

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FAÇULTAD DE PETROLEO

PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR EL TITULO DE  
BACHILLER EN INGENIERIA DE PETROLEO

"APLICACION DE LOS REGISTROS DE TEMPERATURA  
EN PERFILES DE INYECCION DE AGUA"

Santiago Chinchay F.  
Promoción 1958

## INDICE DE MATERIAS

|   |    |
|---|----|
| De los registros de temperatura.- Generalidades: Aplicaciones: -      |    |
| Determinación del tope de cemento:- Página.....                       | 3  |
| Perfiles de inyección:- Generalidades:- Lectura de las entradas de    |    |
| agua en los registros de temperatura:- Página.....                    | 11 |
| Análisis matemático:- Flujo de calor arriva del intervalo de inyec-   |    |
| ción:- Flujo de calor en el intervalo de inyección:- Página.....      | 14 |
| Procedimiento para estimar el perfil de inyección de los registros de |    |
| temperatura:- Mediciones termométricas:- Características generales    |    |
| de los registros de temperatura en los pozos de inyección de agua:-   |    |
| Página.....   | 20 |
| Ejemplo práctico:- Página .....                                       | 25 |
| Cuadro I:- Página .....   | 27 |
| Cuadro II: - Página .....   | 31 |
| Bibliografía:- Página .....   | 37 |

## DE LOS REGISTROS DE TEMPERATURA

### GENERALIDADES

Existen una serie de problemas tanto en la perforación como en la producción de petróleo que requieren una medida exacta de las temperaturas que reinan a las diferentes profundidades. Esto se debe a que existen una serie de propiedades físicas de los fluidos que van a variar con la temperatura tal es el caso de la viscosidad, presión de saturación, densidad, tensión superficial, etc. Pero donde son más usados los registros de temperatura es en la perforación, para solucionar una serie de problemas que no se pueden evaluar de otra manera que sea más simple y segura y en reservorios para la evaluación de la energía para la inyección de agua.

### APLICACIONES

La aplicabilidad de los registros de temperatura se basa en las anomalías de temperatura causada por distintos fenómenos con respecto a la gradiente geotérmica promedio.

La gradiente geotérmica se define como el aumento de profundidad a la cual la temperatura del sedimento del subsuelo aumenta un grado fahrenheit. Esto es causado por los flujos continuos de calor del interior al exterior de la tierra. Además este flujo de calor no es otro que un proceso de equilibrio entre la fuente de calor, La temperatura media de la superficie, y la conductividad térmica de las formaciones por lo que el flujo de calor para una formación determinada dependerá exclusivamente de su conductividad térmica. Así por ejemplo para una arena de petróleo cuya gradiente geotérmica de  $53^{\circ}\text{F}/\text{Ft}$  y cuya conductividad térmica es de  $1.62 \text{ BTU}/\text{hr. Ft. }^{\circ}\text{F}$  la razón de flujo de calor será el producto de estos dos factores o sea  $0.0205 \text{ BTU}/\text{Ft} \times \text{hr}$ . Pero debemos

tener en cuenta que la gradiente geotérmica variará también con el tipo de la formación y así como tuvimos una gradiente de  $53\text{ }^{\circ}\text{F}/\text{ft}$  para la arena tendremos  $40\text{ }^{\circ}\text{F}/\text{ft}$  para las gredas.

Dentro de las innumerables aplicaciones de los registros de temperatura tenemos:

1. Localización de flujos de gas por afuera del casing
2. Localización de estratos gasíferos.
3. Horizontes de agua.
4. Encontrar formaciones ladronas.
5. Fallas en el casing.
6. Tope de cemento
7. Perfiles de inyección de agua.

Siendo el séptimo, el tema, materia del presente trabajo, como los registros de temperatura son muy usados en la perforación para determinar el tope de cemento expondré también algunos principios sobre el particular.

#### Determinación del tope de Cemento.-

Después de haberse hecho los cálculos para cementar un pozo y la altura a la cual debe quedar el tope de cemento es necesario saber si este ha quedado en ese lugar una vez llevada a cabo la operación, pues no siempre sucede esto, pues ya sea por canalización del cemento o por derrumbes no se puede alcanzar el nivel deseado. En todo caso ya sea que ha llegado donde se calculó, o nó, es necesario saberlo y para ello se toma el registro de temperatura. Esto adquiere mayor importancia cuando se desea cortar y sacar la parte de tubería no cementada, y por lo tanto es necesario saber donde cortar.

La determinación del tope de cemento por medio del registro de temperatura se basa en las anomalías causadas en la gradiente de temperatura normal del pozo por el fraguado del cemento, ya que esto, es una reacción exotérmica que dará

una lectura más alta que la normal. Por lo tanto la porción cementada se reconocerá por el decidido aumento de temperatura dentro del casing durante algún tiempo después de terminada la cementación. Por regla general es conveniente hacer el estudio de temperatura dentro de los 2 días siguientes al vaciado de cemento.

Se pueden observar dichas anomalías en los gráficos (Figura #1) la curva "A" es la gradiente normal de temperatura si no estuviese afectada por el cemento mientras que la curva "B" es la observada en un pozo recién cementado.

Supongamos que el casing ha sido cementado hasta el punto "b" el calor ocasionado por la fragua del cemento producirá un aumento de temperatura en esa parte del pozo por lo que la gradiente se desviará de la normal en la dirección l hasta el fondo de la sección cementada.

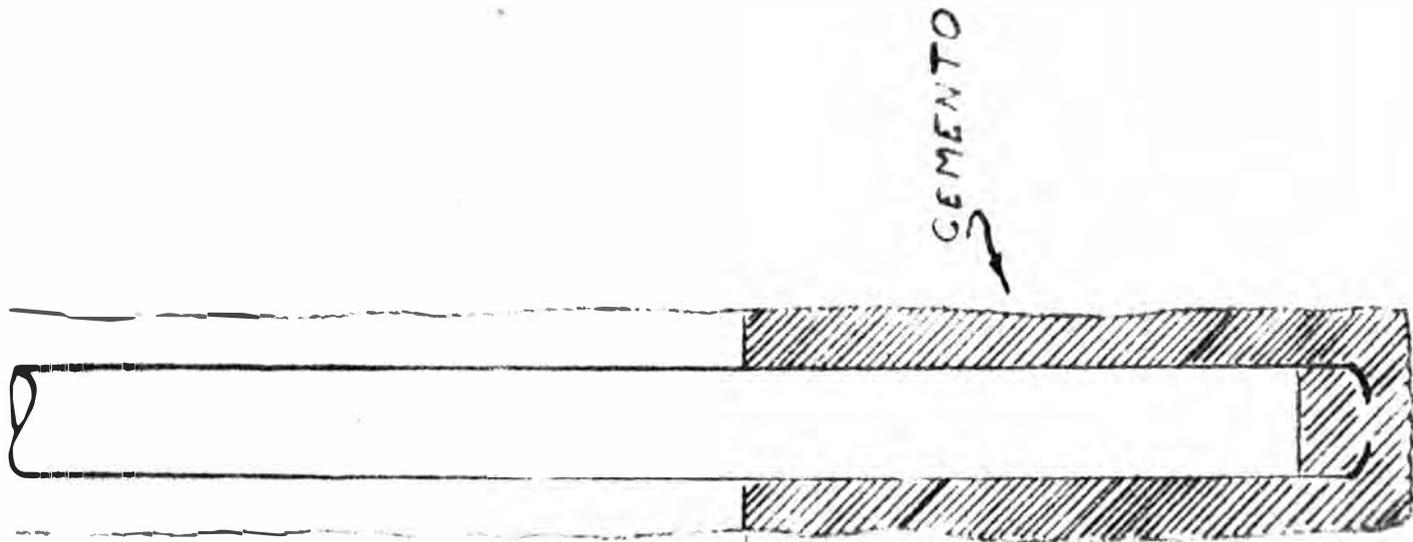
Se ha comprobado que el aumento de temperatura en la cima del cemento puede llegar hasta 30°F.

A veces el tope de cemento queda mas abajo de lo deseado, debido a formaciones ladronas, pero esto también se puede determinar, (Figura #2) pues debido a la mayor cantidad de cemento absorbido por esta zona, mayor será el calor generado al fraguar.

También se puede obtener valiosa información en las cementaciones de 2 etapas (Figura #3) en la que podemos observar que la curva correspondiente a la parte inferior se aparta mas de la gradiente normal de temperatura que la parte superior. Muchas veces en la curva de la sección cementada se presentan una serie de irregularidades como por ejemplo por la presencia de arenas acuíferas de mayor conductividad térmica que las lutitas (Figura #4) ocasionando bajadas bruscas de la curva de temperatura.

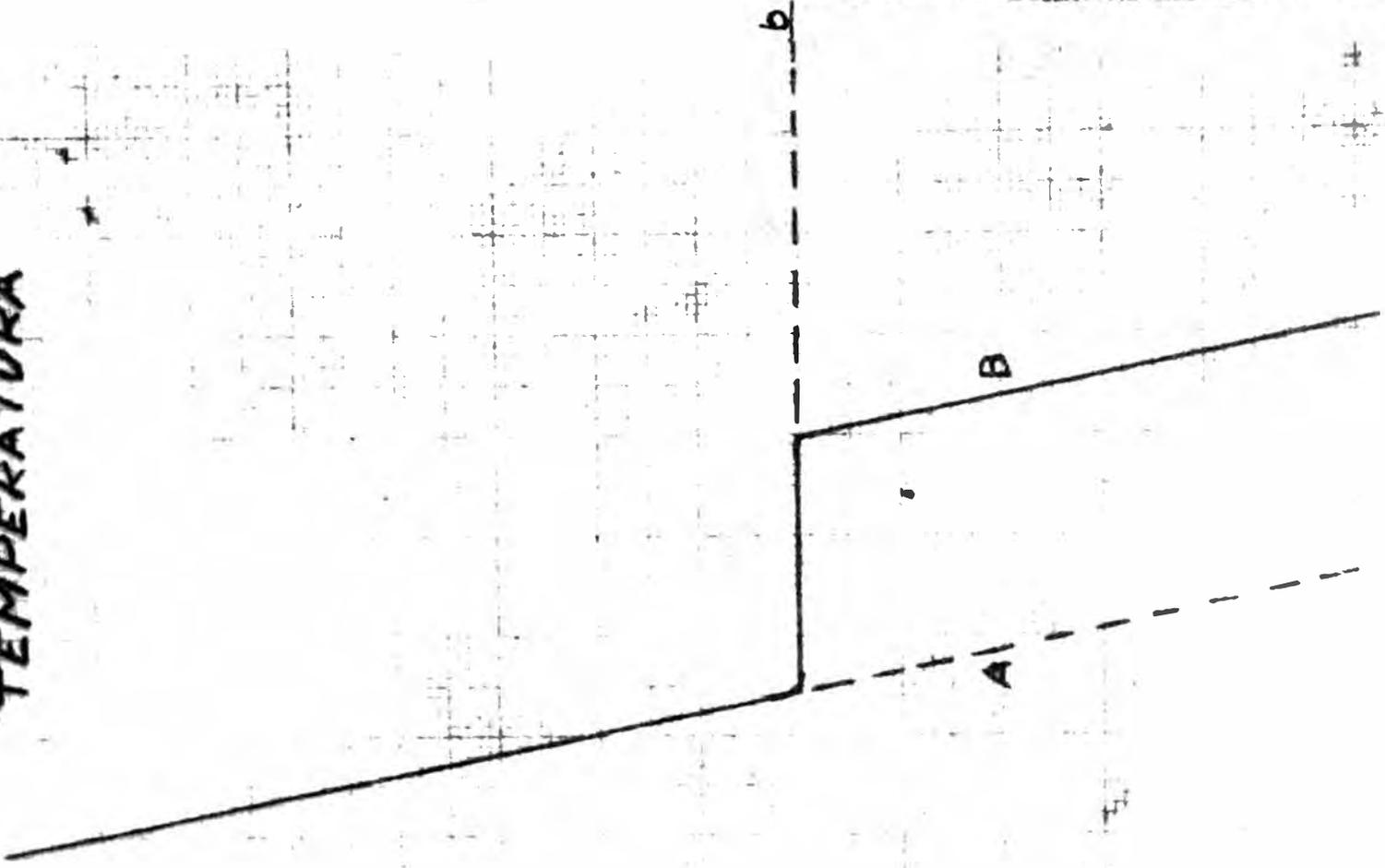
Es importante notar que con el aumento de temperatura causado por la fragua del cemento de manera constante de la diferencia de temperatura con respecto a las for-

maciones adyacentes, estos registros serán mucho mas útiles en pozos de poca profundidad donde las formaciones no tienen muy alta temperatura.



TEMPERATURA

PROFUNDIDAD



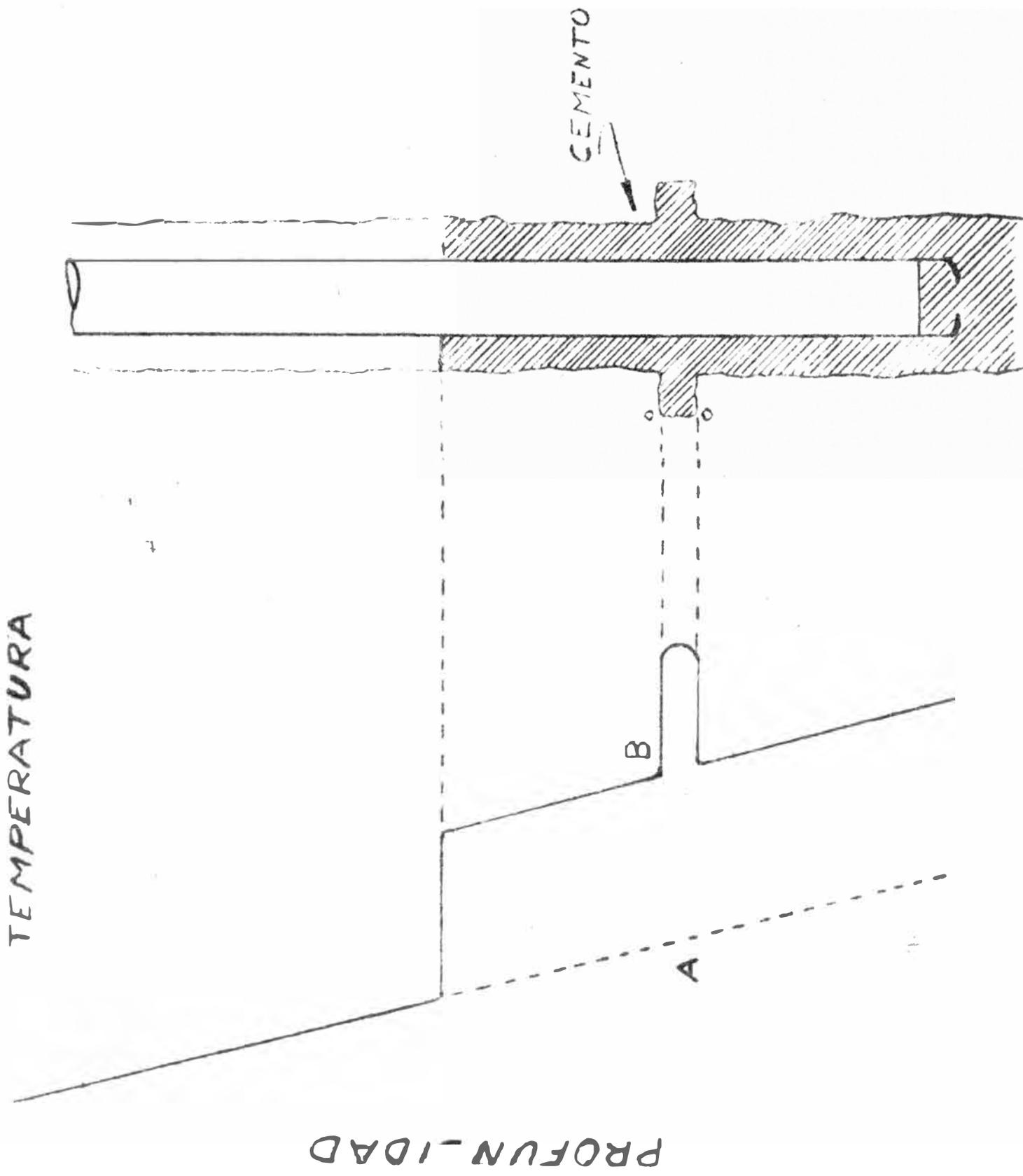
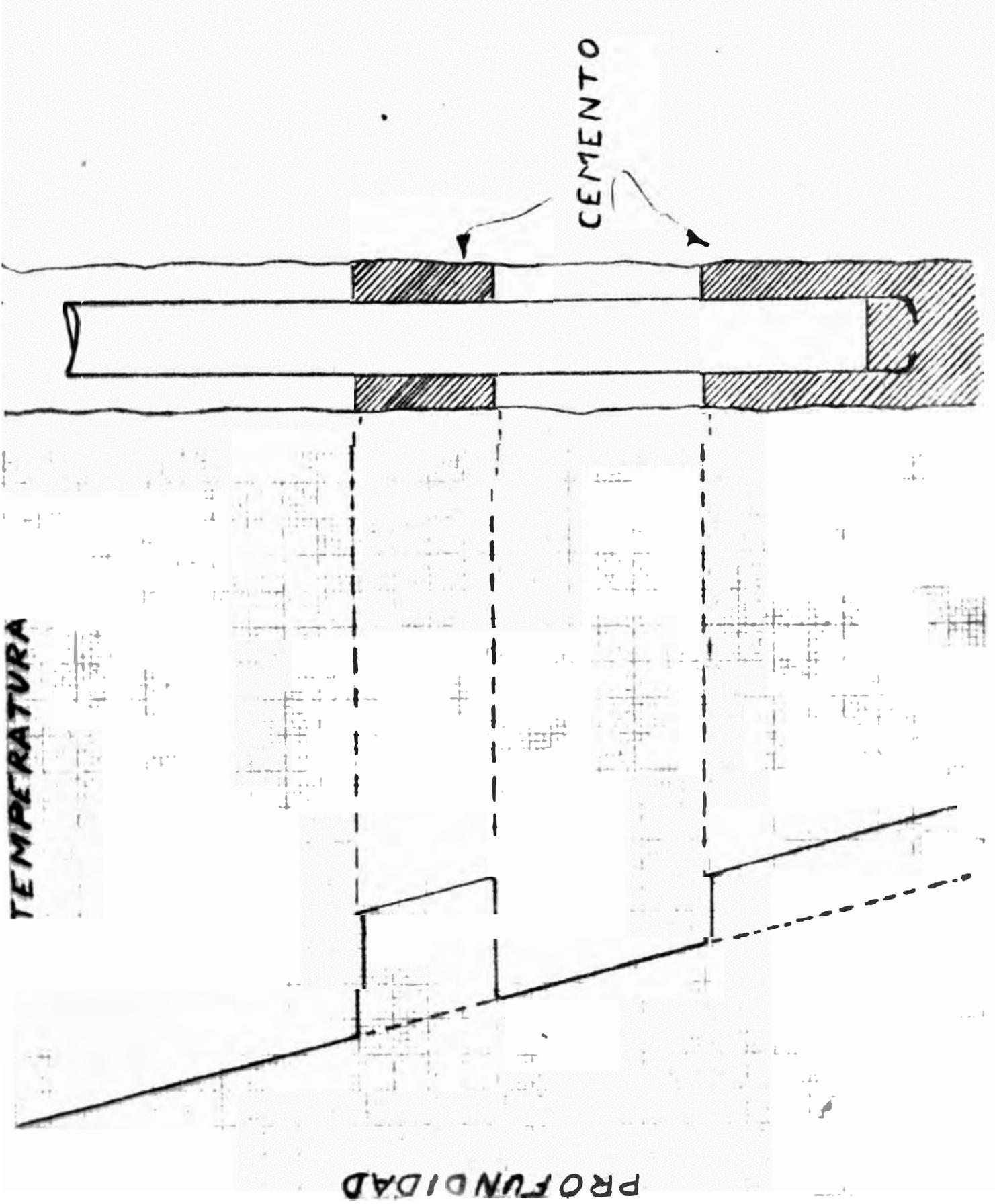
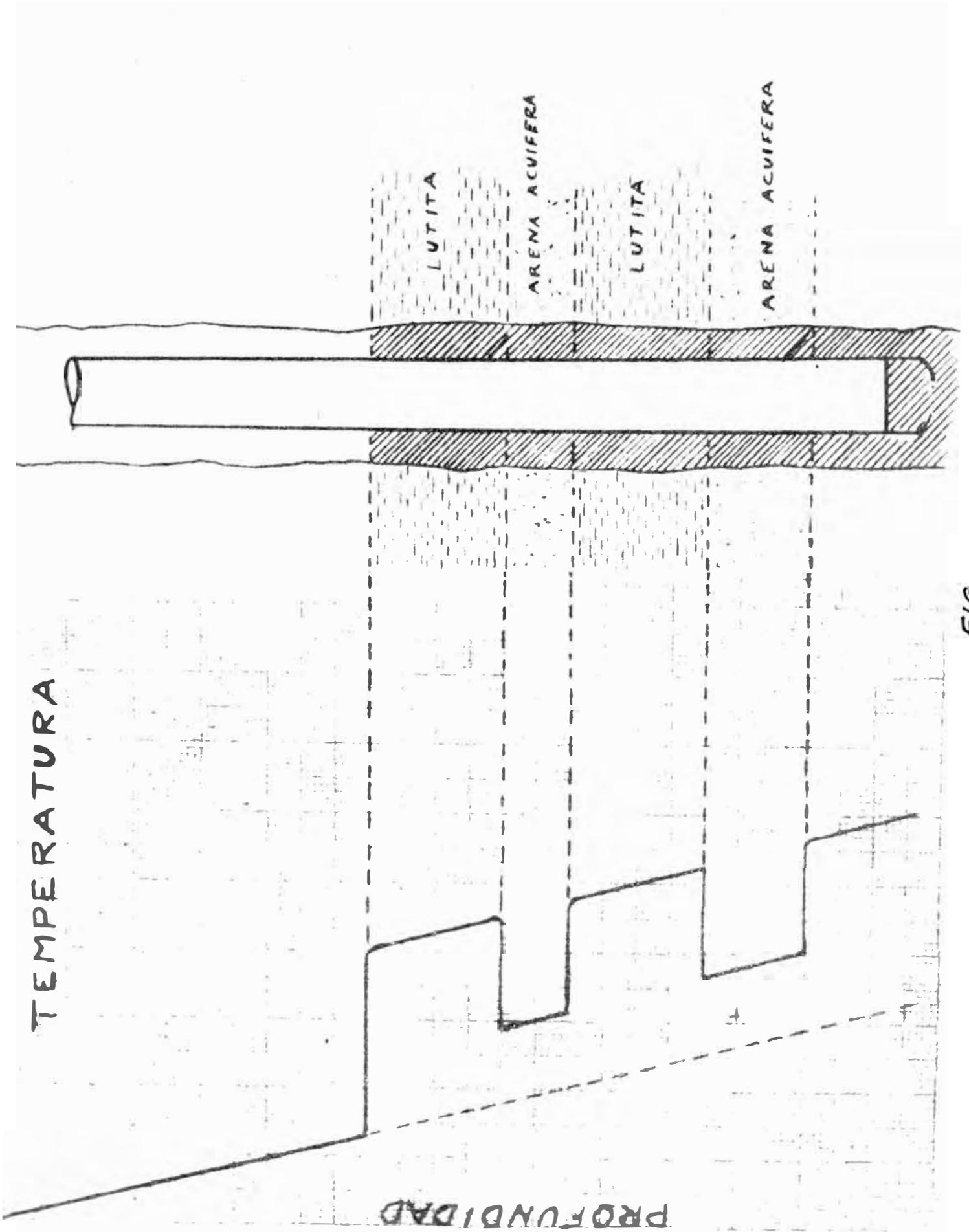


FIG. 2





FIG

## PERFILES DE INYECCION

### GENERALIDADES:

Los perfiles de inyección son registros que se hacen con el fin de determinar el intervalo de inyección dentro del estrato que está tomando agua y la cantidad de agua que toma cada intervalo.

Esto se ha logrado basándose en los procesos de flujo de calor que <sup>se</sup> registran en las formaciones durante la inyección de agua y aún cuando esta se ha detenido.

Son importantes estos registros pues con ellos se determina, si un estrato está tomando más o menos de lo que debe, y en cada caso, tomar las medidas necesarias para subsanar esta anomalía.

Como hemos analizado ya anteriormente existirán diferentes razones de flujo de calor para las distintas formaciones, pero en el caso de los perfiles de inyección, es tanta la diferencia entre la variación de temperatura causada por el agua y la causada por el cambio de las formaciones, que podemos simplificar el problema asumiendo de que se trate de lechos horizontales de arenas petrolíferas y gredas.

### Lectura de las entradas de agua a los estratos en los registros de temperatura:

A continuación veremos las curvas (Teóricas) de comportamiento de un pozo de inyección considerando que está compuesto por arenas horizontales con estratos impermeables.

Se puede observar en las curvas de temperatura que en los intervalos de entrada de agua las temperaturas son bastante mayores que la temperatura del agua en la cabeza del pozo.

Se puede ver también en este gráfico (figura# 5) que la temperatura anterior a la inyección (gradiente geotérmica de la formación) es un tanto mayor que la del pozo cerrado con agua y este a su vez mayor que la del pozo inyectando. Además observamos que en los intervalos de entrada del agua a la formación la temperatura decrece

notablemente, en el caso de estar el pozo cerrado con agua es mayor, y esto es lógico, debido a que el agua de inyección ha enfriado los estratos. Además frente a todo el estrato de inyección la temperatura permanece mas o menos constante. Por otro lado se ha comprobado, en la práctica, que estas variaciones son independientes de la cantidad de agua que entra a los estratos. (A no ser que sean pequeñísimas cantidades) Se puede notar también que el espesor de los estratos en la curva # 2 no está tan bien definido como en la curva # 1, razón por la cual es necesario tomar el registro de temperatura del pozo tomando agua y cerrado.

En el período de cierre la temperatura cambia con el tiempo mientras que durante la inyección el flujo de calor se aproxima hacia la estabilización.

Con estos dos gráficos (El de cierre y el de inyección) es posible obtener una idea del régimen de entrada de agua como una función de la profundidad del pozo. La curva de cierre nos indica el mayor o menor régimen de entrada y la curva de inyección nos da una estimación exacta del estrato que toma el agua.

Es muy importante saber que los datos que obtenemos de los registros de temperatura nos dan el espesor de los estratos que toman agua y no los puntos por los cuales el agua está saliendo a travez de las perforaciones del casing. (aunque muchas veces pueden coincidir).

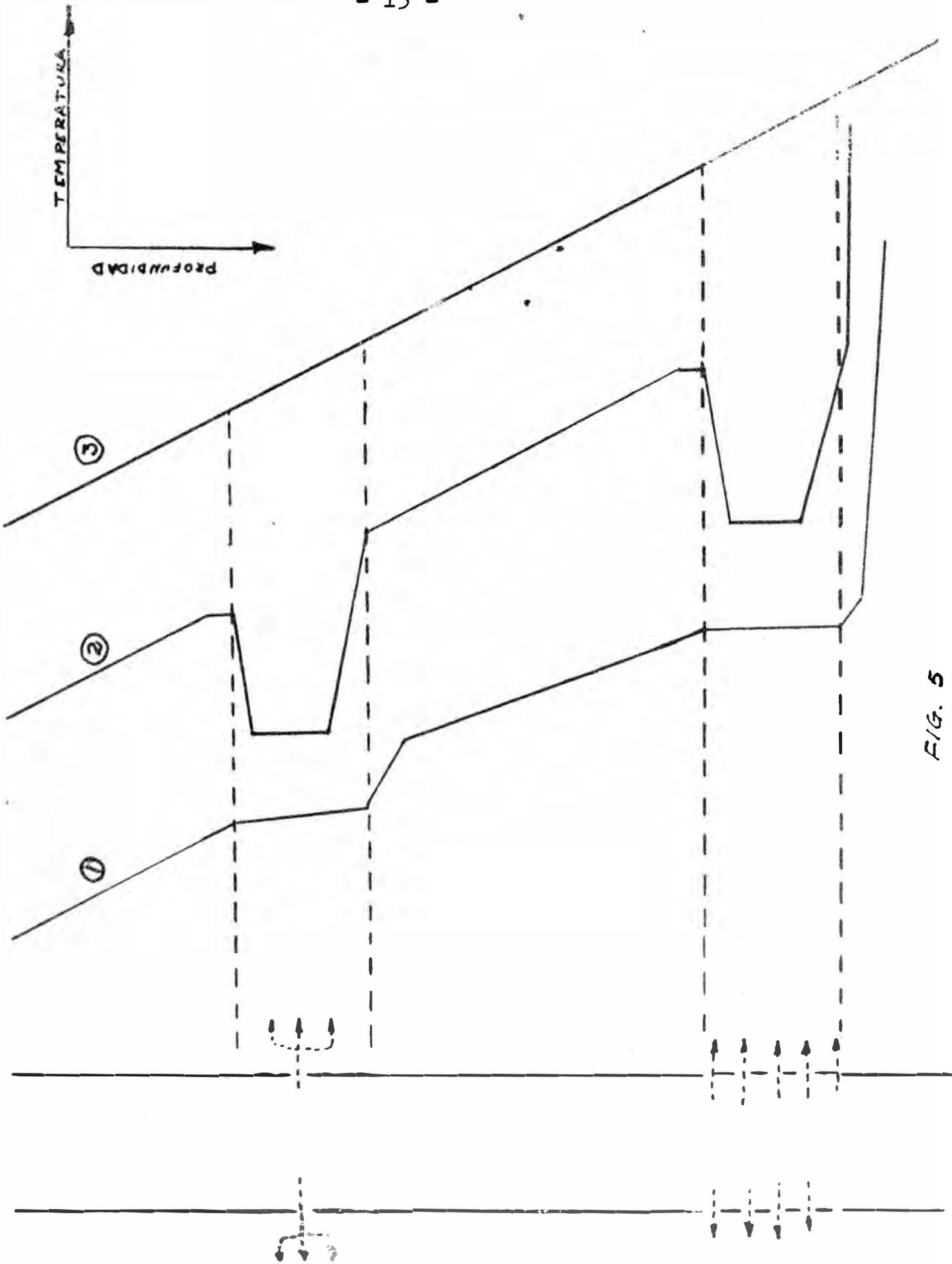


FIG. 5

## ANALISIS MATEMATICO

Como, para hacer un análisis matemático de un perfil de inyección, es necesario analizar matemáticamente el flujo de calor de los periodos de inyección y de cierre durante toda la historia de inyección del pozo; será preciso asumir que en cualquier instante las perturbaciones de temperaturas en las paredes del pozo es función de la profundidad para ello nos referiremos a la figura #6 que nos muestra el perfil de un pozo completado en una formación de aceite; en la figura se muestra una parte del pozo que comprende solo un intervalo de inyección confinado tanto arriba como abajo por estratos impermeables, se nos presenta también la curva de gradiente normal de temperatura del pozo (Gradiente Geotermica) B, además tenemos la curva B<sub>1</sub> que es la gradiente de temperatura en su temprana historia de inyección, en el tiempo T<sub>1</sub>; el segundo  $\psi$  representa la temperatura en el tiempo T<sub>2</sub> antes de cerrar el pozo. Luego se toman registros de temperatura según tiempos de cierre T<sub>3</sub>; T<sub>4</sub>; T<sub>5</sub>; que están dados por las curvas B<sub>3</sub>; B<sub>4</sub>; y B<sub>5</sub> siendo T<sub>3</sub> > T<sub>4</sub> > T<sub>5</sub>; . Analizaremos además el proceso del flujo en dos etapas; la primera es la que corresponde a la parte superior del intervalo de inyección y la segunda al intervalo de inyección en sí.

### FLUJO DE CALOR ARRIBA DEL INTERVALO DE INYECCION.

La posición de los registros B<sub>1</sub> y B<sub>2</sub> con respecto a la gradiente normal de temperatura de los sedimentos dependerá de la temperatura del agua de inyección (En la cabeza del pozo), de la razón de inyección y de la historia de inyección.

Por consiguiente la posición relativa de dichas curvas serán afectadas por los distintos cambios de temperatura de las formaciones y también, aunque en mucho menor escala, por las propiedades térmicas de las formaciones, coeficientes de transferencia de calor y la transferencia de calor a través del casing.

La curva B<sub>1</sub> de tomó al principio de la historia de inyección del pozo, y la B<sub>2</sub> detenida al fin de la historia de inyección, siendo esta última la que representa el estado mas o menos inmóvil en lo que se refiere a temperaturas. De lo que se desprende que estas condiciones de equilibrio se alcanzan rápidamente y que la razón de calor que sale de las formaciones puede ser constante a través de la historia de inyección del pozo y matemáticamente representada por la ecuación (1)

$$Q_1 = W C_p (T_2 - T_1) \quad (1)$$

$Q_1$  = Calor transferido al agua de la formación por convección forzada en unidad de tiempo y en unidad de profundidad a través de los tiempos ( $T_1$  y  $T_2$ ).

$W$  = Razón de masa del flujo de agua.

$C_p$  = Calor específico del agua

$(T_2 - T_1)$  Cambio de temperatura del agua por unidad de profundidad (Ver B<sub>2</sub> fig #6)

Para estas condiciones tenemos: en la figura #6 se muestra la historia de la razón constante de calor que sale durante la inyección, mientras que el crecimiento de la temperatura ocurrirá como se indica en el mismo cuadro por los registros B'<sub>3</sub>, B''<sub>3</sub>, B'''<sub>3</sub> los cuales representan la temperatura del hueco del pozo a tiempos sucesivos y largos, de cierre.

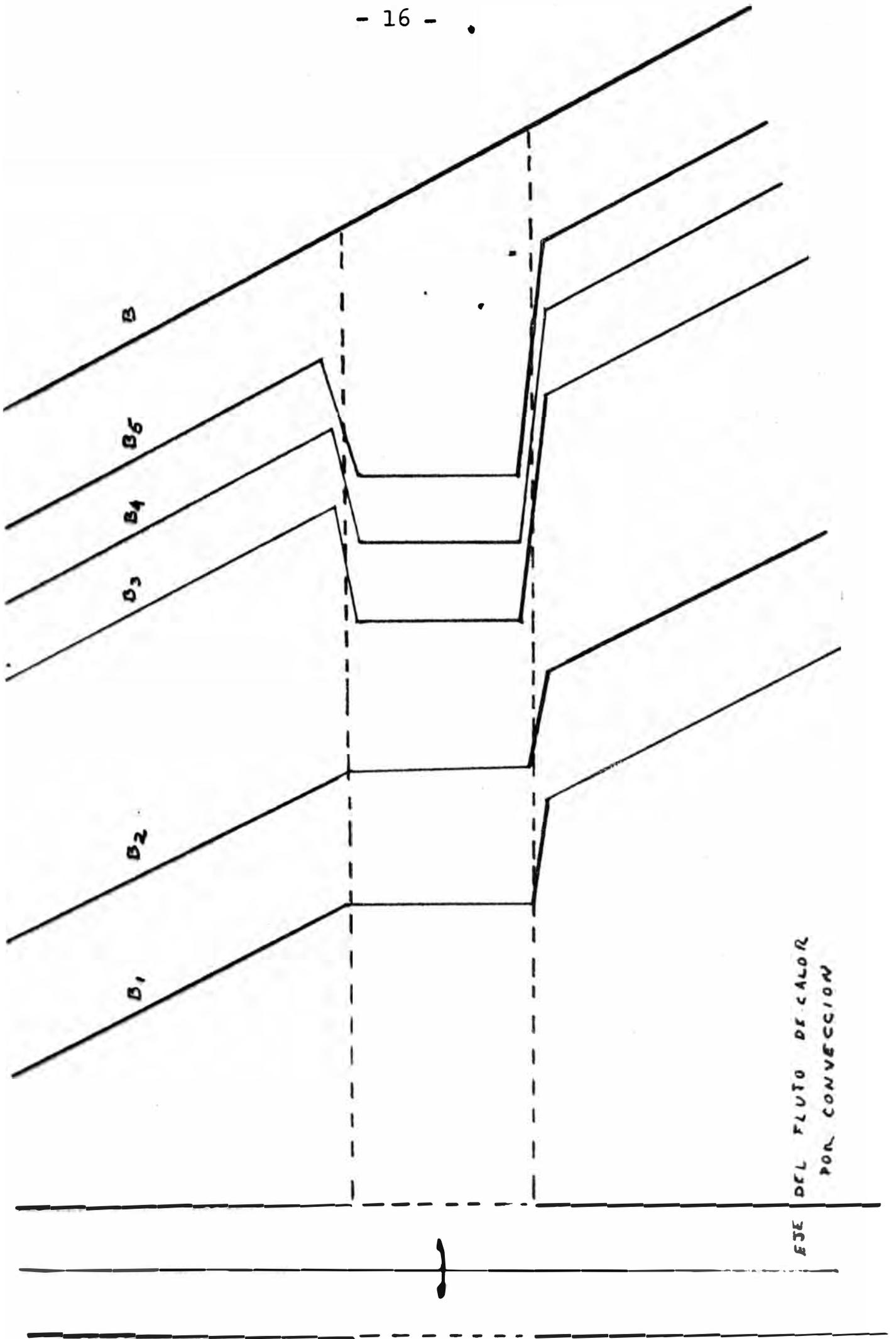


FIG. 6

La curva de crecimiento de temperatura (Build Up curve) esta dada por la siguiente ecuación, la cual es derivada de los conceptos de método de fuentes y vertederos:

$$(T_o - T_w) \frac{3}{1,2} = \frac{\Delta T_3}{1,2} = \frac{Q_{1,2}}{4\pi k} \ln \frac{T_3 - T_1}{T_2 - T_2}$$

DONDE:

$T_o$  = Temperatura promedio de los sedimentos de formación en una unidad de profundidad de formación.

$T_w$  = Temperatura promedio en el hueco del pozo dentro de la correspondiente unidad de profundidad.

$Q_{1,2}$  = Razón constante de calor sacado por unidad de profundidad durante la historia de inyección (Obtenido de la ecuación 1).

$K$  = Conductividad termica de la formación.

$T_1$  = Tiempo inicial de la inyección de agua = 0.

$T_2$  = Tiempo Total de principio a fin de la historia de inyección.

$T_3$  = Tiempo Total del principio de la historia de la inyección al tiempo particular en el período de cierre.

La aplicación de esta ecuación a los datos de un registro de temperatura se ilustra en la figura #7. Si ploteamos los valores  $\Delta T$  de los registros de tiempo cerrado a profundidades  $DD'$ , contra la función logaritmica, obtenemos una línea recta que pasa por el origen. De la pendiente de esta recta obtenemos la conductibilidad térmica.

Teóricamente si la curva no pasa a travez del origen el valor escogido para  $T_o$  fue incorrecto y el valor corregido puede ser determinado del desplazamiento que se requiere para que la curva pase por el origen.

Si la pendiente de la curva no es constante, entonces quiere decir

Teóricamente) que el pozo está devolviendo agua (Bock Flowing) y por lo tanto los datos del registro de temperatura no representan las condiciones

### Flujo de calor en el Intervalo de Inyección

Como las variaciones térmicas en los registros de temperatura son pequeñas podemos asumir que en cualquier instante las variaciones de temperatura en el hueco del pozo son una función lineal de la profundidad.

Bajo esta suposición en el instante en que se el pozo es cerrado la temperatura de la formación, en la pared del pozo, variará linealmente con la profundidad en una razón igual a la de la gradiente térmica. Esto indica que la razón de remoción de calor llevada a cabo por el agua hacia abajo del pozo es constante para toda la estrata. <sup>Por</sup> otro lado, durante el período de cierre, la razón del crecimiento de la curva de temperatura, dentro de la zona de inyección, será menor que en el resto del hueco debido a que parte del calor de la formación ha sido cedido al agua de inyección y la magnitud de dichas variaciones reflejará las razones de entrada de agua.

Durante el período de cierre, el flujo de calor en el intervalo de inyección es la resultante de: a) El flujo vertical transitorio y b) El flujo radial transitorio de calor.

El flujo radial transitorio, será analizado, por que se refiere al crecimiento de la curva de temperatura como una función de la remoción de calor por convección forzada, y por absorción (Influenciada por el agua). Para el pozo cuya historia de inyección de agua es representada por la figura #6 las isoterms son cilindros concentricos con el hueco del pozo, (Descendiendo) por todo el estrato, pero, su distribución como una función del radio "r" a la entrada del estrato que toma agua, es diferente a la distribución en

los intervalos a los que no se inyecta agua. Sin embargo durante el cierre la razón de crecimiento de la curva de temperatura estará dada por una ecuación similar a la encontrada para el estrato impermeable y será:

$$(T_o - T_{wi}) \frac{3}{1.2} = \frac{\Delta T_3}{1.2} = \frac{(A_{1.2} + Q_{1.2})}{4 \pi K} \ln \frac{t_3 - t_1}{t_3 - t_2} \quad (3)$$

Donde:

$T_{wi}$  = Temperature promedio en el hueco del pozo.

$A_{1.2}$  = Razón constante de remoción de calor adicional de la formación, por influjo del agua, durante la historia de inyección.

Esta ecuación difiere de la correspondiente ecuación 2 solamente por la adición de  $A_{1.2}$  a la razón de remoción de calor  $Q_{1.2}$ , por lo tanto, todas las cantidades de la ecuación (3) son conocidas excepto  $A_{1.2}$  ( $K$  puede ser calculada de la ecuación 2 o por el método descrito anteriormente), pudiendo calcularse los valores  $A_{1.2}$  por unidad de temperatura, a cada profundidad; ahora bien, siendo la cantidad  $A_{1.2}$  una función de la razón de entrada de calor; a mayor razón de entrada, corresponderá un valor mayor de  $A_{1.2}$ . La solución para  $A_{1.2}$  puede ser simplificada de la siguiente manera: se calcula la diferencia de temperatura entre la curva  $T_{wi}$  y la  $TW$  extrapolada (La curva  $TW$  extrapolada representa las temperaturas registradas cuando no hubo ninguna entrada de agua) Esto equivale a sustraer la ecuación 2 de la ecuación 3 o sea:

$$(T_o - T_{wi}) \frac{3}{1.2} - (T_o - TW) \frac{3}{1.2} = (TW - T_{wi}) \frac{3}{1.2} =$$

$$= \frac{A_{1.2}}{4 \pi K} \ln \frac{t_2 - t_1}{t_3 - t_2}$$

Con esto no es necesario conocer la temperatura de los sedimentos de la formación para resolver  $A_{1.2}$ .

PROCEDIMIENTO PARA ESTIMAR EL PERFIL DE  
INYECCION DE LOS REGISTROS DE TEMPERATURA

Todo lo dicho hasta aquí solo es el resultado de un análisis teórico, pero, en la práctica la determinación de las cantidades relativas de entrada de agua en los estratos es mucho más simple; y se conocen con el nombre de perfiles de inyección.

Estos perfiles de inyección se obtienen de la siguiente manera (Ver figura # 9):

- 1.- Los límites de la entrada de agua en los estratos, son localizados de los registros de temperatura durante el tiempo de inyección y durante el de cierre.
- 2.- La curva de temperatura correspondiente al registro de cierre, y que tiene una pendiente más ó menos uniforme en la parte superior, (encima del intervalo de inyección) se extrapola en dicho intervalo (ya que en este lugar sufre anomalías). La porción extrapolada se muestra en la figura # 8 con línea punteada.
- 3.- Luego se determina el área comprendida entre la curva actual y la curva extrapolada. Esto se hace con un planímetro.  
En la figura # 8 esta área está achurada.
- 4.- Por cada unidad de profundidad,  $\Delta H$ , se determina la fracción de la razón total de calor transferido (Debido a la entrada de agua). Esto, se halla, mediante la relación del área  $\Delta A$  (correspondiente a la unidad de profundidad  $\Delta H$ ) al área total.

Esta fracción se asume que sea la fracción de agua que esté entrando al intervalo de inyección por unidad de profundidad, de dicho intervalo.

- 5.- La razón de inyección de agua dentro del pozo, es por lo tanto, prorrateada (proporcionalmente) para cada unidad de profundidad. Y esto se obtiene

$$Q = W C_p (T_2 - T_1)$$

$$(\Delta T)^{1.2} = (T_0 - T)^{1.2} = \frac{Q_{1,2}}{4 \pi K} \ln \left( \frac{t_1 - t_2}{t_3 - t_2} \right)$$

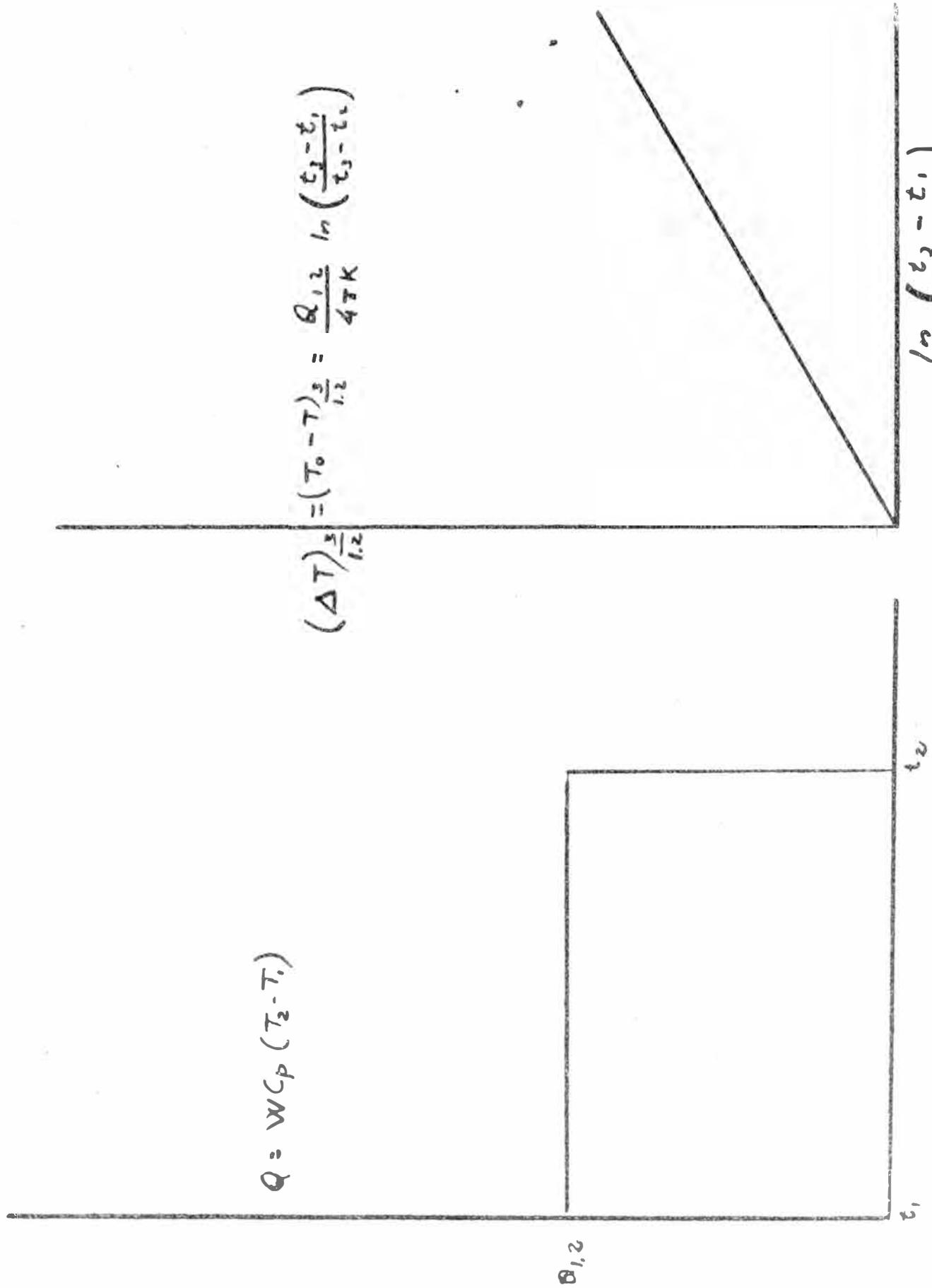
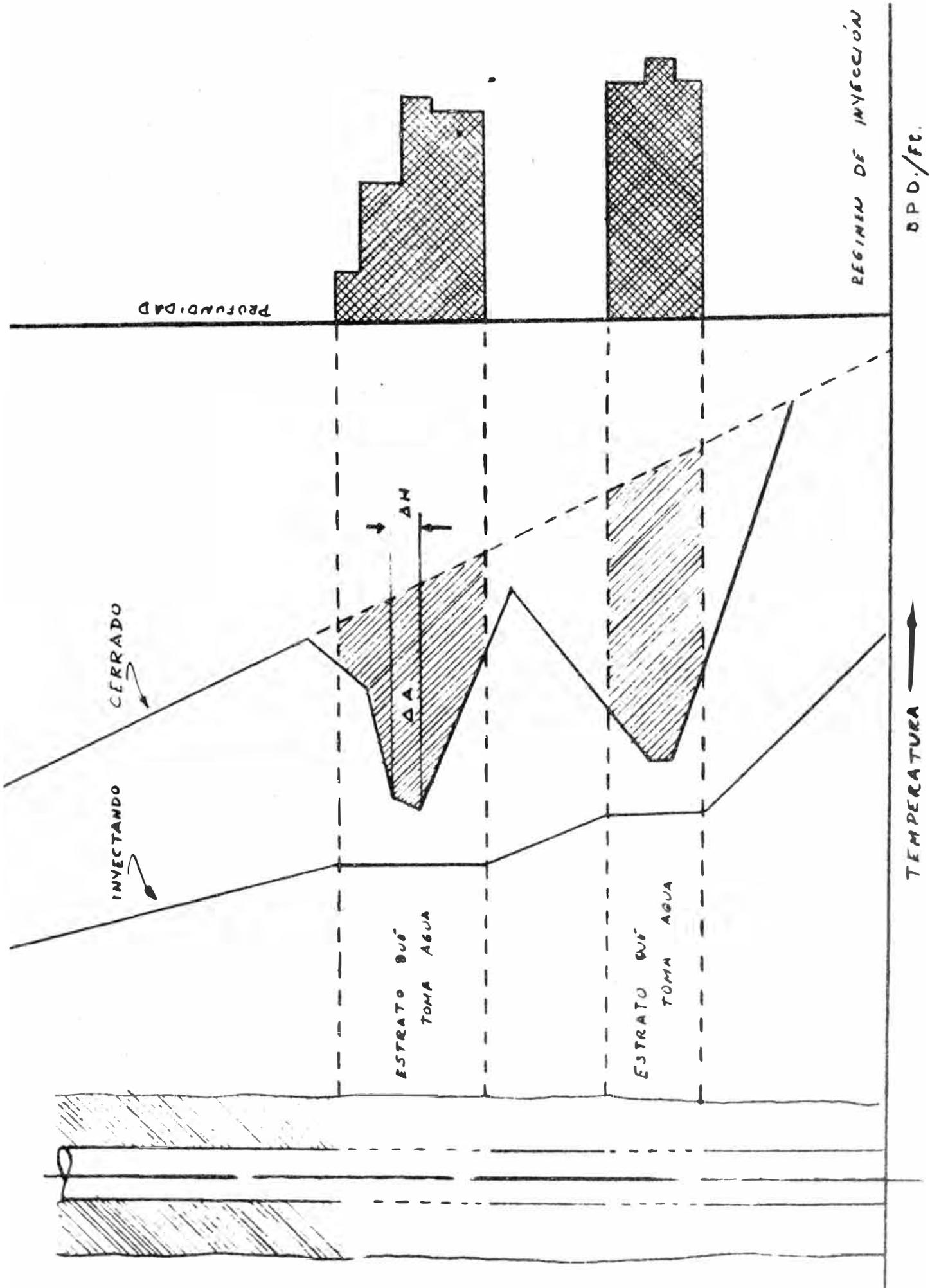


FIG 7



multiplicando: la relación del área de cada unidad de profundidad al área total, por la razón total de inyección.

6.- El perfil de inyección entonces se obtiene ploteando los resultados de la operación efectuada en el número anterior, y conectando estos puntos con líneas rectas (ver figura # 8 a la derecha).

La aplicación de este sistema, en la práctica, está limitada por la naturaleza de las suposiciones hechas; así por ejemplo en este análisis se despreció el efecto del aumento de temperatura en las regiones impermeables entre dos estratos sucesivos. Por lo tanto tendremos razones de entrada menores que los valores reales para los estratos más profundos. Sin embargo, se considera que este método nos da una buena indicación de la cantidad de agua que está tomando el pozo.

#### Mediciones termométricas.-

Las mediciones termométricas se pueden hacer ya sea con instrumentos registradores superficiales continuos, registrador amerada de temperatura ó bombas de temperatura de fondo (con mercurio).

Es preciso primero calibrar el instrumento antes de hacer las pruebas. Las lecturas de la carta se hacen usando micrometros y con una aproximación no menor de 0.1°F.

#### CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS REGISTROS DE TEMPERATURA EN LOS POZOS DE INYECCION DE AGUA.

Los registros de temperatura analizados hasta ahora han sido todos ellos idealizados, para poder llevar a cabo la discursión teórica, y por lo tanto raramente, por no decir nunca, se encontrará en la práctica tales curvas.

En realidad las curvas de temperatura de un pozo de inyección serán más o menos

de la siguiente manera (decimos más ó menos pues pueden haber una serie de variantes según los terrenos y la locación de los pozos) ver figura #6.

Estas variantes de las curvas se pueden presentar tanto durante el tiempo de inyección como el de cierre. Así en dicha figura podemos apreciar cuatro curvas que corresponden a un pozo que ha estado inyectando a un régimen promedio de 900 barriles diarios, durante tres años la curva #2 nos representa al pozo durante la inyección, la curva 3 cuando el pozo está cerrado, la curva 4, el pozo cerrado dos meses después y por último la curva #1 es la de Gradiente Geotérmica.

En la porción superior de la curva #2 podemos observar que la temperatura del agua en la superficie fué considerablemente más tibia que la temperatura de la tierra (centro de los primeros quinientos piés). Como consecuencia de esto, la curva comienza sobre la temperatura de los sedimentos de formación (alrededor de los 600 piés de profundidad) después es recta hasta los 2,500 piés y asume una gradiente constante hasta que el intervalo de inyección es alcanzado, a uí es donde aparecen las variaciones de temperatura, finalmente al fondo del pozo la curva rápidamente se aproxima a la temperatura de los sedimentos.

Sin embargo la gradiente de la curva #3 se aproxima más a la de los sedimentos y en el intervalo de inyección tiene mayor variación.

Por último la curva #4, que es muy similar a la #3, en cuanto a su variación en el intervalo de inyección, pero se acerca más a la gradiente geotérmica. Esto se sume que ha ocurrido debido al crecimiento de temperatura ocurrido después del período de inestabilidad.

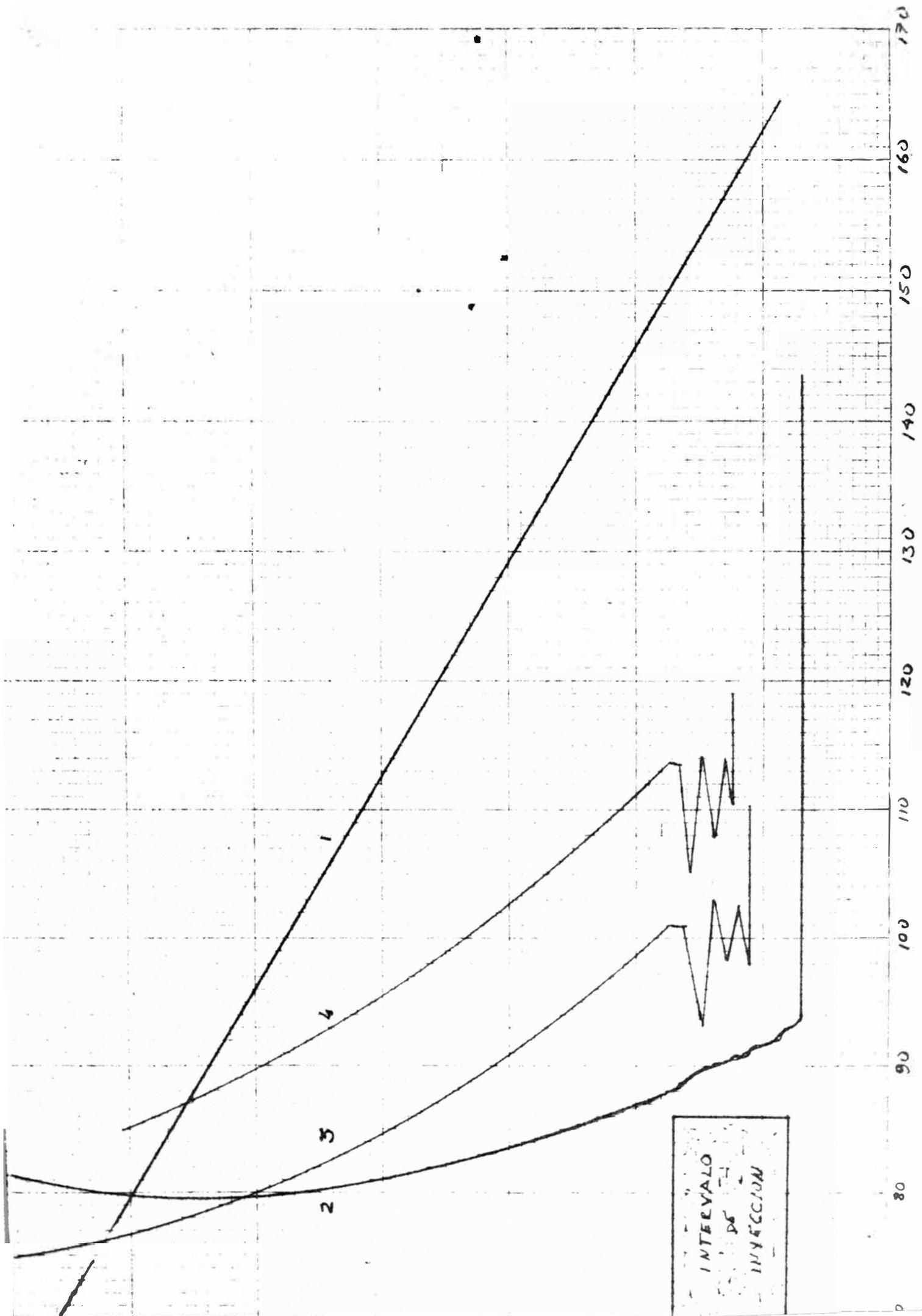


FIG. 9

### EJEMPLO PRACTICO

A continuación veremos un ejemplo con datos numéricos similares a los encontrados en nuestros campos del noroeste:

Sea el Pozo "NN" del Pool "EL ZORRO" con una profundidad de 2369 pies. con un régimen de inyección de 900 B.P.D.

Se tomó un registro de temperatura fluyendo y otro cerrado por 48 horas, con un registrador "AMERADA" de temperatura de fondo. Dichas temperaturas (Registro de cierre de 48 horas) fueron leídas de la carta, con micrómetro de una aproximación de  $0.01^{\circ}\text{F}$ ; se tomaron lecturas cada 50 pies (Con paradas de 2 minutos) Hasta los 1500 pies de allí se tomó cada 25 pies (Con paradas de 1 minuto) Hasta el fondo. (Ver cuadro I) esto se hizo debido a que la transferencia de calor del agua al gauge no es un proceso instantáneo; y con estas paradas, se pudo vencer, este retardo térmico; la gradiente geotérmica se obtuvo extrapolando la parte superior de la curva (Pendiente  $1^{\circ}\text{F}$  por 100 pies de profundidad) luego ploteamos en papel milimetrado, figura # 10 (Esta figura es a escala reducida del original, en el que se hizo los cálculos para poder apreciar mejor el Area) las temperaturas contra las profundidades.

En el eje de las profundidades ploteamos, también las perforaciones del casing (Asumimos que sean ellas las que nos dan los límites superiores e inferiores del area de inyección) y una vez obtenida la curva de gradiente geotérmica de la formación hachuramos el espacio limitado por la curva de cierre, la gradiente geotérmica, y los topes y fondos de cada intervalo perforado. Luego ya sea con un planimetro, o contando los cuadros encerrados por estos límites hallamos el Area total que será de 15,011. A continuación encontramos el area de cada intervalo (Con el mismo procedimiento anteriormente descrito) y dividimos el area parcial entre el area total con lo que hallamos un factor (Para cada intervalo) que multiplicado por el régimen de inyección nos da el volumen in-

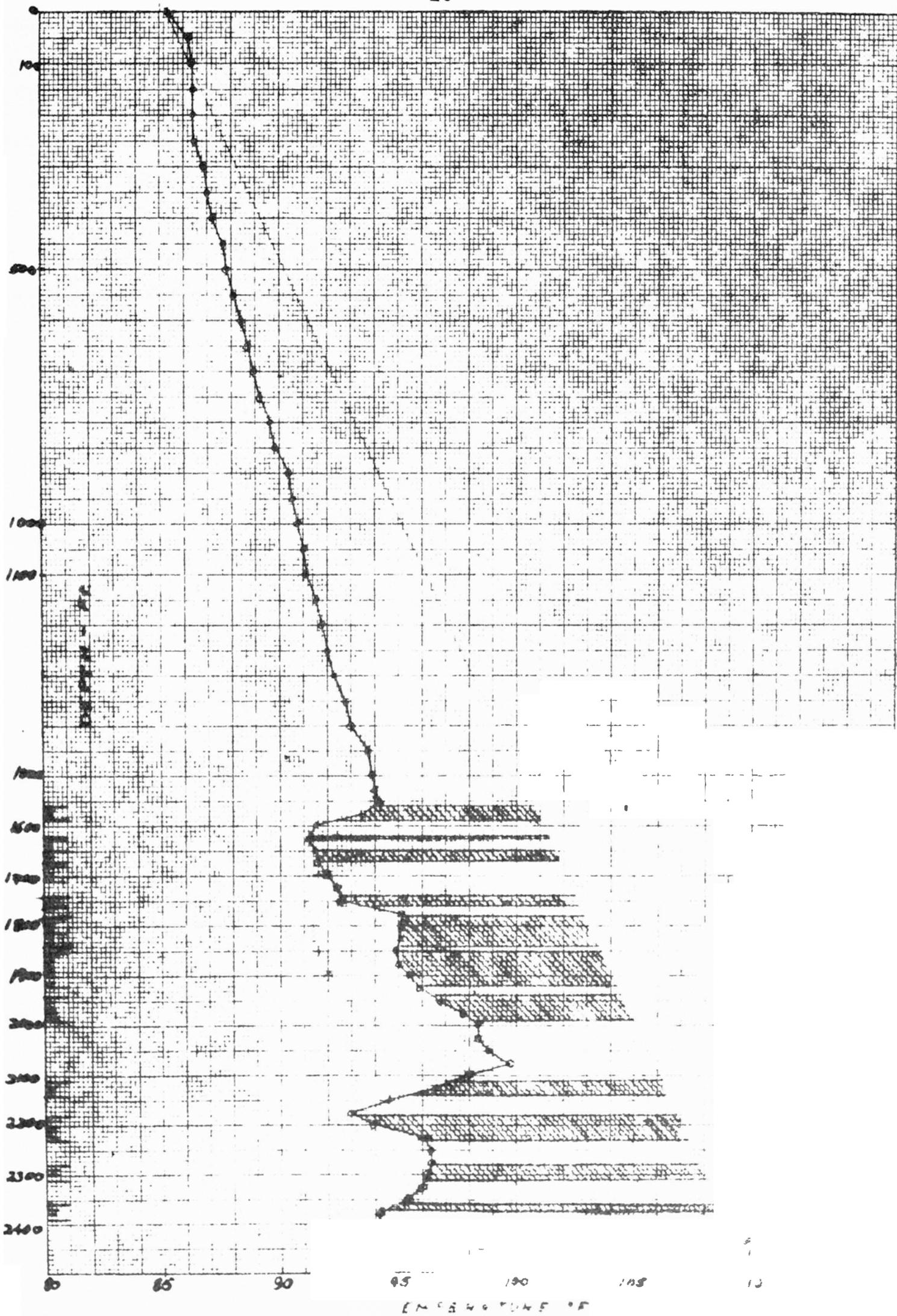


FIG. 10

GUADRO I

| <u>POZO</u>        | <u>"RN"</u> | <u>POOL</u> | <u>"EL ZORRO"</u>      |
|--------------------|-------------|-------------|------------------------|
| <u>PROFUNDIDAD</u> | <u>HORA</u> | <u>AT</u>   | <u>TEMPERATURAS °F</u> |
| 50                 | 8: 46       | 2           | 86.20                  |
| 100                | : 48        | 2           | 86.42                  |
| 150                | : 50        | 2           | 86.42                  |
| 200                | : 52        | 2           | 86.42                  |
| 250                | : 54        | 2           | 86.50                  |
| 300                | : 56        | 2           | 86.76                  |
| 350                | : 58        | 2           | 87.01                  |
| 400                | 9: 00       | 2           | 87.24                  |
| 450                | : 02        | 2           | 87.47                  |
| 500                | : 04        | 2           | 87.84                  |
| 550                | : 06        | 2           | 88.10                  |
| 600                | : 08        | 2           | 88.43                  |
| 650                | : 90        | 2           | 88.69                  |
| 700                | : 12        | 2           | 88.95                  |
| 750                | : 14        | 2           | 89.29                  |
| 800                | : 16        | 2           | 89.59                  |
| 850                | : 18        | 2           | 89.88                  |
| 900                | : 20        | 2           | 90.29                  |
| 950                | : 22        | 2           | 90.48                  |
| 1000               | : 24        | 2           | 90.81                  |
| 1050               | : 26        | 2           | 91.00                  |
| 1100               | : 28        | 2           | 91.15                  |
| 1150               | : 30        | 2           | 91.52                  |
| 1200               | : 32        | 2           | 91.71                  |
| 1250               | : 34        | 2           | 92.00                  |
| 1300               | : 36        | 2           | 92.30                  |
| 1350               | : 38        | 2           | 92.77                  |
| 1400               | : 40        | 2           | 93.00                  |
| 1450               | : 42        | 2           | 93.72                  |
| 1500               | 9: 43       | 1           | 93.90                  |
| 1525               | : 44        | 1           | 94.00                  |
| 1550               | : 45        | 1           | 94.20                  |

| <u>PROFUNDIDAD</u> | <u>HORA</u> | <u>AT</u> | <u>TEMPERATURAS °F</u> |
|--------------------|-------------|-----------|------------------------|
| 1575               | 9: 46       | 1         | 93.46                  |
| 1600               | : 47        | 1         | 91.41                  |
| 1625               | : 48        | 1         | 91.26                  |
| 1650               | : 49        | 1         | 91.49                  |
| 1675               | : 50        | 1         | 91.63                  |
| 1700               | : 61        | 1         | 92.00                  |
| 1725               | : 52        | 1         | 93.38                  |
| 1750               | : 53        | 1         | 93.64                  |
| 1775               | : 54        | 1         | 95.14                  |
| 1800               | : 55        | 1         | 95.14                  |
| 1825               | : 56        | 1         | 95.14                  |
| 1850               | : 57        | 1         | 94.92                  |
| 1875               | : 58        | 1         | 95.03                  |
| 1900               | : 59        | 1         | 95.44                  |
| 1925               | 10: 00      | 1         | 95.47                  |
| 1950               | 10: 01      | 1         | 96.87                  |
| 1975               | : 02        | 1         | 97.81                  |
| 2000               | : 03        | 1         | 98.45                  |
| 2025               | : 04        | 1         | 98.45                  |
| 2050               | : 05        | 1         | 98.82                  |
| 2075               | : 06        | 1         | 99.74                  |
| 2100               | : 07        | 1         | 98.00                  |
| 2125               | : 08        | 1         | 96.68                  |
| 2150               | : 9         | 1         | 94.61                  |
| 2175               | 10: 10      | 1         | 92.97                  |
| 2200               | : 11        | 1         | 93.98                  |
| 2225               | : 12        | 1         | 96.16                  |
| 2250               | : 13        | 1         | 96.38                  |
| 2275               | : 14        | 1         | 96.38                  |
| 2300               | : 15        | 1         | 96.24                  |
| 2325               | : 16        | 1         | 96.00                  |
| 2360               | : 17        | 1         | 95.36                  |
| 2369               | 10: 18      | 1         | 94.26                  |

POZO "NN"  
POOL ZORRO  
CERRADO 48 HORAS.

yectado en Bbls/Día en dicho intervalo.

Así por ejemplo entre 1558 - 1500 (Para mayor exactitud dividimos los intervalos de 2 en 2 pies) tenemos una area de 71 y como el area total es de 15,011 tendremos

$$\frac{71}{15,011} = 0.00473$$

Además sabemos que el régimen de inyección es de 920 B.P.D. tendremos:

$$900 \times 0.00473 = 4.257 \text{ B.P.D.}$$

Para los siguientes 2 pies tendremos:

$$\frac{15,011}{72} = 0.004765$$

$$900 \times 0.004765 = 4.317$$

Luego para todo el intervalo (4 et) 1558 - 1562 tendremos:

$$4.257 \times 4.317 = 8.574 \text{ B. P. D.}$$

La misma operación hacemos para toda la arena de inyección y lo tabulamos para mayor facilidad (Ver Cuadro II). Una vez hecho esto ploteamos los resultados del cuadro II (Ver figura # 11) profundidad contra régimen de entrada de agua, lo que nos da a simple vista una idea mas clara sobre la cantidad de agua que está tomando cada intervalo. Con este gráfico visualizamos inmediatamente que existen 2 zonas bien marcadas de inyección: La superior que comprende de los 1558 a los 1995 y la inferior de los 2106 a los 2369 las que para analizarlas llamaremos "A" y "B".

Podemos notar que "A" está tomando el 63.5 % del agua total de inyección sin embargo el intervalo "B" tiene regimenes de entrada por pie perforado mucho mas altos que el anterior; así, se da el caso, que en el espacio comprendido entre 2353-2364 estan entrando 4.34 B.P.D y por pie perforado mientras que en el intervalo "A", la región que menos toma, es de 1558-1562 con un promedio de 2.14 B.P.D y por pie perforado.

Esto podria ser porque existen zonas ladronas que estan tomando demasiada agua

POZO 'NIV' POOL  
PERFIL DE INYCCIO

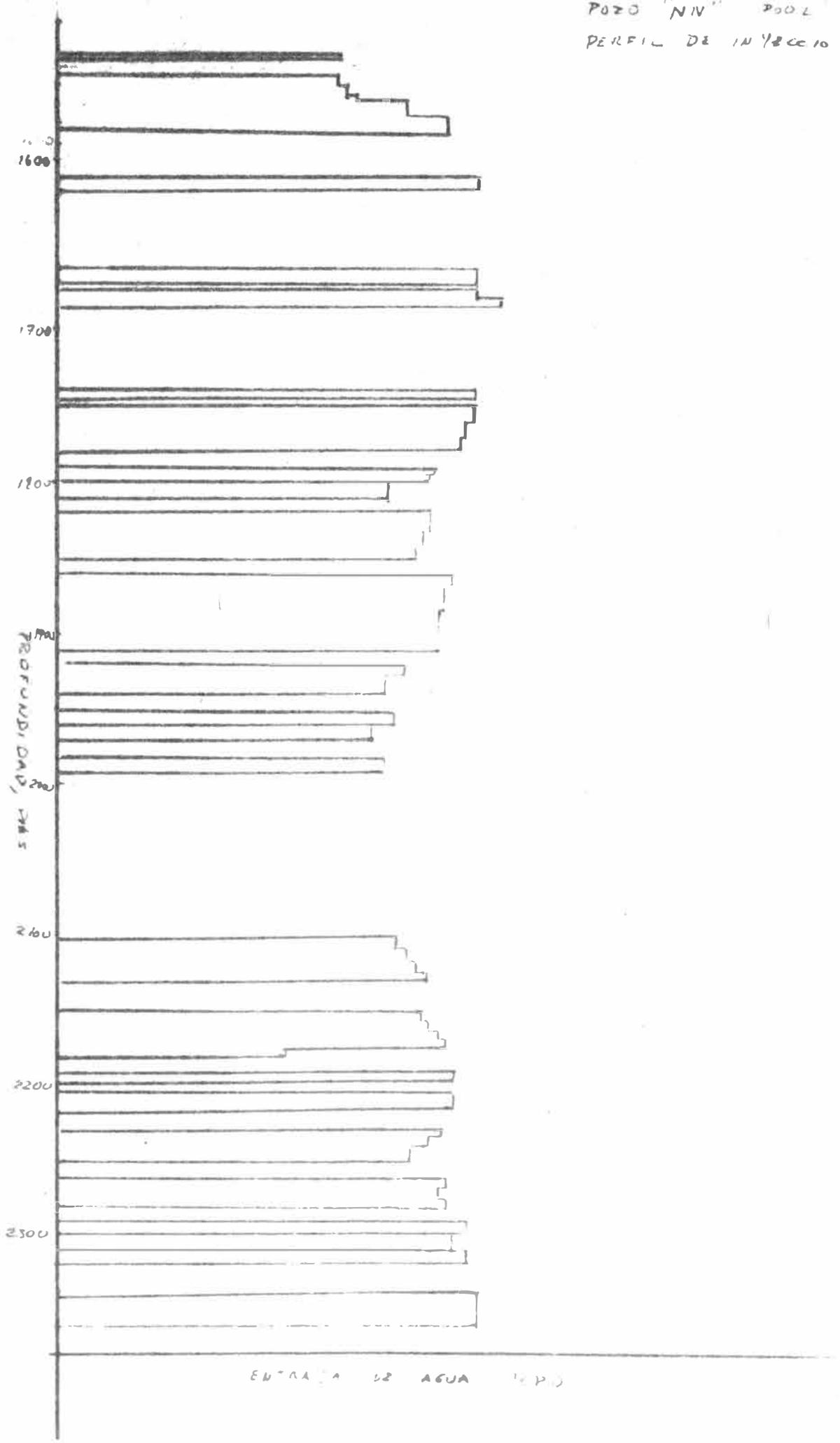


FIG. 11

CUADRO II

POZO "7N"

POOL "EL ZORRO"

PERFIL DE INYECCION

| <u>Intv. Perf.</u> | <u>Area Parcial</u> | <u>Area Total</u> | <u>Factor</u> | <u>Inyec. B/D.</u> | <u>Inyec. por int. B/D.</u> |
|--------------------|---------------------|-------------------|---------------|--------------------|-----------------------------|
| 1558 - 1560        | 71                  | 15,011            | 0.004730      | 900                | 4.257                       |
| 1560 - 1562        | 72                  |                   | 0.004765      |                    | <u>4.317</u>                |
|                    |                     |                   |               |                    | 8.574                       |
| 1616 - 1618        | 107                 |                   | 0.007128      |                    | 6.415                       |
| 1618 - 1620        | 108                 |                   | 0.007195      |                    | 6.475                       |
| 1620 - 1622        | 108                 |                   | 0.007195      |                    | 6.475                       |
| 1622 - 1623        | 54                  |                   | 0.004597      |                    | <u>3.238</u>                |
|                    |                     |                   |               |                    | 22.603                      |
| 1649 - 1651        | 109                 |                   | 0.007261      |                    | 6.535                       |
| 1651 - 1653        | 109                 |                   | 0.007261      |                    | 6.535                       |
| 1653 - 1655        | 109                 |                   | 0.007261      |                    | <u>6.535</u>                |
|                    |                     |                   |               |                    | 19.605                      |
| 1660 - 1662        | 109                 |                   | 0.007261      |                    | 6.535                       |
| 1662 - 1664        | 109                 |                   | 0.007261      |                    | 6.535                       |
| 1664 - 1666        | 110                 |                   | 0.007328      |                    | 6.595                       |
| 1666 - 1668        | 110                 |                   | 0.007328      |                    | 6.595                       |
| 1668 - 1669        | 55                  |                   | 0.003664      |                    | <u>3.298</u>                |
|                    |                     |                   |               |                    | 29.558                      |
| 1707 - 1709        | 104                 |                   | 0.006928      |                    | 6.235                       |
| 1709 - 1711        | 104                 |                   | 0.006928      |                    | <u>6.235</u>                |
|                    |                     |                   |               |                    | 12.470                      |
| 1716 - 1718        | 101                 |                   | 0.006728      |                    | 6.056                       |
| 1718 - 1720        | 100                 |                   | 0.006662      |                    | 5.996                       |
| 1720 - 1722        | 99                  |                   | 0.006595      |                    | 5.936                       |
| 1722 - 1724        | 98                  |                   | 0.006528      |                    | 5.875                       |
| 1724 - 1726        | 98                  |                   | 0.006528      |                    | 5.875                       |
| 1726 - 1728        | 97                  |                   | 0.006462      |                    | 5.816                       |
| 1728 - 1730        | 98                  |                   | 0.006528      |                    | 5.875                       |
| 1730 - 1732        | 98                  |                   | 0.006528      |                    | 5.875                       |
| 1732 - 1734        | 98                  |                   | 0.006528      |                    | 5.875                       |
| 1734 - 1735        | 49                  |                   | 0.003264      |                    | <u>2.939</u>                |
|                    |                     |                   |               |                    | 56.118                      |
| 1760 - 1762        | 91                  |                   | 0.006062      |                    | 5.456                       |
| 1762 - 1764        | 90                  |                   | 0.005996      |                    | 5.396                       |
| 1764 - 1766        | 90                  |                   | 0.005996      |                    | 5.396                       |

| <u>Intv. Perf.</u> | <u>Area Parcial</u> | <u>Area Total</u> | <u>Factor</u> | <u>Inyecc. B/D.</u> | <u>Inyec. por int. B/D.</u> |
|--------------------|---------------------|-------------------|---------------|---------------------|-----------------------------|
| 1766 - 1768        | 89                  | 15,011            | 0.005929      | 900                 | 5.336                       |
| 1768 - 1770        | 87                  |                   | 0.005796      |                     | 5.216                       |
| 1770 - 1772        | 86                  |                   | 0.005729      |                     | <u>5.156</u>                |
|                    |                     |                   |               |                     | <u>31.956</u>               |
| 1781 - 1782        | 42                  |                   | 0.002798      |                     | 2.519                       |
| 1782 - 1784        | 86                  |                   | 0.005729      |                     | 5.156                       |
| 1784 - 1786        | 86                  |                   | 0.005729      |                     | 5.156                       |
| 1786 - 1788        | 86                  |                   | 0.005729      |                     | 5.156                       |
| 1788 - 1790        | 86                  |                   | 0.005729      |                     | <u>5.156</u>                |
|                    |                     |                   |               |                     | <u>23.143</u>               |
| 1795 - 1797        | 87                  |                   | 0.005796      |                     | 5.216                       |
| 1797 - 1799        | 87                  |                   | 0.005796      |                     | 5.216                       |
| 1799 - 1801        | 88                  |                   | 0.005862      |                     | 5.276                       |
| 1801 - 1803        | 88                  |                   | 0.005862      |                     | <u>5.276</u>                |
|                    |                     |                   |               |                     | <u>20.984</u>               |
| 1809 - 1810        | 44                  |                   | 0.002931      |                     | 2.638                       |
| 1810 - 1812        | 89                  |                   | 0.005929      |                     | <u>5.336</u>                |
|                    |                     |                   |               |                     | <u>7.974</u>                |
| 1824 - 1826        | 90                  |                   | 0.005996      |                     | 5.396                       |
| 1826 - 1828        | 91                  |                   | 0.006062      |                     | 5.456                       |
| 1828 - 1830        | 91                  |                   | 0.006062      |                     | 5.456                       |
| 1830 - 1832        | 91                  |                   | 0.006062      |                     | 5.456                       |
| 1832 - 1834        | 92                  |                   | 0.006129      |                     | 5.516                       |
| 1834 - 1835        | 46                  |                   | 0.003064      |                     | <u>2.758</u>                |
|                    |                     |                   |               |                     | <u>30.038</u>               |
| 1850 - 1852        | 95                  |                   | 0.006329      |                     | 5.696                       |
| 1852 - 1854        | 95                  |                   | 0.006329      |                     | 5.696                       |
| 1854 - 1856        | 95                  |                   | 0.006329      |                     | 5.696                       |
| 1856 - 1858        | 95                  |                   | 0.006329      |                     | 5.696                       |
| 1858 - 1860        | 95                  |                   | 0.006329      |                     | 5.696                       |
| 1860 - 1862        | 95                  |                   | 0.006329      |                     | 5.696                       |
| 1862 - 1863        | 48                  |                   | 0.003198      |                     | <u>2.877</u>                |
|                    |                     |                   |               |                     | <u>37.053</u>               |
| 1877 - 1878        | 48                  |                   | 0.003198      |                     | 2.8775                      |
| 1878 - 1880        | 96                  |                   | 0.006395      |                     | 5.7555                      |
| 1880 - 1882        | 96                  |                   | 0.006395      |                     | 5.7555                      |
| 1882 - 1884        | 96                  |                   | 0.006395      |                     | 5.7555                      |
| 1884 - 1886        | 96                  |                   | 0.006395      |                     | 5.7555                      |
| 1886 - 1888        | 96                  |                   | 0.006395      |                     | 5.7555                      |
| 1888 - 1890        | 95                  |                   | 0.006329      |                     | 5.696                       |
| 1890 - 1892        | 95                  |                   | 0.006329      |                     | 5.696                       |
| 1892 - 1894        | 95                  |                   | 0.006329      |                     | 5.696                       |
| 1894 - 1896        | 95                  |                   | 0.006329      |                     | 5.696                       |
| 1896 - 1898        | 95                  |                   | 0.006329      |                     | 5.696                       |
| 1898 - 1900        | 95                  |                   | 0.006329      |                     | 5.696                       |
| 1900 - 1902        | 94                  |                   | 0.006262      |                     | 5.636                       |

| <u>Intv. Perf.</u> | <u>Area Parcial</u> | <u>Area Total</u> | <u>Factor</u> | <u>Inyecc. B/D.</u> | <u>Inyec. por int. B/D.</u> |
|--------------------|---------------------|-------------------|---------------|---------------------|-----------------------------|
| 1766 - 1768        | 89                  | 15,011            | 0.005929      | 900                 |                             |
| 1768 - 1770        | 87                  |                   | 0.005796      |                     | 5.216                       |
| 1770 - 1772        | 86                  |                   | 0.005729      |                     | <u>5.156</u>                |
|                    |                     |                   |               |                     | 31.956                      |
| 1781 - 1782        | 42                  |                   | 0.002798      |                     | 2.519                       |
| 1782 - 1784        | 86                  |                   | 0.005729      |                     | 5.156                       |
| 1784 - 1786        | 86                  |                   | 0.005729      |                     | 5.156                       |
| 1786 - 1788        | 86                  |                   | 0.005729      |                     | 5.156                       |
| 1788 - 1790        | 86                  |                   | 0.005729      |                     | <u>5.156</u>                |
|                    |                     |                   |               |                     | 23.143                      |
| 1795 - 1797        | 87                  |                   | 0.005796      |                     | 5.216                       |
| 1797 - 1799        | 87                  |                   | 0.005796      |                     | 5.216                       |
| 1799 - 1801        | 88                  |                   | 0.005862      |                     | 5.276                       |
| 1801 - 1803        | 88                  |                   | 0.005862      |                     | <u>5.276</u>                |
|                    |                     |                   |               |                     | 20.984                      |
| 1809 - 1810        | 44                  |                   | 0.002931      |                     | 2.638                       |
| 1810 - 1812        | 89                  |                   | 0.005929      |                     | <u>5.336</u>                |
|                    |                     |                   |               |                     | 7.974                       |
| 1824 - 1826        | 90                  |                   | 0.005996      |                     | 5.396                       |
| 1826 - 1828        | 91                  |                   | 0.006062      |                     | 5.456                       |
| 1828 - 1830        | 91                  |                   | 0.006062      |                     | 5.456                       |
| 1830 - 1832        | 91                  |                   | 0.006062      |                     | 5.456                       |
| 1832 - 1834        | 92                  |                   | 0.006129      |                     | 5.516                       |
| 1834 - 1835        | 46                  |                   | 0.003064      |                     | <u>2.758</u>                |
|                    |                     |                   |               |                     | 30.038                      |
| 1850 - 1852        | 95                  |                   | 0.006329      |                     | 5.696                       |
| 1852 - 1854        | 95                  |                   | 0.006329      |                     | 5.696                       |
| 1854 - 1856        | 95                  |                   | 0.006329      |                     | 5.696                       |
| 1856 - 1858        | 95                  |                   | 0.006329      |                     | 5.696                       |
| 1858 - 1860        | 95                  |                   | 0.006329      |                     | 5.696                       |
| 1860 - 1862        | 95                  |                   | 0.006329      |                     | 5.696                       |
| 1862 - 1863        | 48                  |                   | 0.003198      |                     | <u>2.877</u>                |
|                    |                     |                   |               |                     | 37.053                      |
| 1877 - 1878        | 48                  |                   | 0.003198      |                     | 2.8775                      |
| 1878 - 1880        | 96                  |                   | 0.006395      |                     | 5.7555                      |
| 1880 - 1882        | 96                  |                   | 0.006395      |                     | 5.7555                      |
| 1882 - 1884        | 96                  |                   | 0.006395      |                     | 5.7555                      |
| 1884 - 1886        | 96                  |                   | 0.006395      |                     | 5.7555                      |
| 1886 - 1888        | 96                  |                   | 0.006395      |                     | 5.7555                      |
| 1888 - 1890        | 95                  |                   | 0.006329      |                     | 5.696                       |
| 1890 - 1892        | 95                  |                   | 0.006329      |                     | 5.696                       |
| 1892 - 1894        | 95                  |                   | 0.006329      |                     | 5.696                       |
| 1894 - 1896        | 95                  |                   | 0.006329      |                     | 5.696                       |
| 1896 - 1898        | 95                  |                   | 0.006329      |                     | 5.696                       |
| 1898 - 1900        | 95                  |                   | 0.006329      |                     | 5.696                       |
| 1900 - 1902        | 94                  |                   | 0.006262      |                     | 5.636                       |

| <u>Intv. Perf.</u> | <u>Area Parcial</u> | <u>Area Total</u> | <u>Factor</u> | <u>Inyecc. B/D.</u> | <u>Inyec. por int. B/D.</u> |
|--------------------|---------------------|-------------------|---------------|---------------------|-----------------------------|
| 1902 - 1904        | 94                  | 15,011            | 0.006262      | 900                 | 5.636                       |
| 1904 - 1906        | 94                  |                   | 0.006262      |                     | 5.636                       |
| 1906 - 1908        | 94                  |                   | 0.006262      |                     | 5.636                       |
| 1908 - 1910        | 94                  |                   | 0.006262      |                     | <u>5.636</u>                |
|                    |                     |                   |               |                     | 94.011                      |
| 1933 - 1935        | 90                  |                   | 0.005996      |                     | 5.396                       |
| 1935 - 1937        | 90                  |                   | 0.005996      |                     | 5.396                       |
| 1937 - 1939        | 89                  |                   | 0.005929      |                     | 5.336                       |
| 1939 - 1941        | 88                  |                   | 0.005862      |                     | 5.276                       |
| 1941 - 1943        | 88                  |                   | 0.005862      |                     | 5.276                       |
| 1943 - 1945        | 88                  |                   | 0.005862      |                     | 5.276                       |
| 1945 - 1947        | 87                  |                   | 0.005796      |                     | 5.216                       |
| 1947 - 1949        | 86                  |                   | 0.005729      |                     | <u>5.156</u>                |
|                    |                     |                   |               |                     | 42.328                      |
| 1954 - 1956        | 85                  |                   | 0.005662      |                     | <u>5.096</u>                |
|                    |                     |                   |               |                     | 5.096                       |
| 1962 - 1964        | 82                  |                   | 0.005463      |                     | 4.917                       |
| 1964 - 1966        | 82                  |                   | 0.005463      |                     | 4.917                       |
| 1966 - 1968        | 81                  |                   | 0.005396      |                     | <u>4.856</u>                |
|                    |                     |                   |               |                     | 14.690                      |
| 1976 - 1978        | 78                  |                   | 0.005196      |                     | 4.676                       |
| 1978 - 1980        | 78                  |                   | 0.005196      |                     | 4.676                       |
| 1980 - 1982        | 78                  |                   | 0.005196      |                     | 4.676                       |
| 1982 - 1983        | 36                  |                   | 0.002398      |                     | <u>2.160</u>                |
|                    |                     |                   |               |                     | 16.188                      |
| 1991 - 1993        | 76                  |                   | 0.005063      |                     | 4.5565                      |
| 1993 - 1995        | 76                  |                   | 0.005063      |                     | <u>4.5565</u>               |
|                    |                     |                   |               |                     | 9.113                       |
| 2106 - 2108        | 94                  |                   | 0.006262      |                     | 5.636                       |
| 2108 - 2110        | 95                  |                   | 0.006329      |                     | 5.696                       |
| 2110 - 2112        | 96                  |                   | 0.006395      |                     | 5.756                       |
| 2112 - 2114        | 98                  |                   | 0.006528      |                     | 5.875                       |
| 2114 - 2116        | 99                  |                   | 0.006595      |                     | 5.936                       |
| 2116 - 2118        | 100                 |                   | 0.006662      |                     | 5.996                       |
| 2118 - 2120        | 102                 |                   | 0.006795      |                     | <u>6.115</u>                |
|                    |                     |                   |               |                     | 41.010                      |
| 2127 - 2129        | 108                 |                   | 0.007195      |                     | 6.475                       |
| 2129 - 2131        | 110                 |                   | 0.007328      |                     | 6.595                       |
| 2131 - 2133        | 112                 |                   | 0.007461      |                     | 6.715                       |
| 2133 - 2135        | 114                 |                   | 0.007594      |                     | 6.835                       |
| 2135 - 2137        | 116                 |                   | 0.007727      |                     | 6.955                       |
| 2137 - 2139        | 117                 |                   | 0.007794      |                     | 7.015                       |
| 2139 - 2141        | 120                 |                   | 0.007994      |                     | 7.195                       |
| 2141 - 2142        | 60                  |                   | 0.003997      |                     | <u>3.597</u>                |
|                    |                     |                   |               |                     | 51.382                      |

| <u>Intr. Perfs.</u> | <u>Area Parcial</u> | <u>Area Total</u> | <u>Factor</u> | <u>Inyecc. B/D.</u> | <u>Inyec. por int. B/D.</u> |
|---------------------|---------------------|-------------------|---------------|---------------------|-----------------------------|
| 2177 - 2179         | 146                 | 15,011            | 0.009726      | 900                 | 8.754                       |
| 2179 - 2181         | 145                 |                   | 0.009659      |                     | 8.693                       |
| 2181 - 2183         | 145                 |                   | 0.009659      |                     | 8.693                       |
| 2183 - 2185         | 144                 |                   | 0.009593      |                     | 8.634                       |
| 2185 - 2187         | 144                 |                   | 0.009593      |                     | 8.634                       |
| 2187 - 2189         | 143                 |                   | 0.009526      |                     | <u>8.574</u>                |
|                     |                     |                   |               |                     | 51.982                      |
| 2210 - 2212         | 131                 |                   | 0.008727      |                     | 7.854                       |
| 2212 - 2214         | 130                 |                   | 0.008660      |                     | 7.794                       |
| 2214 - 2216         | 128                 |                   | 0.008526      |                     | 7.674                       |
| 2216 - 2218         | 126                 |                   | 0.008394      |                     | 7.555                       |
| 2218 - 2220         | 125                 |                   | 0.008327      |                     | <u>7.495</u>                |
|                     |                     |                   |               |                     | 38.372                      |
| 2244 - 2246         | 121                 |                   | 0.008061      |                     | 7.255                       |
| 2246 - 2248         | 120                 |                   | 0.007994      |                     | 7.194                       |
| 2248 - 2250         | 120                 |                   | 0.007994      |                     | 7.194                       |
| 2250 - 2252         | 121                 |                   | 0.008061      |                     | 7.255                       |
| 2252 - 2254         | 121                 |                   | 0.008061      |                     | <u>7.255</u>                |
|                     |                     |                   |               |                     | 36.153                      |
| 2272 - 2274         | 123                 |                   | 0.008194      |                     | 7.374                       |
| 2274 - 2276         | 124                 |                   | 0.008261      |                     | 7.435                       |
| 2276 - 2278         | 124                 |                   | 0.008261      |                     | 7.435                       |
| 2278 - 2280         | 124                 |                   | 0.008261      |                     | 7.435                       |
| 2280 - 2282         | 124                 |                   | 0.008261      |                     | 7.435                       |
| 2282 - 2283         | 62                  |                   | 0.004130      |                     | <u>3.716</u>                |
|                     |                     |                   |               |                     | 40.830                      |
| 2288 - 2290         | 126                 |                   | 0.008394      |                     | 7.555                       |
| 2290 - 2292         | 126                 |                   | 0.008394      |                     | 7.555                       |
| 2292 - 2294         | 126                 |                   | 0.008394      |                     | 7.555                       |
| 2294 - 2296         | 127                 |                   | 0.008460      |                     | 7.6135                      |
| 2296 - 2298         | 127                 |                   | 0.008460      |                     | <u>7.6135</u>               |
|                     |                     |                   |               |                     | 37.892                      |
| 2303 - 2305         | 128                 |                   | 0.008527      |                     | 7.674                       |
| 2305 - 2307         | 128                 |                   | 0.008527      |                     | <u>7.674</u>                |
|                     |                     |                   |               |                     | 15.348                      |
| 2353 - 2355         | 143                 |                   | 0.009526      |                     | 8.573                       |
| 2355 - 2357         | 144                 |                   | 0.009593      |                     | 8.634                       |
| 2357 - 2359         | 144                 |                   | 0.009593      |                     | 8.634                       |
| 2359 - 2361         | 145                 |                   | 0.009659      |                     | 8.693                       |
| 2361 - 2363         | 147                 |                   | 0.009793      |                     | 8.814                       |
| 2363 - 2364         | 73                  |                   | 0.004863      |                     | <u>4.377</u>                |
|                     |                     |                   |               |                     | 47.725                      |
| 1568 - 1570         | 72                  |                   | 0.004765      |                     | 4.317                       |
| 1570 - 1572         | 72                  |                   | 0.004765      |                     | 4.317                       |
| 1572 - 1574         | 72                  |                   | 0.004765      |                     | 4.317                       |

| <u>Inty. Perf.</u> | <u>Area Parcial</u> | <u>Area Total</u> | <u>Factor</u> | <u>Inyec. B/D.</u> | <u>Inyec. por int. B/D.</u> |
|--------------------|---------------------|-------------------|---------------|--------------------|-----------------------------|
| 1574 - 1576        | 75                  | 15,011            | 0.004996      | 900                | 4.496                       |
| 1576 - 1578        | 75                  |                   | 0.004996      |                    | 4.496                       |
| 1578 - 1580        | 77                  |                   | 0.005129      |                    | 4.617                       |
| 1580 - 1582        | 79                  |                   | 0.005263      |                    | 4.737                       |
| 1582 - 1584        | 86                  |                   | 0.005729      |                    | 5.156                       |
| 1584 - 1586        | 85                  |                   | 0.005662      |                    | 5.096                       |
| 1586 - 1588        | 88                  |                   | 0.005862      |                    | 5.276                       |
| 1588 - 1590        | 90                  |                   | 0.005996      |                    | 5.396                       |
| 1590 - 1592        | 93                  |                   | 0.006195      |                    | <u>5.576</u>                |
|                    |                     |                   |               |                    | 57.797                      |

o porque las otras zonas estan muy pretadas. En todo caso se puede recomendar un trabajo de reacondicionamiento ya sea una acidificación. o un perfpac. (Send-frac con bolas de Nylon)

### CONCLUSIONES

Con el presente trabajo nos hemos dado cuenta de la importancia y aplicación de los registros de temperatura en las areas de inyección por su aplicabilidad como perfiles de inyección, los cuales nos dan una idea bastante exacta de los intervalos de inyección y de los regimenes de entrada en cada zona. Se puede ver tambien los estudios que se pueden hacer con estos perfiles de inyección y la ayuda valiosa que presten tanto, para organizar programas bas-  
tos de inyección de agua (Mediante una correlación de las arenas mas recomen-  
dables para dichos programas) como para subsanar deficiencias de pozos de in-  
yección en areas donde ya se ha desarrollado este Método.

B I B L I O G R A F I A

Horner D.R: "Pressure build up in wells"

Ingersoll L.R: 20 Bl. "Heat conduction"

Nowak T.J: Petroleum transactions, A.I.M.E.: -

"The estimation of water injection profiles from temperature surveys"  
petróleo interamericano.- Febrero, 1959: - "Cinco usos de las  
medidas de temperatura".

Petróleo interamericano: Marzo, 1959: - "Mas usos de los gra-  
dientes de temperatura" petróleo interamericano: - Octubre, 1959: -  
"Hay que saber hasta donde llegó el cemento".