

01174
1. 2ej



Universidad Nacional Autónoma de México
FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**FLUJO EN POZOS PETROLEROS CON
DIFERENTES ESTRANGULADORES**

**TESIS PROFESIONAL que presenta
GUSTAVO A. BENITEZ RUBIO
para obtener el grado de
Maestría en Ingeniería Petrolera**

MEXICO, D. F.

1980

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INTRODUCCION

En el análisis de flujo multifásico, a través de estranguladores existen correlaciones que dentro de los rangos en que fueron desarrolladas, tienen la aproximación indicada por los diferentes autores.

Para comprobar los resultados anteriores se hizo una aplicación a unos pozos del distrito de Comalcalco de Petróleos Mexicanos. Además se realizó un estudio analítico para determinar como afecta el comportamiento del estrangulador de fondo a los diferentes parámetros como son: gasto, presiones, relaciones gas-aceite y gradiente de presión dentro -- del flujo multifásico vertical.

RESUMEN

En el siguiente trabajo se efectúa una descripción y aplicación de las correlaciones más importantes para determinar el gasto de aceite que fluye por una tubería a través de un orificio (estrangulador), elaborando los programas de cómputo necesarios para ser utilizados en una computadora electrónica de escritorio.

Se incluye el análisis del comportamiento de estranguladores de fondo como dispositivos de control de presión o gasto de aceite.

Las correlaciones de Ashford, Ashford-Price, Gilbert, Ros Baxendall y Achong se aplicaron a algunos pozos del Distrito de Comalcaldo de Petróleos Mexicanos, comparándose sus resultados.

Se estudió el flujo multifásico vertical para el análisis del comportamiento de pozos con estranguladores de fondo, variándose sus diferentes parámetros. Finalmente se presentan tablas, gráficas y figuras como complemento mismo del trabajo.

CONCLUSIONES

1. Para el análisis de flujo subcrítico se utilizó la correlación de Ashford Pierce obteniéndose un error medio de 5.86% , un error máximo de 15% y un coeficiente de flujo de 1.005 .
2. Para flujo crítico, las correlaciones que más se ajustaron a los datos de los pozos analizados fueron las de Ashford y Omaña con errores medios de 5.04% y 4.80% respectivamente.

Al usar la correlación de Ashford - Preece para flujo crítico, el error medio fué de 11.54 al introducir en la fórmula el factor de $P_2/P_1=0.70$
3. De lo expuesto en el capítulo 6 se concluye que los estranguladores de fondo no tienen ventaja sobre los de superficie, dado que la disminución que se tienen en caída de presión por la expansión del gas es inferior a la necesaria en el fondo por el uso del estrangulador en flujo crítico (Fig. 23)

RECOMENDACIONES

Se recomiendan las correlaciones de Ashford y Ashford-Pierce, por involucrar el mayor número de parámetros, además de que su exactitud es buena como se indicó en las conclusiones.

Las correlaciones analizadas en este trabajo, se pueden aplicar en problemas que se tienen tanto en el diseño de las instalaciones superficiales como en su comportamiento.

1.0 GENERALIDADES

En las diversas ramas de la industria petrolera, es frecuente el uso de los llamados "estranguladores" que son dispositivos con los que se controla el ritmo de flujo o presión de un fluido a través de una tubería.

En este trabajo se limitará su aplicación a pozos productores de aceite y gas, utilizando para describir el comportamiento de la presión y gasto las correlaciones existentes en la actualidad, comparando los resultados obtenidos con datos reales de campo.

Por definición, un estrangulador es una pieza mecánica que consta de una restricción u orificio que se coloca en la tubería que transporta el fluido que se desea controlar.

Por su ubicación se clasifican en superficiales y de fondo, ya sea que se instalen respectivamente en el árbol de válvulas del pozo o en el extremo inferior de la tubería de producción del mismo.

Por otra parte, dependiendo de su diseño específico pueden ser de diámetro variable o fijo. Los primeros a diferencia de los segundos, permiten modificar las condiciones de operación del pozo sin suspender su producción normal, debido a que constan de una válvula con un orificio el cual es reducido o ampliado a través de la manipulación de una volante externo.

Por el contrario, como los estranguladores superficiales de diámetro fijo están ubicados en un portaestrangulador situado en el árbol de válvulas del pozo, hacen posible un fácil acceso para limpieza, calibración o reposición, lo cual se dificulta notablemente en los de diámetro variable.

El estrangulador de fondo al igual que el superficial fijo, requiere de un porta-estrangulador el cual tiene diversas formas de anclaje, ya sea que se instale previo a la introducción de la tubería de producción, o bien se coloque entre coples por medio de una línea de acero.

Según lo indica el análisis analítico, este tipo de estranguladores no tienen ventaja sobre los superficiales, en lo que se refiere al control del flujo o la presión y lo que es más, al cambiar de estrangulador se tiene el riesgo de caer en una operación de pesca que en el peor de los casos se pierde el pozo.

En los pozos marinos por razones de seguridad, se tiene instalado una válvula adicional dentro de la tubería de producción y cuya función es bloquear el flujo al presentarse una variación de presión fuera de los límites previstos. Como el control de flujo o de presión es por medio de un estrangulador, este tipo de válvulas también se mencionan en este trabajo (Fig. 1.)

2.0 CONCEPTOS BASICOS.

Velocidad Sónica

Este concepto es importante en el análisis de flujo a través de estranguladores por las ventajas que se tienen al operar los pozos bajo este régimen. En el apéndice A (5) se da un compendio de las fórmulas que lo rigen.

En una restricción pueden presentarse 3 tipos de flujo: Subsónico, Sónico y Supersónico, estos ocurren cuando la velocidad del fluido es menor, igual o mayor que la sónica respectivamente.

La figura 2 auxilia en el análisis y comprensión del comportamiento de las variables que intervienen en este fenómeno.

Sea una tubería con un pistón en su extremo izquierdo que contiene un fluido compresible de densidad (ρ) a una presión (P). Si se alteran las condiciones al mover el pistón hacia la derecha con una velocidad (Δv), aparece un frente de onda que se moverá a la velocidad sónica. Supóngase también unos ejes coordenados móviles que se desplacen a la misma velocidad y sentido, entonces en un plano posterior al frente de onda el cual no ha sido alcanzado por este, el fluido estará a las condiciones originales (P, ρ) y a una velocidad aparente igual a la sónica (v^*). Para un plano anterior se ten

drá como presión ($P + \Delta P$), densidad ($\rho + \Delta\rho$) y velocidad ($v^* - \Delta v$).

Como la velocidad de onda de presión y la del fluido son de sentidos contrarios, al tener flujo sónico después del estrangulador las variaciones de presión corriente abajo no afectan al comportamiento del pozo.

El valor de la velocidad sónica depende de las características del fluido y de las condiciones (P , V , T) a que se encuentre, así tenemos que para un fluido incompresible la velocidad es grande, y para uno compresible su valor dependerá de la presión a que se encuentra, es decir que para un aumento en la presión le corresponden incrementos de densidad y velocidad sónica.

Para garantizar flujo sónico a través de un estrangulador la situación de presiones debe ser :

$$P_2/P_1 \leq 0.5283$$

tanto la temperatura como la densidad que son variables dependientes de la presión guardan las siguientes relaciones :

$$T_2/T_1 \leq 0.8333 \qquad \rho_2/\rho_1 \leq 0.6339$$

Lo anterior se determinó para flujo en una fase haciendose una extrapolación para flujo en dos fases. El comportamiento de presiones del pozo Juspi No. 1 corrobora la veracidad de estas desigualdades.

3.0 ALGORITMO DE CALCULO

A fin de tener un procedimiento analítico que permita determinar el gasto de fluidos que pasa a través de un estrangulador, relacionando las variables involucradas, diferentes autores han desarrollado fórmulas, las cuales dentro de los rangos de prueba son una herramienta poderosa para predecir el comportamiento de un pozo o diseñar las instalaciones para el transporte de los fluidos desde el yacimiento hasta las instalaciones de recolección.

El primer trabajo de flujo en dos fases se remota a 1949 publicado por Tangren et al⁽¹⁾, asumiendo una mezcla de un gas ideal y de un líquido incompresible con flujo laminar isotérmico en una dirección y un proceso adiabático y sin transferencia de masa entre las fases.

Gilbert⁽²⁾ en 1954 presenta un trabajo del sistema de Bombeo Neumático donde trata el flujo a través de estranguladores desarrollando una fórmula empírica y su representación gráfica.

Achong⁽³⁾ en 1961 modifica los coeficientes de la fórmula de Gilbert ajustándose a las pruebas efectuadas en 104 pozos y estranguladores de 16/64" a 96/64" de diámetro.

Poettmann y Becks⁽⁴⁾ basados en el trabajo de Ros (1960) convierten la ecuación en unidades de campo y construyen gráficas (1/3) para den-

sidad de gas de 0.6, y 3 diferentes gravedades específicas.

Omaña⁽⁵⁾ en 1969 desarrolla su correlación y la compara con 47 pozos en flujo en dos fases con un amplio rango de gastos presiones y diámetros de estranguladores, fotografiando los patrones de flujo antes y después del estrangulador.

En 1972 Fortunati⁽⁶⁾ basado en los trabajos de Gusmov y Medvie diev desarrolla una correlación para determinar la presión corriente abajo y la compara con datos reales de 250 pozos.

Ashford⁽⁷⁾ encuentra una fórmula para flujo crítico estableciendo que éste se presenta cuando $P_2/P_1 \leq 0.544$, comparándola con los gastos de 14 pozos con diámetros de estrangulador entre (16/64") y (40/64").

Ashford-Pierce⁽⁸⁾ presenta una correlación para flujo subcrítico, enfocando su trabajo al comportamiento de estranguladores en válvulas de tormenta. Las pruebas se hicieron en pozos de 3700 m. de profundidad con la mencionada válvula localizada a 1100 m. para estranguladores de (14/64") , (16/64") y (20/64") elaborando gráficas de comportamiento de presiones contra gasto.

También se dispone de estudios a este respecto en centros reconocidos de investigación⁽⁹⁾.

4.0 CORRELACIONES MAS USADAS.

De lo anterior expuesto, se observa la variedad de trabajos de investigación tendientes a analizar el comportamiento de un fluido en una tubería a través de un orificio o estrangulador.

A continuación se describe en forma sucinta las correlaciones más utilizadas en pozos de aceite y gas, presentándose las ecuaciones propuestas en el apéndice A y los programas de cómputo en el B. A fin de comprobar su validez se aplicaron a datos de campo recopilados en las tablas I-II.

4.1. Correlación de Gilbert, Ros, Baxendelly Achong (Tabla III-V).

Estos autores usaron la misma fórmula propuesta originalmente por Gilbert, pero de sus experimentos llegaron a obtener diferentes constantes de ajuste (a , b , c) tabuladas en el apéndice mencionado. Gilbert hace notar que la correlación es muy sensible a los cambios en el diámetro del estrangulador, así para un error de $1/128$ en éste, las variaciones de gasto son del orden del 5 al 20%.

Así mismo, menciona que para relaciones gas-aceite bajas ($100 p^3/b1$), es necesario llevar a cabo las mediciones correctamente, de lo contrario los resultados divergen bastante de lo real.

Gilbert relacionó las variables Q_0 , P , R_L y D por medio de la

gráfica (4).

4.2. Correlación de Ashford (Tabla VI)

Está desarrollada para flujo sónico de tres fases (gas-aceite-agua).

El autor efectuó pruebas en catorce pozos, comparando los datos de producción medidos con la ecuación respectiva.

Para determinar el factor de volumen del aceite y la relación gas disuelto, se emplearon las correlaciones de Standing. Ashford complementó su trabajo, elaborándose gráficas (5-9) de Gasto vs. Presión para diámetro de estrangulador de $\frac{16}{64}$ pg. y relaciones de gas disuelto de 0, 100 y 250. (pie^3/bl)

4.3 Correlación de Ashford-Pierce (Tabla VII, VIII).

Esta correlación tiene validez para flujo trifásico (gas-aceite-agua) y además sub-sónico. Los autores experimentaron en pozos de 3700 m de profundidad y con una válvula subsuperficial a 1100 m con orificios de diferentes diámetros ($14/64''$), ($16/64''$) y ($20/64''$).

Para determinar el factor de volumen de aceite y la relación gas disuelto aceite se usó la correlación de Standing.

4.4. Correlación de Omaña (Tabla IX)

Omaña y colaboradores para desarrollar su correlación usaron una tubería transparente para observar el tipo de flujo existente antes y después del

estrangulador. Los fluidos usados fueron agua y gas.

RANGOS DE PRUEBA

Tipo de flujo	Crítico
Presión anterior	$400 \leq P_1 \leq 1000$ (psig)
Presión posterior	$300 \leq P_2 \leq 900$ (pseg)
Diámetro de estr.	$(4/64") \leq D \leq (14/64")$
Gasto de gas	$0 \leq Q_g \leq 7 \times 10^6$ ft ³ /d
Densidad de gas	$\gamma_g = 0.611$ (aire = 1.0)
Gasto de líquido	$0 \leq Q \leq 800$ (bl/d)

En el desarrollo, se emplearon grupos adimensionales, los cuales fueron integrados en una fórmula y para definir sus exponentes y coeficientes, se usó la técnica de regresión múltiple.

5.0 APLICACION DE LAS CORRELACIONES.

Para hacer una comparación entre las correlaciones existentes para flujo a través de estranguladores, se hizo un análisis de 20 pozos en el Distrito de Comalcalco (TABLAS I, II) de los cuales 13 operaban en flujo sub-crítico y 7 en flujo crítico. El resumen de resultados obtenidos se presenta en la Tabla X.

RANGO DE PRUEBAS

Presión anterior	$12.5 \leq P_1 \leq 200$ (kg/cm ²)
Presión posterior	$10.0 \leq P_2 \leq 64$ (kg/cm ²)
Diámetro del Estr.	$15 \leq D \leq 41.275$ (mm)
Relación gas-aceite	$146 \leq R \leq 800$ (m ³ /m ³)
Gasto de aceite	$80.0 \leq Q_o \leq 1611$ (m ³ /D)
Relación agua-aceite	$0.0 \leq w_{or} \leq 0.35$ (fracción);
Densidad de gas	$\gamma_g = 0.75$
Densidad de aceite	$\gamma_o = 0.870$

Trabajos de Campos

1. Se tomaron muestras de aceite en la totalidad de los pozos para determinar densidad de aceite y % de agua.

2. Se registraron las temperaturas antes del estrangulador.

3. Se midió el aceite y gas de cada pozo y a media prueba se tomaron las presiones anterior y posterior.

4. Se calibraron los manómetros utilizados en las pruebas con la balanza de pesos muertos.

5. En el pozo Juspi 1 se instalaron registradores de presión para comprobar la uniformidad del flujo durante la prueba.

6.0 ESTRANGULADORES DE FONDO.

Llevar este nombre genérico por su ubicación en la tubería de producción. Este tipo de equipo puede ser instalado a diferentes profundidades y en diferentes formas, existiendo los que se anidan en un niple de asiento que se introduce junto con la tubería de producción y los que el anclaje se hace en las comisuras de los coples que unen los tubos.

Como una variante de estos existen válvulas de tormenta las que como se indicó en el capítulo 1 son un dispositivo de seguridad usado en los pozos costa-fuera para prevenir un descontrol y que tienen como parte integral un estrangulador.

En este capítulo se analizan las ventajas que puedan tener los estranguladores de fondo sobre los superficiales para el control de presión o gas-to en el pozo. Para sustentar lo anterior es necesario tener presente el comportamiento de los fluidos en la tubería de producción. Se llevó a cabo un análisis variando los principales parámetros que intervienen en el flujo multifásico vertical. La gráfica 10 proporciona un resumen de ello.

A partir de datos medios supuestos se hicieron variar: el diámetro, el gasto de aceite, la relación gas-aceite y las presiones de fondo fluyendo, teniéndose como resultado diferentes perfiles de presión debido a los cambios de gradientes, gráficas (11/24).

Describir cada gráfica sería tedioso así que concentremos nuestra atención en las gráficas 13, 23 y 24.

GRAFICA 13

TP = 4" \emptyset

Q = 100 m³/d

RGA = 200 m³/m³

90 ≤ P ≤ 300 kg/cm²

GRAFICA 23

TP = 4" \emptyset

Q = 500 m³/d

RGA = 200 m³/m³

P₁ = 250 kg/cm²

P₂ = 125 kg/cm²

GRAFICA 24

Muestra tanto el comportamiento del cociente de presiones (superficial a de fondo) como su diferencia para diferentes gastos.

Del comportamiento del flujo vertical analizado se desprenden las siguientes conclusiones:

1. Al reducir la presión de fondo, el gradiente de presión estático disminuye debido a la liberación del gas ocluido en el aceite, así mismo las pérdidas por fricción aumentan. (Graf. 13)
2. Para una TP y gasto de aceite determinados existe una RGA en la que se tiene una pérdida de presión mínima, y para una RGA dada se tiene un gasto con el que la pérdida de presión es mínima. (Graf. 15)

3. En flujo vertical las mayores pérdidas se tienen debido al gradiente estático, siendo significativo el de fricción para altas RGA. (Graf. 16).
4. Con gastos bajos se pueden presentar gradientes altos debido al colgamiento de líquido, lo mismo ocurre para gastos altos donde el factor determinante es la fricción. (Graf. 11).
5. La velocidad de líquido varía poco con la presión, en cambio la velocidad de gas se incrementa al disminuir este parámetro. (Graf. 21).
6. La densidad de mezcla disminuye para decremento en la presión. (Graf. 18).

Tomando en cuenta los incisos anteriores se resume lo siguiente :

Al disminuir la presión en la tubería de producción por efecto del estrangulador de fondo, la expansión del gas ocurrida hace que el gradiente estático disminuya, aumentando el de aceleración. Además se hace notar que en flujo sónico las pérdidas de presión a través del estrangulador de fondo son mayores que en el de superficie, Y se concluye que la reducción en el gradiente estático por efecto de la expansión del gas no compensa el decremento de presión que se tiene al usar el estrangulador de fondo (Fig. 23).

NOMENCLATURA.

A	Area
API	Densidad de aceite
C	Coefficiente de ajuste
D	Diametro del estrangulador (pulg x 64)
Bg	Factor de volumen de gas
Bo	Factor de volumen de aceite
Bw	Factor de volumen de agua
g _c	Aceleración de la gravedad
K	Relación de calores específicos
M	Relación de velocidades ($\frac{\text{mezcla}}{\text{sónica}}$)
P ₁	Presión anterior al estrangulador
P ₂	Presión posterior al estrangulador
P ₁ '	Presión de fondo en la tubería de producción
P ₂ '	Presión superficial en la tubería de producción
Q _o	Gasto de aceite (bl/d)
Q _L	Gasto de líquido (bl/d)
R*	Factor de la ecuación general de los gases
R	Relación gas-aceite (pie ³ /bl)
R _L	Relación gas libre-líquido (pie ³ /bl)
R _s	Relación gas disuelto-aceite (pie ³ /bl)
R _w	Relación gas-líquido (pie ³ /bl)
v*	Velocidad sónica

SIMBOLOS ESPECIALES

δ_g	Densidad relativa de gas (aire = 1.0)
δ_L	Densidad relativa de líquido (agua = 1.0)
δ_o	Densidad relativa de aceite (agua = 1.0)
δ_w	Densidad relativa de agua (agua = 1.0)
ρ_g	Densidad de gas (lb/pie ³)
ρ_o	Densidad de aceite (lb/pie ³)
ρ_L	Densidad de líquido (lb/pie ³)
τ	Tensión superficial.
σ	Variación

R E F E R E N C I A S

- 1 TANGRIN et al 1949
Compresibility effects in two phase flow
J. Applied Phys
- 2 GILBERT W.E. 1954
Flowing and Gas-lift well performance
A.P.I. and P.P.
- 3 ACHONG I. 1961
Revised Beam Performance Formula for lake Maracaibo wells
International report
- 4 POETTMAN F.H. and BECK R.L. 1963
New charts developed to predict Gas-liquid flow through chokes
World Oil
- 5 OMAÑA R. et al 1969
Multiphase flow through chokes
S.P.E. 2682, 44 th. Annual fall Meeting
Denver Colorado
- 6 FORTUNATI F. 1972
Two phase flow through wellhead chokes
S.P.E. 3742, European Spring Meeting
Amsterdam, Netherland
- 7 ASHFORD F. E. 1974
An evaluation of critical multiphase flow performance
through wellhead chokes
J. Pet. tchnology
- 8 ASHFORD-PIERCE 1974
The determinattion of multiphase pressure drops and flow
capacities in down hole safety valves
S.P.E. 5161, presented and S.P.E. annual Fall Meeting
Houston Texas
- 9 The current research proyect
Flow through restrictions (cap. 6)
Tulsa University
- 9' A. ACUÑA R., F. GARAICOCHA P. T. LIMON H. 1976
Flujo Multifásico en Tuberías (76 BM/204)
Subdirección de Explotación I.M.P. México, D.F.

APENDICE A

Correlaciones De :

1.0 Gilbert*, Ros, Baxendell y Achong

$$*Q_L = \frac{P_1 D^c}{a R_L^b} \quad \text{Flujo crítico} \quad \frac{P_1}{P_2} \leq 0.588$$

Autor	a	b	c
GILBERT	10.00	0.546	1.89
ROS	17.40	0.500	2.00
BAXENDEL	9.56	0.546	1.93
ACHONG	3.82	0.650	1.88

2.0. Ashford

$$Q_o = \frac{0.858 C \beta D^2}{\frac{A}{P_1} + 0.56} \times \left(\frac{A + 0.76 P_1}{(B + 0.01353 \gamma_g R)^2 (B + 0.01353 \gamma_g R_s)^{-1}} \right)^{\frac{1}{2}}$$

flujo sónico $\frac{P_1}{P_2} \leq 0.542$

donde : $A = 5.04 \times 10^{-3} T_1 Z_1 (R - R_s)$

$$B = 62.4 (\gamma_o + \gamma_w \cdot \text{WOR})$$

$$\beta = 1 / (B_o \text{ WOR})^{\frac{1}{2}}$$

Standing : $B_o = 0.972 + 0.147 \times 10^{-3} F^{1.175}$

$$F = R_s (\gamma_g / \gamma_o)^{0.5} + 1.25 t$$

$$R_s = \gamma_g \left(\frac{P_1 10^{0.0125 \text{ API}}}{10^{0.00091 t}} \right)^{\frac{1}{0.83}}$$

3.0 Ashford Pierce

$$* Q_o = 8071.5 C D^2 \alpha \beta$$

donde : $\alpha = 1 / (B_o \text{ WOR})^{\frac{1}{2}}$

$$\beta = \frac{\left(\frac{5.04 \left(\frac{k}{k-1} \right) T_1 Z_1 (R - R_s) \left(1 - X^{\frac{k-1}{k}} \right) P_1 (1 - X)}{(62.4 \gamma_o + 13.5 \gamma_g R \text{ WOR})^2} \right)^{\frac{1}{2}}}{(62.4 \gamma_o + 13.5 \gamma_g R_s \text{ WOR})}$$

$$= \frac{1}{5.4} \frac{T_1 Z_1}{P_1} (R - R_s) X^{-1/k}$$

$$K = C_p / C_v$$

$$X = P_2 / P_1$$

4.0 Omaña

$$Q_L = 1.84^{-1} N_q (e/\tau)^{-1.25}$$

donde :

$$N_q = 0.263 N_e^{-3.49} N_p^{3.19} Q_d^{0.657} N_d^{1.8}$$

(R_w y R_s) De "Standing" ($B_w \approx B_o$)

$$N_e = (e_g / e_L)$$

$$e_g = 0.0764 \delta_g B_g^{-1}$$

$$e_L = (62.48 \delta_L + 0.0136 \delta_g R_s) B_w^{-1}$$

$$N_p = 0.0174 P_1 (1/(e_L \tau))^{0.5}$$

$$Q_d = 1 / (1 + (R - R_s) B_g / 5.61 B_w)$$

$$N_d = 120.872 D (e_L / 7)^{\frac{1}{2}}$$

$$B_g = 0.02825 Z_i T_i P_i^{-1}$$

5.0 Velocidad Sónica

5.1 Para un fluido compresible

$$v^* = (g_c dP / d\rho)^{\frac{1}{2}}$$

Se obtiene combinando las ecuaciones de continuidad y de momentos correspondientes:

$$\rho v = (\rho + d\rho) (v^* - dv)$$

$$P A - (P + dP) = \rho A v^* g_c^{-1}$$

5.2 Para un gas real

$$v^* = (n g_c Z R T)^{\frac{1}{2}}$$

$$n = - \frac{v}{P} \left(\frac{\partial P}{\partial v} \right)_s$$

5.3 Para un gas ideal

$$v^* = (K g_c R T)^{\frac{1}{2}}$$

5.4 La relación de presiones, densidades y temperaturas, en un proceso adiabático isoentópicos, está regido por las ecuaciones .

$$P_1/P_2 = (e_1/e_2)^k$$

$$P_1/P_2 = (T_1/T_2)^{k/(k-1)}$$

para $M = v/v^*$ las ecuaciones anteriores quedan :

$$P_2/P_1 = (1 + 0.5 M^2 (k - 1))$$

$$T_2/T_1 = (1 + 0.5 M^2 (k - 1))^{-1}$$

$$e_2/e_1 = (1 + 0.5 M^2 (k - 1))^{-1/(k - 1)}$$

como caso particular si :

$$K = 1.4 \quad M = 1 \quad (\text{Flujo Sónico})$$

$$P^*/P_1 \leq 0.5283$$

$$T^*/T_1 \leq 0.8333$$

$$e^*/e_1 \leq 0.6339$$

5.5. El flujo isentrópico radiabático en una reducción de una variable está dado por la fórmula:

$$dP (1 - M^2) = (g_c A)^{-1} (\rho v^2) dv$$

APENDICE B

Programas de cómputo (T1 - 59)

Correlación de Gilbert, Ros, Baxendell y Achong

Introducción de datos:

- 1 Partición normal (479.59)
Leer tarjetas por ambos lados

Paso	Descripción	Dato	Pulsar	Visor	Memoria
2	-	-	RST, R/S	-	
3	Presión kg/cm^2	P	A	P(psig)	16
4	Diam. (mm)	D	B	D("x64)	17
5	R.G.A. (m^3/m^3)	R_L	C	R(p^3/bl)	18
6	Solución Gilbert	-	A'	$Q'_1(\text{bl/d})$	
7	-	-	R/S	$Q_1(\text{m}^3/\text{d})$	
8	Solución Ros	-	B'	$Q'_2(\text{bl/d})$	
			R/S	$Q_2(\text{m}^3/\text{d})$	
9	Solución Baxendell	-	C'	$Q'_3(\text{bl/d})$	
			R/S	$Q_3(\text{m}^3/\text{d})$	
10	Solución Achong	-	D'	$Q'_4(\text{bl/d})$	
			R/S	$Q_4(\text{m}^3/\text{d})$	

GILBERT, ROS, BAXIENDELL Y ACHONG

000	01	1	057	14	14	114	43	RCL	171	09	9
001	00	0	058	01	1	115	06	06	172	95	=
002	42	STD	059	93	.	116	42	STD	173	91	R/S
003	04	04	060	08	8	117	03	03	174	76	LBL
004	93	.	061	08	8	118	71	SBR	175	18	C'
005	05	5	062	42	STD	119	50	IxI	176	43	RCL
006	04	4	063	15	15	120	91	R/S	177	10	10
007	06	6	064	91	R/S	121	55	+	178	42	STD
008	42	STD	065	76	LBL	122	06	6	179	01	01
009	05	05	066	11	R	123	93	.	180	43	RCL
010	01	1	067	65	x	124	02	2	181	11	11
011	93	.	068	01	1	125	09	9	182	42	STD
012	08	8	069	04	4	126	95	=	183	02	02
013	09	9	070	93	.	127	91	R/S	184	43	RCL
014	42	STD	071	02	2	128	76	LBL	185	12	12
015	06	06	072	02	2	129	17	B'	186	42	STD
016	01	1	073	95	=	130	43	RCL	187	03	03
017	07	7	074	42	STD	131	07	07	188	71	SBR
018	93	.	075	16	16	132	42	STD	189	50	IxI
019	04	4	076	91	R/S	133	01	01	190	91	R/S
020	42	STD	077	76	LBL	134	43	RCL	191	55	+
021	07	07	078	12	B	135	08	08	192	06	6
022	93	.	079	55	+	136	42	STD	193	93	.
023	05	5	080	93	.	137	02	02	194	02	2
024	42	STD	081	03	3	138	43	RCL	195	09	9
025	08	08	082	09	9	139	09	09	196	95	=
026	02	2	083	06	6	140	42	STD	197	91	R/S
027	42	STD	084	08	8	141	03	03	198	76	LBL
028	09	09	085	08	8	142	01	1	199	19	D'
029	09	9	086	07	7	143	04	4	200	43	RCL
030	93	.	087	05	5	144	93	.	201	13	13
031	05	5	088	95	=	145	06	6	202	42	STD
032	06	6	089	42	STD	146	09	9	203	01	01
033	42	STD	090	17	17	147	85	+	204	43	RCL
034	10	10	091	91	R/S	148	43	RCL	205	14	14
035	93	.	092	76	LBL	149	16	16	206	42	STD
036	05	5	093	13	C	150	95	=	207	02	02
037	04	4	094	65	x	151	42	STD	208	43	RCL
038	06	6	095	05	5	152	16	16	209	15	15
039	42	STD	096	93	.	153	71	SBR	210	42	STD
040	11	11	097	06	6	154	50	IxI	211	03	03
041	01	1	098	01	1	155	43	RCL	212	71	SBR
042	93	.	099	04	4	156	16	16	213	50	IxI
043	09	9	100	95	=	157	75	-	214	91	R/S
044	03	3	101	42	STD	158	01	1	215	55	+
045	42	STD	102	18	18	159	04	4	216	06	6
046	12	12	103	91	R/S	160	93	.	217	93	.
047	03	3	104	76	LBL	161	06	6	218	02	2
048	93	.	105	16	R'	162	09	9	219	09	9
049	08	8	106	43	RCL	163	95	=	220	95	=
050	02	2	107	04	04	164	42	STD	221	91	R/S
051	42	STD	108	42	STD	165	16	16	222	76	LBL
052	13	13	109	01	01	166	91	R/S	223	50	IxI
053	93	.	110	43	RCL	167	55	+	224	43	RCL
054	06	6	111	05	05	168	06	6	225	16	16
055	05	5	112	42	STD	169	93	.	226	65	x
056	42	STD	113	02	02	170	02	2	227	43	RCL

228	17	17
229	45	YX
230	43	RCL
231	03	03
232	95	=
233	55	÷
234	43	RCL
235	01	01
236	55	÷
237	43	RCL
238	18	18
239	45	YX
240	43	RCL
241	02	02
242	95	=
243	92	RTN
244	91	R/S
245	81	RST

CORRELACION ASHFORD

(FLUJO CRITICO)

Introducción de datos

1 Con partición normal (479.59)

Leer lados 1 y 2 de la tarjeta

Paso	Descripción	Dato	Pulsar	Visor	Memoria
2	γ_g (aire = 1)	γ_g	B	γ_g	01
3	P (kg/cm ²)	P	R/S	P (psia)	02
4	Temperatura °C	T	R/S	T (°F)	03
5	γ_o (agua = 1)	γ_o	R/S	γ_o	10
6	Rel. gas aceite (m ³ /m ³)	R	R/S	(p ³ /bl)	11
7	Rel. agua aceite (fracción)	WOR	R/S	WOR	19
8	Diam (mm)	D	R/S	D(" x 64)	23
9	Factor ajuste	C	R/S	C	24
10	Inicia cálculos		E ó Rs	q' _o (bl/d)	25
11			R/S	q _o (m ³ /d)	26

ASHFORD

(1 de 3)

000	76	LBL	040	91	R/S	080	01	1	120	95	=
001	12	B	041	42	STD	081	02	2	121	34	FX
002	42	STD	042	19	19	082	05	5	122	65	x
003	01	01	043	91	R/S	083	75	-	123	43	RCL
004	91	R/S	044	55	+	084	93	.	124	13	13
005	85	+	045	93	.	085	00	0	125	85	+
006	01	1	046	03	3	086	00	0	126	01	1
007	93	.	047	09	9	087	00	0	127	93	.
008	00	0	048	06	6	088	09	9	128	02	2
009	03	3	049	08	8	089	01	1	129	05	5
010	03	3	050	08	8	090	65	x	130	65	x
011	95	=	051	07	7	091	43	RCL	131	43	RCL
012	65	x	052	05	5	092	03	03	132	03	03
013	01	1	053	95	=	093	95	=	133	95	=
014	04	4	054	42	STD	094	22	INV	134	45	YX
015	93	.	055	23	23	095	28	LOG	135	01	1
016	02	2	056	91	R/S	096	55	+	136	93	.
017	02	2	057	42	STD	097	01	1	137	01	1
018	95	=	058	24	24	098	08	8	138	07	7
019	42	STD	059	91	R/S	099	65	/x	139	05	5
020	02	02	060	76	LBL	100	43	RCL	140	65	x
021	91	R/S	061	15	E	101	02	02	141	93	.
022	36	PGM	062	01	1	102	95	=	142	00	0
023	25	25	063	04	4	103	45	YX	143	00	0
024	16	A	064	01	1	104	93	.	144	00	0
025	42	STD	065	93	.	105	08	8	145	01	1
026	03	03	066	05	5	106	03	3	146	04	4
027	91	R/S	067	55	-	107	35	1/x	147	07	7
028	42	STD	068	43	RCL	108	95	=	148	85	+
029	10	10	069	10	10	109	65	x	149	93	.
030	91	R/S	070	75	-	110	43	RCL	150	09	9
031	65	x	071	01	1	111	01	01	151	07	7
032	05	5	072	03	3	112	95	=	152	02	2
033	93	.	073	01	1	113	42	STD	153	95	=
034	06	6	074	93	.	114	13	13	154	42	STD
035	01	1	075	05	5	115	43	RCL	155	14	14
036	04	4	076	95	=	116	01	01	156	43	RCL
037	95	=	077	65	x	117	55	+	157	03	03
038	42	STD	078	93	.	118	43	RCL	158	85	+
039	11	11	079	00	0	119	10	10	159	04	4

(2 de 3)

160	06	6	200	05	5	240	04	4	280	93	.
161	00	0	201	54	)	241	06	6	281	04	4
162	95	=	202	95	=	242	65	x	282	02	2
163	42	STD	203	42	STD	243	43	RCL	283	65	x
164	27	27	204	05	05	244	06	06	284	43	RCL
165	53	(	205	43	RCL	245	54	)	285	05	05
166	43	RCL	206	05	05	246	75	-	286	54)
167	02	02	207	23	LNK	247	05	5	287	65	x
168	55	+	208	23	LNK	248	93	.	288	43	RCL
169	53	(	209	65	x	249	09	9	289	04	04
170	06	6	210	93	.	250	95	=	290	55	+
171	09	9	211	03	3	251	42	STD	291	43	RCL
172	00	0	212	03	3	252	07	07	292	07	07
173	75	-	213	07	7	253	43	RCL	293	54)
174	03	3	214	09	9	254	04	04	294	65	x
175	01	1	215	85	+	255	55	+	295	53	(
176	65	x	216	01	1	256	43	RCL	296	43	RCL
177	43	RCL	217	93	.	257	07	07	297	08	08
178	01	01	218	00	0	258	95	=	298	22	INV
179	54	)	219	09	9	259	42	STD	299	23	LNK
180	95	=	220	01	1	260	08	08	300	54)
181	42	STD	221	95	=	261	53	(	301	85	+
182	04	04	222	95	=	262	01	1	302	43	RCL
183	43	RCL	223	42	STD	263	93	.	303	05	05
184	27	27	224	06	06	264	01	1	304	95	=
185	55	+	225	43	RCL	265	85	+	305	42	STD
186	53	(	226	06	06	266	93	.	306	09	09
187	03	3	227	33	X ²	267	02	2	307	43	RCL
188	03	3	228	65	x	268	06	6	308	04	04
189	06	6	229	01	1	269	65	x	309	65	x
190	93	.	230	01	1	270	43	RCL	310	09	9
191	01	1	231	93	.	271	05	05	311	00	0
192	65	x	232	09	9	272	85	+	312	55	+
193	43	RCL	233	95	=	273	53	(	313	43	RCL
194	01	01	234	94	+/-	274	01	1	314	07	07
195	85	+	235	85	+	275	93	.	315	95	=
196	01	1	236	53	(	276	00	0	316	38	SIN
197	05	5	237	02	2	277	04	4	317	45	YK
198	07	7	238	01	1	278	75	-	318	43	RCL
199	93	.	239	93	.	279	01	1	319	09	09

320	65	*	360	04	4	400	43	RCL	440	93	.
321	53	(	361	65	*	401	01	01	441	08	8
322	43	RCL	362	53	(	402	65	*	442	05	5
323	06	06	363	43	RCL	403	43	RCL	443	08	8
324	75	-	364	10	10	404	13	13	444	65	*
325	01	1	365	85	+	405	54	)	445	43	RCL
326	54	)	366	01	1	406	65	*	446	24	24
327	95	=	367	93	.	407	53	(	447	65	*
328	85	+	368	00	0	408	43	RCL	448	43	RCL
329	01	1	369	01	1	409	15	15	449	17	17
330	95	=	370	65	*	410	85	+	450	65	*
331	42	STD	371	43	RCL	411	93	.	451	43	RCL
332	18	18	372	19	19	412	07	7	452	23	23
333	54	)	373	54	)	413	06	6	453	33	X²
334	93	.	374	95	=	414	65	*	454	55	+
335	00	0	375	42	STD	415	43	RCL	455	53	(
336	00	0	376	16	16	416	02	02	456	43	RCL
337	05	5	377	53	(	417	54	)	457	15	15
338	00	0	378	43	RCL	418	55	+	458	55	+
339	04	4	379	14	14	419	53	(	459	43	RCL
340	65	*	380	85	+	420	43	RCL	460	02	D2
341	43	RCL	381	43	RCL	421	16	16	461	85	+
342	27	27	382	19	19	422	85	+	462	93	.
343	65	*	383	54	)	423	93	.	463	05	5
344	43	RCL	384	34	FX	424	00	0	464	06	6
345	18	18	385	35	1/X	425	01	1	465	54)
346	65	*	386	95	=	426	03	3	466	95	=
347	53	(	387	42	STD	427	05	5	467	42	STD
348	43	RCL	388	17	17	428	03	3	468	25	25
349	11	11	389	53	(	429	65	*	469	91	R/S
350	75	-	390	43	RCL	430	43	RCL	470	55	+
351	43	RCL	391	16	16	431	01	01	471	06	6
352	13	13	392	85	+	432	65	*	472	93	.
353	54	)	393	93	.	433	43	RCL	473	02	2
354	95	=	394	00	0	434	11	11	474	09	9
355	42	STD	395	01	1	435	54	)	475	95	=
356	15	15	396	03	3	436	33	X²	476	42	STD
357	06	6	397	05	5	437	95	=	477	26	26
358	02	2	398	03	3	438	34	FX	478	91	R/S
359	93	.	399	65	*	439	65	*	479	00	0

CORRELACION ASHFORD - PIERCE

Introducción de datos

1	Partición	719.29
	Leer los lados	1, 2 y 3 de tarjetas

Paso	Descripción	Dato	Pulsar	Visor	Memoria
2	Dens. de gas (aire = 1)	γ_g	B	γ_g	01
3	Presión anterior (kg/cm ²)	P ₁	R/S	(Psig)	02
4	Temperatura °C	T	R/S	(° F)	03
5	Dens. de aceite	γ_o	R/S	γ_o	10
6	R.G.A. (m ³ /m ³)	R	R/S	(p ³ /bl)	11
7	Pres. poster (kg/cm ²)	P ₂	R/S	(Psig)	16
8	Rel. Agua Aceite (Frac)	WOR	R/S	WOR	19
*9	Diam. de Estr. (mm)	D	R/S	d("x64)	23
10	Fac. de ajuste	C	R/S	C	
11	Inicia cálculo	-	E o R/S	q' _o (bl/d)	26
12			R/S	q _o (m ³ /d)	-

* Se introduce d en 64 000 pulg., y la fórmula lo usa "den pulg."

ASHFORD- PIERCE

(1 de 3)

000	76	LBL	047	96	.	094	95	=	141	42	STU
001	25	CLR	048	03	3	095	42	STD	142	09	09
002	53	(	049	03	3	096	08	08	143	43	RCL
003	43	RCL	050	07	7	097	53	(	144	04	04
004	02	02	051	09	9	098	01	1	145	65	x
005	55	+	052	85	+	099	93	.	146	09	9
006	53	(	053	01	1	100	01	1	147	00	0
007	06	6	054	93	.	101	85	+	148	55	+
008	09	9	055	00	0	102	93	.	149	43	RCL
009	00	0	056	09	9	103	02	2	150	07	07
010	75	-	057	01	1	104	06	6	151	95	=
011	03	3	058	95	=	105	65	x	152	38	SIN
012	01	1	059	42	STD	106	43	RCL	153	45	YX
013	65	x	060	06	06	107	05	05	154	43	RCL
014	43	RCL	061	43	RCL	108	85	+	155	09	09
015	01	01	062	06	06	109	53	(	156	65	x
016	54	)	063	33	X ²	110	01	1	157	53	(
017	95	=	064	65	x	111	93	.	158	43	RCL
018	42	STD	065	01	1	112	00	0	159	06	06
019	04	04	066	01	1	113	04	4	160	75	-
020	43	RCL	067	93	.	114	75	-	161	01	1
021	27	27	068	09	9	115	01	1	162	54)
022	55	+	069	95	=	116	93	.	163	95	=
023	53	(	070	94	+/-	117	04	4	164	85	+
024	03	3	071	85	+	118	02	2	165	01	1
025	03	3	072	53	(	119	65	x	166	95	=
026	06	6	073	02	2	120	43	RCL	167	42	STD
027	93	.	074	01	1	121	05	05	168	18	18
028	01	1	075	93	.	122	54	)	169	54)
029	65	x	076	04	4	123	65	x	170	92	RTN
030	43	RCL	077	06	6	124	43	RCL	171	76	LBL
031	01	01	078	65	x	125	04	04	172	15	E
032	85	+	079	43	RCL	126	55	+	173	01	1
033	01	1	080	06	06	127	43	RCL	174	04	4
034	05	5	081	54	)	128	07	07	175	01	1
035	07	7	082	75	-	129	54	)	176	93	.
036	93	.	083	05	5	130	65	x	177	05	5
037	05	5	084	93	.	131	53	(	178	55	+
038	54	)	085	09	9	132	43	RCL	179	43	RCL
039	95	=	086	95	=	133	08	08	180	10	10
040	42	STD	087	42	STD	134	22	INV	181	75	-
041	05	05	088	07	07	135	23	LNx	182	01	1
042	43	RCL	089	43	RCL	136	54	)	183	03	3
043	05	05	090	04	04	137	55	+	184	01	1
044	23	LNx	091	55	+	138	43	RCL	185	93	.
045	23	LNx	092	43	RCL	139	05	05	186	05	5
046	65	x	093	07	07	140	95	=	187	95	=

188	65	x	235	95	=	282	01	1	329	06	6
189	93	.	236	34	IX	283	75	-	330	02	2
190	00	0	237	65	x	284	53	(	331	93	.
191	01	1	238	43	RCL	285	43	RCL	332	04	4
192	02	2	239	13	13	286	16	16	333	65	x
193	05	5	240	85	+	287	55	+	334	43	RCL
194	75	-	241	01	1	288	43	RCL	335	10	10
195	93	.	242	93	.	289	02	02	336	85	+
196	00	0	243	02	2	290	54	)	337	06	6
197	00	0	244	05	5	291	45	YX	338	07	7
198	00	0	245	65	x	292	93	.	339	65	x
199	09	9	246	43	RCL	293	02	2	340	43	RCL
200	01	1	247	03	03	294	01	1	341	19	19
201	65	x	248	95	=	295	06	6	342	95	=
202	43	RCL	249	45	YX	296	95	=	343	42	STD
203	03	03	250	01	1	297	65	x	344	26	26
204	95	=	251	93	.	298	53	(	345	85	+
205	22	INV	252	01	1	299	43	RCL	346	93	.
206	28	LOG	253	07	7	300	11	11	347	00	0
207	55	+	254	05	5	301	75	-	348	01	1
208	01	1	255	65	x	302	43	RCL	349	03	3
209	08	8	256	93	.	303	13	13	350	05	5
210	95	=	257	00	0	304	54	)	351	03	3
211	45	YX	258	00	0	305	65	x	352	65	x
212	93	.	259	00	0	306	43	RCL	353	43	RCL
213	08	8	260	01	1	307	18	18	354	01	01
214	03	3	261	04	4	308	65	x	355	65	x
215	35	1/X	262	07	7	309	43	RCL	356	43	RCL
216	65	x	263	85	+	310	27	27	357	11	11
217	43	RCL	264	93	.	311	65	x	358	95	=
218	01	01	265	09	9	312	93	.	359	33	X2
219	65	x	266	07	7	313	00	0	360	42	STD
220	43	RCL	267	02	2	314	02	2	361	20	20
221	02	02	268	95	=	315	03	3	362	43	RCL
222	45	YX	269	42	STD	316	03	3	363	26	26
223	93	.	270	14	14	317	07	7	364	85	+
224	08	8	271	43	RCL	318	85	+	365	93	.
225	03	3	272	03	03	319	53	(	366	00	0
226	35	1/X	273	85	+	320	43	RCL	367	01	1
227	95	=	274	04	4	321	02	02	368	03	3
228	42	STD	275	06	6	322	75	-	369	05	5
229	13	13	276	00	0	323	43	RCL	370	03	3
230	43	RCL	277	95	=	324	16	16	371	65	x
231	01	01	278	42	STD	325	54	)	372	43	RCL
232	55	+	279	27	27	326	95	=	373	01	01
233	43	RCL	280	71	SBR	327	42	STD	374	65	x
234	10	10	281	25	CLR	328	17	17	375	43	RCL

376	13	13	422	45	YX	468	07	7	514	04	4
377	95	=	423	93	.	469	01	1	515	95	=
378	35	1/X	424	07	7	470	93	.	516	42	STD
379	65	x	425	08	8	471	05	5	517	11	11
380	43	RCL	426	04	4	472	95	=	518	91	R/S
381	20	20	427	54	)	473	42	STD	519	85	+
382	95	=	428	95	=	474	25	25	520	01	1
383	35	1/X	429	85	+	475	91	R/S	521	93	.
384	65	x	430	01	1	476	55	+	522	00	0
385	43	RCL	431	95	=	477	06	6	523	03	3
386	17	17	432	35	1/X	478	93	.	524	03	3
387	95	=	433	65	x	479	02	2	525	95	=
388	34	FX	434	43	RCL	480	08	8	526	65	x
389	42	STD	435	21	21	481	03	3	527	01	1
390	21	21	436	95	=	482	02	2	528	04	4
391	43	RCL	437	42	STD	483	95	=	529	93	.
392	11	11	438	22	22	484	91	R/S	530	02	2
393	75	-	439	65	x	485	76	LBL	531	02	2
394	43	RCL	440	53	(	486	12	B	532	95	=
395	13	13	441	53	(	487	42	STD	533	42	STD
396	95	=	442	43	RCL	488	01	01	534	16	16
397	65	x	443	23	23	489	91	R/S	535	91	R/S
398	43	RCL	444	55	+	490	65	x	536	42	STD
399	18	18	445	06	6	491	01	1	537	19	19
400	65	x	446	04	4	492	04	4	538	91	R/S
401	43	RCL	447	54	)	493	93	.	539	55	+
402	27	27	448	33	X²	494	02	2	540	93	.
403	55	+	449	54	)	495	02	2	541	03	3
404	43	RCL	450	65	x	496	95	=	542	09	9
405	02	02	451	43	RCL	497	42	STD	543	06	6
406	65	x	452	24	24	498	02	02	544	08	8
407	93	.	453	55	+	499	91	R/S	545	08	8
408	00	0	454	53	(	500	36	PGM	546	95	=
409	00	0	455	53	(	501	25	25	547	42	STD
410	05	5	456	43	RCL	502	16	A'	548	23	23
411	00	0	457	14	14	503	42	STD	549	91	R/S
412	04	4	458	85	+	504	03	03	550	42	STD
413	55	+	459	43	RCL	505	91	R/S	551	24	24
414	53	(	460	19	19	506	42	STD	552	91	R/S
415	53	(	461	54	)	507	10	10	553	61	GTO
416	43	RCL	462	34	FX	508	91	R/S	554	15	E
417	16	16	463	54	)	509	65	x	555	91	R/S
418	55	+	464	95	=	510	05	5	556	00	0
419	43	RCL	465	65	x	511	93	.	557	00	0
420	02	02	466	08	8	512	06	6	558	00	0
421	54	)	467	00	0	513	01	1	559	00	0

CORRELACION DE OMAÑA

Introducción de datos

1 Partición 639.39

Leer los lados 1, 2 y 3 de la tarjeta

Paso	Descripción	Dato	Pulsar	Visor	Memoria
2	Dens. de gas (aire = 1.0)	γ_g	B	γ_g	01
3	Pres. anterior (kg/cm ²)	P_i	R/S	(Psia)	02
4	Temperatura °C	t	R/S	(°F)	03
5	Dens. aceite (Agua = 1.0)	γ_o	R/S	γ_o	10
6	R.G.A. (m ³ /m ³)	R	R/S	(p ³ /bl)	11
7	Tens. Superf. (Dina-cm)	γ	R/S	γ	19
8	Diámetro (mm)	D	R/S	D(" x 64)	23
9	Fac. Ajuste	C	R/S	C	24
10	Inicia cálculos	-	E ó R/S	q' o (bl/d)	
11		-	R/S	q o (m ³ /d)	

OMAÑA

(1 de 3)

000	76	LBL	045	91	R/S	090	09	9	135	95	=
001	12	B	046	55	+	091	01	1	136	45	YX
002	42	STD	047	93	.	092	65	x	137	01	1
003	01	01	048	03	3	093	43	RCL	138	93	.
004	91	R/S	049	09	9	094	03	03	139	01	1
005	65	x	050	06	6	095	95	=	140	07	7
006	01	1	051	08	8	096	22	INV	141	05	5
007	04	4	052	08	8	097	28	LDG	142	65	x
008	93	.	053	07	7	098	55	+	143	93	.
009	02	2	054	05	5	099	01	1	144	00	0
010	02	2	055	95	=	100	08	8	145	00	0
011	95	=	056	42	STD	101	65	x	146	00	0
012	42	STD	057	23	23	102	43	RCL	147	01	1
013	02	02	058	91	R/S	103	02	02	148	04	4
014	85	+	059	42	STD	104	95	=	149	07	7
015	01	1	060	24	24	105	45	YX	150	85	+
016	04	4	061	91	R/S	106	93	.	151	93	.
017	93	.	062	76	LBL	107	08	8	152	09	9
018	06	6	063	15	E	108	03	3	153	07	7
019	09	9	064	01	1	109	35	1/X	154	02	2
020	95	=	065	04	4	110	95	=	155	95	=
021	42	STD	066	01	1	111	65	x	156	42	STD
022	12	12	067	93	.	112	43	RCL	157	14	14
023	91	R/S	068	05	5	113	01	01	158	43	RCL
024	36	PGM	069	55	+	114	95	=	159	03	03
025	25	25	070	43	RCL	115	42	STD	160	85	+
026	16	H'	071	10	10	116	13	13	161	04	4
027	42	STD	072	75	-	117	43	RCL	162	06	6
028	03	03	073	01	1	118	01	01	163	00	0
029	91	R/S	074	03	3	119	55	+	164	95	=
030	42	STD	075	01	1	120	43	RCL	165	42	STD
031	10	10	076	93	.	121	10	10	166	27	27
032	91	R/S	077	05	5	122	95	=	167	53	(
033	65	x	078	95	=	123	34	FX	168	43	RCL
034	05	5	079	65	x	124	65	x	169	12	12
035	93	.	080	93	.	125	43	RCL	170	55	+
036	06	6	081	00	0	126	13	13	171	53	(
037	01	1	082	01	1	127	85	+	172	06	6
038	04	4	083	02	2	128	01	1	173	09	9
039	95	=	084	05	5	129	93	.	174	00	0
040	42	STD	085	75	-	130	02	2	175	75	-
041	11	11	086	93	.	131	05	5	176	03	3
042	91	R/S	087	00	0	132	65	x	177	01	1
043	42	STD	088	00	0	133	43	RCL	178	65	x
044	19	19	089	00	0	134	03	03	179	43	RCL

180	01	01	225	42	STD	270	06	6	315	43	RCL
181	54	)	226	06	06	271	65	x	316	07	07
182	95	=	227	43	RCL	272	43	RCL	317	95	=
183	42	STD	228	06	06	273	05	05	318	38	SIN
184	04	04	229	33	X ²	274	85	+	319	45	Y ^x
185	43	RCL	230	65	x	275	53	(	320	43	RCL
186	27	27	231	01	1	276	01	1	321	09	09
187	55	+	232	01	1	277	93	.	322	65	x
188	53	(	233	93	.	278	00	0	323	53	(
189	03	3	234	09	9	279	04	4	324	43	RCL
190	03	3	235	95	=	280	75	-	325	06	06
191	06	6	236	94	+/-	281	01	1	326	75	-
192	93	.	237	85	+	282	93	.	327	01	1
193	01	1	238	53	(	283	04	4	328	54)
194	65	x	239	02	2	284	02	2	329	95	=
195	43	RCL	240	01	1	285	65	x	330	85	+
196	01	01	241	93	.	286	43	RCL	331	01	1
197	85	+	242	04	4	287	05	05	332	95	=
198	01	1	243	06	6	288	54	)	333	42	STD
199	05	5	244	65	x	289	65	x	334	18	18
200	07	7	245	43	RCL	290	43	RCL	335	53	(
201	93	.	246	06	06	291	04	04	336	06	6
202	05	5	247	54	)	292	55	+	337	02	2
203	54	)	248	75	-	293	43	RCL	338	93	.
204	95	=	249	05	5	294	07	07	339	04	4
205	42	STD	250	93	.	295	54	)	340	65	x
206	05	05	251	09	9	296	65	x	341	43	RCL
207	43	RCL	252	95	=	297	53	(	342	10	10
208	05	05	253	42	STD	298	43	RCL	343	85	+
209	23	LNx	254	07	07	299	08	08	344	93	.
210	23	LNx	255	43	RCL	300	22	INV	345	00	0
211	65	x	256	04	04	301	23	LNx	346	01	1
212	93	.	257	55	+	302	54	)	347	03	3
213	03	3	258	43	RCL	303	85	+	348	06	6
214	03	3	259	07	07	304	43	RCL	349	65	x
215	07	7	260	95	=	305	05	05	350	43	RCL
216	09	9	261	42	STD	306	95	=	351	13	13
217	85	+	262	08	08	307	42	STD	352	65	x
218	01	1	263	53	(	308	09	09	353	43	RCL
219	93	.	264	01	1	309	43	RCL	354	01	01
220	00	0	265	93	.	310	04	04	355	55	+
221	09	9	266	01	1	311	65	x	356	43	RCL
222	01	1	267	85	+	312	09	9	357	14	14
223	95	=	268	93	.	313	00	0	358	95	=
224	95	=	269	02	2	314	55	+	359	42	STD

360	15	15	405	42	STD	450	85	+	495	02	2
361	43	RCL	406	25	25	451	01	1	496	05	5
362	27	27	407	43	RCL	452	95	=	497	65	x
363	65	x	408	15	15	453	35	1/X	498	01	1
364	43	RCL	409	65	x	454	45	YX	499	93	.
365	18	18	410	43	RCL	455	93	.	500	08	8
366	65	x	411	19	19	456	06	6	501	04	4
367	93	:	412	95	=	457	05	5	502	95	=
368	00	0	413	34	FX	458	07	7	503	35	1/X
369	02	2	414	35	1/X	459	95	=	504	65	x
370	08	8	415	65	x	460	42	STD	505	93	.
371	02	2	416	43	RCL	461	28	28	506	02	2
372	05	5	417	12	12	462	43	RCL	507	06	6
373	55	+	418	65	x	463	15	15	508	03	3
374	43	RCL	419	93	.	464	55	+	509	65	x
375	12	12	420	00	0	465	43	RCL	510	43	RCL
376	95	=	421	01	1	466	19	19	511	25	25
377	42	STD	422	07	7	467	95	=	512	65	x
378	16	16	423	04	4	468	34	FX	513	43	RCL
379	35	1/X	424	95	=	469	65	x	514	26	26
380	65	x	425	45	YX	470	43	RCL	515	65	x
381	43	RCL	426	03	3	471	23	23	516	43	RCL
382	01	01	427	93	.	472	65	x	517	28	28
383	65	x	428	01	1	473	93	.	518	65	x
384	93	.	429	09	9	474	01	1	519	43	RCL
385	00	0	430	95	=	475	03	3	520	29	29
386	07	7	431	42	STD	476	04	4	521	65	x
387	06	6	432	26	26	477	07	7	522	43	RCL
388	04	4	433	43	RCL	478	95	=	523	24	24
389	95	=	434	11	11	479	45	YX	524	95	=
390	42	STD	435	75	-	480	01	1	525	42	STD
391	17	17	436	43	RCL	481	93	.	526	20	20
392	43	RCL	437	13	13	482	08	8	527	91	R/S
393	17	17	438	95	=	483	95	=	528	55	+
394	55	+	439	65	x	484	42	STD	529	06	6
395	43	RCL	440	43	RCL	485	29	29	530	93	.
396	15	15	441	16	16	486	43	RCL	531	02	2
397	95	=	442	55	-	487	15	15	532	09	9
398	45	YX	443	05	5	488	55	+	533	95	=
399	03	3	444	93	.	489	43	RCL	534	91	R/S
400	93	.	445	06	6	490	19	19	535	00	0
401	04	4	446	01	1	491	95	=	536	00	0
402	09	9	447	55	+	492	45	YX	537	00	0
403	95	=	448	43	RCL	493	01	1	538	00	0
404	35	1/X	449	14	14	494	93	.	539	00	0

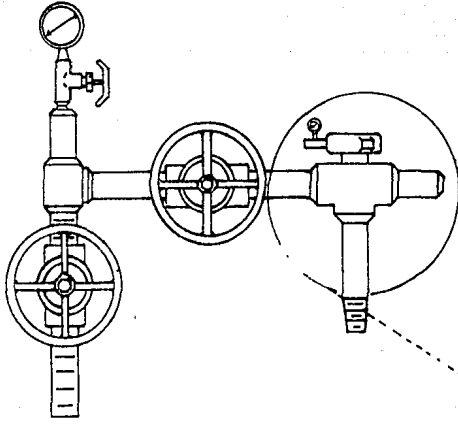


FIG. 1-A.- INSTALACIONES SUPERFICIALES DE UN POZO PRODUCTOR DE ACEITE.

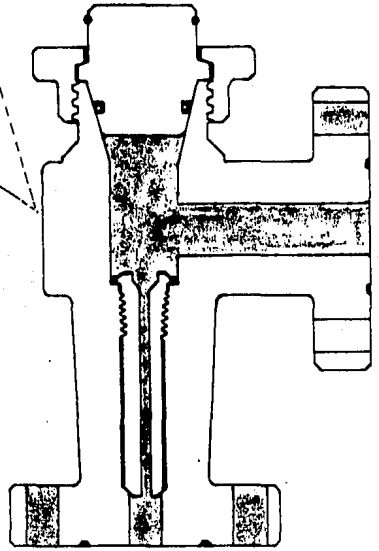


FIG. 1-B.- PORTAESTRANGULADOR Y ESTRANGULADOR DE DIAMETRO FIJO.

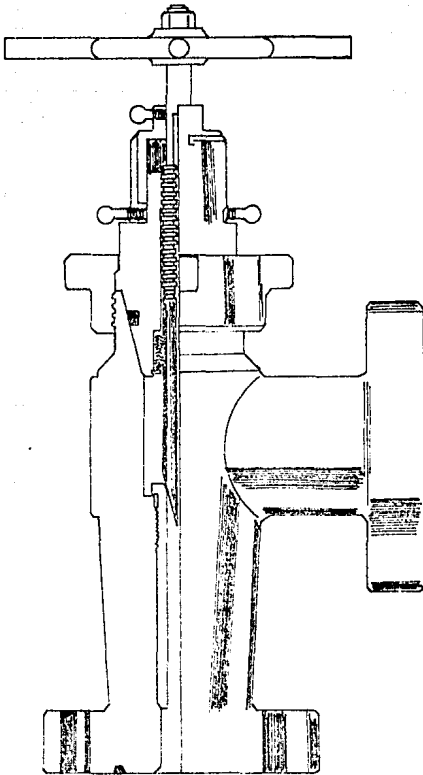


FIG. 1-C.- ESTRANGULADOR DE DIAMETRO VARIABLE.

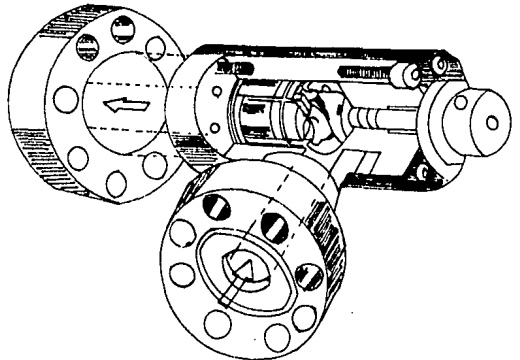


FIG. 1-C.- ESTRANGULADOR DE DIAMETRO VARIABLE.

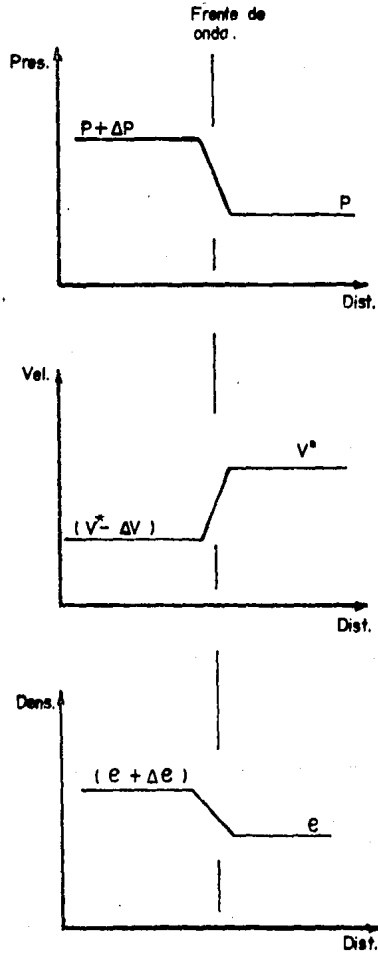
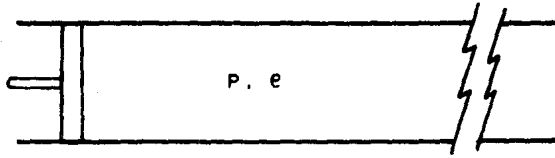
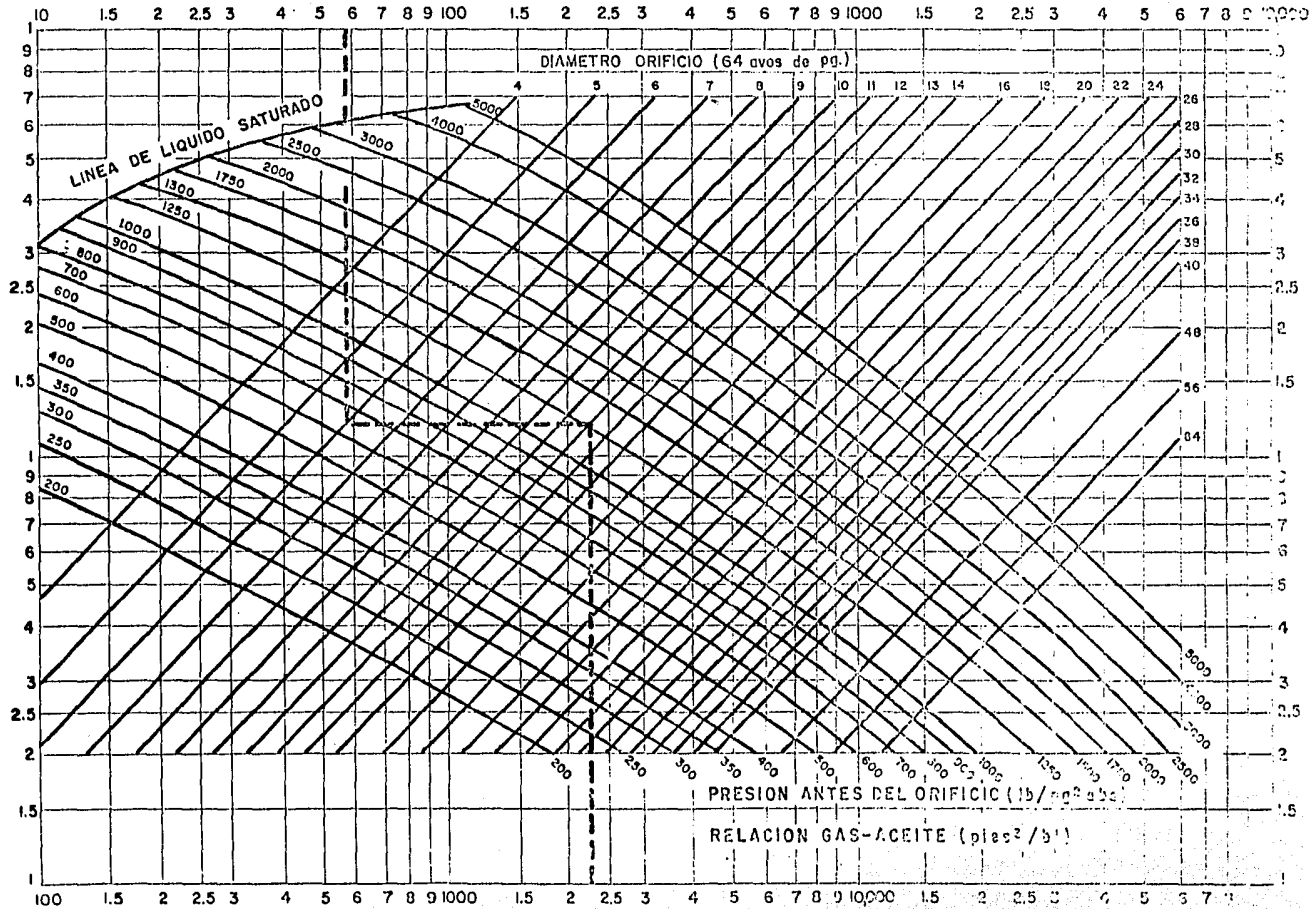


FIG. 2.- COMPORTAMIENTO DE VELOCIDAD DE ONDA .

GASTO (bl/día)

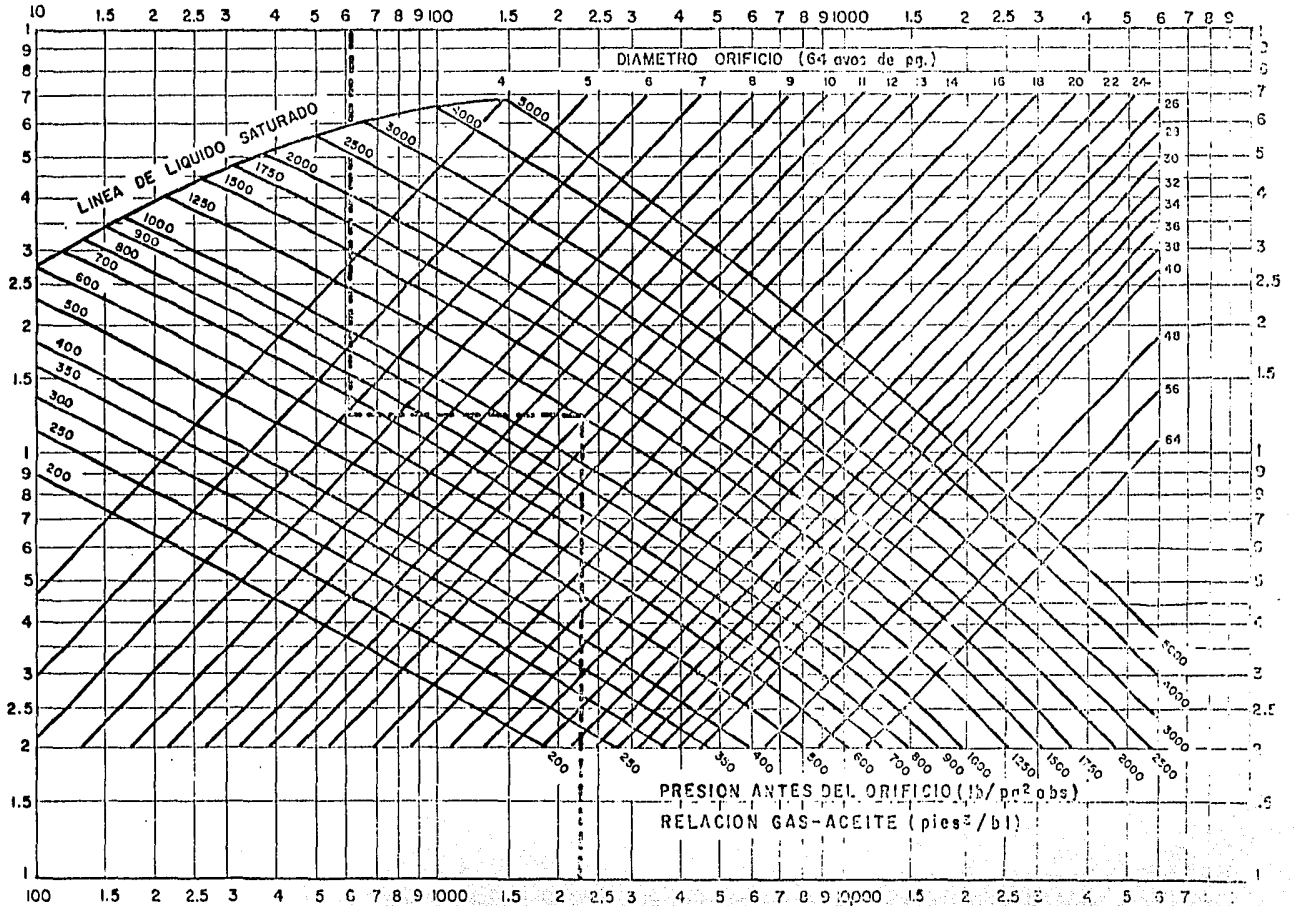


GRAFICA 1

45

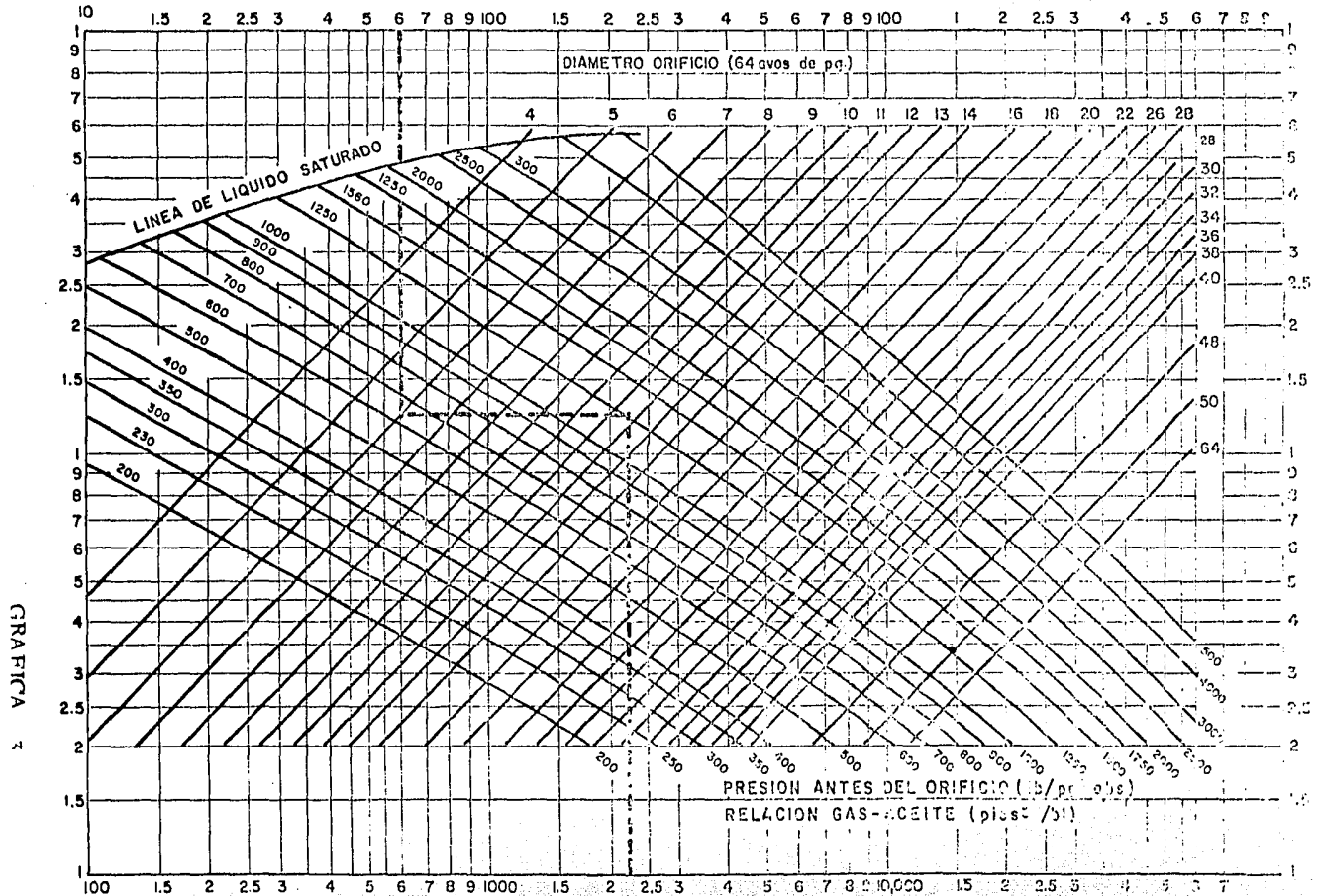
- FLUJO MULTIFASICO EN ORIFICIOS, DENSIDAD DEL ACEITE 20° API

GASTO (bl/día)

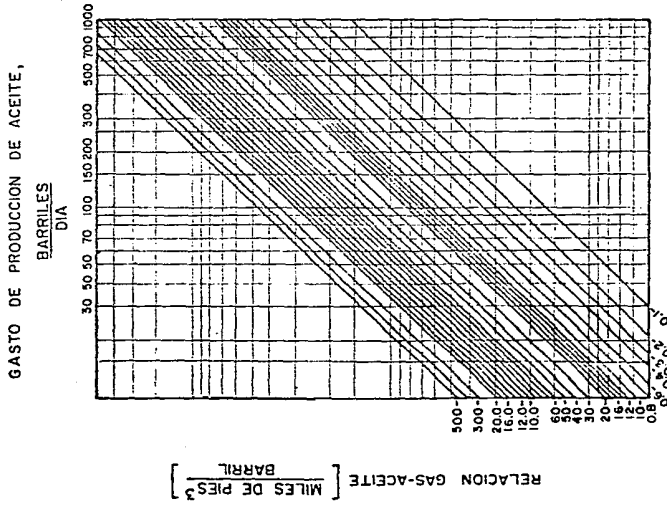
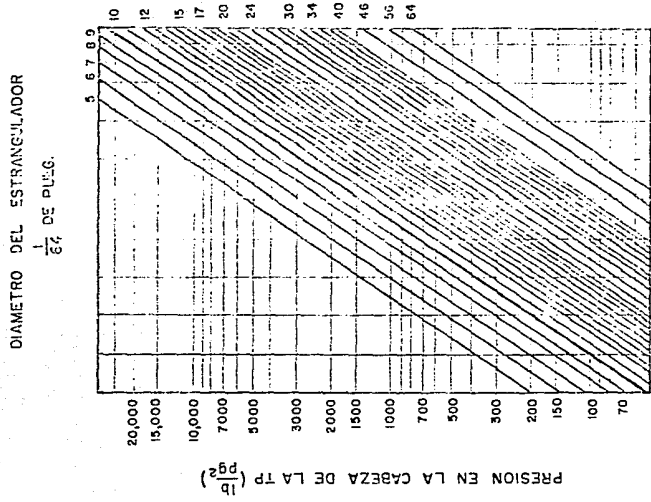


- FLUJO MULTIFASICO EN ORIFICIOS, DENSIDAD DEL ACEITE 30° API

GASTO (bl/día)

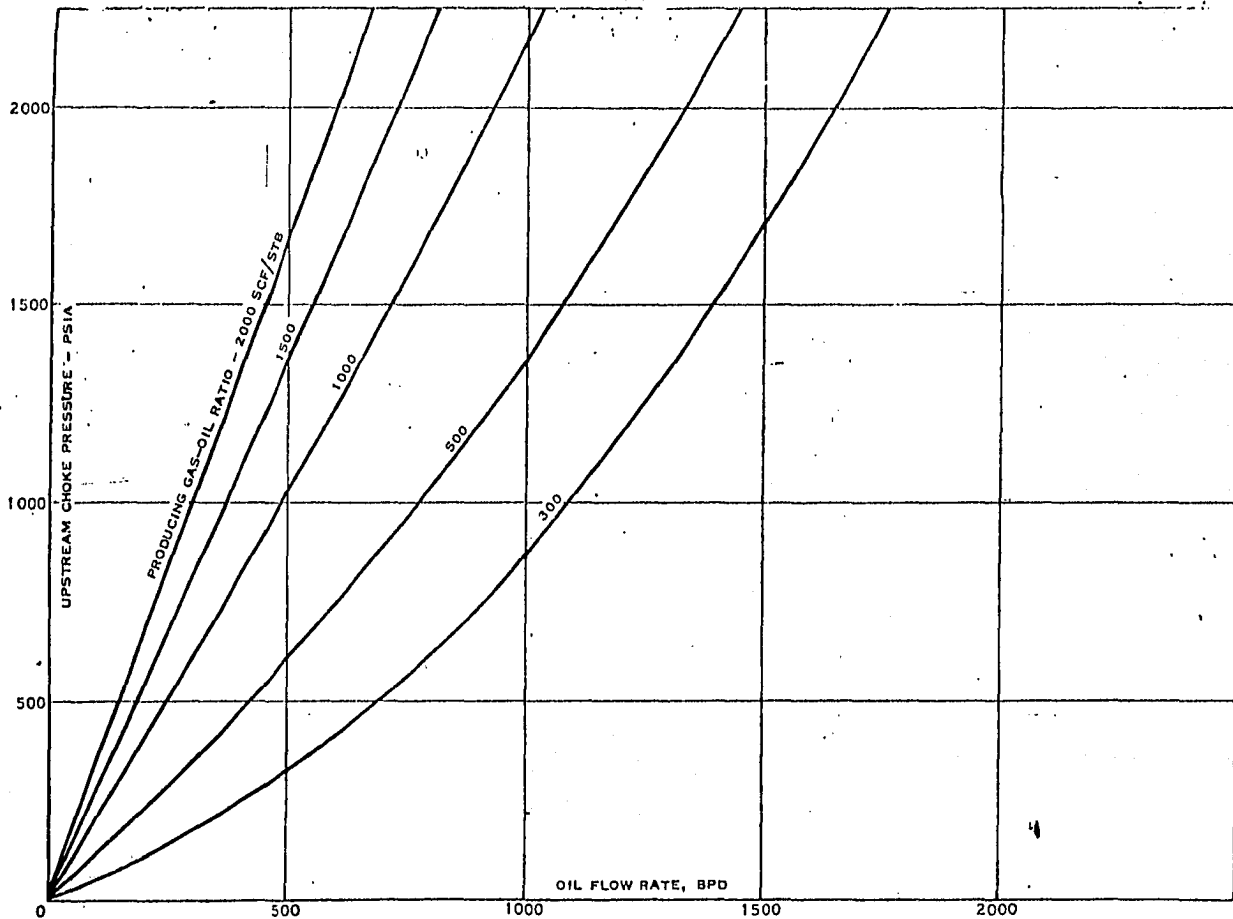


FLUJO MULTIFASICO EN ORIFICIOS, DENSIDAD DEL ACEITE 40° API

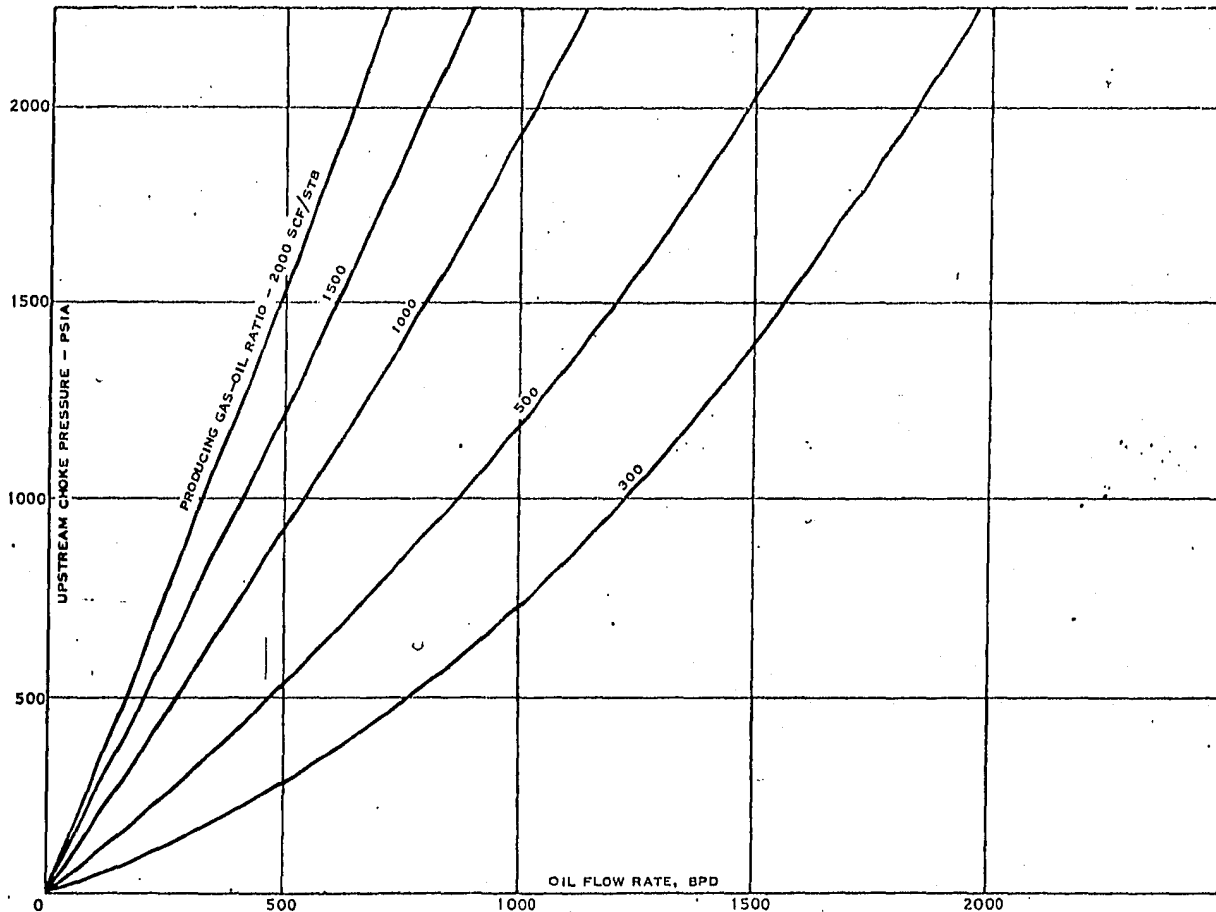


GRAFICA DEL COMPORTAMIENTO DEL ESTRANGULADOR (2)
(Segun Gilbert)

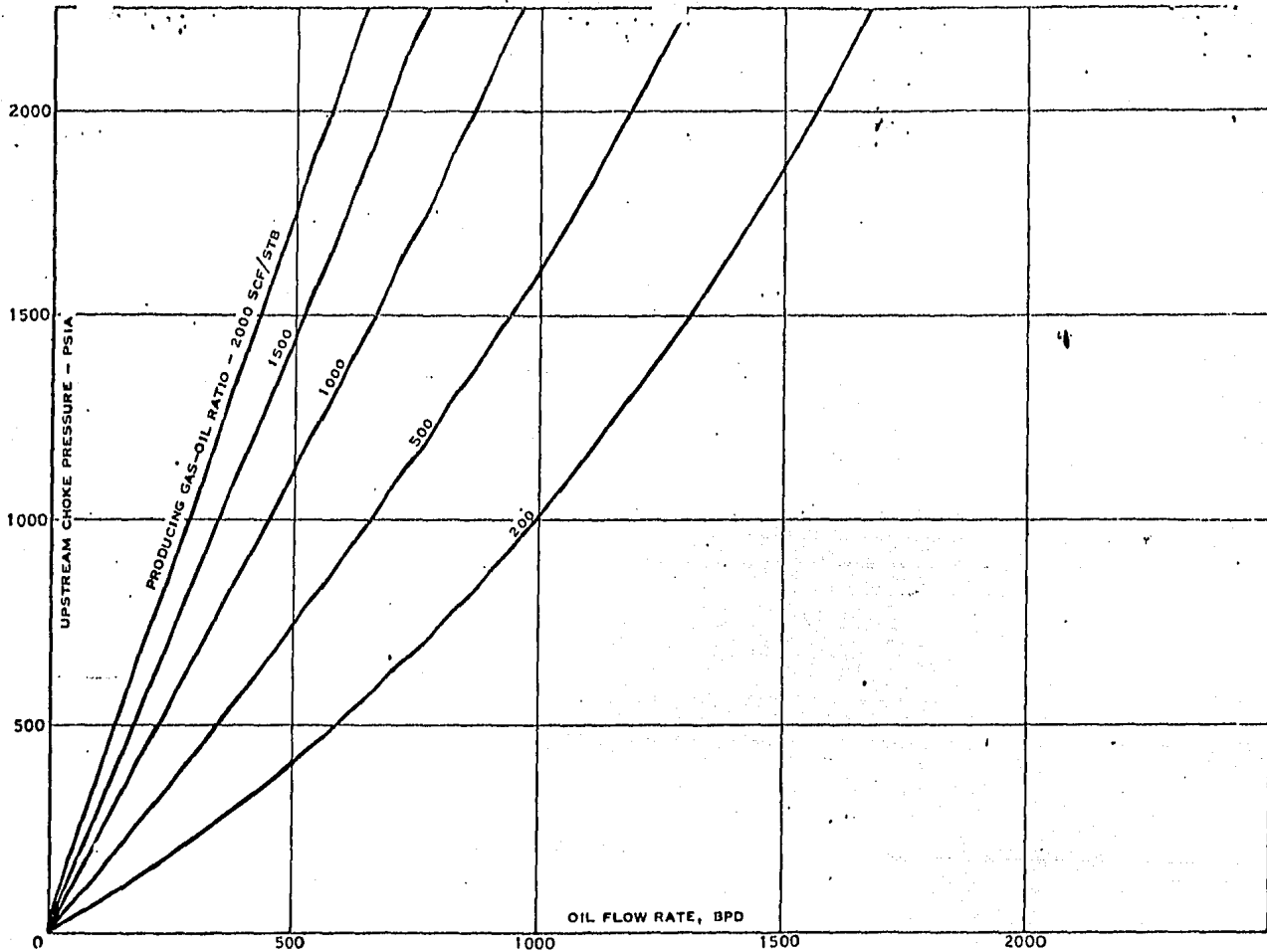
GRAFICA 5.



- Critical multi-phase choke capacities for a 16/64-in. choke (solution gas-oil ratio, 250 SCF/STB, water-oil ratio, .111).

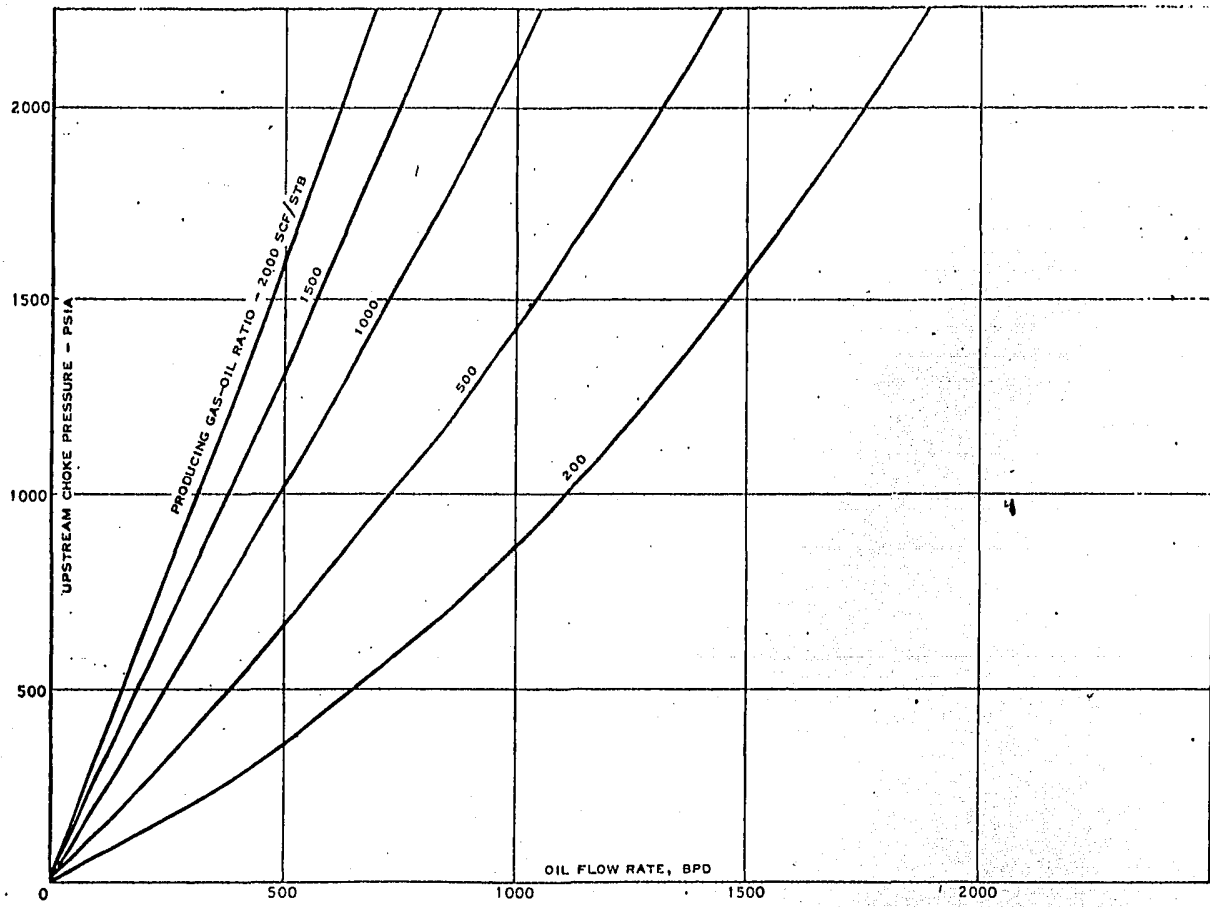


Critical multi-phase choke capacities for a 16/64-in. choke (solution gas-oil ratio, 250 SCF/STB, water-oil ratio, 0).

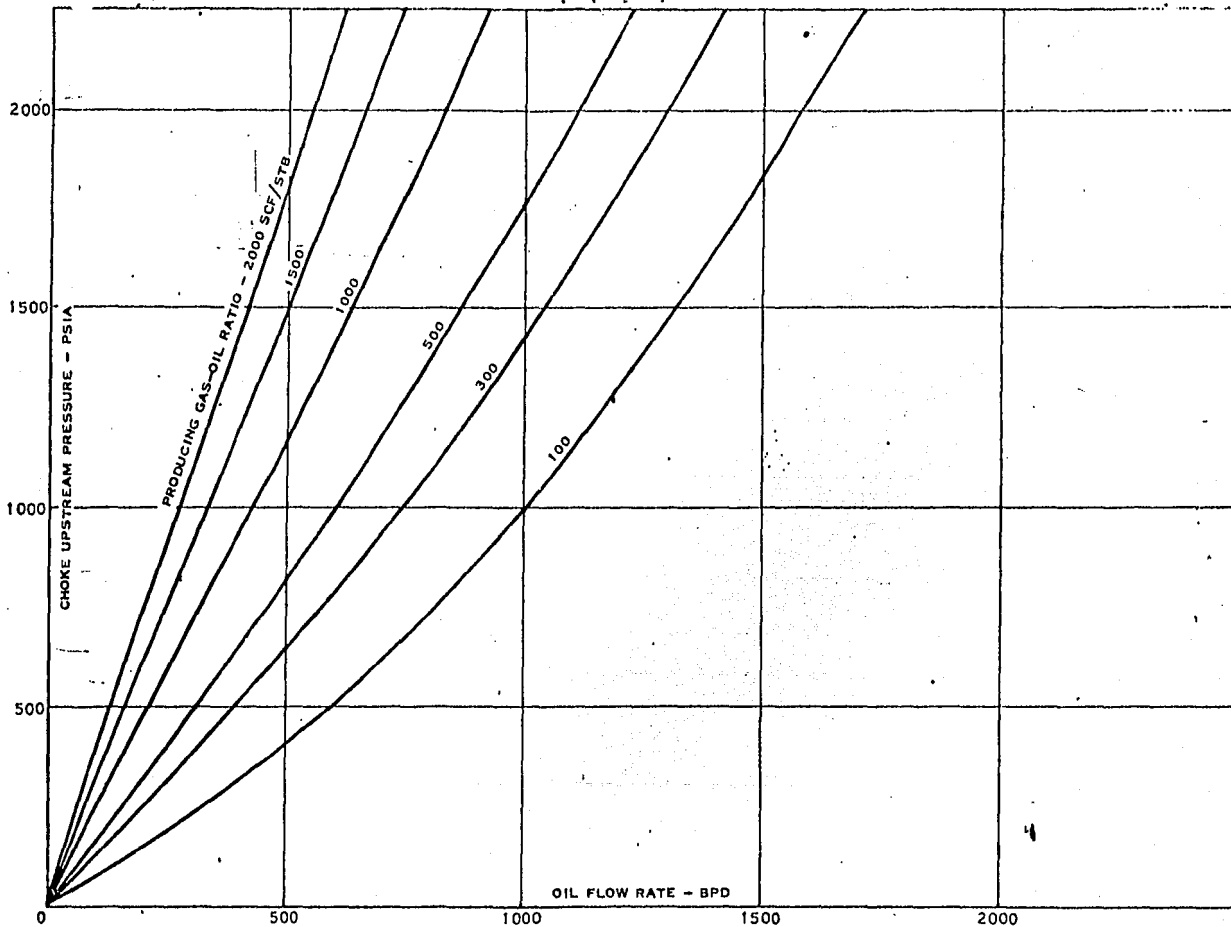


- Critical multi-phase choke capacities for a 16/64-in. choke (solution gas-oil ratio, 100 SCF/STB, water-oil ratio, .111).

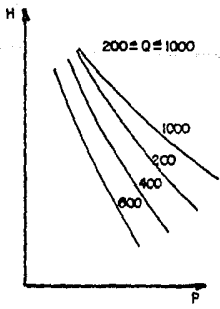
GRAFICA 8



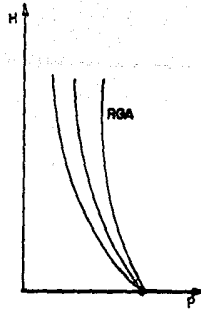
- Critical multi-phase choke capacities for a 16/64-in. choke (solution gas-oil ratio 200 SCF/STB, water-oil ratio 0)



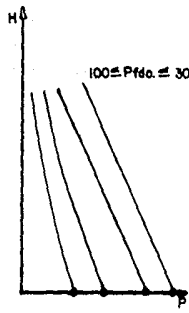
- Critical multi-phase choke capacities for a 16/64-in. choke (solution gas-oil ratio, 0, water-oil ratio, .111).



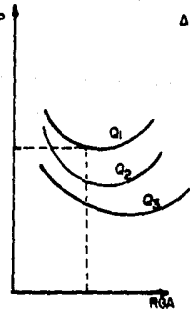
11



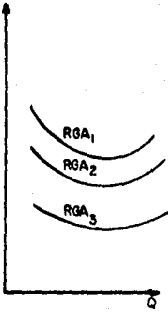
12



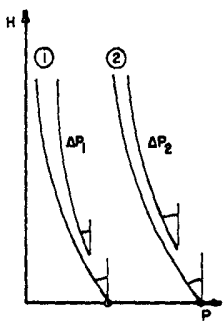
13



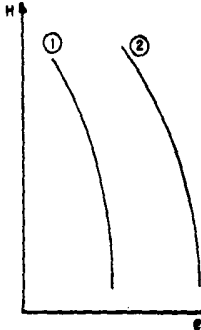
14



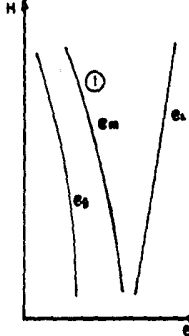
15



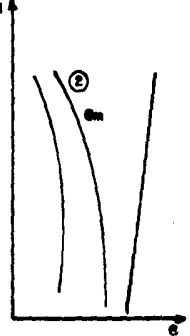
16



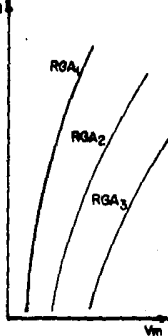
17



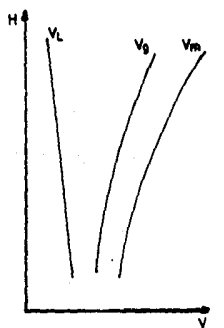
18



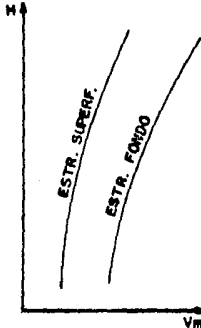
19



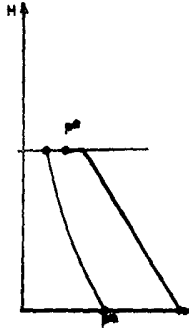
20



21



22



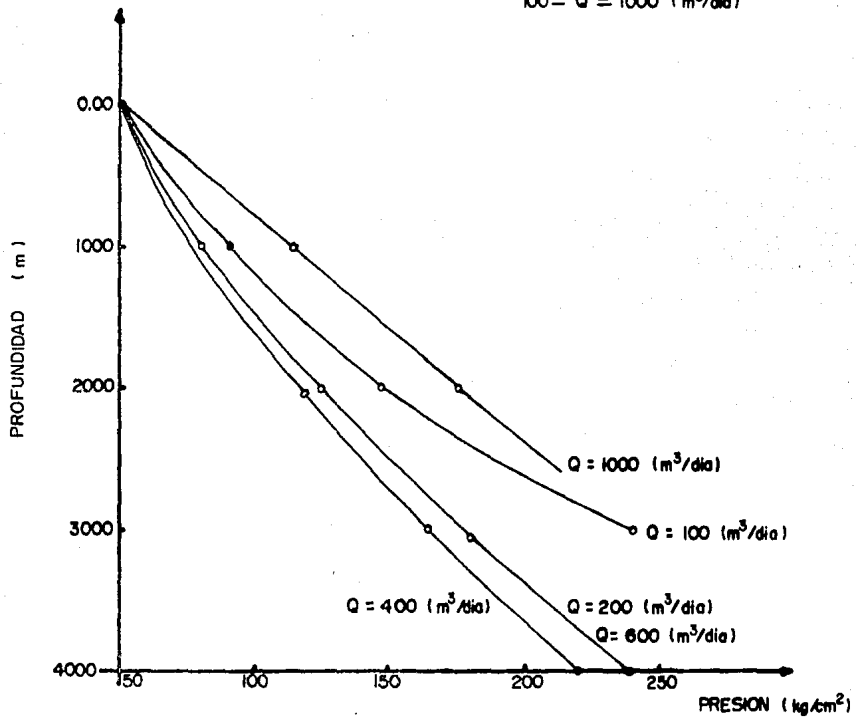
23



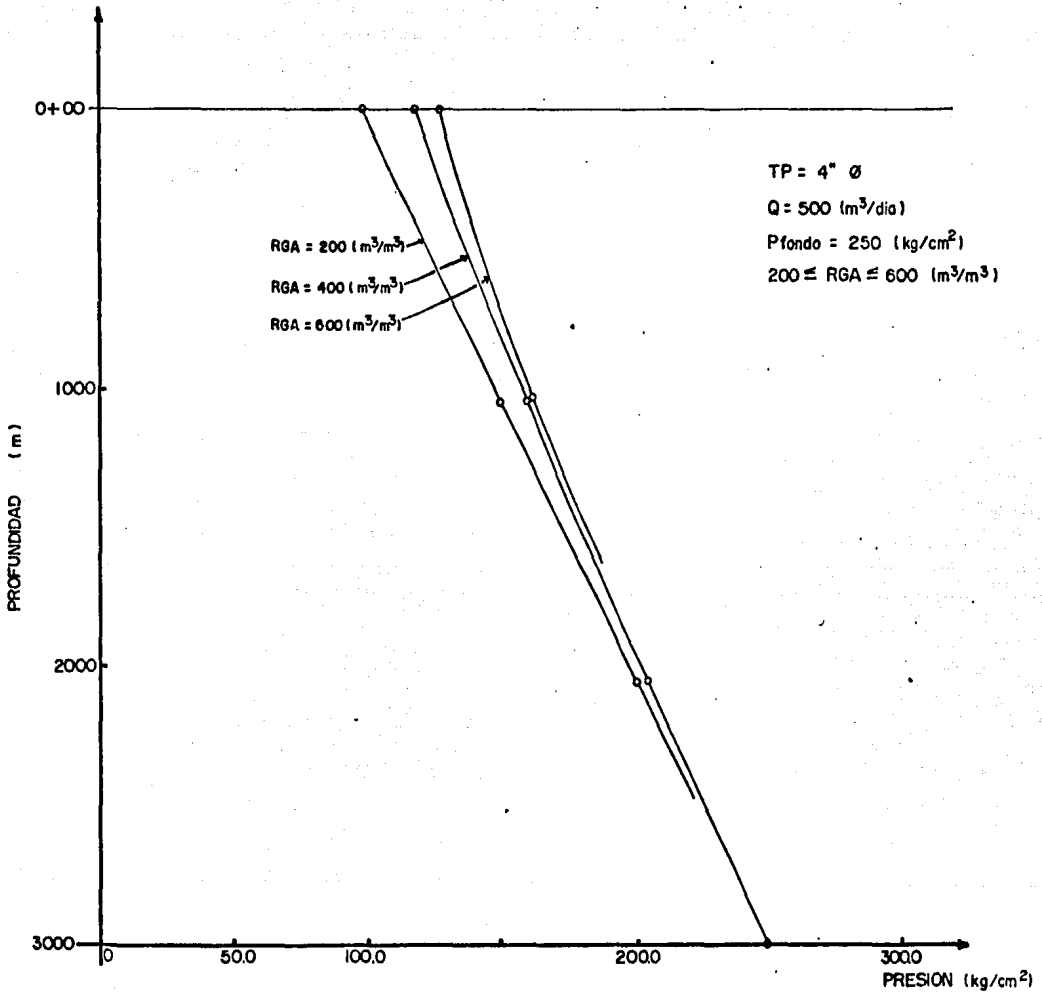
24

COMPENDIO DE LAS GRAFICAS (II / 24)

TP = 4" Ø
P_{sup.} = 50 (kg/cm²)
RGA = 200 (m³/m³)
100 ≤ Q ≤ 1000 (m³/dia)



PRESION VS. PROFUNDIDAD



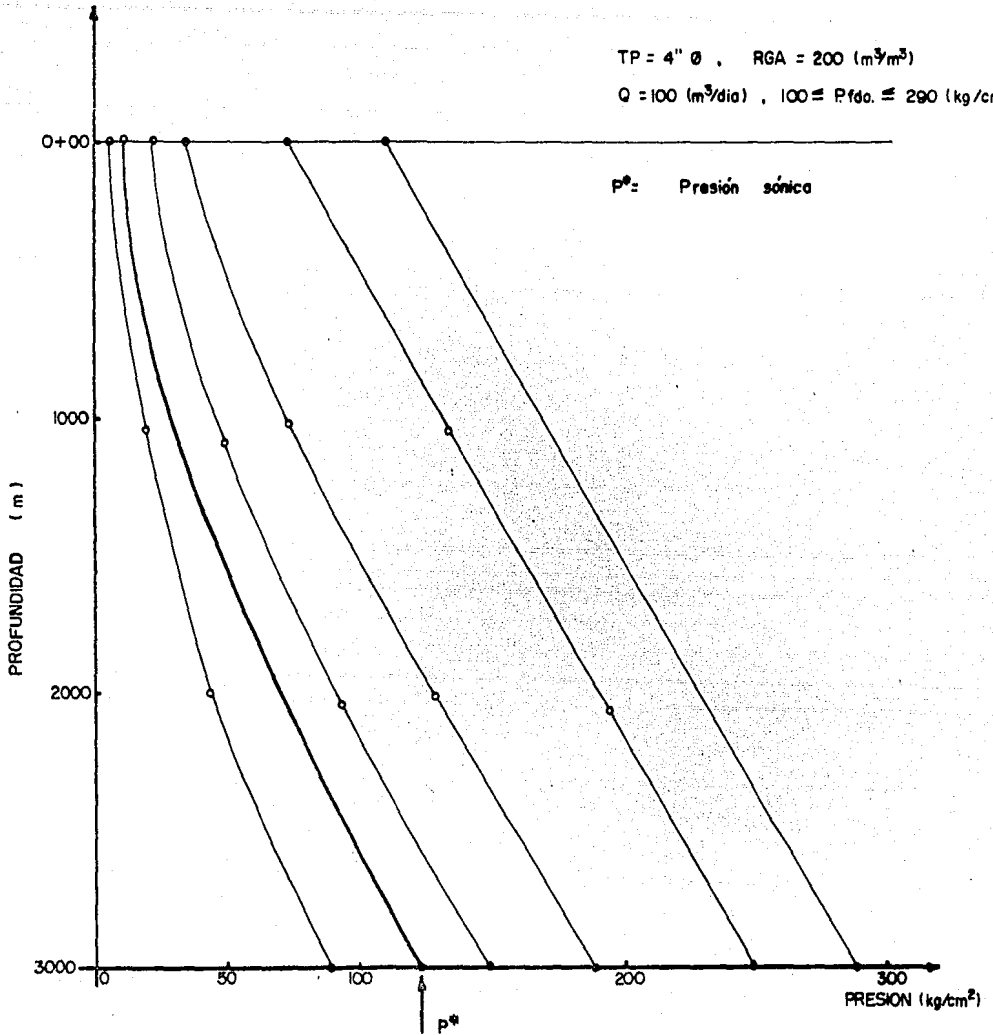
PRESION VS. PROFUNDIDAD

GRAFICA 12

TP = 4" Ø , RGA = 200 (m³/m³)

Q = 100 (m³/día) , 100 ≤ P_{fdo.} ≤ 290 (kg/cm²)

P* = Presión sónica

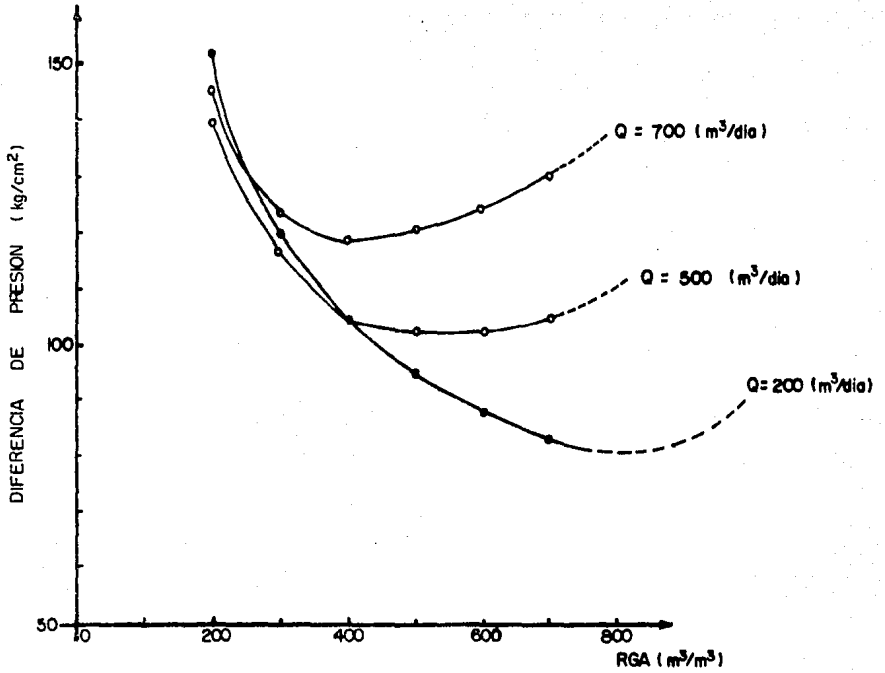


PRESION VS. PROFUNDIDAD

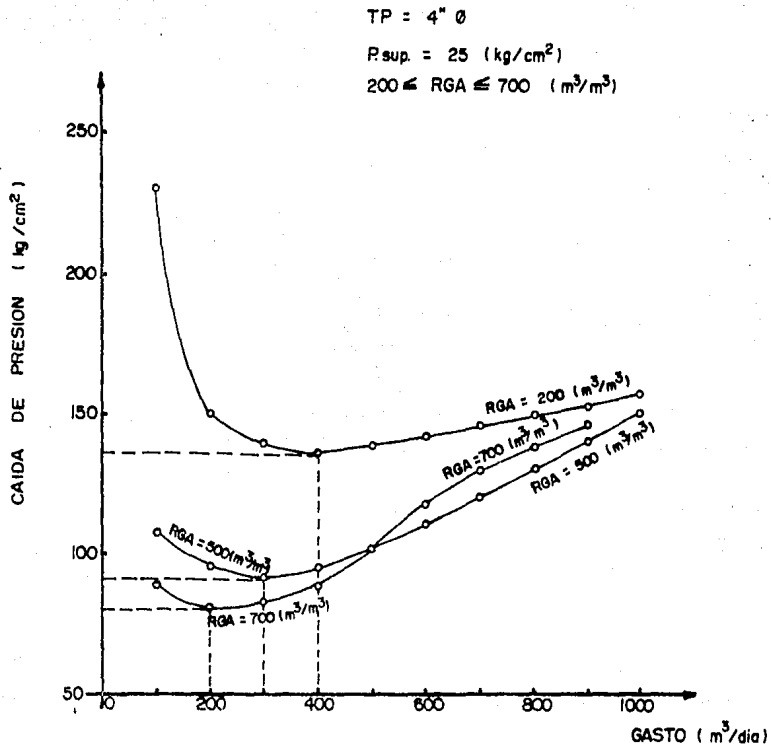
TP = 4"Ø

Q (200, 500, 700) m³/día

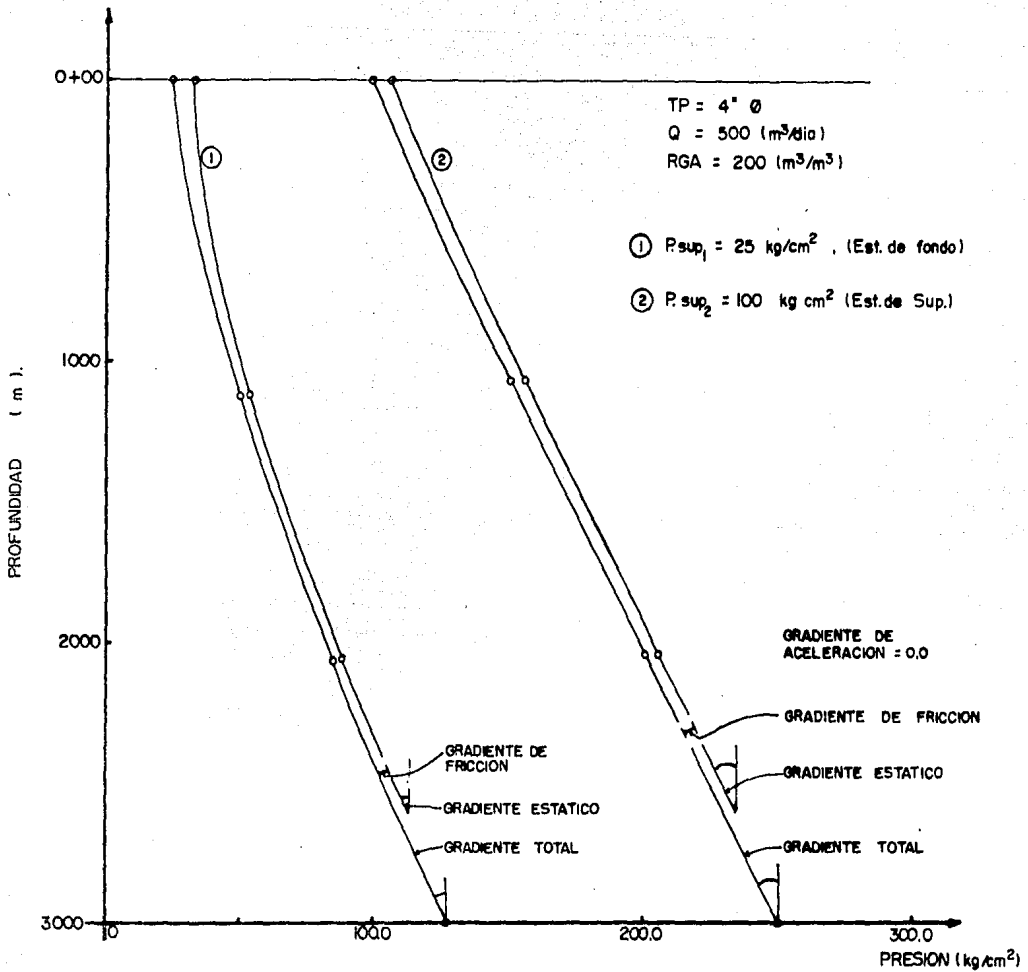
P_{sup.} = 25 (kg/cm²)



DIFERENCIA DE PRESIONES VS. REL. GAS ACEITE



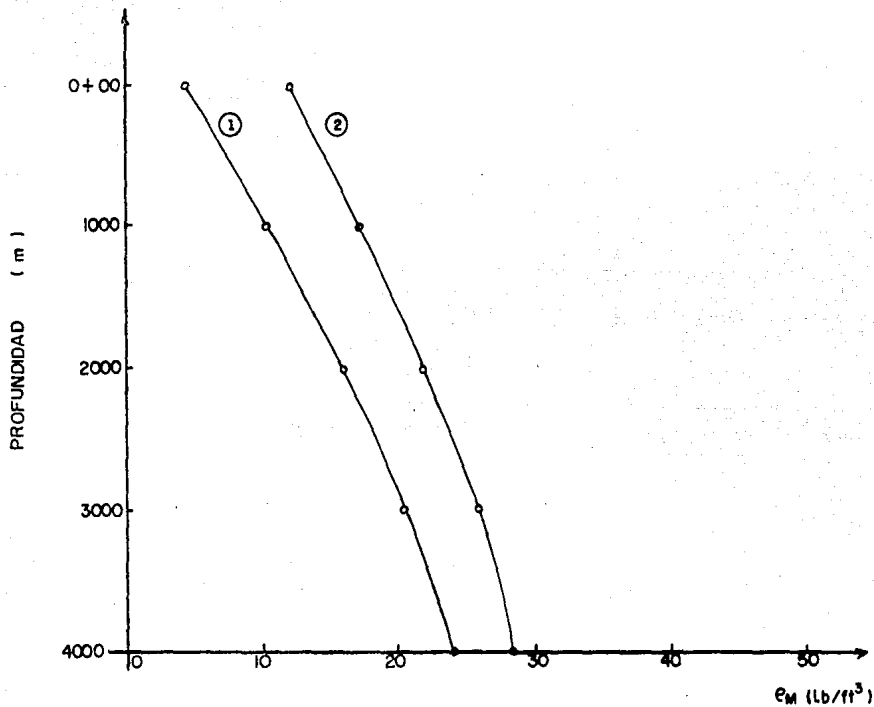
DIFERENCIA DE PRESION VS. GASTO



PRESION VS. PROFUNDIDAD (gradients).

TP = 4" \emptyset
 Q = 500 (m³/día)
 RGA = 200 (m³/m³)

- ① P_{sup.} = 25 (kg/cm²) Est. de fondo.
 ② P_{sup.} = 50 (kg/cm²) Est. de superficie



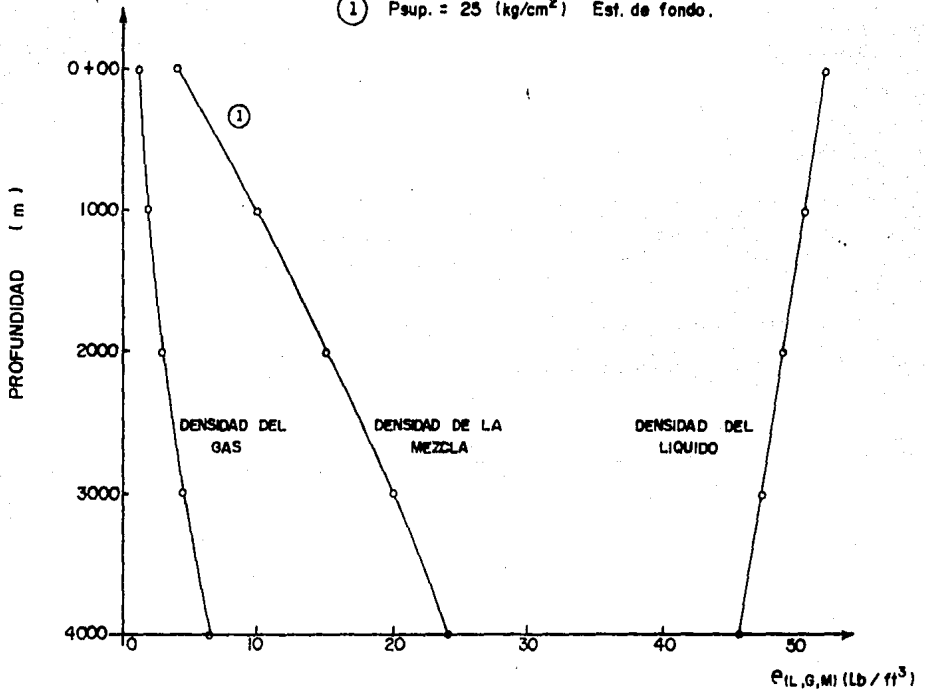
DENSIDAD DE MEZCLA VS. PROFUNDIDAD

TP = 4" Ø

Q = 500 (m³/día)

RGA = 200 (m³/m³)

① P_{sup.} = 25 (kg/cm²) Est. de fondo.



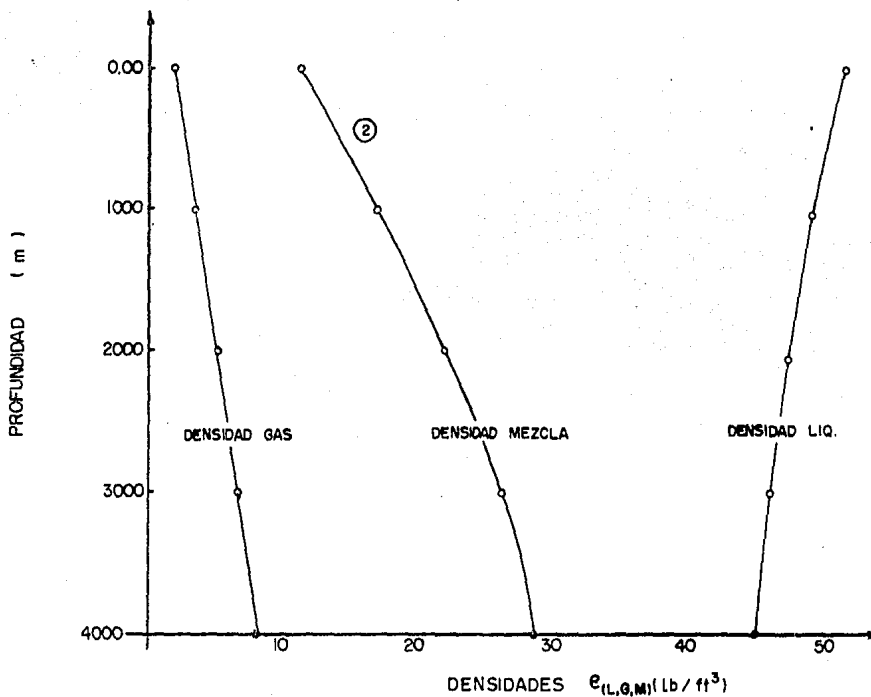
DENSIDAD VS. PROFUNDIDAD

TP = 4" \emptyset

Q = 500 (m³/día)

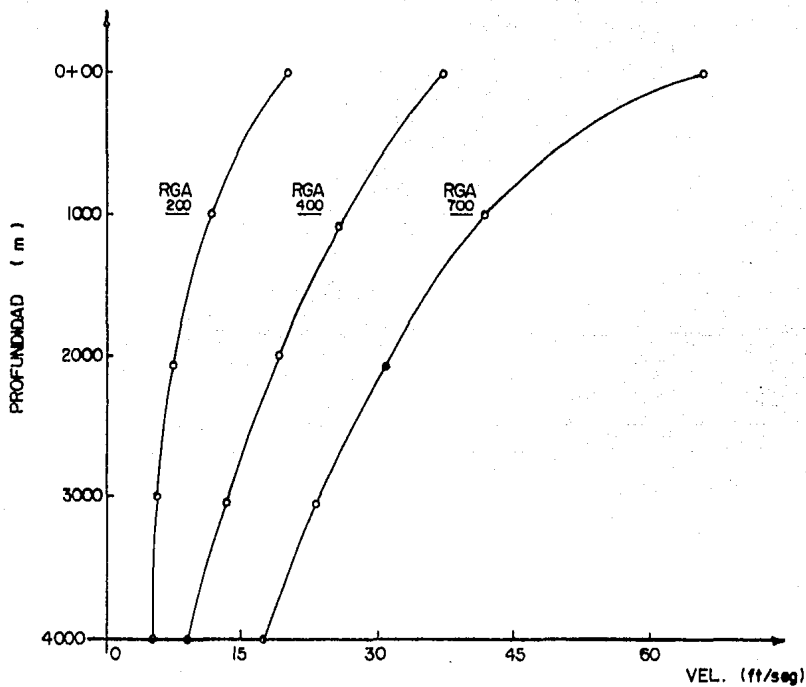
RGA = 200 (m³/m³)

P_{sup.} = 100 kg/cm² (Est. de superficie)



DENSIDAD VS. PROFUNDIDAD

$TP = 4'' \text{ } \emptyset$
 $Q = 500 \text{ (m}^3/\text{dia)}$
 $200 \leq RGA \leq 700 \text{ (m}^3/\text{m}^3)$
 $P_{sup.} = 50 \text{ (kg/cm}^2)$



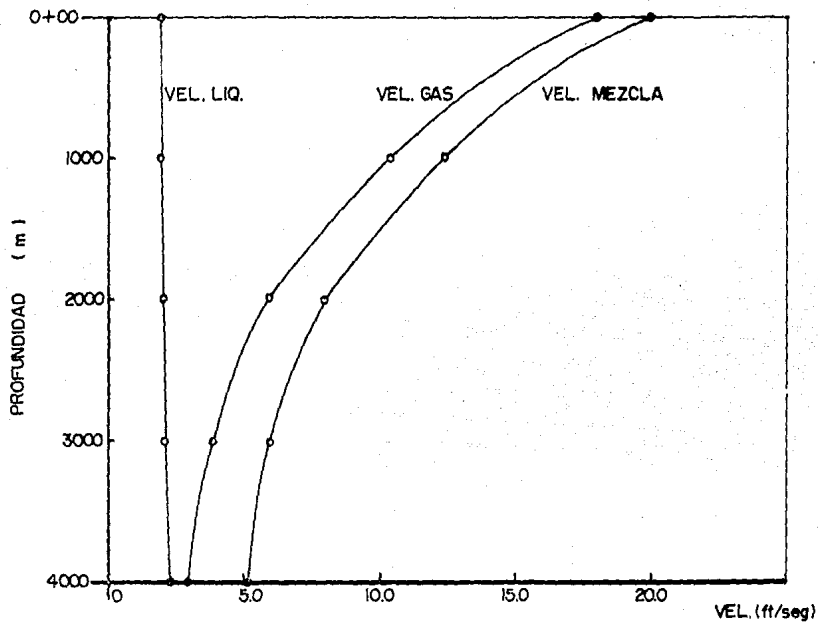
VELOCIDAD DE MEZCLA VS. PROFUNDIDAD

TP = 4" Ø

GASTO = 500 (m³/dia)

RGA = 200 (m³/m³)

Psup. = 25 (kg/cm²)



VELOCIDADES VS. PROFUNDIDAD

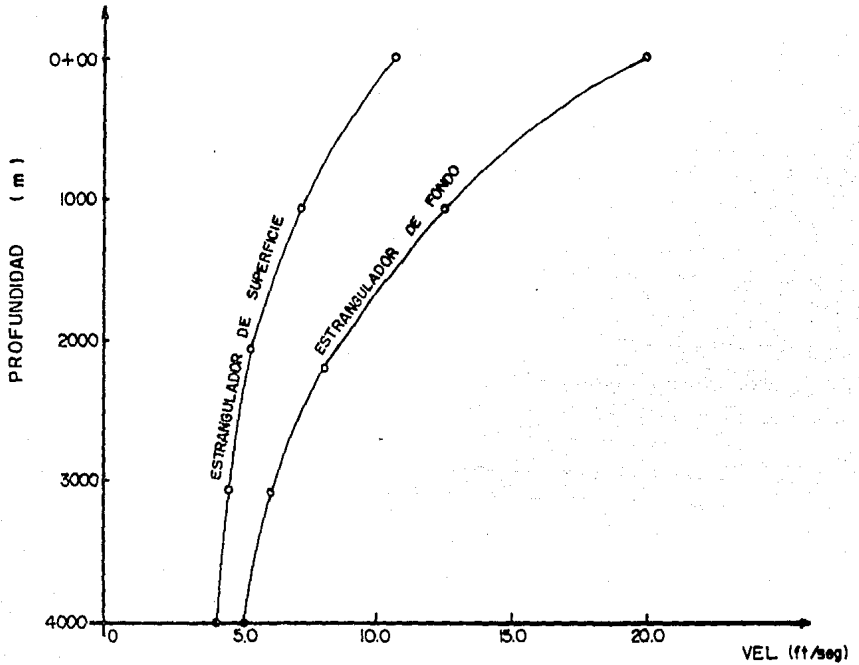
TP = 4" Ø

Q = 500 (m³/dia),

RGA = 200 (m³/m³)

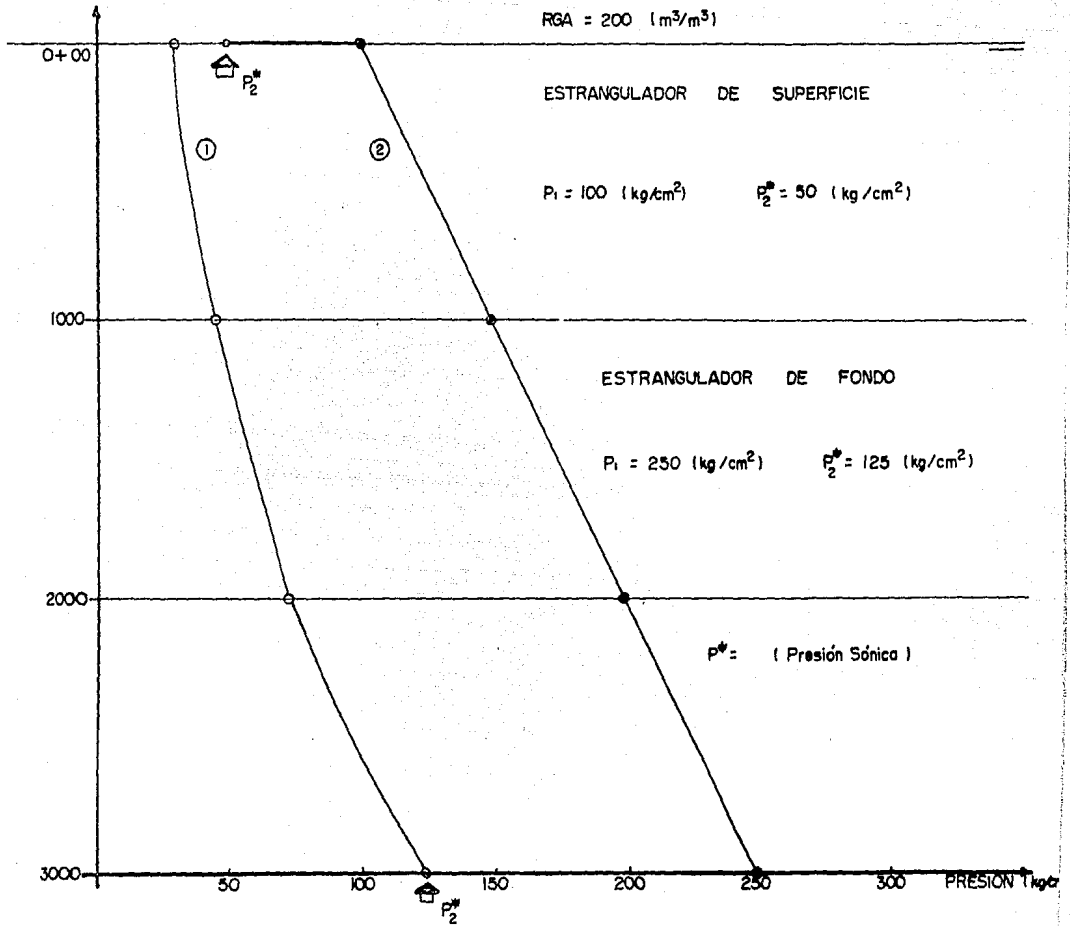
PRES. SUP. (CON EST. DE FONDO) = 25 (kg/cm²)

PRES. SUP. (CON EST. DE SUP.) = 50 (kg/cm²)



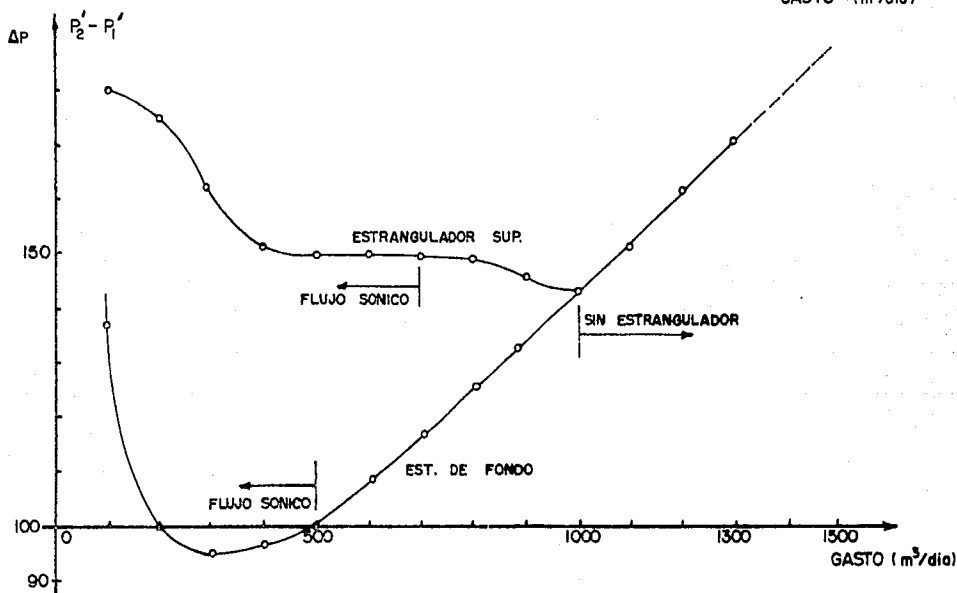
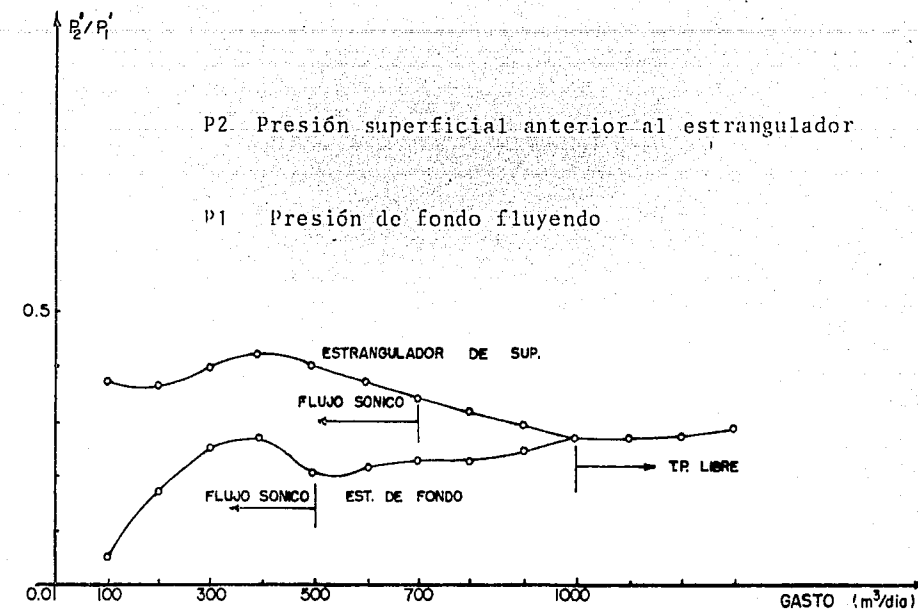
VELOCIDAD DE MEZCLA VS. PROFUNDIDAD

TP = 4" Ø
 Q = 500 (m³/día)
 RGA = 200 (m³/m³)



GRADIENTE DE PRESION VS. LONGITUD

GRAFICA 25



RELACION Y DIFERENCIA DE PRESIONES VS. GASTO

DISTRITO DE COMALCALCO
RELACION DE POZOS FLUJO SUBCRITICO

POZO	γ_g	γ_o	P_1	P_2	T	R	RAA	D	Q_m
	aire = 1	agua = 1	kg/cm ²	kg/cm ²	(° F)	m ³ /m ³	FRAC	m m	m ³ /d
Cactus 52 A	0.70	0.87	12.5	10.0	65	282	0.02	19.05	80
Sitio Grande 61	0.75	0.87	66.0	59.0	100	260	0.25	25.4	442
Sitio Grande 82	0.70	0.86	43.0	29.0	65	269	0.05	23.813	546
Sitio Grande 83	0.70	0.867	66.0	58.0	80	231	0.02	25.4	662
Sitio Grande 100	0.70	0.865	66.0	61.0	64	200	0.0	25.4	571
Sitio Grande 110	0.70	0.80	22.0	18.5	64	190	0.03	23.813	267
Sitio Grande 111	0.70	0.850	30.0	21.5	65	218	0.0	19.05	255
Níspero 86 - A	0.70	0.850	31.0	29.0	70	239	0.0	31.0	385
Níspero 94	0.75	0.870	50.0	41.5	100	250	0.35	25.4	379
Níspero 108	0.75	0.876	46.0	41.0	100	320	0.08	31.0	436
Samaria 90	0.75	0.873	20.0	15.0	110	210	0.0	41.275	693
Samaria 169	0.70	0.80	21.0	16.0	70	250	0.35	25.4	240
Cunduacan 61	0.70	0.877	23.0	17.0	70	156	0.0	25.4	347

DISTRITO DE COMALCALCO
RELACION DE POZOS FLUJO CRITICO

POZO	γ_g	γ_o	P_1	P_2	T	R	WOR	D	Q_m
	aire = 1	agua = 1	kg/cm ²	kg/cm ²	(°C)	m ³ /m ³	FRAC	m m	m ³ /d
Samaria 64-A	0.70	0.873	265	12.0	95	146	0.13	22.23	325
Cárdenas 101	0.70	0.860	220	32	90	270	0.0	15.0	1039
Cárdenas 101	0.70	0.860	133	64	90	270	0.0	25.4	1611
Sitio Grande 61	0.70	0.870	70	30	80	260	0.25	19.05	420
Sitio Grande 83	0.70	0.876	70	21	110	280	0.09	19.05	375
Sitio Grande 100	0.70	0.876	65	18	64	250	0.0	19.05	435
Juspi 1	0.70	0.780	155	50	60	800	0.0	15.875	350

Comportamiento de Presiones Pozo Juspi 1

Estac	P_1 kg/cm ²	P_2 kg/cm ²	P_2/P_1	Tipo de Flujo
1	155	50	.323	Sónico
2	155	60	.387	Sónico
3	155	70	.452	Sónico
4	155	75	.4839	Sónico
5	157	80	.510	Subsónico
6	162	90	.556	Subsónico
7	165	100	.606	Subsónico

CORRELACIONES GILBERT, ROS, BAXENDELLY ACHONG

RELACION DE POZOS FLUJO CRITICO

POZO	P_1 kg/cm ²	D (m m)	R_L m ³ /m ³	Q_m m ³ /d
Samaria 64-A	26.5	22.23	137	367
Cárdenas 101	220.0	15.00	149	1039
Cárdenas 101	133.0	25.40	204	1611
Sitio Grande 61	70.0	19.05	230	525
Sitio Grande 83	70.0	19.05	255	375
Sitio Grande 100	65.0	19.05	222	435
Juspi 1	155	15.875	637	350

R_L = Relación Gas libre - Líquido

R_L = $(R - R_s)$ R_s (DE STANDING)

TABLA IV

CORRELACIONES DE GILBERT, ROS, BAXENDEL Y ACHONG

RELACION DE GASTOS MEDIDOS Y CALCULADOS

FLUJO CRITICO

POZO	CORRELACIONES								
	GILBERT			ROS		BAXENDEL		ACHONG	
	Q _m	Q _c	"C"	Q _c	"C"	Q _c	"C"	Q _c	"C"
	m ³ /d	m ³ /d		m ³ /d		m ³ /d		m ³ /d	
Samaria 64-A	367	320	1.144	389	0.942	394	0.932	403	0.909
Cárdenas 101	1039	1209	0.86	1412	0.74	1462	0.71	1515	0.686
Cárdenas 101	1611	1665	0.967	2091	0.77	2058	0.783	2011	0.80
Sitio Grande 61	525	476	1.10	583	0.90	582	0.90	570	0.92
Sitio Grande 83	375	451	0.83	553	0.677	590	0.682	533	0.704
Sitio Grande 100	435	451	0.964	551	0.79	551	0.79	541	0.80
Juspi 1	350	429	0.816	538	0.65	520	0.67	462	0.758

PROMEDIOS

0.954

0.7813

0.781

0.797

CORRELACIONES DE GILBERT, ROS BAXENDEL Y ACHONG

DETERMINACION DEL ERROR

FLUJO CRITICO

POZO	Q _m m ³ /d	CORRELACIONES							
		GILBERT		ROS		BAXENDEL		ACHONG	
		Q _c	Error	Q _c	Error	Q _c	Error	Q _c	Error
		m ³ /d	*	m ³ /d	*	m ³ /d	*	m ³ /d	*
Samaria 64 - A	367	320	12.8	389	- 5.99	394	- 7.3	403	- 9*8
Cárdenas 101	1039	1209	-16.36	1412	-35.90	1462	-40.7	1515	-45.8
Cárdenas 101	1611	1665	- 3.35	2091	- 3.35	2058	-27.7	2011	-24.83
Sitio Grande 61	525	476	9.33	583	-11.04	582	-10.85	570	- 8.6
Sitio Grande 83	375	451	-20.27	553	-47.5	590	-57.3	533	-42.1
Sitio Grande 100	435	451	- 3.68	551	-26.16	551	-26.6	541	-24.4
Juspi 1	350	429	-22.57	538	-53.7	520	-48.6	462	-32.0
PROMEDIOS			12.62		26.29		31.29		26.79

* Error (%) $\frac{Q_m - Q_c}{Q_m} \times 100$

CORRELACION DE ASHFORD

RELACION DE GASTOS MEDIDOS Y CALCULADOS

FLUJO CRITICO

POZO	Q_m m^3/d	Q_c m^3/d	C	P_2/P_1	Error
Samaria 64-A	325	328	0.989	0.453	- 0.91
Cárdenas 101	1039	985	1.050	0.145	5.48
Cárdenas 101	1611	1672	0.936	0.481	- 3.65
Sitio Grande 61	420	412	0.980	0.429	1.94
Sitio Grande 83	375	411	0.911	0.333	- 8.76
Sitio Grande 100	435	487	0.891	0.277	-10.677
Juspi 1	350	337	1.037	0.333	3.857
PROMEDIOS			0.987		- 5.039

CORRELACION ASHFORD-PIERCE

RELACION DE GASTOS MEDIDOS Y CALCULADOS

FLUJO SUBCRITICO

POZO	Q_m m^3/d	Q_c m^3/d	C	P_2/P_1	Error
Cactus 52 A	80	78	1.02	0.8	2.56
Sitio Grande 61	442	447	0.967	0.849	- 1.13
Sitio Grande 82	546	482	1.056	0.67	11.73
Sitio Grande 83	662	638	1.037	0.879	3.63
Sitio Grande 100	571	596	0.959	0.920	- 4.38
Sitio Grande 110	267	258	1.03	0.841	3.37
Sitio Grande 111	255	250	1.018	0.717	1.96
Nispero 86 - A	385	352	1.09	0.935	8.57
Nispero 94	379	399	0.95	0.830	- 5.28
Nispero 108	436	460	0.95	0.891	- 5.50
Samaria 90	693	701	0.987	0.750	- 1.15
Samaria 169	240	210	1.140	0.762	12.5
Cunduacán 61	347	400	0.866	0.739	-15.27
PROMEDIOS			1.005		5.86

CORRELACION DE ASFORD-PIERCE

USADA EN EL CALCULO DE GASTOS EN FLUJO CRITICO DANDO COMO
 VALOR DE $P_2 = 0.7 P_1$

POZO	Q_m m^3/d	Q_c m^3/d	C	Error
Samaria 64 - A	325	329	0.988	1.23
Cárdenas 101	1039	909	1.143	-12.5
Cárdenas 101	1611	1616	0.997	- 0.31
Sifio Grande 61	420	416	1.01	- 0.95
Sifio Grande 83	375	415	0.9036	10.67
Sifio Grande 100	435	497	0.875	-14.25
Juspi 1	350	334	1.048	4.57
PROMEDIOS			0.995	-11.54

CORRELACION DE OMAÑA

RELACION DE GASTOS MEDIDOS Y CALCULADOS

FLUJO CRITICO

POZO	Q_m m ³ /d	Q_{Lm} m ³ /d	Q_{cc} m ³ /d	C	Error
Samaria 64-A	325	367	370	0.99	- .8
Cárdenas 101	1039	1039	959	1.09	8.34
Cárdenas 101	1611	1611	1549	1.04	4.00
Sitio Grande 61	420	525	514	1.06	2.14
Sitio Grande 83	375	409	384	1.06	6.51
Sitio Grande 100	435	435	403	1.08	7.94
Juspi 1	350	350	337	1.04	3.86
PROMEDIO				1.051	4.80

RESUMEN DE RESULTADOS

FLUJO CRITICO

CORRELACION	C	σ	Error
ASHFORD	0.974	0.1449	5.039
OMAÑA	0.934	0.2547	4.80
GILBERT	0.954	0.1357	12.62
ROS	0.781	0.3177	26.29
BAXENDEL	0.781	0.250	31.29
ACHONG	0.797	0.226	26.79
ASHFORD - PIERCE	0.995	0.3061	-11.54
PROMEDIOS	0.894	0.2593	16.57
SUBCRITICO			
ASHFORD - PIERCE	1.005		5.86

C Coeficiente de descarga

σ Desviación estandar