sg °K)=";Q8
820 Q8=Q8*.001
830 INPUT " Conductividad térmica del IMPERMEABLE (mcal/cm sg °K)?",R7
840 IF S1=0 THEN PRINT " CONDUCTIVIDAD térmica del IMPERMEABLE (mcal/cm sg
°K)=";R7
850 R7=R7*.001
860 PRINT
870 PRINT " Acuífero homogéneo.....0"
880 PRINT " Acuífero HETEROGENEO (multicapa,lentejones impermeables,"
890 PRINT " fisuras grandes y espaciadas).....1"
900 PRINT " Acuífero MUY HETEROGENEO.....2"
910 INPUT " TIPO DE acuífero ?",S2
920 IF S2=0 THEN S2=33
930 IF S2=1 THEN S2=100
940 IF S2=2 THEN S2=300
950 IF S2=33 THEN PRINT USING "2X,55A";" Acuífero HOMOGÉNEO"
960 IF S2=100 THEN PRINT USING "2X,55A";" Acuífero HETEROGENEO"
970 IF S2=300 THEN PRINT USING "2X,55A";" Acuífero MUY HETEROGENEO"
980 IF P0=2 THEN
990 INPUT " DISTANCIA ENTRE LOS POZOS DEL DOBLETE(metros)?",D3
1000 PRINT " DISTANCIA ENTRE LOS POZOS DEL DOBLETE(metros)?";D3
1010 END IF
1020 RETURN
1030 REM * ROTULOS LUJOSOS *
1040 IF S0=1 THEN
1050 PRINT CHR$(27)&"(s5huB"
1060 ELSE
1070 PRINT CHR$(12)
1080 END IF
1090 PRINT " CALCULO DE DOBLETE GEOTERMICO"
1100 PRINT " *****"
1110 PRINT
1120 PRINT
1130 IF S0=1 THEN PRINT CHR$(27)&"(s6huB"
1140 PRINT " ESPACIADO ENTRE POZOS Y CALCULO DE TIEMPOS"
1150 PRINT " -----"
1160 PRINT
1170 IF S0=1 THEN PRINT CHR$(27)&"(s8huB"
1180 PRINT USING "17A,X,30A,X,6A,X,8A";" LOCALIDAD:";L$;"FECHA:";T$
1190 IF S0=1 THEN PRINT CHR$(27)&"(s10huB"
1200 PRINT
1210 RETURN
1220 REM *IMPRESION DE DATOS*

```

```

1250 PRINT
1260 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D";"
*100
1270 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D";"
Q2
1280 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D";"
1290 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D";"
1300 PRINT
1310 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D";"
RO(cal/cm3 K):";Q4
1320 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D";"
cal/cm3 K):";Q6
1330 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D";"
ro (cal/cm3 K):";Q7
1340 PRINT
1350 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D";"
al/cm sg *K):";Q8*1000
1360 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D";"
(mcal/cm sg *K):";R7*1000
1370 PRINT
1380 IF S2=33 THEN PRINT USING "2X,55A";"
1390 IF S2=100 THEN PRINT USING "2X,55A";"
1400 IF S2=300 THEN PRINT USING "2X,55A";"
1410 IF S0=0 THEN PAUSE
1420 PRINT
1430 PRINT
1440 IF P0=1 THEN GOTO 1460
1450 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D";"
ros):";D3
1460 PRINT
1470 PRINT
1480 RETURN
1490 REM
1500 PRINT USING "2X,55A";"
1510 PRINT USING "2X,55A";"
1520 PRINT
1530 IF P0=2 THEN 1590
1540 PRINT USING "2X,55A";"
1550 PRINT
1560 PRINT USING "5X,57A,2X,5D";"
1570 PRINT USING "5X,57A,2X,5D";"
1580 PRINT
1590 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D";"
PERMEABLE :";R3
1600 PRINT
1610 PRINT USING "2X,60A,2X,5D";"
1620 PRINT USING "2X,60A,2X,5D";"
):";N2
1630 PRINT
1640 PRINT USING "2X,55A";"
1650 PRINT
1660 PRINT USING "5X,57A,2X,5D";"
1670 PRINT USING "5X,57A,2X,5D";"
1680 PRINT USING "5X,57A,2X,5D";"
1690 RETURN
1700 REM
1710 D1=17520*Q3*T1
1720 D2=(Q1+(1-Q1)*Q4)*Q2
1730 D2=D2+(((Q1+(1-Q1)*Q4)^2)*(Q2^2)+6.31E+3*Q9*Q4*T1)^.5
1740 D=(D1/D2)^.5
1750 IF P0=2 THEN D=D3
1760 R4=(PI*Q7*(D^2)*Q2)/(26280*Q3)
1770 RETURN
1780 REM *CALCULOS DEL DOBLETE*

```

POROSIDAD eficaz del acuífero (%):";Q1
POTENCIA útil del acuífero (metros):";
CAUDAL medio de BOMBEO (m3/hora):";Q3
VIDA estimada del DOBLETE (años):";T1
CAPACIDAD CALORIFICA de la roca ACUIFE
CAPACIDAD CALORIFICA del IMPERMEABLE (
Capacidad CALORIFICA GLOBAL del acuífe
CONDUCTIVIDAD térmica del ACUIFERO (mc
CONDUCTIVIDAD térmica del IMPERMEABLE
Acuífero HOMOGENEO"
Acuífero HETEROGENEO"
Acuífero MUY HETEROGENEO"
DISTANCIA ENTRE POZOS DEL DOBLETE (met
IMPRESION DE RESULTADOS
SOLUCIONES"
===== "
DISTANCIA ENTRE POZOS (m) "
Régimen convectivo:";R1
Impermeable conductivo:";R2
Coef. intercambio por conducción con IM
Numero de PECLET (conducción):";N1
Numero de PECLET (conducción + dispersión
LLEGADA DEL FRENTE FRIO (años) "
Régimen convectivo:";R4
Impermeable conductivo:";R5
Convección, conducción y dispersión:";R6
****RUTINA DE CALCULO DE DOBLETE GEOTERMICO****

```

1800 R7=R7*1000
1810 R3=(Q7*Q3*Q2)/(Q6*R7*(R2^2)*3.6E-4)
1820 N1=Q3/(3.6E-4*PI*Q2*Q8)
1830 N2=(Q3*Q2)/(1200*PI*R2*Q2)
1840 N2=Q3/(3600*PI*Q2*(N2+Q8*1.E-7))
1850 R5=(PI*Q7*(R2^2)*Q2)/(26280*Q3)
1860 N1=N1-1
1870 N2=N2-1
1880 N3=1      !Se selecciona el 1er. coeficiente de tiempo
1890 IF 1/R3<.1 THEN
1900 IF 1/N1<.1 THEN N3=(-.2/.1)*(1/N1)+.7
1910 IF 1/N1>=.1 AND 1/N1<=1 THEN N3=(-.3/.9)*((1/N1)-.1)+.5
1920 IF 1/N1>1 THEN N3=.2
1930 GOTO 2060
1940 END IF
1950 IF 1/R3>=.1 AND 1/R3<=1 THEN
1960 IF 1/N1<.1 THEN N3=(-.05/.1)*(1/N1)+.55
1970 IF 1/N1>=.1 AND 1/N1<=1 THEN N3=(-.3/.9)*((1/N1)-.1)+.5
1980 IF 1/N1>1 THEN N3=.2
1990 GOTO 2060
2000 END IF
2010 IF 1/N1>=.1 AND 1/N1<=1 THEN
2020 IF 1/R3<.1 THEN N3=(.05/.1)*(1/R3)+.5
2030 IF 1/R3>=.1 AND 1/R3<=1 THEN N3=(.15/.9)*((1/R3)-.1)+.55
2040 IF 1/R3>1 THEN N3=.7
2050 END IF
2060 R5=N3*R5
2070 N4=1      !Se selecciona el 2 coeficiente de tiempo
2080 IF 1/R3<.1 THEN
2090 IF 1/N2<.1 THEN N4=(-.2/.1)*(1/N2)+.7
2100 IF 1/N2>=.1 AND 1/N2<=1 THEN N4=(-.3/.9)*((1/N2)-.1)+.5
2110 IF 1/N2>1 THEN N4=.2
2120 GOTO 2250
2130 END IF
2140 IF 1/R3>=.1 AND 1/R3<=1 THEN
2150 IF 1/N2<.1 THEN N4=(-.05/.1)*(1/N1)+.55
2160 IF 1/N2>=.1 AND 1/N2<=1 THEN N4=(-.3/.9)*((1/N2)-.1)+.5
2170 IF 1/N2>1 THEN N4=.2
2180 GOTO 2250
2190 END IF
2200 IF 1/N2>=.1 AND 1/N2<=1 THEN
2210 IF 1/R3<.1 THEN N4=(.05/.1)*(1/R3)+.5
2220 IF 1/R3>=.1 AND 1/R3<=1 THEN N4=(.15/.9)*((1/R3)-.1)+.55
2230 IF 1/R3>1 THEN N4=.7
2240 END IF
2250 R6=N4*R5/N3
2260 IF R6>R5 THEN
2270 N5=R6
2280 R6=R5
2290 R5=N5
2300 END IF
2310 N1=N1+1
2320 N2=N2+1
2330 RETURN
2340 REM      ****TABLA DE PROPIEDADES DE LAS ROCAS DEL ACUIFERO****
2350 DATA "Arcillas",2.36,2.83,2.6,.186,.240,.211,4.14,8.18,5.68,"Margas",2.59,
2.67,2.63,.217,.221,.219,4.21,7.71,6.44,"Calizas",2.41,2.67,2.55,.197,.227,.204
2360 DATA 4.05,6.40,5.28,"Dolomias",2.53,2.72,2.63,.22,.239,.228,6.01,9.06,7.98,
"Areniscas",2.35,2.97,2.65,.182,.256,.197,5.2,12.18,7.75
2370 DATA "Yesos",2.65,2.91,2.8,.13,.32,.2,9.8,14.5,12.61,"Sales",2.08,2.28,2.16
,.13,.26,.2,10.7,13.8,13.19
2380 DATA "Basaltos",2.84,2.89,2.86,.20,.212,.211,3.3,6.4,4.21,"Lavas escor.",0.
95,2.64,1.58,.16,.33,.26,.597,1.74,1.16
2390 DATA "Granitos",2.5,2.76,2.62,.188,.33,.25,3.91,7.35,6.35,"Gneiss",2.7,2.73
,2.71,.183,.208,.193,6.16,7.03,6.46

```

.7,.17,.21,.18,7.0,19.0,14.7

2410 PRINT CHR\$(12)

2420 PRINT "

PARAMETROS DEL MATERIAL DEL ACUIFERO"

2430 PRINT " ROCAS

";

2440 PRINT " Densidad

Calor específico
(gr/cm³)

Conductividad térmica"
(cal/gr *K)

(mcal/

cm sg *K)"

2460 PRINT "

m x M m x M m

x M"

2470 RESTORE

2480 FOR I=1 TO 13

2490 READ A#

2500 PRINT A#;

2510 PRINT TAB(14);

2520 DIM P(3,3)

2530 FOR J=1 TO 3

2540 FOR K=1 TO 3

2550 READ P(J,K)

2560 IF K<>3 THEN GOTO 2600

2570 P0=P(J,K)

2580 P(J,K)=P(J,K-1)

2590 P(J,K-1)=P0

2600 NEXT K

2610 FOR K=1 TO 3

2620 IF P(J,K)=0 AND K=3 THEN

2630 PRINT USING "5A,#";" *"

2640 GOTO 2750

2650 END IF

2660 IF P(J,K)=0 THEN

2670 PRINT USING "5A,2X,#";" *"

2680 GOTO 2750

2690 END IF

2700 IF K=3 THEN

2710 PRINT USING "2D.2D,#";P(J,K)

2720 GOTO 2750

2730 END IF

2740 PRINT USING "2D.2D,2X,#";P(J,K)

2750 NEXT K

2760 IF J=3 THEN 2800

2770 PRINT USING "5X,#"

2780 NEXT J

2790 PRINT

2800 NEXT I

2810 INPUT " Quiere IMPRESION de la tabla (S/N)",A#

2820 IF A#="s" OR A#="S" THEN DUMP ALPHA

2830 RETURN

2840 REM *****MENU PRINCIPAL*****

2850 DIM L#[54]

2860 DIM T#[9]

2870 GOSUB 30

2880 GOSUB 370

2890 GOSUB 440

2900 GOSUB 1030

2910 GOSUB 1220

2920 IF S0=1 THEN

2930 PRINTER IS 701

2940 GOSUB 1030

2950 GOSUB 1220

2960 PRINTER IS 1

2970 END IF

2980 Q9=R7

2990 GOSUB 1700

3000 R2=D

3010 GOSUB 1780

3020 Q9=0

```
3050 GOSUB 1490
3060 IF S0=1 THEN
3070 PRINTER IS 701
3080 GOSUB 1490
3090 PRINT CHR$(12)
3100 PRINTER IS 1
3110 ELSE
3120 PAUSE
3130 END IF
3140 GOTO 2840
3150 END
```

```

10 REM *MENU DE GRAFICOS DISTANCIA ENTRE POZOS*           ** J.L.DIEZ GIL **
**12.12.1984**                                           **GRAF_DIS**
20 GOTO 3370
30 REM *ROTULOS DE ENTRADA*
40 PRINT CHR$(12)
50 PRINT "   GRAFICOS DE DISTANCIA ENTRE POZOS DEL DOBLETE GEOTERMICO"
60 PRINT "   *-----*"
70 PRINT
80 PRINT
90 PRINT "   GRAFICOS de DISTANCIA versus CAUDAL.....1"
100 PRINT
110 PRINT
120 PRINT "   MENU PRINCIPAL.....10"
130 PRINT
140 PRINT
150 INPUT "           OPCION elegida?",S1
160 PRINT "           OPCION elegida=";S1
170 IF S1<>10 THEN 270
180 PRINT CHR$(12)
190 FOR I=1 TO 8
200 PRINT
210 NEXT I
220 PRINT "   COLOQUE el disco de MENU PRINCIPAL en el driver "
230 PRINT
240 PRINT "           y presione CONTINUE"
250 PAUSE
260 LOAD "MAINMENU"
270 PRINT
280 PRINT "   Si quiere impresion de DATOS Y RESULTADOS introduzca 1"
290 PRINT
300 PRINT "   Si quiere salida en PANTALLA           introduzca 0"
310 PRINT
320 INPUT "           Opcion elegida",S0
330 PRINT "           OPCION ELEGIDA =" ;S0
340 RETURN
350 REM           * ENTRADA DE DATOS *
360 PRINT CHR$(12)
370 PRINT "   GRAFICOS CAUDAL vs. DISTANCIA ENTRE POZOS"
380 PRINT "   *-----*"
390 PRINT
400 INPUT "   Localidad?",L$
410 PRINT "   LOCALIDAD: ";L$;
420 INPUT "   Fecha ?",T$
430 PRINT "   FECHA: ";T$
440 INPUT "   Porosidad eficaz del acuífero (%)?",Q1
450 PRINT "   POROSIDAD eficaz del acuífero (%)" ;Q1
460 Q1=Q1/100
470 INPUT "   Potencia útil del acuífero (metros)?",Q2
480 PRINT "   POTENCIA útil del acuífero (metros)" ;Q2
490 C1=500
500 C2=0
510 INPUT "   Vida estimada del doblete (años)?",T1
520 PRINT "   VIDA estimada del DOBLETE (años)" ;T1
530 INPUT "   Conoce los datos TERMICOS de la roca y del impermeable (S/N)?",A
$
540 IF A$="N" OR A$="n" THEN
550 GOSUB 1410
560 PRINT
570 INPUT "   DENSIDAD de la roca ACUIFERO (gr/cm3)?",Q4
580 INPUT "   DENSIDAD del IMPERMEABLE (gr/cm3)?",Q5

```

```

600 INPUT " Calor ESPECIFICO del IMPERMEABLE (cal/gr K)?",Q7
610 Q4=Q4*Q6
620 Q6=Q5*Q7
630 S2=1
640 ELSE
650 S2=0
660 PRINT
670 INPUT " CAPACIDAD CALORIFICA de la roca ACUIFERO(cal/cm3 K)?",Q4
680 PRINT " CAPACIDAD CALORIFICA de la roca ACUIFERO(cal/cm3 K)=";Q4
690 INPUT " CAPACIDAD CALORIFICA del IMPERMEABLE (cal/cm3 K)?",Q6
700 PRINT " CAPACIDAD CALORIFICA del IMPERMEABLE (cal/cm3 K)=";Q6
710 END IF
720 Q7=Q1+((1-Q1)*Q4)
730 PRINT " Capacidad CALORIFICA GLOBAL del acuifero (cal/cm3 K)=";Q7
740 PRINT
750 INPUT " Conductividad térmica de la roca ACUIFERO (mcal/cm sg *K)?",Q8
760 IF S2=0 THEN PRINT " CONDUCTIVIDAD térmica de la roca ACUIFERO (mcal/c
m sg *K)=";Q8
770 Q8=Q8*.001
780 INPUT " Conductividad térmica del IMPERMEABLE (mcal/cm sg *K)?",P9
790 IF S2=0 THEN PRINT " CONDUCTIVIDAD térmica del IMPERMEABLE (mcal/cm sg
*K)=";P9
800 P9=P9*.001
810 PRINT
820 RETURN
830 REM * ROTULOS LUJOSOS *
840 IF S0=1 THEN
850 PRINT CHR$(27)&"(s5huB"
860 ELSE
870 PRINT CHR$(12)
880 END IF
890 PRINT " GRAFICOS DE DOBLETE GEOTERMICO"
900 PRINT " *=====*"
910 PRINT
920 IF S0=1 THEN PRINT CHR$(27)&"(s6huB"
930 PRINT " GRAFICOS CAUDAL vs. DISTANCIA "
940 PRINT " -----"
950 PRINT
960 IF S0=1 THEN PRINT CHR$(27)&"(s8huB"
970 PRINT USING "17A,X,30A,X,6A,X,8A"; " LOCALIDAD:";L$;"FECHA:";T$
980 PRINT
990 IF S0=1 THEN PRINT CHR$(27)&"(s10huB"
1000 PRINT USING "2X,60A"; " DATOS"
1010 PRINT USING "2X,60A"; " ====="
1020 PRINT
1030 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D"; " POROSIDAD eficaz del acuifero (%):";Q1
*100
1040 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D"; " POTENCIA útil del acuifero (metros):";
Q2
1050 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D"; " CAUDAL MAXIMO de BOMBEO (m3/hora)=";C
1
1060 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D"; " CAUDAL MINIMO de BOMBEO (m3/hora)=";C
2
1070 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D"; " VIDA estimada del DOBLETE (años):";T1
1080 PRINT
1090 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D"; " CAPACIDAD CALORIFICA de la roca ACUIFE
RO(cal/cm3 K):";Q4
1100 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D"; " CAPACIDAD CALORIFICA del IMPERMEABLE (
cal/cm3 K):";Q6
1110 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D"; " Capacidad CALORIFICA GLOBAL del acuiife
ro (cal/cm3 K):";Q7
1120 PRINT
1130 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D"; " CONDUCTIVIDAD térmica del ACUIFERO (mc
al/cm sg *K):";Q8*1000
1140 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D"; " CONDUCTIVIDAD térmica del IMPERMEABLE

```



```

1150 PRINT
1160 PRINT
1170 PRINT
1180 PRINT USING "2X,55A";" ..... Régimen convectivo"
1190 PRINT USING "2X,55A";" ----- Impermeable conductivo"
1200 IF SO=0 THEN PAUSE
1210 PRINT
1220 PRINT
1230 RETURN
1240 REM          *MAGNIFICACION DE LA FIGURA*
1250 PRINT
1260 PRINT "          Si quiere el GRAFICO MAGNIFICADO introduzca 0"
1270 PRINT "          Si lo quiere de tamaño PANTALLA introduzca 1"
1280 INPUT P2
1290 RETURN
1300 REM          ***RUTINA DE CALCULO DE DOBLETE GEOTERMICO***
1310 FOR I=0 TO NO
1320 Q3=(I*(C1-C2)/NO)+C2
1330 D1=17520*Q3*T1
1340 D2=(Q1+(1-Q1)*Q4)*Q2
1350 D2=D2+(((Q1+(1-Q1)*Q4)^2)*(Q2^2)+6.31E+3*Q9*Q4*T1)^.5
1360 D=(D1/D2)^.5
1370 Z(I)=D
1380 X(I)=Q3
1390 NEXT I
1400 RETURN
1410 REM          **TABLA DE PROPIEDADES DE LAS ROCAS DEL ACUIFERO**
1420 DATA "Arcillas",2.36,2.83,2.6,.186,.240,.211,4.14,8.18,5.68,"Margas",2.59,
2.67,2.63,.217,.221,.219,4.21,7.71,6.44,"Calizas",2.41,2.67,2.55,.197,.227,.204
1430 DATA 4.05,6.40,5.28,"Dolomias",2.53,2.72,2.63,.22,.239,.228,6.01,9.06,7.98,
"Areniscas",2.35,2.97,2.65,.182,.256,.197,5.2,12.18,7.75
1440 DATA "Yesos",2.65,2.91,2.8,.13,.32,.2,9.8,14.5,12.61,"Sales",2.08,2.28,2.16
,.13,.26,.2,10.7,13.8,13.19
1450 DATA "Basaltos",2.84,2.89,2.86,.20,.212,.211,3.3,6.4,4.21,"Lavas escor.",0.
95,2.64,1.58,.16,.33,.26,.597,1.74,1.16
1460 DATA "Granitos",2.5,2.76,2.62,.188,.33,.25,3.91,7.35,6.35,"Gneiss",2.7,2.73
,2.71,.183,.208,.193,6.16,7.03,6.46
1470 DATA "Mármoles",2.5,2.8,2.67,.17,.21,.179,6.4,6.9,6.7,"Cuarcitas",2.6,2.8,2
.7,.17,.21,.186,7.0,19.0,14.76
1480 PRINT CHR$(12)
1490 PRINT "          PARAMETROS DEL MATERIAL DEL ACUIFERO"
1500 PRINT "          ROCAS          ";
1510 PRINT "          Densidad          Calor específico          Conductividad térmica"
1520 PRINT "          cm sg °K)          (gr/cm3)          (cal/gr °K)          (mcal/
1530 PRINT "          x          M          m          x          M          m
1540 RESTORE
1550 FOR I=1 TO 13
1560 READ A#
1570 PRINT A#;
1580 PRINT TAB(14);
1590 DIM P(3,3)
1600 FOR J=1 TO 3
1610 FOR K=1 TO 3
1620 READ P(J,K)
1630 IF K<>3 THEN GOTO 1670
1640 P0=P(J,K)
1650 P(J,K)=P(J,K-1)
1660 P(J,K-1)=P0
1670 NEXT K
1680 FOR K=1 TO 3
1690 IF P(J,K)=0 AND K=3 THEN
1700 PRINT USING "5A,#";" *"
1710 GOTO 1820

```

```

1730 IF P(J,K)=0 THEN
1740 PRINT USING "5A,2X,#"; " *"
1750 GOTO 1820
1760 END IF
1770 IF K=3 THEN -
1780 PRINT USING "2D.2D,#";P(J,K)
1790 GOTO 1820
1800 END IF
1810 PRINT USING "2D.2D,2X,#";P(J,K)
1820 NEXT K
1830 IF J=3 THEN 1870
1840 PRINT USING "5X,#"
1850 NEXT J
1860 PRINT
1870 NEXT I
1880 INPUT " Quiere IMPRESION de la tabla (S/N)",A#
1890 IF A#="s" OR A#="S" THEN DUMP ALPHA
1900 RETURN
1910 REM **RUTINA DE AUTOESCALADO**
1920 ! ENTRADA P0,P1,Z0,Z1
1930 ! P0,P1 min y Max de X
1940 ! Z0,Z1 min y Max de Y
1950 IF P3=10 THEN
1960 P0=0
1970 P1=500
1980 Z0=0
1990 Z1=3000
2000 ELSE
2010 P0=MIN(X(*))
2020 P1=MAX(X(*))
2030 Z0=MIN(Z(*))
2040 Z1=MAX(Z(*))
2050 END IF
2060 FOR I=1 TO 2
2070 FOR J=1 TO 8
2080 T(I,J)=0
2090 NEXT J
2100 NEXT I
2110 T(1,1)=P0+1
2120 T(1,2)=P1-1
2130 T(2,1)=Z0+1
2140 T(2,2)=Z1-1
2150 FOR I=1 TO 2
2160 Ep=0
2170 FOR J=1 TO 2
2180 IF T(I,J)=0 THEN GOTO 2240
2190 T(I,J+2)=LGT(ABS(T(I,J)))
2200 T(I,J+2)=10^(INT(T(I,J+2)))
2210 T(I,J+4)=SGN(T(I,J))
2220 T(I,J+6)=ABS(INT(T(I,J)/T(I,J+2))+Ep)
2230 T(I,J+6)=T(I,J+2)*T(I,J+4)*T(I,J+6)
2240 Ep=1
2250 NEXT J
2260 IF T(I,5)=0 THEN T(I,5)=T(I,6)
2270 IF T(I,6)=0 THEN T(I,6)=T(I,5)
2280 IF T(I,3)<T(I,4) THEN
2290 IF T(I,5)=T(I,6) THEN T(I,7)=0
2300 IF T(I,5)<>T(I,6) THEN T(I,7)=-T(I,4)
2310 END IF
2320 IF T(I,3)>T(I,4) THEN
2330 IF T(I,5)=T(I,6) THEN T(I,8)=0
2340 IF T(I,5)<>T(I,6) THEN T(I,8)=T(I,3)
2350 END IF
2360 T(I,2)=T(I,3)
2370 IF T(I,3)<T(I,4) THEN T(I,2)=T(I,4)

```

```

2390 IF T(I,5)<>T(I,6) THEN T(I,1)=0
2400 NEXT I
2410 XO=T(1,1)
2420 YO=T(2,1)
2430 Ax=T(1,2)
2440 Ay=T(2,2)
2450 VO=T(1,7)
2460 V1=T(1,8)
2470 WO=T(2,7)
2480 W1=T(2,8)
2490 RETURN
2500 REM      **RUTINA FUNDAMENTAL DE GRAFICA DE EJES**
2510 C#=CHR$(255)&"K"
2520 OUTPUT 2 USING "#,K";C#
2530 GINIT
2540 PLOTTER IS 3,"INTERNAL"
2550 GRAPHICS ON
2560 LORG 6
2570 X_gdu_max=100*MAX(1,RATIO)
2580 Y_gdu_max=100*MAX(1,1/RATIO)
2590 FOR I=-.2 TO .2 STEP .1
2600     MOVE X_gdu_max/2+I,Y_gdu_max
2610     LABEL "CAUDAL-DISTANCIA"
2620 NEXT I
2630 DEG
2640 LDIR 90
2650 CSIZE 3.5
2660 MOVE X_gdu_max/10,Y_gdu_max/1.8
2670 LABEL "Distancia (m)"
2680 LORG 4
2690 LDIR 0
2700 MOVE X_gdu_max/2,.1*Y_gdu_max
2710 LABEL "Caudal (m3/hora)"
2720 VIEWPORT .2*X_gdu_max,.8*X_gdu_max,.2*Y_gdu_max,.7*Y_gdu_max
2730 WINDOW VO,V1,W0,W1
2740 AXES Ax/10,Ay/10,XO,YO,5,5
2750 AXES Ax/10,Ay/10,VO,W0,5,5
2760 AXES Ax/10,Ay/10,V1,W1,5,5
2770 GRID Ax,Ay,XO,YO,1,1
2780 CLIP OFF
2790 CSIZE 3,.5
2800 LORG 6
2810 FOR I=VO TO V1 STEP Ax
2820     MOVE I,W0-((W1-W0)/50)
2830     LABEL USING "#,K";I
2840 NEXT I
2850 LORG 8
2860 FOR I=W0 TO W1 STEP Ay
2870     MOVE VO,I
2880     LABEL USING "#,DDDD,X";I
2890 NEXT I
2900 CLIP ON
2910 PENUP
2920 RETURN
2930 REM *DIBUJO DE GRAFICAS*
2940 FOR I=0 TO NO
2950     IF I=0 THEN
2960         PLOT X(I),Z(I)
2970         GOTO 3000
2980     END IF
2990     DRAW X(I),Z(I)
3000 NEXT I
3010 PENUP
3020 RETURN
3030 REM      **DUMPING DE PANTALLA**

```

```

3050 PRINTER IS 701
3060 DUMP DEVICE IS 701
3070 DUMP GRAPHICS
3080 IF P2=0 THEN
3090 DUMP DEVICE IS 701,EXPANDED
3100 PRINT CHR$(12)
3110 DUMP GRAPHICS
3120 END IF
3130 PRINT CHR$(12)
3140 PRINTER IS 1
3150 ELSE
3160 PAUSE
3170 END IF
3180 GRAPHICS OFF
3190 RETURN
3200 REM * ELECCION DE NUEVA GRAFICA*
3210 PRINT
3220 PRINT
3230 PRINT " ELECCION DE NUEVA GRAFICA"
3240 PRINT " *****"
3250 PRINT
3260 PRINT " Eleccion de NUEVOS LIMITES en la GRAFICA....1"
3270 PRINT " MENU de GRAFICAS.....0"
3280 INPUT P3
3290 IF P3=0 THEN 3360
3300 PRINT
3310 PRINT
3320 INPUT " Caudal MAXIMO de BOMBEO (m3/hora)?",C1
3330 PRINT " CAUDAL MAXIMO de BOMBEO (m3/hora)=";C1
3340 INPUT " Caudal MINIMO de BOMBEO (m3/hora)?",C2
3350 PRINT " CAUDAL MINIMO de BOMBEO (m3/hora)=";C2
3360 RETURN
3370 REM *****MENU PRINCIPAL*****
3380 DIM L$(35)
3390 DIM T$(35)
3400 P3=10
3410 N0=20
3420 DIM Z(20)
3430 DIM X(20)
3440 DIM T(2,8)
3450 GOSUB 30
3460 GOSUB 350
3470 GOSUB 830
3480 IF S0=1 THEN
3490 GOSUB 1240
3500 PRINTER IS 701
3510 GOSUB 830
3520 PRINTER IS 1
3530 END IF
3540 Q9=0
3550 GOSUB 1300
3560 GOSUB 1910
3570 GOSUB 2500
3580 LINE TYPE 4
3590 GOSUB 2930
3600 Q9=P9
3610 LINE TYPE 5
3620 GOSUB 1300
3630 GOSUB 2930
3640 GOSUB 3030
3650 GOSUB 3200
3660 IF P3=1 THEN GOTO 3470
3670 GOTO 3370
3680 END

```

```

10  REM *MENU DE POTENCIAS Y PRESIONES EN EL POZO DE PRODUCCION* **J.L.DIEZ
GIL**      **12.12.1984**  ***PRF_PROD***
20  GOTO 3980
30  REM *ROTULOS DE ENTRADA*
40  PRINT CHR$(12)
50  PRINT "                CALCULO DEL POZO DE PRODUCCION"
60  PRINT "                ******"
70  PRINT
80  PRINT
90  PRINT "      CALCULO y GRAFICAS del pozo de PRODUCCION.....1"
100 PRINT
110 PRINT
120 PRINT "      MENU PRINCIPAL.....10"
130 PRINT
140 INPUT "                OPCION elegida?",PO
150 PRINT "                OPCION elegida=";PO
160 IF PO<>10 THEN 260
170 PRINT CHR$(12)
180 FOR I=1 TO 8
190 PRINT
200 NEXT I
210 PRINT "                COLOQUE el disco de MENU PRINCIPAL en el driver "
220 PRINT
230 PRINT "                y presione CONTINUE"
240 PAUSE
250 LOAD "MAINMENU"
260 FOR I=1 TO 2
270 PRINT
280 NEXT I
290 PRINT "      Si quiere IMPRESION de Datos y Resultados  introduzca 1"
300 PRINT
310 PRINT "      Si quiere salida solo por PANTALLA      introduzca 0"
320 PRINT
330 INPUT "                OPCION ELEGIDA ?",S0
340 RETURN
350 REM                *LECTURA DE DATOS DE DISCO*
360 MASS STORAGE IS ":HP8290X,700,0"
370 ASSIGN @P1 TO C#
380 ENTER @P1;N
390 FOR I=1 TO N1
400 ENTER @P1;R(I)
410 NEXT I
420 FOR I=1 TO N2
430 ENTER @P1;Q(I)
440 NEXT I
450 IF C#="COMP_ROC1" THEN GOTO 510
460 FOR I=1 TO N1
470 FOR J=1 TO N2
480 ENTER @P1;W(I,J)
490 NEXT J
500 NEXT I
510 ASSIGN @P1 TO *
520 MASS STORAGE IS ":HP8290X,700,0"
530 RETURN
540 REM                **ROTULOS LUJOSDS**
550 IF S0=1 AND S2=1 THEN
560 PRINT CHR$(27)&"(s5huB"
570 ELSE
580 PRINT CHR$(12)
590 END IF

```

```

610 PRINT " *****"
620 PRINT
630 PRINT
640 IF S0=1 AND S2=1 THEN PRINT CHR$(27)&"(s6huB"
650 PRINT "          POZO DE PRODUCCION "
660 PRINT "          -----"
670 PRINT
680 IF S0=1 AND S2=1 THEN
690 PRINT CHR$(27)&"(s9huB"
700 PRINT USING "17A,X,30A,X,6A,X,8A";"          LOCALIDAD:";L#;"FECHA:";T#
710 PRINT
720 PRINT CHR$(27)&"(s10huB"
730 END IF
740 RETURN
750 REM          **ENTRADA DE DATOS **
760 PRINT
770 INPUT "          Localidad?";L#
780 PRINT "          LOCALIDAD: ";L#;
790 INPUT "          Fecha ?";T#
800 PRINT "          FECHA: ";T#
810 INPUT "          Porosidad eficaz del acuífero (%)?";P(4)
820 PRINT USING "58A,2X,5D";"          POROSIDAD eficaz del acuífero (%)=";P(4)
830 INPUT "          PERMEABILIDAD de la roca (darcys)? ";P(9)
840 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"          PERMEABILIDAD de la roca (darcys)=";P(9)
850 INPUT "          Potencia útil del acuífero (metros)?";P(10)
860 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"          POTENCIA útil del acuífero (metros)=";P(10)
870 INPUT "          PROFUNDIDAD zona productora. Registro presión de fondo (m)?";
P(11)
880 PRINT USING "58A,2X,5D";"          PROFUNDIDAD zona productora. Reg.pres.fondo
(m)=";P(11)
890 INPUT "          TEMPERATURA del fluido en el acuífero (°C)?";P(5)
900 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"          TEMPERATURA del fluido en el acuífero (°C)
)=";P(5)
910 P(6)=P(5)
920 P(7)=P(5)
930 INPUT "          SALINIDAD del fluido (gr/l)?";P(2)
940 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"          SALINIDAD del fluido (gr/l)=";P(2)
950 P(1)=P(2)
960 INPUT "          DIAMETRO EXTERIOR de la tubería de PRODUCCION (pulg.)?";P(12)
970 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"          DIAMETRO EXTERIOR de tubería de PRODUCCIO
N (pulg.)=";P(12)
980 INPUT "Número de TRAMOS de entubación?";T1
990 PRINT USING "58A,2X,5D";"          Número de TRAMOS de entubación=";T1
1000 FOR J=1 TO T1
1010 PRINT USING "14A,2D,#";"          TRAMO ";J
1020 INPUT "LONGITUD (m) ?";L2(J)
1030 PRINT USING "18A,4D,2X,#";"          LONGITUD (m)=";L2(J)
1040 INPUT "DIAMETRO INTERIOR (mm) ?";D(J)
1050 PRINT USING "21A,4D";"          DIAMETRO INT. (mm)=";D(J)
1060 NEXT J
1070 INPUT "          Caudal medio de BOMBEO (m3/hora)?";P(14)
1080 PRINT USING "58A,2X,5D";"          CAUDAL medio de BOMBEO (m3/hora)=";P(14)
1090 INPUT "          DISTANCIA entre pozos (m)?";P(15)
1100 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"          DISTANCIA entre pozos (m)=";P(15)
1110 INPUT "          Presión estática en cabeza de pozo (Si no se conoce introduzc
a 0) (kg/cm2)?";P(20)
1120 IF P(20)<>0 THEN
1130 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"          PRESION estática en CABEZA de pozo (kg/cm
2)=";P(20)
1140 P1=1
1150 ELSE
1160 INPUT "          Presión estática en fondo de pozo (kg/cm2)?";P(3)
1170 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"          PRESION estática en FONDO de pozo (kg/cm2)
)=";P(3)

```

```

1190 END IF
1200 INPUT " Rendimiento del grupo impulsor (0.70-0.85)?",R1
1210 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";" RENDIMIENTO del grupo impulsor =" ;R1
1220 C3=0
1230 C4=500
1240 RETURN
1250 REM **ROTULO DE ENTRADA AL CALCULO DE PRESIONES**
1260 PRINT
1270 PRINT " DATOS"
1280 PRINT " ====="
1290 PRINT
1300 PRINT USING "58A,5X,2D";" POROSIDAD eficaz del acuífero (%)" ;P(4)
1310 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";" FERMEABILIDAD de la roca (darcys)" ;P(9)
1320 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";" POTENCIA útil del acuífero (metros)" ;P(10)
1330 PRINT USING "58A,2X,5D";" PROFUNDIDAD zona productora. Reg.pres.fondo (m)" ;P(11)
1340 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";" TEMPERATURA del fluido en el acuífero (°C)" ;P(5)
1350 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";" SALINIDAD del fluido (gr/l)?" ;P(2)
1360 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";" DIAMETRO EXTERIOR de tubería de PRODUCCION (pulg.)" ;P(12)
1370 PRINT USING "58A,2X,5D";" Número de TRAMOS de entubación" ;T1
1380 FOR I=1 TO T1
1390 PRINT USING "15A,2D,17A,4D,23A,4D";" TRAMO";I;" Longitud (m)" ;L2(I);" Diámetro int. (mm)" ;D(I)
1400 NEXT I
1410 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";" CAUDAL medio de BOMBEO (m3/hora)?" ;P(14)
1420 PRINT USING "58A,2X,5D";" DISTANCIA entre pozos (m)" ;P(15)
1430 IF P(20)<>0 THEN
1440 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";" PRESION estática en CABEZA de pozo (kg/cm2)" ;P(20)
1450 ELSE
1460 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";" PRESION estática en FONDO de pozo (kg/cm2)" ;P(3)
1470 END IF
1480 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";" RENDIMIENTO del grupo impulsor =" ;R1
1490 RETURN
1500 REM **ROTULO SOLUCIONES**
1510 PRINT
1520 PRINT
1530 PRINT
1540 PRINT " SOLUCIONES"
1550 PRINT " ====="
1560 PRINT
1570 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";" TIEMPO mínimo de VALIDEZ ecuaciones (dias)" ;P(21)/(3600.*24)
1580 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";" DENSIDAD del agua del acuífero (gr/cm3)" ;P(27)
1590 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";" VISCOSIDAD del agua (centipoises)" ;P(28)
1600 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";" COMPRESIBILIDAD del agua (10-5 Vol/Vol/Atm)" ;P(29)
1610 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";" COMPRESIBILIDAD de la ROCA (10-5 Vol/Vol/Atm)" ;P(30)
1620 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";" COMPRESIBILIDAD TOTAL (10-5 Vol/Vol/Atm)" ;P(30)+P(29)
1630 PRINT
1640 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";" PRESION estática en CABEZA de pozo (kg/cm2)" ;P(20)
1650 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";" PRESION estática en FONDO de pozo (kg/cm2)" ;P(3)
1660 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";" PERDIDAS de carga en el CASING (kg/cm2)" ;P(22)
1670 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";" PRESION HIDRODINAMICA (kg/cm2)" ;P(23)
1680 PRINT

```

```

1700 IF P(24)/X=0 THEN
1710 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"          POTENCIA equivalente de BOMBEO (kW)=";ABS
(P(25)/(75*1.359))
1720 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"          POTENCIA equivalente de BOMBEO (CV)=";ABS
(P(25)/75)
1730 PRINT USING "58A,2X,5D";"            POTENCIA recomendada de la bomba (kW)=";1.3*
ABS(P(25)/(75*1.359))
1740 PRINT USING "58A,2X,5D";"            POTENCIA recomendada de la bomba (CV)=";1.3*
ABS(P(25)/75)
1750 ELSE
1760 PRINT
1770 PRINT USING "58A";"          POZO SURGENTE"
1780 END IF
1790 RETURN
1800 REM          **OBTENCION DE LOS DATOS DE LAS TABLAS POR INTERPOLACION**
1810 READ C#,N1,N2
1820 GOSUB 350
1830 FOR L=1 TO N1-1
1840 IF R(L)<=P(M) AND R(L+1)>=P(M) THEN GOTO 1870
1850 IF R(L)>=P(M) AND R(L+1)<=P(M) THEN GOTO 1870
1860 NEXT L
1870 LO=L
1880 IF C#<>"COMP_ROC1" THEN GOTO 1910
1890 P(26+M)=((Q(LO+1)-Q(LO))*(P(M)-R(LO))/(R(LO+1)-R(LO)))+Q(LO)
1900 GOTO 1990
1910 FOR L=1 TO N2-1
1920 IF Q(L)<=P(M+4) AND Q(L+1)>=P(M+4) THEN GOTO 1950
1930 IF Q(L)>=P(M+4) AND Q(L+1)<=P(M+4) THEN GOTO 1950
1940 NEXT L
1950 L1=L
1960 P(20+M)=((W(LO,L1+1)-W(LO,L1))*(P(M+4)-Q(L1))/(Q(L1+1)-Q(L1)))+W(LO,L1)
1970 P(23+M)=((W(LO+1,L1+1)-W(LO+1,L1))*(P(M+4)-Q(L1))/(Q(L1+1)-Q(L1)))+W(LO+1,L
1)
1980 P(26+M)=((P(23+M)-P(20+M))*(P(M)-R(LO))/(R(LO+1)-R(LO)))+P(20+M)
1990 RETURN
2000 REM          *CALCULO DE PRESIONES ESTATICAS EN FONDO O EN CABEZA*
2010 IF P1=1 THEN P(3)=P(20)+(P(11)*P(27)/10)
2020 IF P1=0 THEN P(20)=P(3)-(P(11)*P(27)/10)
2030 RETURN
2040 REM          *CALCULO DE PRESIONES **
2050 P(21)=P(28)*(P(29)+P(30))*(P(15)^2)*(P(4)*.01)/P(9)
2060!P(22)=1.023E+7*(P(28)^.21)*(P(14)^1.79)/((P(13)*25.4)^4.79)
2070!P(22)=P(22)*P(11)/1000
2080 P(22)=0
2090 FOR I=1 TO T1
2100 L3=1.023E+7*(P(28)^.21)*(P(14)^1.79)/(D(I)^4.79)
2110 L3=L3*L2(I)/1000
2120 P(22)=P(22)+L3
2130 NEXT I
2140 P(23)=((.442*P(14)*P(28))/(P(9)*P(10)))*LOG(P(15)/(.0127*P(12)))
2150 P(24)=P(20)-P(22)-P(23)
2160 P(25)=(P(24)*100*P(14))/(R1*36)
2170 P(36)=-P(25)/(75*1.359)
2180 RETURN
2190 REM          **RUTINA DE AUTOESCALADO**
2200 ! ENTRADA P0,P1,Z0,Z1
2210 ! P0,P1 min y Max de X
2220 ! Z0,Z1 min y Max de Y
2230 IF P3=10 THEN
2240 P0=0
2250 P1=500
2260 Z0=0
2270 Z1=1000
2280 ELSE
2290 P0=MIN(X(*))

```



```

2310 Z0=NIN(Z(*))
2320 Z1=MAX(Z(*))
2330 END IF
2340 FOR I=1 TO 2
2350 FOR J=1 TO 8
2360 T(I,J)=0
2370 NEXT J
2380 NEXT I
2390 T(1,1)=P0+1
2400 T(1,2)=P1-1
2410 T(2,1)=Z0+1
2420 T(2,2)=Z1-1
2430 FOR I=1 TO 2
2440 Ep=0
2450 FOR J=1 TO 2
2460 IF T(I,J)=0 THEN GOTO 2520
2470 T(I,J+2)=LGT(ABS(T(I,J)))
2480 T(I,J+2)=10^(INT(T(I,J+2)))
2490 T(I,J+4)=SGN(T(I,J))
2500 T(I,J+6)=ABS(INT(T(I,J)/T(I,J+2))+Ep)
2510 T(I,J+6)=T(I,J+2)*T(I,J+4)*T(I,J+6)
2520 Ep=1
2530 NEXT J
2540 IF T(I,5)=0 THEN T(I,5)=T(I,6)
2550 IF T(I,6)=0 THEN T(I,6)=T(I,5)
2560 IF T(I,3)<T(I,4) THEN
2570 IF T(I,5)=T(I,6) THEN T(I,7)=0
2580 IF T(I,5)<>T(I,6) THEN T(I,7)=-T(I,4)
2590 END IF
2600 IF T(I,3)>T(I,4) THEN
2610 IF T(I,5)=T(I,6) THEN T(I,8)=0
2620 IF T(I,5)<>T(I,6) THEN T(I,8)=T(I,3)
2630 END IF
2640 T(I,2)=T(I,3)
2650 IF T(I,3)<T(I,4) THEN T(I,2)=T(I,4)
2660 T(I,1)=T(I,7)
2670 IF T(I,5)<>T(I,6) THEN T(I,1)=0
2680 NEXT I
2690 X0=T(1,1)
2700 Y0=T(2,1)
2710 Ax=T(1,2)
2720 Ay=T(2,2)
2730 V0=T(1,7)
2740 V1=T(1,8)
2750 W0=T(2,7)
2760 W1=T(2,8)
2770 RETURN
2780 REM          **RUTINA DE GRAFICA DE EJES**
2790 C#=CHR$(255)&"K"
2800 OUTPUT 2 USING "#,K";C#
2810 GINIT
2820 PLOTTER IS 3,"INTERNAL"
2830 GRAPHICS ON
2840 LORG 6
2850 X_gdu_max=100*MAX(1,RATIO)
2860 Y_gdu_max=100*MAX(1,1/RATIO)
2870 FOR I=-.16 TO .18 STEP .02
2880     MOVE X_gdu_max/2+I,Y_gdu_max
2890     LABEL "CAUDAL-POTENCIA"
2900 NEXT I
2910 DEG
2920 LDIR 90
2930 CSIZE 3.5
2940 MOVE X_gdu_max/10,Y_gdu_max/1.8
2950 LABEL "Potencia"

```

```

2970 LDIR 0
2980 MOVE X_gdu_max/2,.1*Y_gdu_max
2990 LABEL "Caudal (m3/hora)"
3000 VIEWPORT .2*X_gdu_max,.8*X_gdu_max,.2*Y_gdu_max,.9*Y_gdu_max
3010 WINDOW V0,V1,W0,W1
3020 AXES Ax/10,Ay/10,X0,Y0,5,5
3030 AXES Ax/10,Ay/10,V0,W0,5,5
3040 AXES Ax/10,Ay/10,V1,W1,5,5
3050 GRID Ax,Ay,X0,Y0,1,1
3060 CLIP OFF
3070 CSIZE 3,.5
3080 LORG 6
3090 FOR I=V0 TO V1 STEP Ax
3100     MOVE I,W0-((W1-W0)/50)
3110     LABEL USING "#,K";I
3120 NEXT I
3130 LORG 8
3140 FOR I=W0 TO W1 STEP Ay
3150     MOVE V0,I
3160     LABEL USING "#,DDDDD,X";I
3170 NEXT I
3180 CLIP ON
3190 PENUP
3200 RETURN
3210 REM          *DIBUJO DE GRAFICAS*
3220 IF P4=0 THEN LINE TYPE 5
3230 IF P4=1 THEN LINE TYPE 4
3240 FOR I=0 TO N0
3250     IF I=0 THEN
3260         PLOT X(I),Z(I)
3270         GOTO 3300
3280     END IF
3290     DRAW X(I),Z(I)
3300 NEXT I
3310 PENUP
3320 RETURN
3330 REM          *MAGNIFICACION DE LA FIGURA*
3340 IF S0=0 THEN 3390
3350 PRINT
3360 PRINT "      Si quiere el GRAFICO MAGNIFICADO introduzca 0"
3370 PRINT "      Si lo quiere de tamaño PANTALLA introduzca 1"
3380 INPUT P2
3390 RETURN
3400 REM          *DUMPING DE PANTALLA*
3410 IF S0=1 THEN
3420 PRINTER IS 701
3430 PRINT CHR$(27)&"(s5huB"
3440 PRINT "      GRAFICOS DE DOBLETE GEOTERMICO"
3450 PRINT "      *=====*"
3460 PRINT
3470 PRINT
3480 PRINT CHR$(27)&"(s6huB"
3490 PRINT "      POZO DE PRODUCCION "
3500 PRINT "      -----"
3510 PRINT
3520 PRINT CHR$(27)&"(s8huB"
3530 PRINT USING "17A,X,30A,X,6A,X,8A";"      LOCALIDAD:";L#;"FECHA:";T#
3540 PRINT
3550 PRINT CHR$(27)&"(s10huB"
3560 PRINT
3570 PRINT
3580 PRINT
3590 PRINT
3600 DUMP DEVICE IS 701
3610 DUMP GRAPHICS

```

```

3630 PRINT
3640 PRINT "
3650 PRINT "          POTENCIA"          .....   CV"
3660 PRINT "          -----   kW"
3670 IF F2=0 THEN
3680 DUMP DEVICE IS 701,EXPANDED
3690 PRINT CHR$(12)
3700 DUMP GRAPHICS
3710 END IF
3720 PRINT CHR$(12)
3730 PRINTER IS 1
3740 ELSE
3750 PAUSE
3760 END IF
3770 GRAPHICS OFF
3780 RETURN
3790 REM          *ELECCION DE NUEVA GRAFICA*
3800 PRINT
3810 PRINT
3820 PRINT "          ELECCION DE NUEVA GRAFICA"
3830 PRINT "          *****"
3840 PRINT
3850 PRINT "          Eleccion de NUEVOS LIMITES en la GRAFICA....1"
3860 PRINT "          MENU de GRAFICAS.....0"
3870 INPUT P3
3880 IF P3=0 THEN 3970
3890 PRINT
3900 PRINT
3910 INPUT "          Caudal MAXIMO de BOMBEO (m3/hora)?",C4
3920 PRINT "          CAUDAL MAXIMO de BOMBEO (m3/hora)=";C4
3930 INPUT "          Caudal MINIMO de BOMBEO (m3/hora)?",C3
3940 PRINT "          CAUDAL MINIMO de BOMBEO (m3/hora)=";C3
3950 C4=C4-1
3960 C3=C3+1
3970 RETURN
3980 REM *****MENU PRINCIPAL*****
3990 S2=10
4000 NO=10
4010 P3=10
4020 DIM L$(35)
4030 DIM I$(35)
4040 DIM R(12)
4050 DIM Q(20)
4060 DIM W(12,20)
4070 DIM P(36)
4080 DIM D(12)
4090 DIM L2(12)
4100 DATA "DEN_AG",6,12,"VISC_AG",8,20,"COMP_AG",7,11,"COMP_ROC1",12,12
4110 GOSUB 30
4120 GOSUB 540
4130 GOSUB 750
4140 IF S0=1 THEN
4150 S2=1
4160 PRINTER IS 701
4170 GOSUB 540
4180 GOSUB 1250
4190 PRINTER IS 1
4200 END IF
4210 FOR M=1 TO 4
4220 GOSUB 1800
4230 IF M=1 THEN GOSUB 2000
4240 NEXT M
4250 RESTORE
4260 GOSUB 2040
4270 GOSUB 1500

```

```
4290  PRINTER IS 701
4300  GOSUB 1500
4310  PRINT CHR$(12)
4320  PRINTER IS 1
4330  ELSE
4340  PAUSE
4350  END IF
4360  REM *GRAFICAS*
4370  GOSUB 3330
4380  FOR K=0 TO NO
4390  P(14)=(C4-C3)*K/NO+C3
4400  GOSUB 2040
4410  X(K)=P(14)
4420  Z(K)=P(36)
4430  IF Z(K)<=0 THEN Z(K)=0
4440  NEXT K
4450  P4=0
4460  GOSUB 2190
4470  GOSUB 2780
4480  GOSUB 3210
4490  FOR K=0 TO NO
4500  Z(K)=Z(K)*1.359
4510  NEXT K
4520  P4=1
4530  GOSUB 3210
4540  GOSUB 3400
4550  GOSUB 3790
4560  IF P3=1 THEN 4370
4570  GOTO 3980
4580  END
```

```

10  REM *MENU DE POTENCIAS Y PRESIONES EN POZO DE INYECCION* **J.L.DIEZ GIL**
12.12.1984* ***FRP_INY***
20  GOTO 4200
30  REM *ROTULOS DE ENTRADA*
40  PRINT CHR$(12)
50  PRINT "          CALCULO DEL POZO DE INYECCION"
60  PRINT "          *=====*"
70  PRINT
80  PRINT
90  PRINT "          CALCULO y GRAFICAS del pozo de INYECCION.....1"
100 PRINT
110 PRINT
120 PRINT "          MENU PRINCIPAL.....10"
130 PRINT
140 INPUT "          OPCION elegida?",PO
150 PRINT "          OPCION elegida=";PO
160 IF PO<>10 THEN 260
170 PRINT CHR$(12)
180 FOR I=1 TO 8
190 PRINT
200 NEXT I
210 PRINT "          COLOQUE el disco de MENU PRINCIPAL en el driver "
220 PRINT
230 PRINT "          y presione CONTINUE"
240 PAUSE
250 LOAD "MAINMENU"
260 FOR I=1 TO 2
270 PRINT
280 NEXT I
290 PRINT "          Si quiere IMPRESION de Datos y Resultados  introduzca 1"
300 PRINT
310 PRINT "          Si quiere salida solo por PANTALLA      introduzca 0"
320 PRINT
330 INPUT "          OPCION ELEGIDA ?",SO
340 RETURN
350 REM *LECTURA DE DATOS DE DISCO*
360 MASS STORAGE IS ":HF8290X,700,0"
370 ASSIGN @P1 TO C#
380 ENTER @P1;N
390 FOR I=1 TO N1
400 ENTER @P1;R(I)
410 NEXT I
420 FOR I=1 TO N2
430 ENTER @P1;Q(I)
440 NEXT I
450 IF C#="COMP_ROC1" THEN GOTO 510
460 FOR I=1 TO N1
470 FOR J=1 TO N2
480 ENTER @P1;W(I,J)
490 NEXT J
500 NEXT I
510 ASSIGN @P1 TO *
520 MASS STORAGE IS ":HF8290X,700,0"
530 RETURN
540 REM **ROTULOS LUJOSOS**
550 IF SO=1 AND S2=1 THEN
560 PRINT CHR$(27)&"(s5huB"
570 ELSE
580 PRINT CHR$(12)
590 END IF

```

```

610 PRINT " *****"
620 PRINT
630 PRINT
640 IF S0=1 AND S2=1 THEN PRINT CHR$(27)&"(s6huB"
650 PRINT "          POZO DE INYECCION "
660 PRINT "          _____ "
670 PRINT
680 IF S0=1 AND S2=1 THEN
690 PRINT CHR$(27)&"(s8huB"
700 PRINT USING "17A,X,30A,X,6A,X,8A";"          LOCALIDAD:";L$;"FECHA:";T$
710 PRINT
720 PRINT CHR$(27)&"(s10huB"
730 PRINT
740 END IF
750 RETURN
760 REM          *ENTRADA DE DATOS AL CALCULO DE PRESIONES*
770 PRINT
780 INPUT "          Localidad?",L$
790 PRINT "          LOCALIDAD: ";L$;
800 INPUT "          Fecha ?",T$
810 PRINT "          FECHA: ";T$
820 INPUT "          Porosidad eficaz del acuífero (%)?",P(4)
830 PRINT USING "58A,2X,5D";"          POROSIDAD eficaz del acuífero (%)=";P(4)
840 INPUT "          PERMEABILIDAD de la roca (darcys)? ",P(9)
850 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"          PERMEABILIDAD de la roca (darcys)=";P(9)
860 INPUT "          Capacidad calorífica de la ROCA (cal/cm3 *K)?",C2
870 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"          CAPACIDAD CALORIFICA de la ROCA (cal/cm3
          *K)=";C2
880 C1=P(4)*.01+(1-P(4)*.01)*C2
890 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"          CAPACIDAD CALORIFICA GLOBAL acuífero (cal
          /cm3 *K)=";C1
900 INPUT "          Potencia útil del acuífero (metros)?",P(10)
910 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"          POTENCIA útil del acuífero (metros)=";P(1
          0)
920 INPUT "          PROFUNDIDAD zona productora. Registro presión de fondo (m)?",
          P(11)
930 PRINT USING "58A,2X,5D";"          PROFUNDIDAD zona productora. Reg.pres.fondo
          (m)=";P(11)
940 INPUT "          TEMPERATURA del fluido en el acuífero (°C)?",P(5)
950 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"          TEMPERATURA del fluido en el acuífero (°C
          )=";P(5)
960 P(6)=P(5)
970 P(7)=P(5)
980 INPUT "          Temperatura del AGUA REINYECTADA (°C)?",P(8)
990 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"          TEMPERATURA del AGUA REINYECTADA (°C)=";P
          (8)
1000 INPUT "          SALINIDAD del fluido (gr/l)?",P(2)
1010 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"          SALINIDAD del fluido (gr/l)=";P(2)
1020 P(1)=P(2)
1030 INPUT "          DIAMETRO de PERFORACION en el acuífero (pulg.)?",P(12)
1040 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"          DIAMETRO de PERFORACION en el acuífero (p
          ulg.)=";P(12)
1050 INPUT "          DIAMETRO INTERIOR del CASING en el acuífero (mm)?",P(13)
1060 PRINT USING "58A,2X,5D";"          DIAMETRO INTERIOR del CASING en el acuífero(
          mm)=";P(13)
1070 INPUT "Número de TRAMOS de entubación?",T1
1080 PRINT USING "58A,2X,5D";"          Número de TRAMOS de entubación=";T1
1090 FOR J=1 TO T1
1100 PRINT USING "14A,2D,#";"          TRAMO ";J
1110 INPUT "LONGITUD (m) ?",L2(J)
1120 PRINT USING "18A,4D,2X,#";"          LONGITUD (m)=";L2(J)
1130 INPUT "DIAMETRO INTERIOR (mm) ?",D(J)
1140 PRINT USING "21A,4D";"          DIAMETRO INT.(mm)=";D(J)
1150 NEXT J
1160 INPUT "          Caudal medio de BOMBEO (m3/hora)?",P(14)

```

```

1150 INPUT "      DISTANCIA entre pozos (m)?",P(15)
1190 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"      DISTANCIA entre pozos (m)=";P(15)
1200 INPUT "      TIEMPO de BOMBEO/INYECCION (años)?",P(16)
1210 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"      TIEMPO de BOMBEO /INYECCION (años)=";P(16)
)
1220 INPUT "      Presión estática en cabeza de pozo (Si no se conoce introduzc
a 0) (kg/cm2)?",P(20)
1230 IF P(20)<>0 THEN
1240 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"      FRESION estática en CABEZA de pozo (kg/cm
2)=";P(20)
1250 P1=1
1260 ELSE
1270 INPUT "      Presión estática en fondo de pozo (kg/cm2)?",P(3)
1280 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"      PRESION estática en FONDO de pozo (kg/cm2
)=";P(3)
1290 P1=0
1300 END IF
1310 INPUT "      Rendimiento del grupo impulsor (0.70-0.85)?",R1
1320 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"      RENDIMIENTO del grupo impulsor =";R1
1330 C3=1
1340 C4=500
1350 RETURN
1360 REM          *ROTULO DE ENTRADA*
1370 PRINT "      DATOS"
1380 PRINT "      ====="
1390 PRINT
1400 PRINT USING "58A,5X,2D";"      POROSIDAD eficaz del acuífero (%)=";P(4)
1410 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"      PERMEABILIDAD de la roca (darcys)=";P(9)
1420 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"      CAPACIDAD CALORIFICA de la ROCA(cal/cm3
K)=";C2
1430 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"      CAPACIDAD CALORIFICA GLOBAL acuífero (cal
/cm3 *K)=";C1
1440 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"      POTENCIA útil del acuífero (metros)=";P(1
0)
1450 PRINT USING "58A,2X,5D";"      PROFUNDIDAD zona productora. Reg.pres.fondo
(m)=";P(11)
1460 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"      TEMPERATURA del fluido en el acuífero (°C
)=";P(5)
1470 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"      TEMPERATURA del AGUA REINYECCIONADA (°C)=";P
(8)
1480 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"      SALINIDAD del fluido (gr/l)?";P(2)
1490 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"      DIAMETRO de PERFORACION en el acuífero (p
ulg.)=";P(12)
1500 PRINT USING "58A,2X,5D";"      DIAMETRO INTERIOR del CASING en el acuífero(
mm)=";P(13)
1510 PRINT USING "58A,2X,5D";"      Número de TRAMOS de entubación=";T1
1520 FOR I=1 TO T1
1530 PRINT USING "15A,2D,17A,4D,23A,4D";"      TRAMO";I;":      Longitud (m)=";
L2(I);"      Diámetro int. (mm)=";D(I)
1540 NEXT I
1550 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"      CAUDAL medio de BOMBEO (m3/hora)?",P(14)
1560 PRINT USING "58A,2X,5D";"      DISTANCIA entre pozos (m)=";P(15)
1570 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"      TIEMPO de BOMBEO /INYECCION (años)=";P(16)
)
1580 IF P(20)<>0 THEN
1590 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"      PRESION estática en CABEZA de pozo (kg/cm
2)=";P(20)
1600 ELSE
1610 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"      PRESION estática en FONDO de pozo (kg/cm2
)=";P(3)
1620 END IF
1630 PRINT USING "58A,2X,5D.2D";"      RENDIMIENTO del grupo impulsor =";R1
1640 RETURN
1650 REM          *ROTULO SOLUCIONES*
1660 PRINT

```

```

1680 PRINT "          SOLUCIONES"
1690 PRINT "          ====="
1700 PRINT
1710 PRINT USING "58A,2X,5D.2D"; "    DENSIDAD del agua REINYECTADA (gr/cm3)=";
P(27)
1720 PRINT USING "58A,2X,5D.2D"; "    VISCOSIDAD  agua REINYECTADA (centipoises
)=";P(28)
1730 PRINT USING "58A,2X,5D.2D"; "    COMPRESIBILIDAD agua REINYECTADA (10-5 Vo
1/Vo1/Atm)=";P(29)
1740 PRINT USING "58A,2X,5D.2D"; "    COMPRESIBILIDAD de la ROCA (10-5 Vo1/Vo1/
Atm)=";P(30)
1750 PRINT USING "58A,2X,5D.2D"; "    COMPRESIBILIDAD TOTAL (10-5 Vo1/Vo1/Atm)="
";P(30)+P(29)
1760 PRINT
1770 PRINT USING "58A,2X,5D.2D"; "    PRESION estática en CABEZA de pozo (kg/cm
2)=";P(20)
1780 PRINT USING "58A,2X,5D.2D"; "    PRESION estática en FONDO de pozo (kg/cm2
)=";P(3)
1790 PRINT USING "58A,2X,5D.2D"; "    PERDIDAS de carga en el CASING (kg/cm2)="
;P(22)
1800 PRINT USING "58A,2X,5D.2D"; "    PRESION HIDRODINAMICA de inyección (kg/cm
2)=";P(23)
1810 PRINT
1820 PRINT USING "58A,2X,5D.2D"; "    PRESION DE INYECCION EN CABEZA DE POZO (
kg/cm2)=";P(24)
1830 IF P(24)>0 THEN
1840 PRINT USING "58A,2X,5D.2D"; "    POTENCIA nominal de la bomba de INYECCION
(kW)=";ABS(P(25)/(75*1.359))
1850 PRINT USING "58A,2X,5D.2D"; "    POTENCIA nominal de la bomba de INYECCION
(CV)=";ABS(P(25)/75)
1860 PRINT USING "58A,2X,5D"; "    POTENCIA recomendada de la bomba de INYECCIO
N (kW)=";1.3*ABS(P(25)/(75*1.359))
1870 PRINT USING "58A,2X,5D"; "    POTENCIA recomendada de la bomba de INYECCIO
N (CV)=";1.3*ABS(P(25)/75)
1880 ELSE
1890 PRINT
1900 PRINT USING "58A"; "          INYECCION por GRAVEDAD"
1910 END IF
1920 RETURN
1930 REM          **OBTENCION DE LOS DATOS DE LAS TABLAS POR INTERPOLACION**
1940 READ C#,N1,N2
1950 GOSUB 350
1960 FOR L=1 TO N1-1
1970 IF R(L)<=P(M) AND R(L+1)>=P(M) THEN GOTO 2000
1980 IF R(L)>=P(M) AND R(L+1)<=P(M) THEN GOTO 2000
1990 NEXT L
2000 LO=L
2010 IF C#<>"COMP_ROC1" THEN GOTO 2040
2020 P(26+M)=((Q(LO+1)-Q(LO))*(P(M)-R(LO))/(R(LO+1)-R(LO)))+Q(LO)
2030 GOTO 2120
2040 FOR L=1 TO N2-1
2050 IF Q(L)<=P(M+4) AND Q(L+1)>=P(M+4) THEN GOTO 2080
2060 IF Q(L)>=P(M+4) AND Q(L+1)<=P(M+4) THEN GOTO 2080
2070 NEXT L
2080 L1=L
2090 P(20+M)=((W(LO,L1+1)-W(LO,L1))*(P(M+4)-Q(L1))/(Q(L1+1)-Q(L1)))+W(LO,L1)
2100 P(23+M)=((W(LO+1,L1+1)-W(LO+1,L1))*(P(M+4)-Q(L1))/(Q(L1+1)-Q(L1)))+W(LO+1,L
1)
2110 P(26+M)=((P(23+M)-P(20+M))*(P(M)-R(LO))/(R(LO+1)-R(LO)))+P(20+M)
2120 RETURN
2130 REM          *CALCULO DE PRESIONES ESTATICAS EN FONDO O EN CABEZA*
2140 IF P1=1 THEN P(3)=P(20)+(P(11)*P(27)/10)
2150 IF P1=0 THEN P(20)=P(3)-(P(11)*P(27)/10)
2160 RETURN
2170 REM          *PREPARACION DE DATOS DE ENTRADA*

```



```

2170 P(30+1)=P(26+1)
2200 NEXT I
2210 P(5)=P(8)
2220 P(8)=P(6)
2230 P(6)=P(5)
2240 P(7)=P(5)
2250 RETURN
2260 REM          *CALCULO DE PRESIONES*
2270 P(22)=0
2280 FOR I=1 TO T1
2290 L3=1.023E+7*(P(28)^.21)*(P(14)^1.79)/(D(I)^4.79)
2300 L3=L3*L2(I)/1000
2310 P(22)=P(22)+L3
2320 NEXT I
2330 P(23)=P(32)/P(28)
2340 P(23)=((1-P(23))*(LOG(2.78*(P(4)*.01)*P(32)*((P(33)+P(34))*0.00001)*P(14)/(P
(9)*C1*P(10))-1.95)-(LOG(P(23))))
2350 P(23)=P(23)+.80907+LOG(1.96E-7*P(9)*P(16)/(P(4)*.01)/P(28)/((P(29)+P(30))*
0.00001)/(P(12)^2))
2360 P(23)=P(23)*P(14)*P(28)*.221/P(9)/P(10)
2370 P(23)=(.80907+LOG(3156*P(9)*P(16)/((P(4)*.01)*P(32)*((P(33)+P(34))*0.00001)*
(P(13)^2))))*(P(14)*P(32)*.221/(P(9)*P(10)))-P(23)
2380 P(24)=P(20)+P(22)+P(23)
2390 P(25)=(P(24)*100*P(14))/(R1*36)
2400 P(36)=(P(25)/(75*1.359))
2410 RETURN
2420 REM          **RUTINA DE AUTOESCALADO**
2430 ! ENTRADA P0,P1,Z0,Z1
2440 ! P0,P1 min y Max de X
2450 ! Z0,Z1 min y Max de Y
2460 IF P3=10 THEN
2470 P0=0
2480 P1=500
2490 Z0=0
2500 Z1=1000
2510 ELSE
2520 P0=MIN(X(*))
2530 P1=MAX(X(*))
2540 Z0=MIN(Z(*))
2550 Z1=MAX(Z(*))
2560 END IF
2570 FOR I=1 TO 2
2580 FOR J=1 TO 8
2590 T(I,J)=0
2600 NEXT J
2610 NEXT I
2620 T(1,1)=P0+1
2630 T(1,2)=P1-1
2640 T(2,1)=Z0+1
2650 T(2,2)=Z1-1
2660 FOR I=1 TO 2
2670 Ep=0
2680 FOR J=1 TO 2
2690 IF T(I,J)=0 THEN GOTO 2750
2700 T(I,J+2)=LGT(ABS(T(I,J)))
2710 T(I,J+2)=10^(INT(T(I,J+2)))
2720 T(I,J+4)=SGN(T(I,J))
2730 T(I,J+6)=ABS(INT(T(I,J)/T(I,J+2))+Ep)
2740 T(I,J+6)=T(I,J+2)*T(I,J+4)*T(I,J+6)
2750 Ep=1
2760 NEXT J
2770 IF T(I,5)=0 THEN T(I,5)=T(I,6)
2780 IF T(I,6)=0 THEN T(I,6)=T(I,5)
2790 IF T(I,3)<T(I,4) THEN
2800 IF T(I,5)=T(I,6) THEN T(I,7)=0

```

```

2820 END IF
2830 IF T(1,3)>T(1,4) THEN
2840 IF T(1,5)=T(1,6) THEN T(1,8)=0
2850 IF T(1,5)<>T(1,6) THEN T(1,8)=T(1,3)
2860 END IF
2870 T(1,2)=T(1,3)
2880 IF T(1,3)<T(1,4) THEN T(1,2)=T(1,4)
2890 T(1,1)=T(1,7)
2900 IF T(1,5)<>T(1,6) THEN T(1,1)=0
2910 NEXT I
2920 X0=T(1,1)
2930 Y0=T(2,1)
2940 Ax=T(1,2)
2950 Ay=T(2,2)
2960 V0=T(1,7)
2970 V1=T(1,8)
2980 W0=T(2,7)
2990 W1=T(2,8)
3000 RETURN
3010 REM          *RUTINA DE GRAFICA DE EJES*
3020 C#=CHR$(255)&"K"
3030 OUTPUT 2 USING "#,K";C#
3040 GINIT
3050 PLOTTER IS 3,"INTERNAL"
3060 GRAPHICS ON
3070 LORG 6
3080 X_gdu_max=100*MAX(1,RATIO)
3090 Y_gdu_max=100*MAX(1,1/RATIO)
3100 FOR I=-.16 TO .18 STEP .02
3110   MOVE X_gdu_max/2+I,Y_gdu_max
3120   LABEL "CAUDAL-POTENCIA"
3130 NEXT I
3140 DEG
3150 LDIR 90
3160 CSIZE 3.5
3170 MOVE X_gdu_max/10,Y_gdu_max/1.8
3180 LABEL "Potencia"
3190 LORG 4
3200 LDIR 0
3210 MOVE X_gdu_max/2,.1*Y_gdu_max
3220 LABEL "Caudal (m3/hora)"
3230 VIEWPORT .2*X_gdu_max,.8*X_gdu_max,.2*Y_gdu_max,.9*Y_gdu_max
3240 WINDOW V0,V1,W0,W1
3250 AXES Ax/10,Ay/10,X0,Y0,5,5
3260 AXES Ax/10,Ay/10,V0,W0,5,5
3270 AXES Ax/10,Ay/10,V1,W1,5,5
3280 GRID Ax,Ay,X0,Y0,1,1
3290 CLIP OFF
3300 CSIZE 3,.5
3310 LORG 6
3320 FOR I=V0 TO V1 STEP Ax
3330   MOVE I,W0-((W1-W0)/50)
3340   LABEL USING "#,K";I
3350 NEXT I
3360 LORG 8
3370 FOR I=W0 TO W1 STEP Ay
3380   MOVE V0,I
3390   LABEL USING "#,DDDDD,X";I
3400 NEXT I
3410 CLIP ON
3420 PENUP
3430 RETURN
3440 REM          **GRAFICAS**
3450 IF P4=0 THEN LINE TYPE 5
3460 IF P4=1 THEN LINE TYPE 4

```

```

3500 GOTO 3530
3510 END IF
3520 DRAW X(I),Z(I)
3530 NEXT I
3540 PENUP
3550 RETURN
3560 REM *MAGNIFICACION DE LA FIGURA*
3570 IF S0=0 THEN 3620
3580 PRINT
3590 PRINT " Si quiere el GRAFICO MAGNIFICADO introduzca 0"
3600 PRINT " Si lo quiere de tamaño PANTALLA introduzca 1"
3610 INPUT P2
3620 RETURN
3630 REM *DUMPING DE PANTALLA*
3640 IF S0=1 THEN
3650 PRINTER IS 701
3660 PRINT CHR$(27)&"(s5huB"
3670 PRINT " GRAFICOS DEL DOBLETE GEOTERMICO"
3680 PRINT " *=====*"
3690 PRINT
3700 PRINT
3710 PRINT CHR$(27)&"(s6huB"
3720 PRINT " POZO DE INYECCION "
3730 PRINT " -----"
3740 PRINT
3750 PRINT CHR$(27)&"(s8huB"
3760 PRINT USING "17A,X,30A,X,6A,X,8A"; " LOCALIDAD: ";L#;"FECHA: ";T#
3770 PRINT
3780 PRINT
3790 PRINT
3800 PRINT
3810 PRINT CHR$(27)&"(s10huB"
3820 DUMP DEVICE IS 701
3830 DUMP GRAPHICS
3840 PRINT
3850 PRINT
3860 PRINT " ..... CV"
3870 PRINT " POTENCIA"
3880 PRINT " ----- kW"
3890 IF P2=0 THEN
3900 DUMP DEVICE IS 701,EXPANDED
3910 PRINT CHR$(12)
3920 DUMP GRAPHICS
3930 END IF
3940 PRINT CHR$(12)
3950 PRINTER IS 1
3960 ELSE
3970 PAUSE
3980 END IF
3990 GRAPHICS OFF
4000 RETURN
4010 REM * ELECCION DE NUEVA GRAFICA*
4020 PRINT
4030 PRINT
4040 PRINT " ELECCION DE NUEVA GRAFICA"
4050 PRINT " *=====*"
4060 PRINT
4070 PRINT " Eleccion de NUEVOS LIMITES en la GRAFICA....1"
4080 PRINT " MENU de GRAFICAS.....0"
4090 INPUT P3
4100 IF P3=0 THEN 4190
4110 PRINT
4120 PRINT

```

```

4140 PRINT " CAUDAL MAXIMO de INYECCION (m3/hora)=";C4
4150 INPUT " Caudal MINIMO de INYECCION (m3/hora)?",C3
4160 PRINT " CAUDAL MINIMO de INYECCION (m3/hora)=";C3
4170 C4=C4-1
4180 C3=C3+1
4190 RETURN
4200 REM *****MENU PRINCIPAL*****
4210 S2=10
4220 NO=10
4230 P3=10
4240 DIM L$(35)
4250 DIM T$(35)
4260 DIM R(12)
4270 DIM Q(20)
4280 DIM W(12,20)
4290 DIM P(36)
4300 DIM D(12)
4310 DIM L2(12)
4320 DATA "DEN_AG",6,12,"VISC_AG",8,20,"COMP_AG",7,11,"COMP_ROC1",12,12
4330 GOSUB 30
4340 GOSUB 540
4350 GOSUB 760
4360 IF S0=1 THEN
4370 S2=1
4380 PRINTER IS 701
4390 GOSUB 540
4400 GOSUB 1360
4410 PRINTER IS 1
4420 END IF
4430 FOR M=1 TO 4
4440 GOSUB 1930
4450 NEXT M
4460 RESTORE
4470 GOSUB 2170
4480 FOR M=1 TO 4
4490 GOSUB 1930
4500 IF M=1 THEN GOSUB 2130
4510 NEXT M
4520 RESTORE
4530 GOSUB 2260
4540 GOSUB 1650
4550 IF S0=1 THEN
4560 PRINTER IS 701
4570 GOSUB 1650
4580 PRINT CHR$(12)
4590 PRINTER IS 1
4600 ELSE
4610 PAUSE
4620 END IF
4630 REM *GRAFICAS*
4640 GOSUB 3560
4650 FOR K=0 TO NO
4660 P(14)=(C4-C3)*K/NO+C3
4670 GOSUB 2260
4680 X(K)=P(14)
4690 Z(K)=P(36)
4700 IF Z(K)<=0 THEN Z(K)=0
4710 NEXT K
4720 F4=0
4730 GOSUB 2420
4740 GOSUB 3010
4750 GOSUB 3440
4760 FOR K=0 TO NO
4770 Z(K)=Z(K)*1.359
4780 NEXT K

```

4800 GOSUB 3440
4810 GOSUB 3630
4820 GOSUB 4010
4830 IF P3=1 THEN 4640
4840 GOTO 4200
4850 END

```

10  REM *PROGRAMA EVOLUCION TEMPORAL DEL FRENTE FRIO* *J.L.Diez Gil*
*12.12.84*          **GRAF_FFR**
20  GOTO 2760
30  REM          *ROTULOS DE ENTRADA*
40  PRINT CHR$(12)
50  PRINT
60  PRINT
70  PRINT "          ISOCRONAS DE AVANCE DEL FRENTE FRIO"
80  PRINT "          *****"
90  PRINT
100 PRINT
110 PRINT "          ISOCRONAS en régimen CONVECTIVO.....1"
120 PRINT
130 PRINT "          ISOCRONAS con tiempo prefijado.....2"
140 PRINT
150 PRINT
160 PRINT "          MENU PRINCIPAL.....10"
170 PRINT
180 PRINT
190 INPUT "          OPCION elegida?",PO
200 PRINT "          OPCION elegida=";PO
210 IF PO=10 THEN
220 REM *SALIDA A MENU PRINCIPAL *
230 PRINT CHR$(12)
240 PRINT
250 PRINT
260 PRINT
270 PRINT
280 PRINT "          COLOQUE el disco de MENU PRINCIPAL en el driver "
290 PRINT
300 PRINT
310 PRINT "          y presione CONTINUE"
320 PAUSE
330 LOAD "MAINMENU"
340 ELSE
350 PRINT
360 PRINT "          Si quiere IMPRESION de resultados introduzca 1"
370 PRINT "          Si quiere salida en PANTALLA introduzca..... 0",
380 INPUT SO
390 PRINT SO
400 END IF
410 RETURN
420 REM          *****CALCULO DE FRENTE FRIO*****
430 REM *POTENCIAL DEL DIPOLO          *
440 Sx0=5
450 FOR I=1 TO 24
460 FOR J=1 TO 24
470 Sx(I,J)=LOG(((I-5)^2+(J-12.5)^2)/((I-20)^2+(J-12.5)^2))
480 Sx(I,J)=C1*Sx(I,J)/2
490 Sx(I,J)=Sx(I,J)+Sx0
500 NEXT J
510 NEXT I
520 RETURN
530 REM *CORRIENTES DE DIPOLO *
540 FOR I=1 TO 24
550 FOR J=1 TO 24
560 Sx(I,J)=ATN(2*7.5*(J-12.5)/(7.5^2-((I-12.5)^2)-((J-12.5)^2)))
570 IF 7.5^2-((I-12.5)^2)-((J-12.5)^2)>=0 THEN Sx(I,J)=PI+Sx(I,J)
580 Sx(I,J)=Sx(I,J)-PI
590 IF J>12 THEN Sx(I,J)=-Sx(I,25-J)

```

```

610 NEXT J
620 NEXT I
630 RETURN
640 REM *CALCULO DE LOS FRENTES FRIDOS*
650 Sx1=-5.29
660 FOR I=1 TO 24
670 FOR J=1 TO 24
680 Sx(I,J)=(Sx0-Sx(I,J))/C1
690 Sy(I,J)=Sy(I,J)/C1
700 S2=ATN(TAN(Sy(I,J)/2)*((EXP(Sx1/2)-EXP(-Sx1/2))/(EXP(Sx1/2)+EXP(-Sx1/2))))
710 Sfc(I,J)=ATN(TAN(Sy(I,J)/2)*((EXP(Sx(I,J)/2)-EXP(-Sx(I,J)/2))/(EXP(Sx(I,J)/2)+EXP(-Sx(I,J)/2))))
720 Sfc(I,J)=-2*Sfc(I,J)/TAN(Sy(I,J))
730 Sfc(I,J)=Sfc(I,J)+((2*S2)/TAN(Sy(I,J)))
740 Sfc(I,J)=Sfc(I,J)+(((EXP(Sx(I,J))-EXP(-Sx(I,J)))/2)/(((EXP(Sx(I,J))+EXP(-Sx(I,J)))/2)+COS(Sy(I,J))))
750 Sfc(I,J)=Sfc(I,J)-(((EXP(Sx1)-EXP(-Sx1))/2)/(((EXP(Sx1)+EXP(-Sx1))/2)+COS(Sy(I,J))))
760 Sfc(I,J)=Sfc(I,J)/((SIN(Sy(I,J)))^2)
770 Sfc(I,J)=Sfc(I,J)*C2
780 Sx(I,J)=Sfc(I,J)
790 NEXT J
800 NEXT I
810 RETURN
820 REM *****
830 REM *CAMBIO DE NOMBRE DE LA VARIABLE*
840 FOR I=1 TO 24
850 FOR J=1 TO 24
860 Sy(I,J)=Sx(I,J)
870 NEXT J
880 NEXT I
890 RETURN
900 REM * PREPARACION PARA GRAFICAS**
910 FOR I=1 TO 24
920 FOR J=1 TO 24
930 Sfc(I,J)=Sx(I,J)
940 NEXT J
950 NEXT I
960 RETURN
970 REM * ENTRADA DE DATOS *
980 PRINT CHR$(12)
990 PRINT " AVANCE DEL FRENTE FRIO EN EL DOBLETE GEOTERMICO"
1000 PRINT " *-----*"
1010 PRINT
1020 INPUT " Localidad?",L$
1030 PRINT " LOCALIDAD: ";L$;
1040 INPUT " Fecha ?",T$
1050 PRINT " FECHA: ";T$;
1060 IF PO=2 THEN
1070 PRINT
1080 GOTO 1200
1090 END IF
1100 PRINT " REGIMEN CONVECTIVO"
1110 INPUT " Porosidad eficaz del acuífero(%)?",Q0
1120 PRINT " POROSIDAD eficaz del acuífero(%)=";Q0
1130 INPUT " Permeabilidad del acuífero (Darcy)?",Q1
1140 PRINT " PERMEABILIDAD del acuífero (Darcy)=";Q1
1150 INPUT " Potencia útil del acuífero (metros)?",Q2
1160 PRINT " POTENCIA útil del acuífero (metros)=";Q2
1170 INPUT " Caudal medio de BOMBEO (m3/hora)?",Q3
1180 PRINT " CAUDAL medio de BOMBEO (m3/hora)=";Q3
1190 C1=Q3/(2*PI*Q1*Q2)
1200 INPUT " DISTANCIA entre pozos (m)?",D1
1210 PRINT " DISTANCIA entre pozos (m)=";D1
1220 E1=D1/15

```

```

1240 E2=15*100/D1      ! E2=15*B1/D1
1250 IF P0=2 THEN 1450
1260 INPUT " Conoce los datos TERMICOS de la roca y del impermeable (S/N)?",A
$
1270 IF A$="N" OR A$="n" THEN
1280 GOSUB 2170
1290 PRINT
1300 INPUT " DENSIDAD de la roca ACUIFERO (gr/cm3)?",Q4
1310 INPUT " Calor ESPECIFICO de la roca ACUIFERO (cal/gr K)?",Q6
1320 Q4=Q4*Q6
1330 S1=1
1340 ELSE
1350 S1=0
1360 PRINT
1370 INPUT " CAPACIDAD CALORIFICA de la roca ACUIFERO(cal/cm3 K)?",Q4
1380 PRINT " CAPACIDAD CALORIFICA de la roca ACUIFERO(cal/cm3 K)=";Q4
1390 END IF
1400 Q7=Q0*.01+((1-Q0*.01)*Q4)
1410 PRINT " Capacidad CALORIFICA GLOBAL del acuífero (cal/cm3 K)=";Q7
1420 PRINT
1430 C2=Q7*PI*(D1^2)*Q2/(Q3*24*3*365)
1440 IF P0=1 THEN 1470
1450 INPUT " TIEMPO DE LLEGADA DEL FRENTE FRIO (años)?",C2
1460 PRINT " TIEMPO DE LLEGADA DEL FRENTE FRIO (años)?";C2
1470 C1=1
1480 RETURN
1490 REM          ***ROTULOS LUJOSOS***
1500 IF S0=1 THEN
1510 PRINTER IS 701
1520 PRINT CHR$(27)&"(sShuB"
1530 ELSE
1540 PRINT CHR$(12)
1550 END IF
1560 PRINT "          CALCULO DE DOBLETE GEOTERMICO"
1570 PRINT "          *=====*"
1580 PRINT
1590 PRINT
1600 IF S0=1 THEN PRINT CHR$(27)&"(s6huB"
1610 PRINT "          GRAFICAS DE AVANCE DEL FRENTE FRIO "
1620 PRINT "          -----"
1630 PRINT
1640 IF S0=1 THEN PRINT CHR$(27)&"(s8huB"
1650 PRINT USING "17A,X,30A,X,6A,X,8A"; "          LOCALIDAD:";L$;"FECHA:";T$
1660 IF S0=1 THEN PRINT CHR$(27)&"(s10huB"
1670 PRINT
1680 PRINT USING "2X,60A"; "          DATOS"
1690 PRINT USING "2X,60A"; "          ====="
1700 IF P0=2 THEN
1710 PRINT
1720 PRINT
1730 GOTO 1790
1740 END IF
1750 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D"; "          POROSIDAD eficaz del acuífero (%):";Q0
1760 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D"; "          PERMEABILIDAD del acuífero (Darcy):";Q
1
1770 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D"; "          POTENCIA útil del acuífero (metros):";
Q2
1780 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D"; "          CAUDAL medio de BOMBEO (m3/hora):";Q3
1790 PRINT USING "2X,60A,2X,5D"; "          DISTANCIA entre pozos (m)=";D1
1800 IF P0=2 THEN
1810 PRINT
1820 PRINT USING "2X,60A,2X,5D"; "          TIEMPO DE LLEGADA DEL FRENTE FRIO (años)=
";C2
1830 PRINT
1840 PRINT

```



```

1850 END IF
1870 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D"; "          CAPACIDAD CALORIFICA de la roca ACUIFE
RO(cal/cm3 K):";Q4
1880 PRINT USING "2X,60A,2X,5D.2D"; "          Capacidad CALORIFICA GLOBAL del acuífe
ro (cal/cm3 K):";Q7
1890 PRINT
1900 PRINT
1910          PRINT "          ";
1920 IF S0=1 THEN
1930 PRINT CHR$(27)&"&d7U";
1940 ELSE
1950 PRINT CHR$(132);
1960 END IF
1970 IF P0=1 THEN PRINT "ISOCRONAS EN REGIMEN CONVECTIVO"
1980 IF P0=2 THEN PRINT "ISOCRONAS CON TIEMPO PREFIJADO"
1990 IF S0=1 THEN
2000 PRINT CHR$(27)&"&d7@"
2010 ELSE
2020 PRINT CHR$(128)
2030 END IF
2040 PRINT
2050 IF S0=1 THEN PRINTER IS 1
2060 PRINT
2070 PRINT
2080 PRINT
2090 RETURN
2100 REM          * SALIDA DE RESULTADOS*
2110 PRINT
2120 PRINT "          Intervalo de las ISOCRONAS = 1 año"
2130 PRINT "          Número TOTAL de ISOCRONAS  =";INT(C2)
2140 PRINT "          Lineas de FLUJO....."
2150 PRINT "          POZOS : E (pozo extracción) , I (pozo inyección) "
2160 RETURN
2170 REM          **TABLA DE PROPIEDADES DE LAS ROCAS DEL ACUIFERO**
2180 DATA "Arcillas",2.36,2.83,2.6,.186,.240,.211,4.14,8.18,5.68,"Margas",2.59,
2.67,2.63,.217,.221,.219,4.21,7.71,6.44,"Calizas",2.41,2.67,2.55,.197,.227,.204
2190 DATA 4.05,6.40,5.28,"Dolomias",2.53,2.72,2.63,.22,.239,.228,6.01,9.06,7.98,
"Areniscas",2.35,2.97,2.65,.182,.256,.197,5.2,12.18,7.75
2200 DATA "Yesos",2.65,2.91,2.8,.13,.32,.2,9.9,14.5,12.61,"Gales",2.08,2.28,2.16
,.13,.26,.2,10.7,13.8,13.19
2210 DATA "Basaltos",2.84,2.89,2.86,.20,.212,.211,3.3,6.4,4.21,"Lavas escor.",0.
95,2.64,1.58,.16,.33,.26,.597,1.74,1.16
2220 DATA "Granitos",2.5,2.76,2.62,.188,.33,.25,3.91,7.35,6.35,"Gneiss",2.7,2.73
,2.71,.183,.208,.193,6.16,7.03,6.46
2230 DATA "Mármoles",2.5,2.8,2.67,.17,.21,.179,6.4,6.9,6.7,"Cuarcitas",2.6,2.8,2
.7,.17,.21,.186,7.0,19.0,14.76
2240 PRINT CHR$(12)
2250 PRINT "          PARAMETROS DEL MATERIAL DEL ACUIFERO"
2260 PRINT "          ROCAS          ";
2270 PRINT "          Densidad          Calor específico          Conductividad térmica"
2280 PRINT "          (gr/cm3)          (cal/gr *K)          (mcal/
cm sg *K)"
2290 PRINT "          m          x          M          m          x          M          m
          x          M"
2300 RESTORE
2310 FOR I=1 TO 13
2320 READ A#;
2330 PRINT A#;
2340 PRINT TAB(14);
2350 FOR J=1 TO 3
2360 FOR K=1 TO 3
2370 READ P(J,K)
2380 IF K<>3 THEN GOTO 2420
2390 P1=P(J,K)
2400 P(J,K)=P(J,K-1)

```

```

2420 NEXT K
2430 FOR K=1 TO 3
2440 IF P(J,K)=0 AND K=3 THEN
2450 PRINT USING "5A,#";" *"
2460 GOTO 2570
2470 END IF
2480 IF P(J,K)=0 THEN
2490 PRINT USING "5A,2X,#";" *"
2500 GOTO 2570
2510 END IF
2520 IF K=3 THEN
2530 PRINT USING "2D.2D,#";P(J,K)
2540 GOTO 2570
2550 END IF
2560 PRINT USING "2D.2D,2X,#";P(J,K)
2570 NEXT K
2580 IF J=3 THEN 2620
2590 PRINT USING "5X,#"
2600 NEXT J
2610 PRINT
2620 NEXT I
2630 INPUT " Quiere IMPRESION de la tabla (S/N)",A#
2640 IF A#="s" OR A#="S" THEN DUMP ALPHA
2650 RETURN
2660 REM *INICIALIZACION DE MODO GRAFICO*
2670 IF Crt THEN
2680 GINIT
2690 GRAPHICS ON
2700 ALPHA OFF
2710 END IF
2720 REM *GRAFICACION*
2730 GOSUB 900
2740 CALL Contour(Sfc(*),Min,Max,Interval,Extremes,Stats,Crt,Lyn,E2)
2750 RETURN
2760 REM *****PROGRAMA PRINCIPAL DE GRAFICAS DE AVANCE DEL FRENTE FRIO*****
2770 OPTION BASE 1
2780 DIM L$(54)
2790 DIM T$(91)
2800 DIM Sfc(24,24)
2810 DIM Sx(24,24)
2820 DIM Sy(24,24)
2830 DIM F(3,3)
2840 Extremes=0
2850 Stats=0
2860 Crt=1
2870 Lyn=1
2880 GOSUB 30
2890 GOSUB 970
2900 GOSUB 1490
2910 IF S0=0 THEN GOSUB 2100
2920 Max=10
2930 Min=-10
2940 Interval=.5
2950 GOSUB 530
2960 GOSUB 2660
2970 GOSUB 2720
2980 Lyn=2
2990 GOSUB 830
3000 Max=10
3010 Min=-10
3020 Interval=.5
3030 GOSUB 430
3040 Max=INT(C2)
3050 Min=0
3060 Interval=1

```

```

3710 Bottom=Cont>MIN(Sfc(I+1,J),Sfc(I+1,J+1)) AND Cont<MAX(Sfc(I+1,J),S
fc(I+1,J+1))
3720 Left=Cont>MIN(Sfc(I,J),Sfc(I+1,J)) AND Cont<MAX(Sfc(I,J),Sfc(I+1,J
))
3730 Right=Cont>MIN(Sfc(I,J+1),Sfc(I+1,J+1)) AND Cont<MAX(Sfc(I,J+1),Sf
c(I+1,J+1))
3740 SELECT Top+Bottom+Left+Right
3750 CASE 0
3760 CASE 2
3770 IF Top THEN
3780 Jtop=J+(Cont-Sfc(I,J))/(Sfc(I,J+1)-Sfc(I,J))
3790 IF Bottom THEN
3800 Jbottom=J+(Cont-Sfc(I+1,J))/(Sfc(I+1,J+1)-Sfc(I+1,J))
3810 MOVE Jtop,I
3820 DRAW Jbottom,I+1
3830 ELSE
3840 IF Left THEN
3850 Ileft=I+(Cont-Sfc(I,J))/(Sfc(I+1,J)-Sfc(I,J))
3860 MOVE Jtop,I
3870 DRAW J,Ileft
3880 ELSE
3890 Iright=I+(Cont-Sfc(I,J+1))/(Sfc(I+1,J+1)-Sfc(I,J+1))
3900 MOVE Jtop,I
3910 DRAW J+1,Iright
3920 END IF
3930 END IF
3940 ELSE
3950 IF Bottom THEN
3960 Jbottom=J+(Cont-Sfc(I+1,J))/(Sfc(I+1,J+1)-Sfc(I+1,J))
3970 IF Left THEN
3980 Ileft=I+(Cont-Sfc(I,J))/(Sfc(I+1,J)-Sfc(I,J))
3990 MOVE J,Ileft
4000 DRAW Jbottom,I+1
4010 ELSE
4020 Iright=I+(Cont-Sfc(I,J+1))/(Sfc(I+1,J+1)-Sfc(I,J+1))
4030 MOVE Jbottom,I+1
4040 DRAW J+1,Iright
4050 END IF
4060 ELSE
4070 Ileft=I+(Cont-Sfc(I,J))/(Sfc(I+1,J)-Sfc(I,J))
4080 Iright=I+(Cont-Sfc(I,J+1))/(Sfc(I+1,J+1)-Sfc(I,J+1))
4090 MOVE J,Ileft
4100 DRAW J+1,Iright
4110 END IF
4120 END IF
4130 CASE 4
4140 Jtop=J+(Cont-Sfc(I,J))/(Sfc(I,J+1)-Sfc(I,J))
4150 Jbottom=J+(Cont-Sfc(I+1,J))/(Sfc(I+1,J+1)-Sfc(I+1,J))
4160 Ileft=I+(Cont-Sfc(I,J))/(Sfc(I+1,J)-Sfc(I,J))
4170 Iright=I+(Cont-Sfc(I,J+1))/(Sfc(I+1,J+1)-Sfc(I,J+1))
4180 IF Northeast THEN
4190 MOVE J,Ileft
4200 DRAW Jtop,I
4210 MOVE Jbottom,I+1
4220 DRAW J+1,Iright
4230 END IF
4240 IF Northwest THEN
4250 MOVE J,Ileft
4260 DRAW Jbottom,I+1
4270 MOVE Jtop,I
4280 DRAW J+1,Iright
4290 END IF
4300 IF Cross THEN
4310 MOVE J,Ileft
4320 DRAW J+1,Iright

```

```

3080 GOSUB 2720
3090 IF S0=1 THEN
3100 DUMP DEVICE IS 701
3110 DUMP GRAPHICS
3120 PRINTER IS 701
3130 GOSUB 2100
3140 PRINT CHR$(12)
3150 PRINTER IS 1
3160 ELSE
3170 PAUSE
3180 END IF
3190 GRAPHICS OFF
3200 GOTO 2760
3210 END
3220 REM *****
3230 REM *SUBPROGRAMA DE DIBUJO DE CURVAS EQUIPOTENCIALES EN DOS DIMENSIONES*
3240 Contour: SUB Contour(Sfc(*),Min,Max,Interval,Extremes,Stats,Crt,Lyn,E2)
3250 INTEGER I,J,Imax,Jmax
3260 Imax=SIZE(Sfc,1)
3270 Jmax=SIZE(Sfc,2)
3280 IF Stats THEN
3290 CALL Gdu(X_gdu_max,Y_gdu_max,Xmid,Ymid)
3300 CALL Label(3,.6,0,5,1,Xmid,.04*Y_gdu_max,"Array has "&VAL$(Imax)&" rows
and "&VAL$(Jmax)&" columns.")
3310 CALL Label(3,.6,0,5,1,Xmid,.02*Y_gdu_max,"Minimum: "&VAL$(Min)&"; Maxim
um: "&VAL$(Max)&"; Contour interval: "&VAL$(Interval)&".")
3320 VIEWPORT 0,X_gdu_max,.06*Y_gdu_max,Y_gdu_max
3330 END IF
3340 SHOW 1,(Jmax),(Imax),1
3350 CLIP 1,Jmax,Imax,1
3360 FRAME
3370 LINE TYPE 6
3380 FOR K=20 TO 5 STEP -E2
3390 AXES 0,0,Jmax-11.5,K,1,1,1
3400 NEXT K
3410 LINE TYPE 1
3420 AXES E2,E2,Jmax-11.5,20,1,1,1
3430 AXES 0,0,Jmax-11.5,5,1,1,1
3440 CLIP OFF
3450 K1=0
3460 LORG 2
3470 CSIZE 3,.5
3480 FOR K=20 TO 5 STEP -E2
3490 MOVE Jmax+.5,K
3500 LABEL K1
3510 K1=K1+100
3520 NEXT K
3530 MOVE Jmax+.5,5
3540 LABEL INT(100*15/E2)
3550 CSIZE 5,.5
3560 MOVE Jmax+.5,2
3570 LABEL "Metros"
3580 CLIP ON
3590 IF Lyn=1 THEN LINE TYPE 4
3600 IF Lyn=2 THEN LINE TYPE 1
3610 Northeast=0
3620 Northwest=0
3630 Cross=1
3640 FOR I=1 TO Imax-1
3650 FOR J=1 TO Jmax-1
3660 Big=MAX(Sfc(I,J),Sfc(I,J+1),Sfc(I+1,J),Sfc(I+1,J+1))
3670 Small=MIN(Sfc(I,J),Sfc(I,J+1),Sfc(I+1,J),Sfc(I+1,J+1))
3680 FOR Cont=Min TO Max STEP Interval
3690 IF Cont>Small AND Cont<Big THEN
3700 Top=Cont>MIN(Sfc(I,J),Sfc(I,J+1)) AND Cont<MAX(Sfc(I,J),Sfc(I,J+1))

```

```

4340         DRAW Jbottom,I+1
4350         END IF
4360     END SELECT
4370     END IF
4380     NEXT Cont
4390     NEXT J
4400     NEXT I
4410     IF Extremes>0 THEN
4420         Pen=4
4430         Image$="K"
4440         FOR I=2 TO Imax-1
4450             FOR J=2 TO Jmax-1
4460                 Point=Sfc(I,J)
4470                 Min=MIN(Sfc(I-1,J-1),Sfc(I-1,J),Sfc(I-1,J+1),Sfc(I,J-1),Sfc(I,J+1),S
fc(I+1,J-1),Sfc(I+1,J),Sfc(I+1,J+1))
4480                 Max=MAX(Sfc(I-1,J-1),Sfc(I-1,J),Sfc(I-1,J+1),Sfc(I,J-1),Sfc(I,J+1),S
fc(I+1,J-1),Sfc(I+1,J),Sfc(I+1,J+1))
4490                 IF Point>Max OR Point<Min THEN
4500                     CALL Label(1,.6,0,5,Pen,(J),(I),"+")
4510                     IF Point>Max THEN
4520                         CALL Label(3,.6,0,5,Pen,(J),(I),"H")
4530                     ELSE
4540                         CALL Label(3,.6,0,5,Pen,(J),(I),"L")
4550                     END IF
4560                 IF Extremes>1 THEN
4570                     CALL Label(3,.6,0,5,Pen,J,I+.2,"")
4580                     LABEL USING Image$;Point
4590                 END IF
4600             END IF
4610         NEXT J
4620     NEXT I
4630     END IF
4640     PENUP
4650     LORG 5
4660     PLOT 12.5,5
4670     AREA PEN 0
4680     POLYGON .4,FILL
4690     PLOT 12.5,20
4700     AREA PEN 0
4710     POLYGON .4,FILL
4720     PLOT 12.5,5
4730     LABEL "E"
4740     PLOT 12.5,20
4750     LABEL "I"
4760     SUBEND

```

ANEXO N° 3

EJEMPLO DE APLICACION: S. SEBASTIAN DE LOS REYES

CALCULO DE DOBLETE GEOTERMICO

=====

ESPACIADO ENTRE POZOS Y CALCULO DE TIEMPOS

LOCALIDAD: SAN SEBASTIAN DE LOS REYES

FECHA: 12.12.84

DATOS

=====

POROSIDAD eficaz del acuífero (%):	15.00
POTENCIA útil del acuífero (metros):	80.00
CAUDAL medio de BOMBEO (m ³ /hora):	115.00
VIDA estimada del DOBLETE (años):	30.00

CAPACIDAD CALORIFICA de la roca ACUIFERO (cal/cm ³ K):	.52
CAPACIDAD CALORIFICA del IMPERMEABLE (cal/cm ³ K):	.52
Capacidad CALORIFICA GLOBAL del acuífero (cal/cm ³ K):	.59

CONDUCTIVIDAD térmica del ACUIFERO (mcal/cm sg °K):	6.00
CONDUCTIVIDAD térmica del IMPERMEABLE (mcal/cm sg °K):	6.00

Acuífero HOMOGENE0

SOLUCIONES

=====

DISTANCIA ENTRE POZOS (m)

Régimen convectivo:	799
Impermeable conductivo:	775

Coef. intercambio por conducción con IMPERMEABLE : 8.1

Numero de PECLET (conducción):	212
Numero de PECLET (conducción + dispersión):	8

LLEGADA DEL FRENTE FRIO (años)

Régimen convectivo:	31
Impermeable conductivo:	16
Convección, conducción y dispersión:	14

CALCULO DE DOBLETE GEOTERMICO
 =====

ESPACIADO ENTRE POZOS Y CALCULO DE TIEMPOS

LOCALIDAD: SAN SEBASTIAN DE LOS REYES FECHA: 12.12.84

DATOS
 =====

POROSIDAD eficaz del acuífero (%):	15.00
POTENCIA útil del acuífero (metros):	80.00
CAUDAL medio de BOMBEO (m3/hora):	115.00
VIDA estimada del DOBLETE (años):	30.00
CAPACIDAD CALORIFICA de la roca ACUIFERO (cal/cm ³ K):	.52
CAPACIDAD CALORIFICA del IMPERMEABLE (cal/cm ³ K):	.52
Capacidad CALORIFICA GLOBAL del acuífero (cal/cm ³ K):	.59
CONDUCTIVIDAD térmica del ACUIFERO (mcal/cm sg °K):	6.00
CONDUCTIVIDAD térmica del IMPERMEABLE (mcal/cm sg °K):	6.00

Acuífero HETEROGENEO

SOLUCIONES
 =====

DISTANCIA ENTRE POZOS (m)	
Régimen convectivo:	799
Impermeable conductivo:	775
Coef. intercambio por conducción con IMPERMEABLE :	8.1
Numero de PECLET (conducción):	212
Numero de PECLET (conducción + dispersión):	3
LLEGADA DEL FRENTE FRIO (años)	
Régimen convectivo:	31
Impermeable conductivo:	16
Convección, conducción y dispersión:	9

CALCULO DE DOBLETE GEOTERMICO

=====

ESPACIADO ENTRE POZOS Y CALCULO DE TIEMPOS

LOCALIDAD: SAN SEBASTIAN DE LOS REYES

FECHA: 12.12.84

DATOS

=====

POROSIDAD eficaz del acuífero (%):	15.00
POTENCIA útil del acuífero (metros):	80.00
CAUDAL medio de BOMBEO (m ³ /hora):	250.00
VIDA estimada del DOBLETE (años):	30.00

CAPACIDAD CALORIFICA de la roca ACUIFERO (cal/cm ³ K):	.52
CAPACIDAD CALORIFICA del IMPERMEABLE (cal/cm ³ K):	.52
Capacidad CALORIFICA GLOBAL del acuífero (cal/cm ³ K):	.59

CONDUCTIVIDAD térmica del ACUIFERO (mcal/cm sg °K):	6.00
CONDUCTIVIDAD térmica del IMPERMEABLE (mcal/cm sg °K):	6.00

Acuífero HOMOGENEO

SOLUCIONES

=====

DISTANCIA ENTRE POZOS (m)

Régimen convectivo:	1178
Impermeable conductivo:	1143

Coef. intercambio por conducción con IMPERMEABLE : 8.1

Numero de PECLET (conducción):	461
Numero de PECLET (conducción + dispersión):	11

LLEGADA DEL FRENTE FRIO (años)

Régimen convectivo:	31
Impermeable conductivo:	16
Convección, conducción y dispersión:	16

CALCULO DE DOBLETE GEOTERMICO

=====

ESPACIADO ENTRE POZOS Y CALCULO DE TIEMPOS

LOCALIDAD: SAN SEBASTIAN DE LOS REYES

FECHA: 12.12.84

DATOS

=====

POROSIDAD eficaz del acuífero (%):	15.00
POTENCIA útil del acuífero (metros):	80.00
CAUDAL medio de BOMBEO (m ³ /hora):	250.00
VIDA estimada del DOBLETE (años):	30.00

CAPACIDAD CALORIFICA de la roca ACUIFERO (cal/cm ³ K):	.52
CAPACIDAD CALORIFICA del IMPERMEABLE (cal/cm ³ K):	.52
Capacidad CALORIFICA GLOBAL del acuífero (cal/cm ³ K):	.59

CONDUCTIVIDAD térmica del ACUIFERO (mcal/cm sg °K):	6.00
CONDUCTIVIDAD térmica del IMPERMEABLE (mcal/cm sg °K):	6.00

Acuífero HETEROGENEO

SOLUCIONES

=====

DISTANCIA ENTRE POZOS (m)

Régimen convectivo:	1178
Impermeable conductivo:	1143

Coef. intercambio por conducción con IMPERMEABLE : 8.1

Numero de PECLET (conducción):	461
Numero de PECLET (conducción + dispersión):	4

LLEGADA DEL FRENTE FRIO (años)

Régimen convectivo:	31
Impermeable conductivo:	16
Convección, conducción y dispersión:	12

CALCULO DE DOBLETE GEOTERMICO

=====

ESPACIADO ENTRE POZOS Y CALCULO DE TIEMPOS

LOCALIDAD: SAN SEBASTIAN DE LOS REYES

FECHA: 12.12.84

DATOS

=====

POROSIDAD eficaz del acuífero (%):	15.00
POTENCIA útil del acuífero (metros):	80.00
CAUDAL medio de BOMBEO (m ³ /hora):	115.00
VIDA estimada del DOBLETE (años):	30.00

CAPACIDAD CALORIFICA de la roca ACUIFERO (cal/cm ³ K):	.52
CAPACIDAD CALORIFICA del IMPERMEABLE (cal/cm ³ K):	.52
Capacidad CALORIFICA GLOBAL del acuífero (cal/cm ³ K):	.59

CONDUCTIVIDAD térmica del ACUIFERO (mcal/cm sg °K):	6.00
CONDUCTIVIDAD térmica del IMPERMEABLE (mcal/cm sg °K):	6.00

Acuífero HOMOGENEO

DISTANCIA ENTRE POZOS DEL DOBLETE (metros):	1000.00
---	---------

SOLUCIONES

=====

Coef. intercambio por conducción con IMPERMEABLE :	4.8
--	-----

Numero de PECLET (conducción):	212
Numero de PECLET (conducción + dispersión):	10

LLEGADA DEL FRENTE FRIO (años)

Régimen convectivo:	49
Impermeable conductivo:	27
Convección, conducción y dispersión:	24

CALCULO DE DOBLETE GEOTERMICO

=====

ESPACIADO ENTRE POZOS Y CALCULO DE TIEMPOS

LOCALIDAD: SAN SEBASTIAN DE LOS REYES

FECHA: 12.12.84

DATOS

=====

POROSIDAD eficaz del acuífero (%):	15.00
POTENCIA útil del acuífero (metros):	80.00
CAUDAL medio de BOMBEO (m ³ /hora):	115.00
VIDA estimada del DOBLETE (años):	30.00

CAPACIDAD CALORIFICA de la roca ACUIFERO (cal/cm ³ K):	.52
CAPACIDAD CALORIFICA del IMPERMEABLE (cal/cm ³ K):	.52
Capacidad CALORIFICA GLOBAL del acuífero (cal/cm ³ K):	.59

CONDUCTIVIDAD térmica del ACUIFERO (mcal/cm sg °K):	6.00
CONDUCTIVIDAD térmica del IMPERMEABLE (mcal/cm sg °K):	6.00

Acuífero HETEROGENEO

DISTANCIA ENTRE POZOS DEL DOBLETE (metros):	1000.00
---	---------

SOLUCIONES

=====

Coef. intercambio por conducción con IMPERMEABLE :	4.8
--	-----

Numero de PECLET (conducción):	212
--------------------------------	-----

Numero de PECLET (conducción + dispersión):	3
---	---

LLEGADA DEL FRENTE FRIO (años)

Régimen convectivo:	49
---------------------	----

Impermeable conductivo:	27
-------------------------	----

Convección, conducción y dispersión:	19
--------------------------------------	----

CALCULO DE DOBLETE GEOTERMICO

=====

ESPACIADO ENTRE POZOS Y CALCULO DE TIEMPOS

LOCALIDAD: SAN SEBASTIAN DE LOS REYES

FECHA: 12.12.84

DATOS

=====

POROSIDAD eficaz del acuífero (%):	15.00
POTENCIA útil del acuífero (metros):	80.00
CAUDAL medio de BOMBEO (m ³ /hora):	250.00
VIDA estimada del DOBLETE (años):	30.00

CAPACIDAD CALORIFICA de la roca ACUIFERO (cal/cm ³ K):	.52
CAPACIDAD CALORIFICA del IMPERMEABLE (cal/cm ³ K):	.52
Capacidad CALORIFICA GLOBAL del acuífero (cal/cm ³ K):	.59

CONDUCTIVIDAD térmica del ACUIFERO (mcal/cm sg °K):	6.00
CONDUCTIVIDAD térmica del IMPERMEABLE (mcal/cm sg °K):	6.00

Acuífero HOMOGENEO

DISTANCIA ENTRE POZOS DEL DOBLETE (metros):	1000.00
---	---------

SOLUCIONES

=====

Coef. intercambio por conducción con IMPERMEABLE :	10.5
--	------

Numero de PECLET (conducción):	461
Numero de PECLET (conducción + dispersión):	10

LLEGADA DEL FRENTE FRIO (años)

Régimen convectivo:	23
Impermeable conductivo:	16
Convección, conducción y dispersión:	11

CALCULO DE DOBLETE GEOTERMICO

----- ESPACIADO ENTRE POZOS Y CALCULO DE TIEMPOS -----

LOCALIDAD: SAN SEBASTIAN DE LOS REYES

FECHA: 12.12.84

DATOS

=====

POROSIDAD eficaz del acuífero (%):	15.00
POTENCIA útil del acuífero (metros):	80.00
CAUDAL medio de BOMBEO (m ³ /hora):	250.00
VIDA estimada del DOBLETE (años):	30.00

CAPACIDAD CALORIFICA de la roca ACUIFERO (cal/cm ³ K):	.52
CAPACIDAD CALORIFICA del IMPERMEABLE (cal/cm ³ K):	.52
Capacidad CALORIFICA GLOBAL del acuífero (cal/cm ³ K):	.59

CONDUCTIVIDAD térmica del ACUIFERO (mcal/cm sg °K):	6.00
CONDUCTIVIDAD térmica del IMPERMEABLE (mcal/cm sg °K):	6.00

Acuífero HETEROGENEO

DISTANCIA ENTRE POZOS DEL DOBLETE (metros):	1000.00
---	---------

SOLUCIONES

=====

Coef. intercambio por conducción con IMPERMEABLE :	10.5
--	------

Numero de PECLET (conducción):	461
Numero de PECLET (conducción + dispersión):	3

LLEGADA DEL FRENTE FRIO (años)

Régimen convectivo:	23
Impermeable conductivo:	16
Convección, conducción y dispersión:	9

GRAFICOS DE DOBLETE GEOTERMICO

=====

GRAFICOS CAUDAL vs. DISTANCIA

LOCALIDAD: SAN SEBASTIAN DE LOS REYES

FECHA: 12.12.84

DATOS

=====

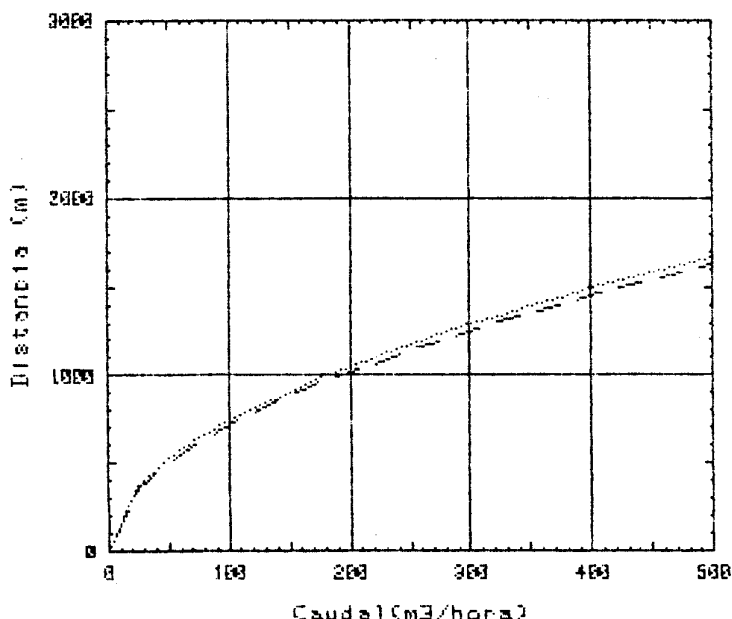
POROSIDAD eficaz del acuífero (%):	15.00
POTENCIA útil del acuífero (metros):	80.00
CAUDAL MAXIMO de BOMBEO (m ³ /hora)=	500.00
CAUDAL MINIMO de BOMBEO (m ³ /hora)=	0.00
VIDA estimada del DOBLETE (años):	30.00

CAPACIDAD CALORIFICA de la roca ACUIFERO (cal/cm ³ K):	.52
CAPACIDAD CALORIFICA del IMPERMEABLE (cal/cm ³ K):	.52
Capacidad CALORIFICA GLOBAL del acuífero (cal/cm ³ K):	.59

CONDUCTIVIDAD térmica del ACUIFERO (mcal/cm sg °K):	6.00
CONDUCTIVIDAD térmica del IMPERMEABLE (mcal/cm sg °K):	6.00

..... Régimen convectivo
----- Impermeable conductivo

CAUDAL-DISTANCIA



GRAFICOS DE DOBLETE GEOTERMICO

=====

GRAFICOS CAUDAL vs. DISTANCIA

LOCALIDAD: SAN SEBASTIAN DE LOS REYES

FECHA: 12.12.84

DATOS

=====

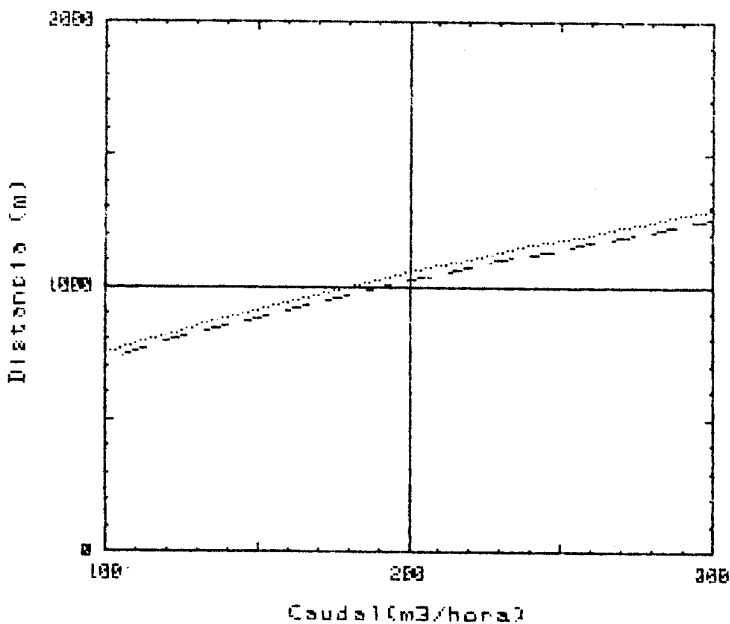
POROSIDAD eficaz del acuífero (%):	15.00
POTENCIA útil del acuífero (metros):	80.00
CAUDAL MAXIMO de BOMBEO (m ³ /hora)=	300.00
CAUDAL MINIMO de BOMBEO (m ³ /hora)=	100.00
VIDA estimada del DOBLETE (años):	30.00

CAPACIDAD CALORIFICA de la roca ACUIFERO (cal/cm ³ K):	.52
CAPACIDAD CALORIFICA del IMPERMEABLE (cal/cm ³ K):	.52
Capacidad CALORIFICA GLOBAL del acuífero (cal/cm ³ K):	.59

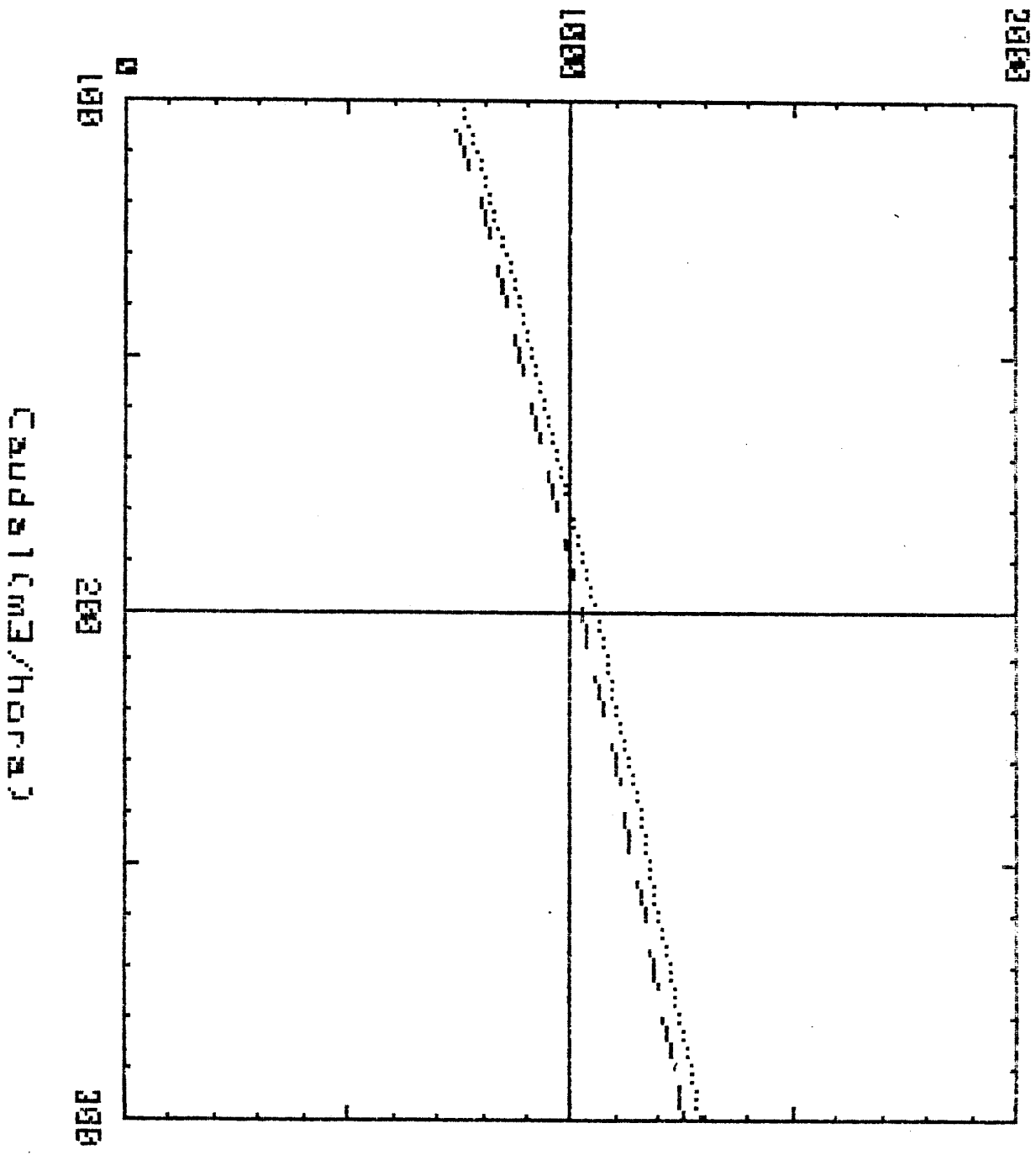
CONDUCTIVIDAD térmica del ACUIFERO (mcal/cm sg °K):	6.00
CONDUCTIVIDAD térmica del IMPERMEABLE (mcal/cm sg °K):	6.00

..... Régimen convectivo
 ----- Impermeable conductivo

CAUDAL-DISTANCIA



Distancia (m)



GRAFICOS DE DOBLETE GEOTERMICO

=====

GRAFICOS CAUDAL vs. DISTANCIA

LOCALIDAD: SAN SEBASTIAN DE LOS REYES

FECHA: 12.12.84

DATOS

=====

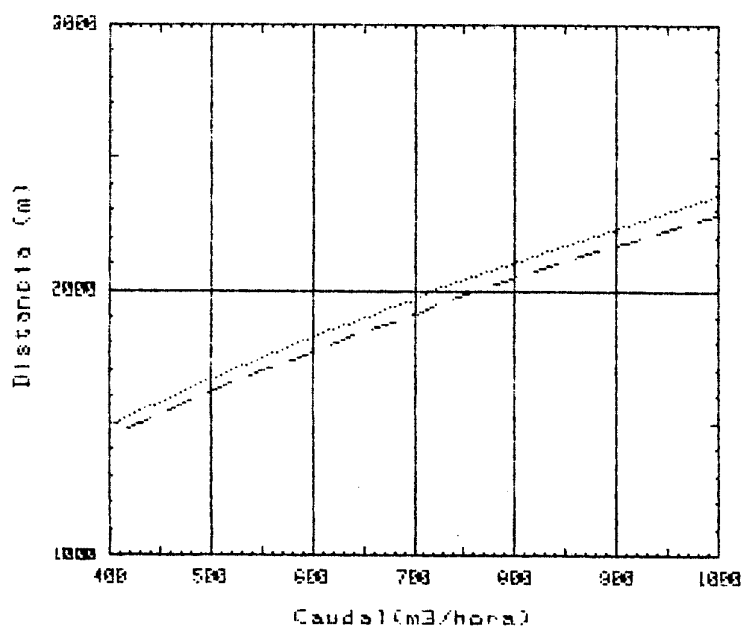
POROSIDAD eficaz del acuífero (%):	15.00
POTENCIA útil del acuífero (metros):	80.00
CAUDAL MAXIMO de BOMBEO (m ³ /hora)=	1000.00
CAUDAL MINIMO de BOMBEO (m ³ /hora)=	400.00
VIDA estimada del DOBLETE (años):	30.00

CAPACIDAD CALORIFICA de la roca ACUIFERO (cal/cm ³ K):	.52
CAPACIDAD CALORIFICA del IMPERMEABLE (cal/cm ³ K):	.52
Capacidad CALORIFICA GLOBAL del acuífero (cal/cm ³ K):	.59

CONDUCTIVIDAD térmica del ACUIFERO (mcal/cm sg °K):	6.00
CONDUCTIVIDAD térmica del IMPERMEABLE (mcal/cm sg °K):	6.00

..... Régimen convectivo
 ----- Impermeable conductivo

CAUDAL-DISTANCIA



CALCULO DE DOBLETE GEOTERMICO

=====

POZO DE PRODUCCION

LOCALIDAD: SAN SEBASTIAN DE LOS REYES

FECHA: 12.12.84

DATOS

=====

POROSIDAD eficaz del acuífero (%)=	15
PERMEABILIDAD de la roca (darcys)=	.44
POTENCIA útil del acuífero (metros)=	80.00
PROFUNDIDAD zona productora. Reg.pres.fondo (m)=	1600
TEMPERATURA del fluido en el acuífero (°C)=	75.00
SALINIDAD del fluido (gr/l)?	40.00
DIAMETRO EXTERIOR de tubería de PRODUCCION (pulg.)=	7.00
Número de TRAMOS de entubación=	3
TRAMO 1: Longitud (m)= 420 Diámetro int.(mm)=	316
TRAMO 2: Longitud (m)=1080 Diámetro int.(mm)=	214
TRAMO 3: Longitud (m)= 200 Diámetro int.(mm)=	160
CAUDAL medio de BOMBEO (m ³ /hora)?	250.00
DISTANCIA entre pozos (m)=	775
PRESION estática en FONDO de pozo (kg/cm ²)=	151.50
RENDIMIENTO del grupo impulsor =	.70

SOLUCIONES

=====

TIEMPO mínimo de VALIDEZ ecuaciones (días)=	9.95
DENSIDAD del agua del acuífero (gr/cm ³)=	1.00
VISCOSIDAD del agua (centipoises)=	.42
COMPRESIBILIDAD del agua (10 ⁻⁵ Vol/Vol/Atm)=	4.30
COMPRESIBILIDAD de la ROCA (10 ⁻⁵ Vol/Vol/Atm)=	5.70
COMPRESIBILIDAD TOTAL (10 ⁻⁵ Vol/Vol/Atm)=	10.00
PRESION estática en CABEZA de pozo (kg/cm ²)=	-8.27
PRESION estática en FONDO de pozo (kg/cm ²)=	151.50
PERDIDAS de carga en el CASING (kg/cm ²)=	2.24
PRESION HIDRODINAMICA (kg/cm ²)=	11.96
PRESION de PRODUCCION (kg/cm ²)=	-22.47
POTENCIA equivalente de BOMBEO (kW)=	218.72
POTENCIA equivalente de BOMBEO (CV)=	297.25
POTENCIA recomendada de la bomba (kW)=	284
POTENCIA recomendada de la bomba (CV)=	386

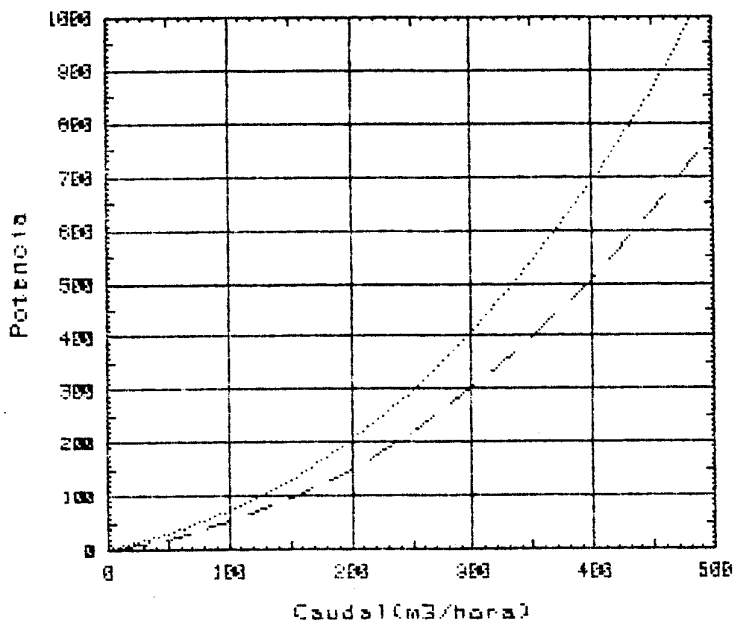
GRAFICOS DE DOBLETE GEOTERMICO

POZO DE PRODUCCION

LOCALIDAD: SAN SEBASTIAN DE LOS REYES

FECHA: 12.12.84

CAUDAL-POTENCIA



POTENCIA CV
 ----- kW

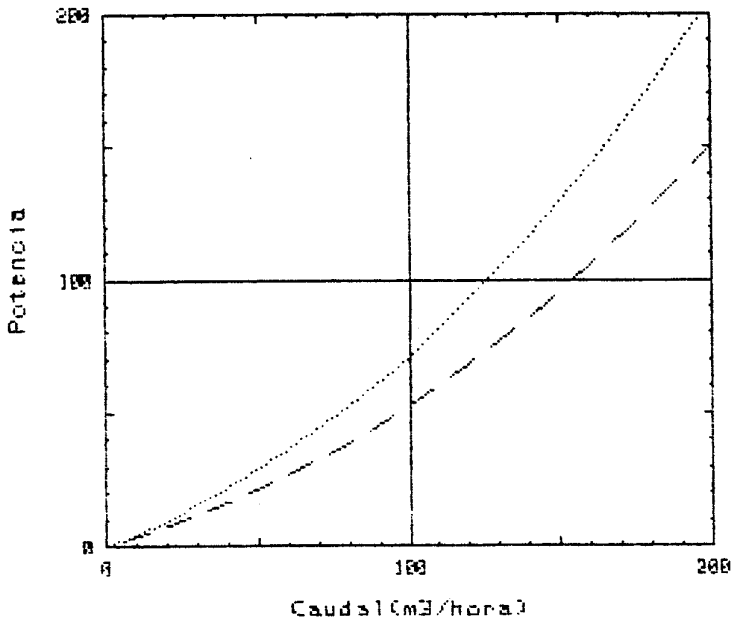
GRAFICOS DE DOBLETE GEOTERMICO

POZO DE PRODUCCION

LOCALIDAD: SAN SEBASTIAN DE LOS REYES

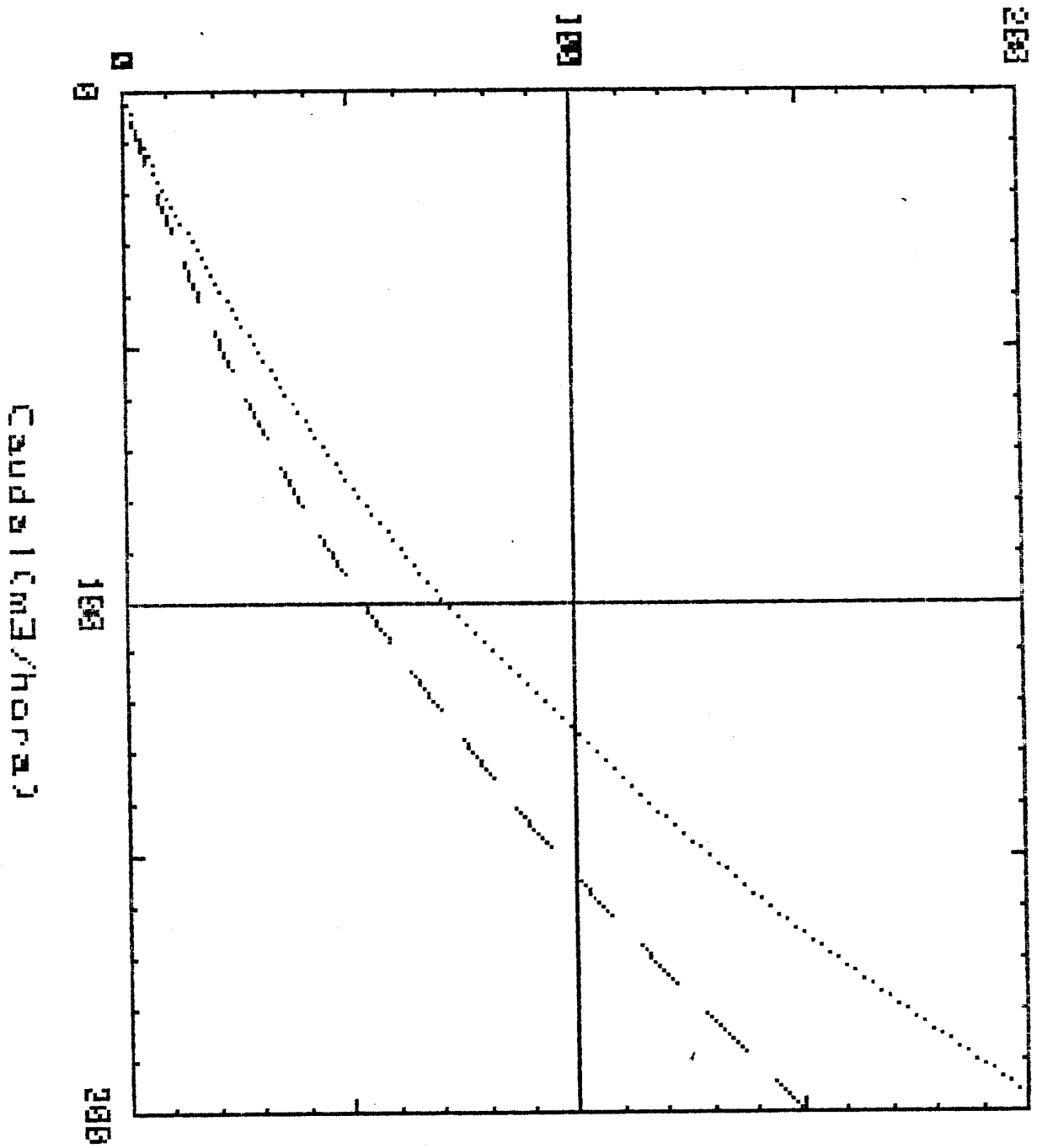
FECHA: 12.12.84

CAUDAL-POTENCIA



POTENCIA CV
 ----- kW

Potencia



CALCULO DE DOBLETE GEOTERMICO

POZO DE INYECCION

LOCALIDAD: SAN SEBASTIAN DE LOS REYES

FECHA: 12.12.84

DATOS

=====

POROSIDAD eficaz del acuífero (%)=	15
PERMEABILIDAD de la roca (darcys)=	.44
CAPACIDAD CALORIFICA de la ROCA(cal/cm ³ *K)=	.52
CAPACIDAD CALORIFICA GLOBAL acuífero (cal/cm ³ *K)=	.59
POTENCIA útil del acuífero (metros)=	80.00
PROFUNDIDAD zona productora. Reg.pres.fondo (m)=	1600
TEMPERATURA del fluido en el acuífero (°C)=	75.00
TEMPERATURA del AGUA REINYECTADA (°C)=	35.00
SALINIDAD del fluido (gr/l)?	40.00
DIAMETRO de PERFORACION en el acuífero (pulg.)=	8.50
DIAMETRO INTERIOR del CASING en el acuífero(mm)=	160
Número de TRAMOS de entubación=	1
TRAMO 1: Longitud (m)=1700 Diámetro int.(mm)=	160
CAUDAL medio de BOMBEO (m ³ /hora)?	250.00
DISTANCIA entre pozos (m)=	775
TIEMPO de BOMBEO /INYECCION (años)=	1.00
PRESION estática en FONDO de pozo (kg/cm ²)=	151.50
RENDIMIENTO del grupo impulsor =	.70

SOLUCIONES

=====

DENSIDAD del agua REINYECTADA (gr/cm ³)=	1.02
VISCOSIDAD agua REINYECTADA (centipoises)=	.79
COMPRESIBILIDAD agua REINYECTADA (10 ⁻⁵ Vol/Vol/Atm)=	4.24
COMPRESIBILIDAD de la ROCA (10 ⁻⁵ Vol/Vol/Atm)=	5.70
COMPRESIBILIDAD TOTAL (10 ⁻⁵ Vol/Vol/Atm)=	9.94
PRESION estática en CABEZA de pozo (kg/cm ²)=	-11.53
PRESION estática en FONDO de pozo (kg/cm ²)=	151.50
PERDIDAS de carga en el CASING (kg/cm ²)=	8.98
PRESION HIDRODINAMICA de inyección (kg/cm ²)=	22.10
PRESION DE INYECCION EN CABEZA DE POZO (kg/cm ²)=	19.55
POTENCIA nominal de la bomba de INYECCION (kW)=	190.27
POTENCIA nominal de la bomba de INYECCION (CV)=	258.57
POTENCIA recomendada de la bomba de INYECCION (kW)=	247
POTENCIA recomendada de la bomba de INYECCION (CV)=	336

GRAFICOS DEL DOBLETE GEOTERMICO

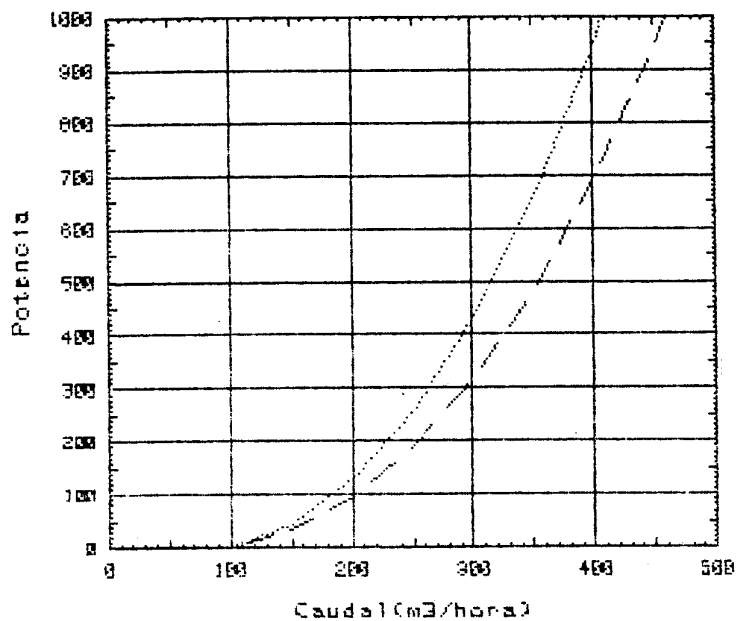
=====

POZO DE INYECCION

LOCALIDAD: SAN SEBASTIAN DE LOS REYES

FECHA: 12.12.84

CAUDAL-POTENCIA



POTENCIA CV
 ----- KW

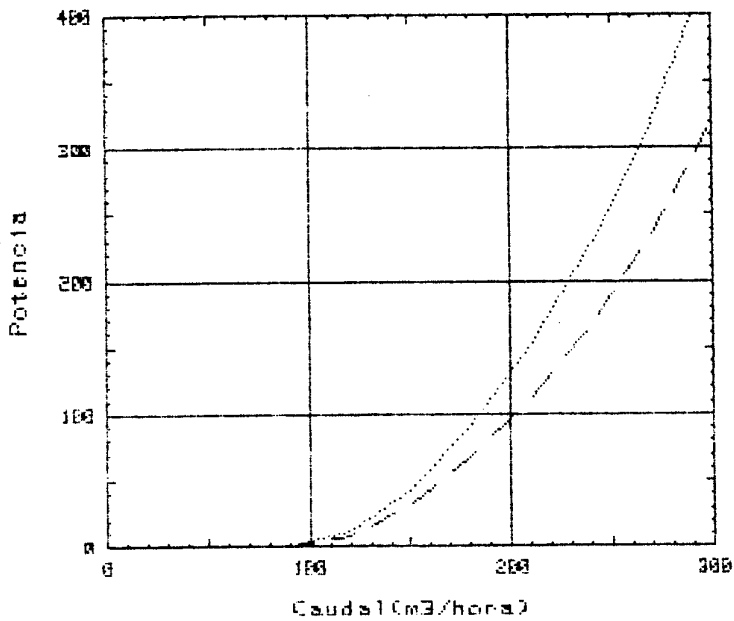
GRAFICOS DEL DOBLETE GEOTERMICO

POZO DE INYECCION

LOCALIDAD: SAN SEBASTIAN DE LOS REYES

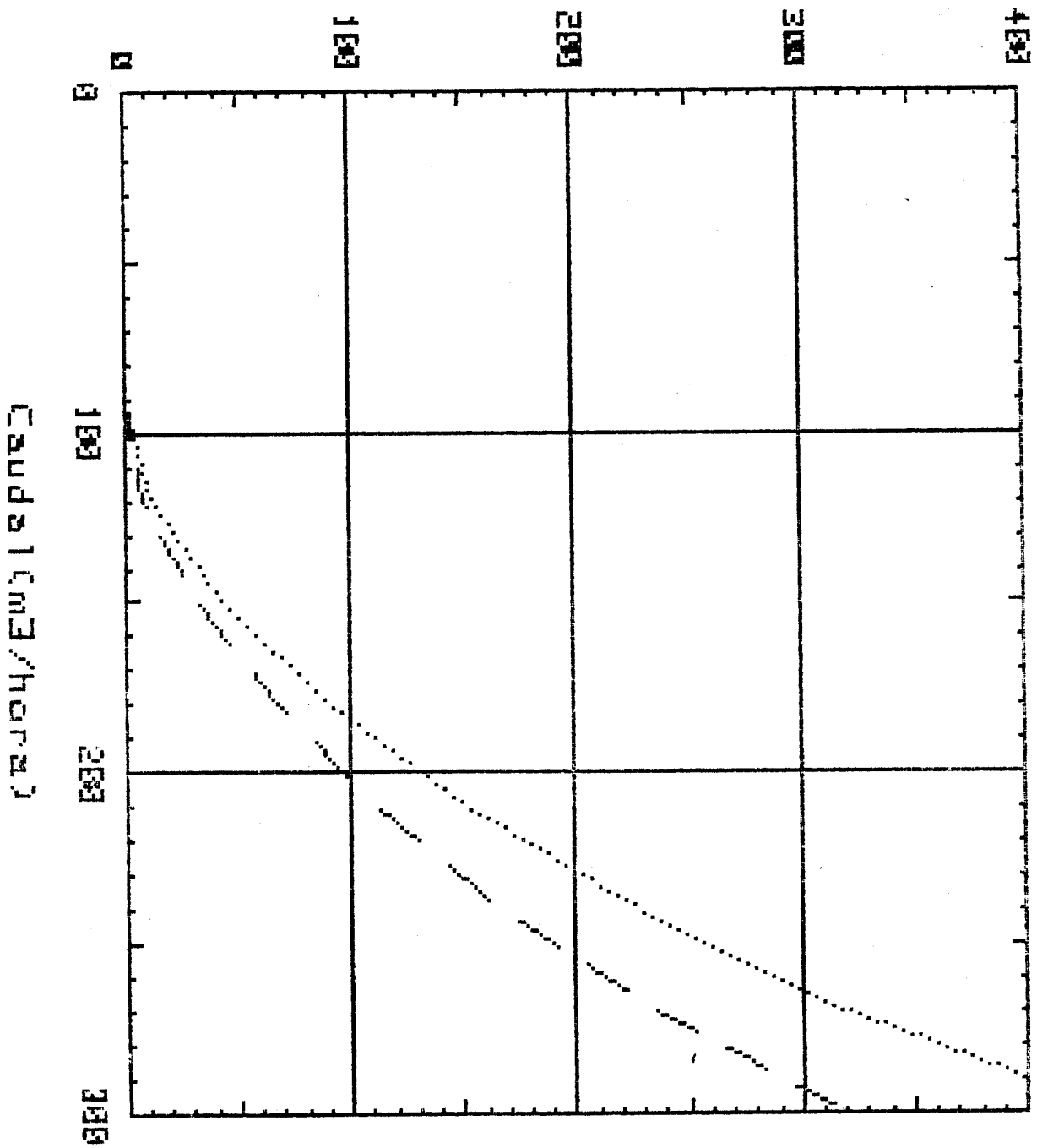
FECHA: 12.12.84

CAUDAL-POTENCIA



POTENCIA CV
 ----- KW

Potencia



CALCULO DE DOBLETE GEOTERMICO

=====

GRAFICAS DE AVANCE DEL FRENTE FRIO

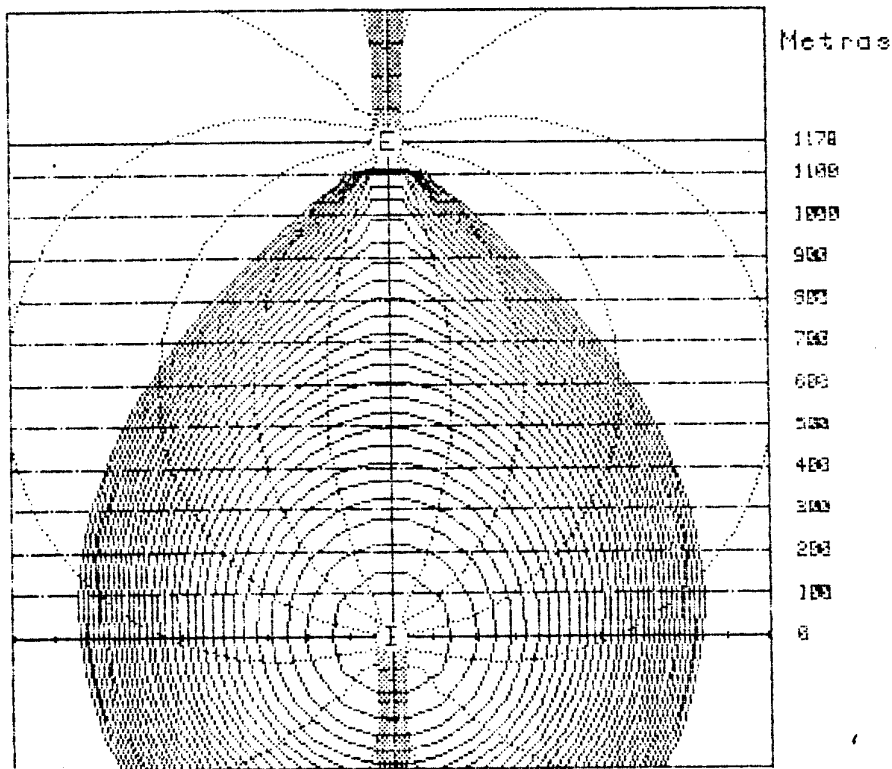
LOCALIDAD: SAN SEBASTIAN DE LOS REYES FECHA: 12.12.84

DATOS

=====

POROSIDAD eficaz del acuífero (%):	15.00
PERMEABILIDAD del acuífero (Darcy):	.44
POTENCIA útil del acuífero (metros):	80.00
CAUDAL medio de BOMBEO (m ³ /hora):	250.00
DISTANCIA entre pozos (m)=	1178
CAPACIDAD CALORIFICA de la roca ACUIFERO (cal/cm ³ K):	.52
Capacidad CALORIFICA GLOBAL del acuífero (cal/cm ³ K):	.59

ISOCRONAS EN REGIMEN CONVECTIVO



Intervalo de las ISOCRONAS = 1 año
Número TOTAL de ISOCRONAS = 31
Lineas de FLUJO.....
FOZOS : E (pozo extracción) , I (pozo inyección)

CALCULO DE DOBLETE GEOTERMICO

=====

GRAFICAS DE AVANCE DEL FRENTE FRIO

LOCALIDAD: SAN SEBASTIAN DE LOS REYES

FECHA: 12.12.84

DATOS

=====

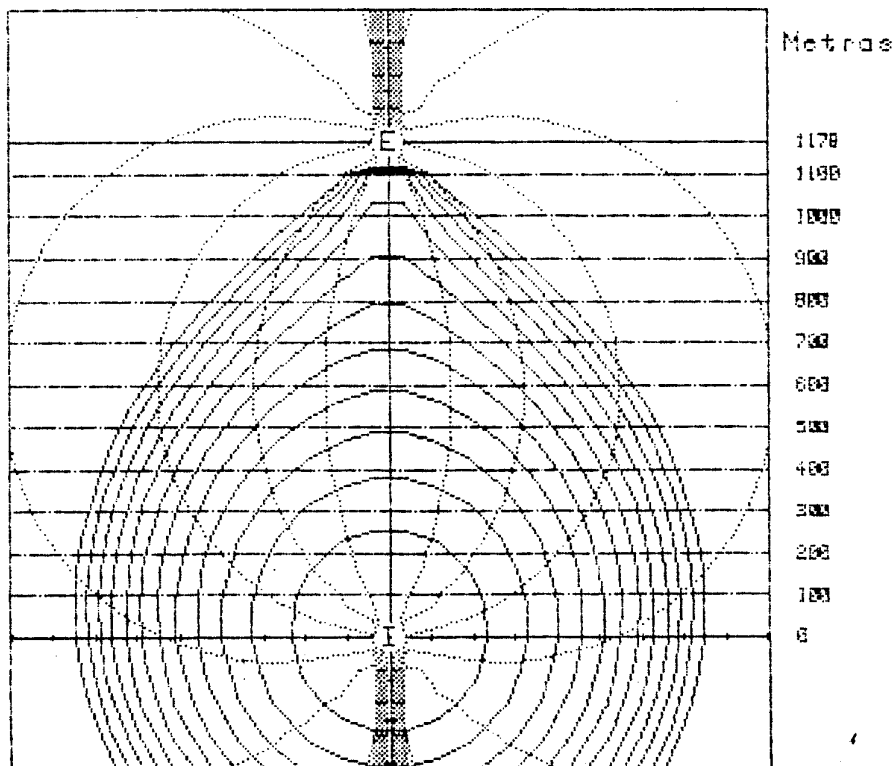
DISTANCIA entre pozos (m) =

1178

TIEMPO DE LLEGADA DEL FRENTE FRIO (años) =

12

ISOCRONAS CON TIEMPO PREFIJADO



Intervalo de las ISOCRONAS = 1 año

Número TOTAL de ISOCRONAS = 12

Líneas de FLUJO.....

POZOS : E (pozo extracción) , I (pozo inyección)

CALCULO DE DOBLETE GEOTERMICO

=====

GRAFICAS DE AVANCE DEL FRENTE FRIO

LOCALIDAD: SAN SEBASTIAN DE LOS REYES

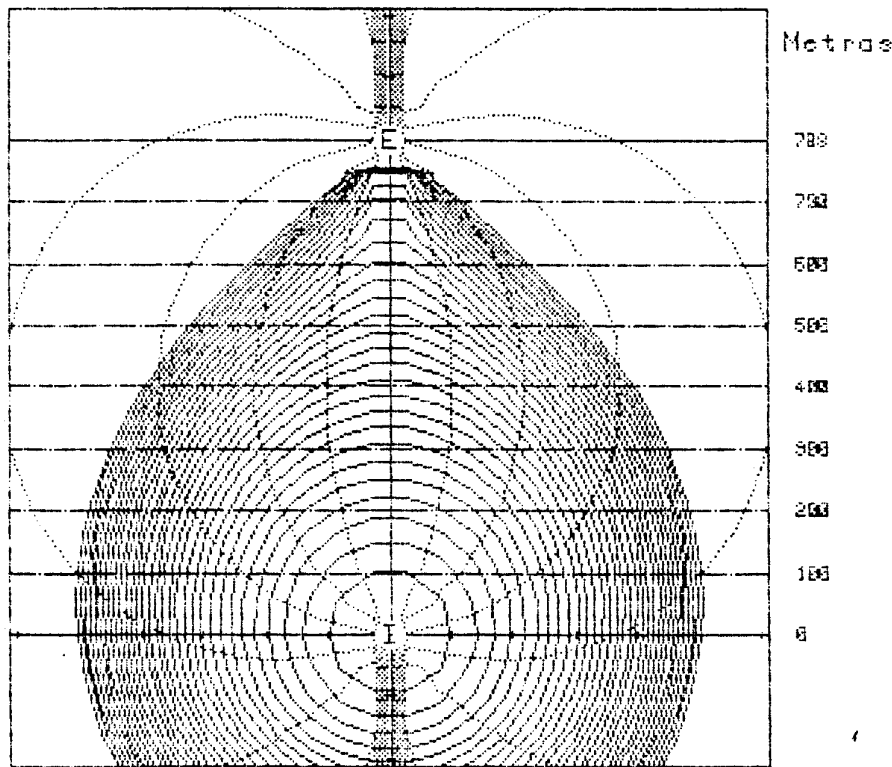
FECHA: 12.12.84

DATOS

=====

POROSIDAD eficaz del acuífero (%):	15.00
PERMEABILIDAD del acuífero (Darcy):	.44
POTENCIA útil del acuífero (metros):	80.00
CAUDAL medio de BOMBEO (m ³ /hora):	115.00
DISTANCIA entre pozos (m)=	799
CAPACIDAD CALORIFICA de la roca ACUIFERO (cal/cm ³ K):	.52
Capacidad CALORIFICA GLOBAL del acuífero (cal/cm ³ K):	.59

ISOCRONAS EN REGIMEN CONVECTIVO



Intervalo de las ISOCRONAS = 1 año
Número TOTAL de ISOCRONAS = 31
Lineas de FLUJO.....
POZOS : E (pozo extracción) , I (pozo inyección)

CALCULO DE DOBLETE GEOTERMICO

GRAFICAS DE AVANCE DEL FRENTE FRIO

LOCALIDAD: SAN SEBASTIAN DE LOS REYES

FECHA: 12.12.84

DATOS

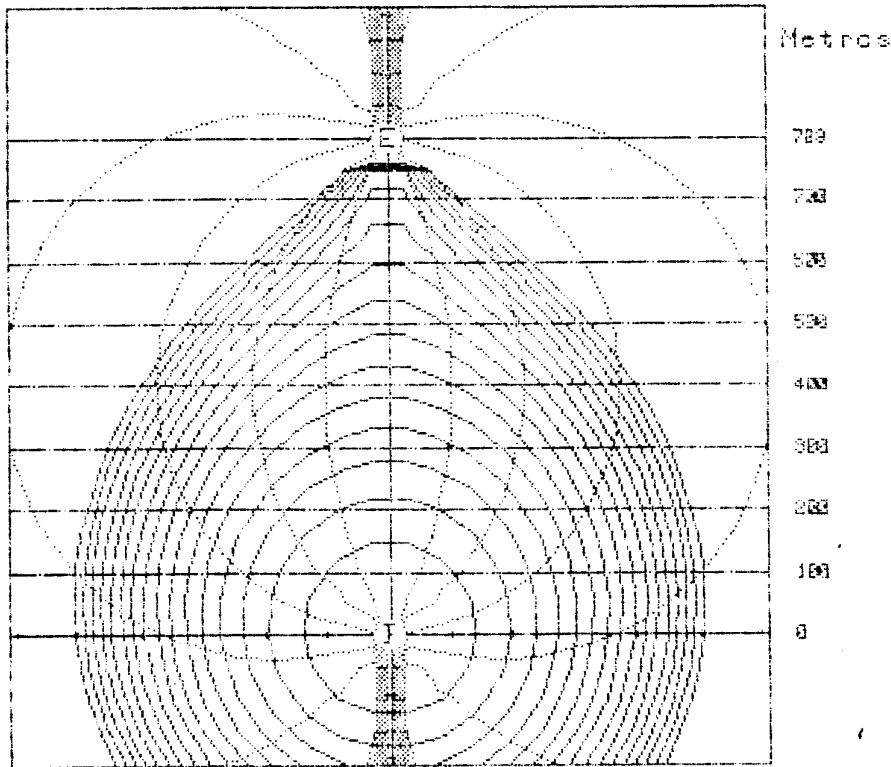
DISTANCIA entre pozos (m)=

799

TIEMPO DE LLEGADA DEL FRENTE FRIO (años)=

16

ISOCRONAS CON TIEMPO PREFIJADO



Intervalo de las ISOCRONAS = 1 año

Número TOTAL de ISOCRONAS = 16

Líneas de FLUJO.....

POZOS : E (pozo extracción) , I (pozo inyección)

CALCULO DE DOBLETE GEOTERMICO

=====

GRAFICAS DE AVANCE DEL FRENTE FRIO

LOCALIDAD: SAN SEBASTIAN DE LOS REYES

FECHA: 12.12.84

DATOS

=====

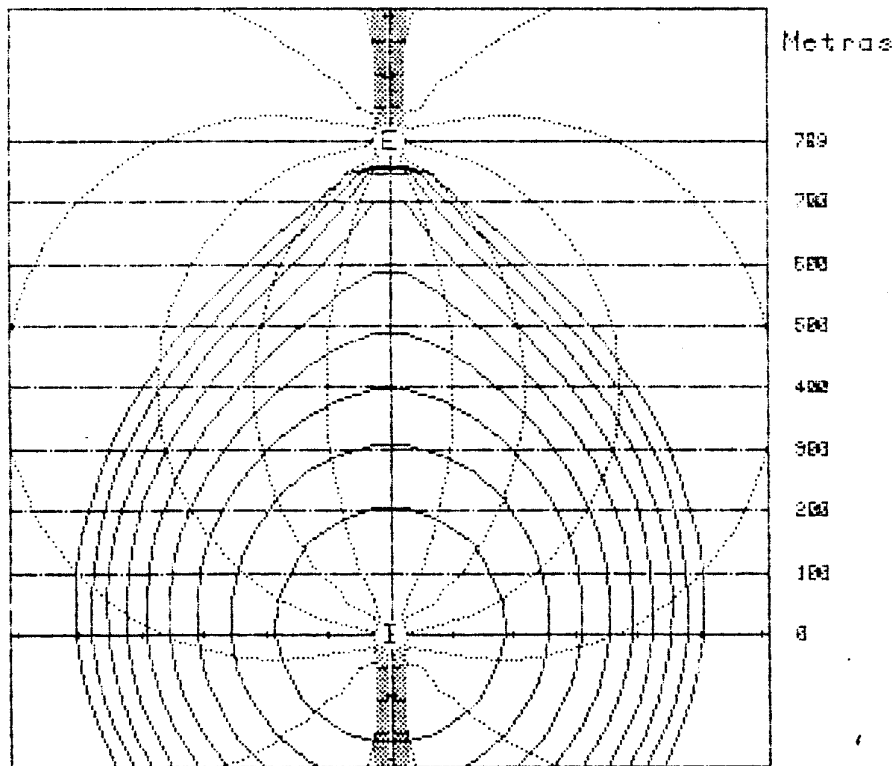
DISTANCIA entre pozos (m) =

799

TIEMPO DE LLEGADA DEL FRENTE FRIO (años) =

9

ISOCRONAS CON TIEMPO PREFIJADO



Intervalo de las ISOCRONAS = 1 año

Número TOTAL de ISOCRONAS = 9

Lineas de FLUJO.....

POZOS : E (pozo extracción) , I (pozo inyección)