

24.20



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"PROGRAMA DE COMPUTO PARA LA APLICACION DE
LA ECUACION DE BALANCE DE MATERIA
EN FORMA DE LINEA RECTA"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO PETROLERO
P R E S E N T A :
JOSE FRANCISCO MARTINEZ MENDOZA

México, D. F.

1988



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	.....	1
I PROPIEDADES DE LA ROCA Y LOS FLUIDOS		
- Introduccion	.....	3
- Factor de volumen del aceite	.....	5
- Factor de volumen del gas	.....	7
- Factor de volumen del agua	.....	9
- Factor de volumen de la fase mixta	.....	10
- Gravedad especifica de un liquido	.....	12
- Relacion de solubilidad del gas en el aceite	.....	13
- Relacion gas-aceite instantanea	.....	14
- Porosidad	.....	16
- Compresibilidad de la Formacion	.....	17
- Saturacion	.....	18
II ECUACION DE BALANCE DE MATERIA		
- Mecanismos de empuje	.....	19
- Consideraciones	.....	24
- Suposiciones	.....	25
- Limitantes	.....	26
- Ventajas	.....	26
- Terminos usados en la E.B.M.	.....	27

- Desarrollo de la E.B.M. para yacimientos saturados	.....	28
- Desarrollo de la E.B.M. para yacimientos bajosaturados	.....	33

III ENTRADA DE AGUA AL YACIMIENTO

- Determinación de la entrada de agua al yacimiento	.....	36
- Determinación de la entrada de agua empleando la E.B.M.	.....	37
- Desarrollo de la E.B.M. planteando una ecuación en función de la presión y del tiempo de explotación	.....	38
* Ecuación de Schilthuis	.....	38
* Ecuación modificada de Hurst	.....	39
* Ecuación Van Everdingen y Hurst	.....	40
* Ecuación de L.T. Stanley	.....	41

IV ECUACION DE BALANCE DE MATERIA EN FORMA DE LINEA RECTA

- Solución de la E.B.M. para yacimientos saturados	.....	51
- Solución de la E.B.M. para yacimientos bajosaturados	.....	65
- Solución de la E.B.M. para yacimientos de gas	.....	68

V PROGRAMA DE COMPUTO

- Objetivo	70
- Ecuaciones utilizadas	71
- Correlaciones utilizadas para el cálculo de las propiedades de los fluidos	72
- Descripción del programa	78
- Datos que requiere el programa para su funcionamiento	84
- Operación del programa	86
- Programa de computo	91

VI EJEMPLOS DE APLICACION

- Yacimiento de aceite bajosaturado con entrada de agua	137
- Yacimiento de aceite saturado con casquete inicial de gas y entrada de agua	150
- Yacimiento de gas con entrada de agua	166

CONCLUSION	170
------------	-----

BIBLIOGRAFIA	172
--------------	-----

INTRODUCCION

Una de los principios fundamentales utilizados en la ingeniería es la ley de la conservación de la materia, cuya aplicación en la ingeniería de yacimientos se conoce con el nombre de ECUACION DE BALANCE DE MATERIA (E.B.M.).

La E.B.M. fué desarrollada por Schilthuis en 1941 y ha sido utilizada por más de 40 años en la obtención del volumen original de aceite, de gas y la entrada de agua al yacimiento, así como para la determinación de que tanto aceite es recuperada de acuerdo a los mecanismos de empujes existentes en el yacimiento. Debido a la simplicidad que implican los calculos de esta ecuación, su fácil manejo y buenos resultados comparados con casos reales, hacen de ella una herramienta muy útil en el comportamiento primario de los yacimientos, apesar de que en la actualidad existen modernos métodos de simulación matemática de yacimientos.

En 1963 Havlena y Odeh retomaron el trabajo desarrollado por Schilthuis, y simplificaron la E.B.M. mediante una redistribución de sus términos, a la ecuación de una línea recta, con el fin de hacer más practica la obtención del volumen original de aceite, de gas y

de entrada de agua al yacimiento.

El método propuesto por Havlena y Odeh requiere de la graficación de un grupo de variables contra otro, y de realizar un análisis de la curva que se obtenga. Las variables a graficar dependerán del mecanismo de empuje bajo el cual este produciendo el yacimiento.

El presente trabajo tiene como finalidad la aplicación del método propuesto por Havlena y Odeh. Para eliminar el inconveniente de analizar graficamente las curvas obtenidas por los autores antes citados, debido a que se puede incurrir en errores en la interpretación de carácter personal, este trabajo presenta un procedimiento de análisis matemático desarrollado en una computadora personal dada su rapidez y capacidad.

Para la determinación de la entrada de agua al yacimiento se utilizó la ecuación de Stanley, y para el ajuste de la recta empleó el método de los mínimos cuadrados.

Dado el impulso que se le esta dando en la actualidad a las computadoras personales y a su relativo fácil acceso se pretende que este trabajo sirva como apoyo académico para los estudiantes de la ingeniería de yacimientos.

PROPIEDADES DE LA ROCA Y LOS FLUIDOS

I N T R O D U C C I O N

Los fluidos provenientes de un yacimiento petrolifero son el resultado de los cambios que ha sufrido la mezcla original de hidrocarburos debido a las variaciones en la presión y en la temperatura durante su recorrido desde el yacimiento hasta las baterías de producción.

Resulta muy importante poder identificar y analizar a los fluidos debido a que esto permite saber a que tipo de yacimiento pertenecen.

Se pueden identificar en el campo durante las pruebas de producción, en base a su color, relación gas-aceite, etc. y analizar en el laboratorio simulando el comportamiento que tienen en el yacimiento al agotarse la presión.

Una mezcla de hidrocarburos tiene un diagrama de fases característico, debido a esto es posible situar a los fluidos dentro de una clasificación ya existente de los yacimientos.

La obtención de un diagrama de fase se hace en laboratorio mediante un análisis PVT, el cual permite conocer el comportamiento de la mezcla al variar su presión, temperatura y volumen y además

determinar diferentes propiedades tales como el factor de volumen del aceite, el factor de volumen del gas, relacion de solubilidad, etc.

El análisis de laboratorio debe realizarse con mucho cuidado debido a que un error en la mediciones puede conducir a situar a la mezcla dentro de otro tipo de yacimiento o bien no ser muy preciso en los valores de las propiedades obtenidas y así acarrear graves consecuencias debido a que muchas de las propiedades que se obtienen se utilizan para cálculos volumétricos, es decir en cálculos como volumen original de aceite, gas y agua

FACTOR DE VOLUMEN DEL ACEITE

El factor de volumen del aceite representa el cambio en el volumen del aceite, al ser sometido a diferentes condiciones de presión y temperatura, estos cambios ocurren mientras es transportado del yacimiento a la superficie.

Al estar viajando el aceite desde el fondo del yacimiento a la superficie la presión y la temperatura van decreyentandose.

Cuando la presión esta por arriba de la presión de saturación el gas disuelto que se encuentra en el aceite se expande provocando con esto un aumento en su volumen.

Cuando la presión esta por debajo de la presión de saturación el gas disuelto que se encuentra en el aceite se libera provocando con esto una disminucón en su volumen.

El decremento de la presión hace que el aceite sufra una pequeña expansión, la cual se ve contrarrestada con la disminucón de la temperatura.

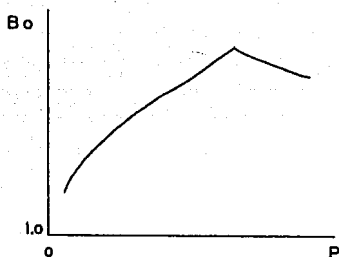
De acuerdo con lo anterior el factor de volumen del aceite se define como el volumen de aceite requerido a condiciones de yacimiento para producir una unidad de volumen de aceite a condiciones de superficie, y puesto que el aceite del yacimiento incluye gas disuelto, la definicón anterior se puede expresar

de la siguiente manera :

$$B_o = \frac{\text{Volumen de aceite + Gas disuelto @c.y.}}{\text{Volumen de aceite @c.s.}}$$

Cuando la presión del yacimiento es reducida a la atmosférica el factor de volumen del aceite es aproximadamente igual a 1, si se redujera también la temperatura a 60 F, su valor sería 1.

Una gráfica del comportamiento de B_o vs P es mostrada en la figura



FACTOR DE VOLUMEN DEL GAS

El factor de volumen de un gas se define como el volumen de gas requerido a condiciones de yacimiento (C.y.) para producir una unidad de volumen de gas a condiciones de superficie.

El factor de volumen del gas puede ser calculado como el volumen de gas a temperatura y presión de yacimiento dividido por el volumen ocupado por el mismo peso de gas a condiciones de superficie.

$$B_g = \frac{V_{C.y.}}{V_{C.s.}}$$

El volumen de n moles de un gas puede ser obtenido con la ecuación de compresibilidad.

$$V = \frac{ZnRT}{P}$$

de este modo el factor de volumen del gas queda :

$$B_g = \frac{V_{C.y.}}{V_{C.s.}} = \frac{\frac{ZnRT}{P}}{\frac{Z_{C.s.} n R T_{C.s.}}{P_{C.s.}}} = \frac{Z_{C.y.} T_{C.y.} P_{C.s.}}{Z_{C.s.} T_{C.s.} P}$$

o
 puesto que $T_{C.s.} = 520$ R, $P_{C.s.} = 14.7$ psia y para todos los

casos prácticos $Z_{\text{c.c.s.}} = 1$

$$B_g = \frac{Z_{\text{c.c.y.}} T(14.7)}{1(520) P_{\text{c.c.y.}}} = 0.0282 \frac{Z T}{P} \frac{\text{pie}^3 \text{ c.y.}}{\text{pie}^3 \text{ c.s.}}$$

también B_g puede expresarse como :

$$B_g = (0.0282 \frac{Z T}{P}) \left(\frac{1 \text{ bl}}{5.615 \text{ pie}^3} \right) = 0.00504 \frac{Z T}{P}$$

donde :

$$T(R) \text{ y } P(\text{psia})$$

si un valor experimental de $Z_{\text{c.c.y.}}$ es confiable para el gas de interés se puede usar, si éste no es confiable pero se conoce la composición del gas, pueden ser calculadas la Temperatura pseudoreducida (T_{pr}) y la Presión pseudoreducida (P_{pr}) así obtener Z de la figura 3-6; ahora, si solo se conoce la V_{ag} , las propiedades pseudocríticas pueden ser obtenidas de la figura 3-9 y la figura 3-6 puede ser usada para determinar el valor de Z .

una gráfica del comportamiento de B_g vs P es mostrada en la figura

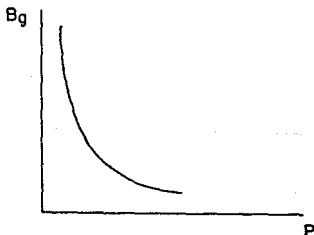


FIGURA 3-6

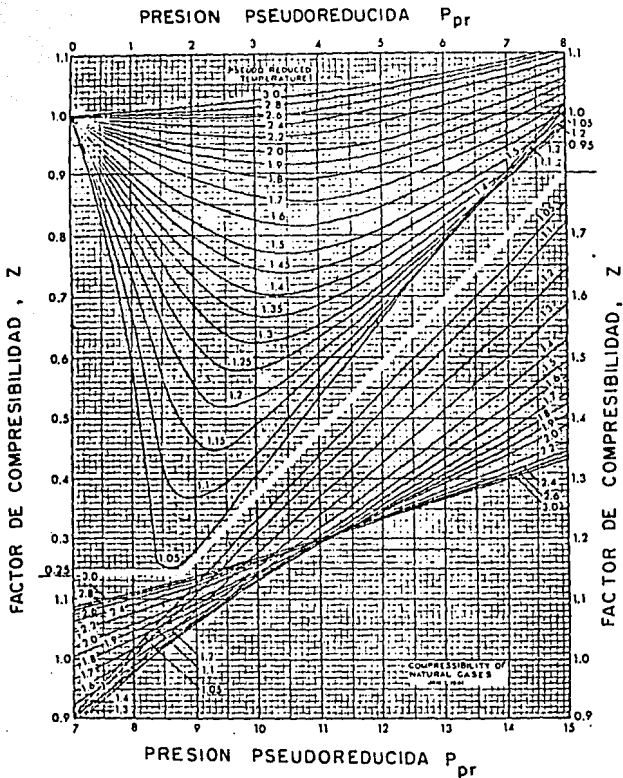
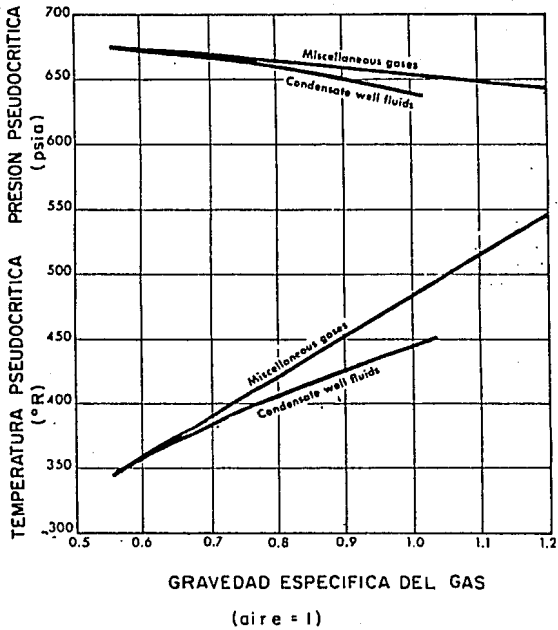


FIGURA 3-9



FACTOR DE VOLUMEN DEL AGUA

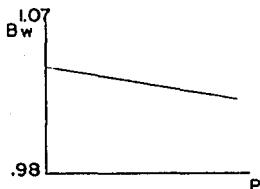
El factor de volumen del agua representa el cambio en volumen del agua mientras ésta es transportada del yacimiento a la superficie.

Así como en el factor de volumen del aceite, tres factores están involucrados :

- 1) La liberación del gas disuelto en el agua debido a la reducción de la presión.
- 2) La expansión del agua debido a la reducción de la presión.
- 3) La contracción del agua debido a la reducción en la temperatura.

la contribución más importante al factor de volumen del aceite (B_o) es la cantidad de gas liberado, sin embargo la solubilidad del gas natural en el agua es menor considerablemente, debido a esto, el gas no tiene mucha influencia en el cambio de volumen.

La contracción y expansión debido a la reducción en la temperatura y en la presión también influye muy poco, por tal razón el factor de volumen del agua rara vez es mayor a 1.06 una gráfica de B_w vs P es mostrada en la figura



FACTOR DE VOLUMEN DE LA FASE MIXTA

Cuando la presión del yacimiento esta por arriba de la presión de saturación del aceite, hay gas disuelto en éste, sin embargo cuando la presión esta por abajo de la presión de saturación, el gas que se encuentra disuelto en el aceite empieza a liberarse, esto ocasiona que se tenga gas y liquido presentes en los poros de la formación, de tal modo que para poder evaluar el volumen de la mezcla de hidrocarburos en el yacimiento antes y después de la presión de saturación, se hace necesario utilizar un término llamado factor de volumen total.

$$B_t = \frac{(\text{Volumen de Aceite} + \text{Gas disuelto} + \text{Gas libre}) \text{ C.c.y.}}{\text{Volumen de Aceite} \text{ C.c.s.}}$$

en términos de los factores de volumen del aceite y del gas el factor de volumen de la fase mixta se expresa como :

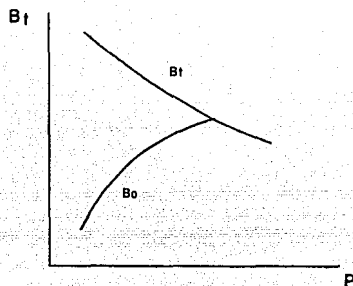
$$B_t = B_o + B_g(R_{sb} - R_s)$$

B_o representa el volumen de aceite y $B_g(R_{sb} - R_s)$ representa el volumen de gas que ha sido desarrollado por el aceite en el yacimiento.

Antes de la Presión de saturación el factor de volumen de la fase mixta y el factor de volumen del aceite son iguales debido a que no se ha liberado el gas disuelto, sin embargo después de la presión de saturación ya son diferentes debido a que el gas disuelto

ha empezado a liberarse y el gas libre a expandirse.

Una gráfica de el comportamiento de B_t vs P se muestra en la figura



GRAVEDAD ESPECIFICA DE UN LIQUIDO

La gravedad específica de un liquido, se define como la relación de densidades del agua y la de un liquido, ambas tomadas a la misma temperatura y presión.

Aparentemente la gravedad específica es adimensional puesto que las unidades de la densidad del liquido son las mismas que la de la densidad del agua, sin embargo esto estrictamente no es verdad, ya que en el sistema ingles la unidades son :

$$\frac{\text{lb aceite / pie}^3 \text{ aceite}}{\text{lb agua / pie}^3 \text{ agua}}$$

La industria petrolera utiliza otro término de densidad llamado gravedad API, el cual involucra a la gravedad específica, y se define como :

$$\text{API} = \frac{141.5}{\gamma_o} - 131.5$$

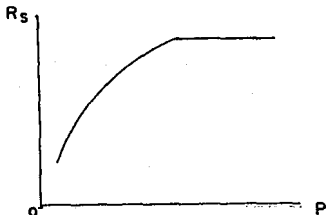
donde γ_o es la gravedad específica a 60 ° F / 60 ° F

RELACION DE SOLUBILIDAD DEL GAS EN EL ACEITE

La relación de solubilidad o relación gas disuelto-aceite (R_s), se define como el volumen de gas disuelto que se encuentra en el aceite @c.s. entre un volumen de aceite muerto, es decir aceite sin gas disuelto. Comúnmente suele expresarse en pie³/bl.

$$R_s = \frac{\text{Volumen de gas disuelto en el aceite @c.s.}}{\text{Volumen de aceite muerto @c.s.}}$$

La cantidad de gas disuelto que se tiene en el aceite antes de que la presión llegue a la presión de saturación (P_b) es máxima y va disminuyendo conforme disminuye la presión después de la P_b , este comportamiento se muestra en la siguiente figura



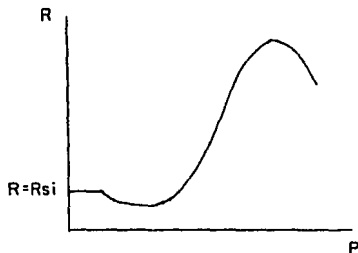
Antes de la presión de saturación no hay liberación de gas, por esta razón su comportamiento en la gráfica es lineal y su valor constante, a partir de la P_b empieza a disminuir el gas disuelto en el aceite ya que este empieza a liberarse debido a la disminución de la presión.

RELACION GAS-ACEITE INSTANTANEA

La relación gas-aceite instantánea (R) es la cantidad de gas libre que fluye del yacimiento más el gas que se encuentra disuelto en el aceite, (el cual empieza a liberarse en el momento en que la presión se hace menor que la presión de saturación del aceite.), entre un volumen de aceite.

$$R = \frac{q_g}{q_o} = \frac{q_{gl} + q_{gd}}{q_o} \quad \text{E. C. S.}$$

La siguiente gráfica muestra el comportamiento de R en el yacimiento con respecto a la presión.



Antes de que la presión alcance la presión de saturación el comportamiento de R con respecto a la presión es el de una recta, y es igual en valor al de la relación de solubilidad ya que el gas que produce el yacimiento es únicamente el que está disuelto en el

aceite, al alcanzarse la presión de saturación el gas disuelto empieza a liberarse, sin embargo no fluye debido a que no se ha alcanzado la saturación crítica del gas (saturación mínima que se necesita para que el gas fluya en el yacimiento hacia los pozos), por esta razón R muestra una disminución en cuanto se alcanza la saturación crítica de gas, el gas empieza a fluir y a llenar el espacio dejado por el aceite que se esta produciendo.

La saturación del aceite irá disminuyendo gradualmente debido a su producción y a su encogimiento, causado por la liberación del gas disuelto, por lo tanto, mientras disminuye la permeabilidad del aceite aumenta la permeabilidad del gas y como la viscosidad de este es menor que la del aceite, presenta una mayor movilidad y por consiguiente fluye más fácil, por esta razón R aumenta.

POROSIDAD

La porosidad de un medio poroso se define como el volumen de poros entre el volumen total de roca, y se expresa como $D = V_p/V_r$ donde D se representa en porcentaje o fracción.

Cuando en V_p se toman en cuenta tanto los poros comunicados como los no comunicados, se dice que la porosidad es Absoluta y es Efectiva cuando se consideran unicamente los poros comunicados.

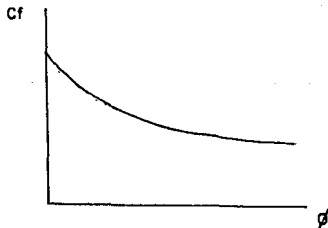
Por otra parte la porosidad puede ser Primaria o Secundaria, siendo la primera la que ocurre como resultado de procesos originales tales como depositación, compactación, etc. La porosidad Secundaria es aquella que se debe a procesos posteriores que experimenta el mismo medio tales como disolución del material calcáreo, corrientes subterráneas, fracturación, etc.

COMPRESIBILIDAD DE LA FORMACION

Cuando la presión del fluido que se encuentra dentro del espacio poroso de las rocas, se abate a causa de la extracción el volumen total de la roca disminuye, en tanto el volumen de las partículas sólidas aumenta. Dichos cambios de volumen tienden a reducir la porosidad de la roca ligeramente.

La Compresibilidad de la formación se define como el cambio de volumen que experimenta un volumen unitario de poros por unidad de presión.

Cuando la presión del yacimiento declina de un valor inicial P_i a cualquier valor P , en un yacimiento que produce por arriba de la presión de saturación, el volumen inicial de poros V_{pi} declina a un valor V_p , debido a la Compresibilidad de la formación (C_f). Usando una Compresibilidad de la formación promedio expresada en unidades de volumen de poro por volumen de poros por Kg/cm^2 , cuando la presión promedio del yacimiento se abate un $dp(Kg/cm^2)$, el volumen de poros final a la presión P , es $V_p = V_{pi}(1 - C_f dp)$. La siguiente grafica muestra el comportamiento de C_f en el yacimiento con respecto a la porosidad



SATURACION

La Saturación de un fluido en un medio poroso se define como el volumen de fluido medido a la presión y temperatura a que se encuentre dicho medio entre su volumen de poros. La saturación se expresa como !

$$S_f = V_f/V_p$$

donde f puede representar agua, aceite o gas

ECUACION DE BALANCE DE MATERIA (E.B.M.)

La E.B.M. fué desarrollada por Schilthuis en 1936 y ha sido considerada durante mucho tiempo como una de las herramientas básicas de la ingeniería de yacimientos en la interpretación y en la predicción del comportamiento de yacimientos.

Para un sistema de hidrocarburos es simplemente un balance volumétrico, el cual considera la producción total como la diferencia entre el volumen inicial de hidrocarburos en el yacimiento y el volumen que exista después de un periodo de explotación.

La E.B.M. es derivada considerando que la producción total de aceite es igual a la expansión de los fluidos del yacimiento, que es resultado de una caída de presión, con la cual se logra que el aceite fluya hacia los pozos, sin embargo el aceite no puede fluir si no existe algún material que ocupe el espacio que este deja al desplazarse y mantenga en dicho espacio la presión requerida para continuar el movimiento de los fluidos. Esto significa que el aceite no fluye del yacimiento sino que es expulsado mediante un proceso de desplazamiento.

Los procesos del desplazamiento son :

- 1.- Expansión de la roca y los fluidos de la formación
- 2.- Empuje por gas disuelto liberado
- 3.- Empuje por casquete de gas

4.- Empuje por agua

5.- Desplazamiento por segregación gravitacional

EXPANSION DE LA ROCA Y LOS FLUIDOS DE LA FORMACION

Este proceso de desplazamiento se lleva acabo unicamente en los yacimientos bajosaturados. La expulsión del aceite es debida a la expansión del aceite, del agua congénita y la roca de la formación.

Por definición, la expansión de los fluidos de la formación se define como :

$$E_{fl} = V_{pi} S_{fl} C_{fl}$$

V_{pi} = Volumen de poros iniciales

S_{fl} = Saturación de fluidos

C_{fl} = Compresibilidad de los fluidos

y la expansión de la roca :

$$E_f = V_{pi} C_f dp$$

C_f = Compresibilidad de la formación

dp = Caída de presión

EMPUJE POR GAS DISUELTO LIBERADO

Este proceso de desplazamiento se lleva a cabo al alcanzarse la presión de saturación.

El gas disuelto que contiene el aceite en la etapa de bajasaturación se libera desplazando al aceite y ocupando así el espacio que este deja al fluir hacia los pozos.

EMPUJE POR CASQUETE DE GAS

Este proceso de desplazamiento consiste en una invasión progresiva de la zona de aceite por gas, acompañada por un desplazamiento del aceite fuera de la zona de gas libre, hacia los pozos productores.

Los requerimientos que se necesitan para que exista este desplazamiento son :

- a) Que la parte superior del yacimiento contenga una alta saturación de gas.
- b) Que exista un continuo crecimiento o agrandamiento de la zona ocupada por el casquete de gas.

EMPUJE POR AGUA

Este proceso desplaza al aceite progresivamente desde las fronteras exteriores del yacimiento hacia los pozos productores. Si la magnitud del empuje hidradlico es lo suficientemente fuerte para mantener la presión del yacimiento o permitir solo un ligero abatimiento, el aceite será recuperado casi totalmente por este tipo de empuje, puesto que no habra liberación de gas disuelto o dicha liberación será pequeña y por consiguiente el desplazamiento que origine.

Los requerimientos que se necesitan para que exista este desplazamiento son :

- a) Una fuente adecuada que suministre agua en forma accesible al yacimiento.
- b) Una presión diferencial entre la zona de aceite y la zona de agua.

DESPLAZAMIENTO POR SEGREGACION GRAVITACIONAL

La segregación gravitacional puede clasificarse como un mecanismo de empuje, sin embargo, se considera más bien como una modificación de los procesos de desplazamiento antes mencionados.

La segregación gravitacional es la tendencia del aceite, gas y agua a distribuirse en el yacimiento de acuerdo a sus densidades.

Los yacimientos son propicios para segregación gravitacional

cuando poseen espesores considerables o alto relieve estructural, alta permeabilidad y cuando los gradientes de presión aplicados, no gobiernan totalmente el movimiento de los fluidos.

CONSIDERACIONES

- 1.- La E.B.M. para un yacimiento de hidrocarburos, se obtiene aplicando el principio de la conservación de la materia.
- 2.- Considera al yacimiento como una unidad completa homogénea e isótropa.
- 3.- El aceite y el gas se comportan de modo similar a como lo hacen en el laboratorio, durante el análisis de la muestra.
- 4.- Permite realizar los siguientes estudios de ingeniería :
 - a) Efectuar estudios de agotamiento
 - b) Determinar N y verificar los cálculos volumétricos
 - c) Verificar las posibles extensiones de un campo desarrollado parcialmente, en donde N_{Boi} resulta ser mayor que el calculado volumétricamente.
 - d) Determinar la presencia de la entrada de agua y su ritmo de entrada.
 - e) Verificar la existencia de un casquete de gas.

SUPOSICIONES

- 1.- Se supone volumen del yacimiento constante
- 2.- Se supone que existe un equilibrio de la presión en el yacimiento durante todo el tiempo de producción. Esto implica que en el campo no existen presiones diferenciales de gran magnitud, que la información PVT es aplicable a los fluidos del yacimiento, y que no ocurre cambio en la composición del fluido, excepto el indicado en los análisis PVT.
- 3.- En el agotamiento, y especialmente durante sus primeras etapas prevalece una separación diferencial, en vez de una instantánea, pudiendo ocurrir ésta en etapas posteriores.
- 4.- No ocurre segregación de gas bajo la influencia de la gravedad y no se produce gas del casquete
- 5.- Historia confiable de producción
- 6.- Levantamientos de presión confiables

LIMITANTES

- 1.- No maneja ni proporciona información a nivel de pozo
- 2.- No considera métodos de recuperación secundaria o mejorada
- 3.- No proporciona resultados confiables al inicio de la explotación del yacimiento

VENTAJAS

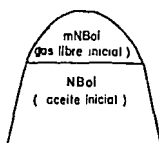
- Se requieren conocimientos modestos de matemáticas en su deducción y manejo.
- Es fácil de deducir o seleccionar la E.B.M. correspondiente al caso en estudio.
- Proporciona resultados rápidos y confiables, de acuerdo a la variedad de los datos utilizados.

TERMINOS USADOS EN LA E.B.M.

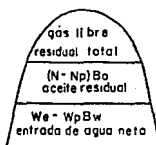
Volumen original de aceite @c.y.	$NBoi = NBti$
Gas Disuelto en el aceite original @c.s.	$NRsi$
Gas Libre inicial @c.y.	$GBgl = mNBoi = mNBti$
Producción Acumulativa de gas @c.s.	$Gp = NpRp$
Entrada de agua Neta en el yacimiento @c.y.	$We - WpDw$
Entrada de Agua al Yacimiento @c.y.	We
Producción Acumulativa de Agua @c.s.	Wp
Acete Remanente en el yacimiento @c.y.	$(N-Np)Bo$
Producción Acumulativa de aceite @c.s	Np
Gas disuelto en el aceite residual	$(N-Np)Rs$
Factor de Volumen de los dos fases	$Bt = Bo+Bg(Rsi-Rs)$

**DESARROLLO DE LA ECUACION DE BALANCE DE MATERIA
PARA YACIMIENTOS SATURADOS**

Considérese un yacimiento de aceite saturado que esté sometido a los empujes naturales de agua, de expansión de gas del casquete y de expansión del gas disuelto liberado, a diferentes tiempos de explotación como se muestra en las figuras :



$T = T_i$



$T > T_i$

considerando a éste como una unidad de volumen constante, se pueden igualar los volúmenes antes y después de la explotación

$$NB_{oi} + Na_{oi} = (N - N_p)B_o + (W_e - W_p B_w) + \text{Gas libre Residual... (1)}$$

El gas libre residual resulta difícil de cuantificar puesto que comprende el gas del casquete y el gas de la zona de aceite, por esta razón, es preferible despejarlo de la ec.(1)

$$\text{Gas libre residual} = NB_{oi} + Na_{oi} - (N - N_p)B_o - (W_e - W_p B_w) \quad \dots (2)$$

por otra parte se puede establecer un balance de manera similar a como se hizo antes, pero ahora entre los volúmenes de gas antes y después del periodo de explotación etc., tomando en cuenta el gas libre residual obtenido con la ecuación (2) :

Gas libre + Gas disuelto = Gas libre + Gas disuelto + Gas produ-
 ini. del en el aceite residual residual cido
 casquete original

$$\frac{N_m B_{oi} + N R_{si}}{B_g} = \frac{m N B_{oi} + N B_{oi} - (N - N_p) B_o - W_e - M_p B_w}{B_g} + \frac{(N - N_p) R_s}{B_g} + \dots (3)$$

despejando a B_g

$$\frac{N_m B_{oi} B_g + N R_{si} B_g}{B_{gi}} = (N - N_p) R_s B_g + N_p R_p B_g + N B_{oi} + N_m B_{oi} - (N - N_p) B_o - (W_e - M_p B_w) \dots (4)$$

desarrollando el lado derecho de la ecuación (4) :

$$N_m B_{oi} B_g - N_p R_p B_g + N_p R_p B_g + N B_{oi} + N_m B_{oi} - N B_o + N_p B_o - W_e + M_p B_w$$

agrupando terminos :

$$N_m B_{oi} (B_g / B_{gi} - 1) + N (R_{si} B_g - R_s B_g - N B_{oi} + B_o) = N_p (-R_s B_g + R_p B_g + B_o) - W_e + M_p B_w \dots (5)$$

$$N_m B_{oi} (B_g / B_{gi} - 1) + N (B_o + B_g (R_{si} - R_s) - B_{oi}) = N_p (B_o + B_g (R_p - R_s)) - W_e + M_p B_w \dots (6)$$

sabiendo que el factor de volumen de las dos fases para un tiempo de explotación $T > T_i$ es : $B_o + B_g(R_{si} - R_s)$ y que para un tiempo $T = T_i$ es igual a B_{oi} debido a que $R_s = R_{si}$, la ecuación (6) queda :

$$N_m B_{ti} (B_g / B_{gi} - 1) + N (B_t - B_{ti}) = N_p (B_o + B_g (R_p - R_s)) + W_p B_w \dots (7)$$

a esta ecuación se le conoce como ECUACION DE BALANCE DE MATERIA PARA YACIMIENTOS SATURADOS y establece que la expansión de los fluidos del yacimiento es igual al volumen total de fluidos producidos @.y. .

Esta ecuación es equivalente a la que desarrolló Schilthuis, la equivalencia puede establecerse si se suma $N_p B_g R_{si}$ a ambos lados de la ecuación (4)

Para el desarrollo de la ecuación (7) no se ha tomado en cuenta la expansión de la roca y del agua de formación puesto que este mecanismo de empuje es insignificante para esta etapa de explotación, sin embargo es conveniente considerar este mecanismo en la E.B.M. por dos razones :

- 1.- Incluir todos los mecanismos de empuje que actúan en el yacimiento
- 2.- Comparar los resultados que se obtienen al incluir y al no incluir este mecanismo.

E.B.M. CONSIDERANDO LA EXPANSION DE LA ROCA
Y DEL AGUA DE FORMACION

La expansión de la roca y del agua de formación debe ser considerada tanto en la zona de aceite como en la zona de gas, debido a que la expansión real de la formación es la suma de las expansiones de cada zona.

$$E_{fzo} = \frac{NB_{oi}}{(1-S_{wi})} C_f dp \quad \dots (8) \quad E_{fzg} = \frac{mNB_{oi}}{(1-S_{wzg})} C_f dp \quad \dots (9)$$

$$E_{wzo} = \frac{NB_{oi}}{(1-S_{wi})} S_{wi} C_{wi} dp \quad \dots (10) \quad E_{wzg} = \frac{mNB_{oi}}{(1-S_{wzg})} S_{wzg} C_w dp \quad \dots (11)$$

sumando las ecuaciones (8) y (9) se obtiene la expansión real de la roca de la formación :

$$E_{rf} = \left(\frac{NB_{oi}}{1-S_{wi}} + \frac{mNB_{oi}}{1-S_{wzg}} \right) C_f dp \quad \dots (12)$$

sumando las ecuaciones (10) y (11) se obtiene la expansión real del agua de la formación :

$$E_{rw} = \left(\frac{NB_{oi} S_{wi}}{1-S_{wi}} + \frac{mNB_{oi}}{1-S_{wzg}} \right) C_w dp \quad \dots (13)$$

sumando la ecuación (12) y (13) a la ecuación (7) se obtiene la ECUACION GENERAL DE BALANCE DE MATERIA PARA YACIMIENTOS SATURADOS,

que incluye la expansión de la roca y del agua de formación :

$$N_m B_{ti} (B_g / B_{gi} - 1) + N (B_t - B_{ti}) + \left(\frac{N B_{oi}}{1 - S_{wi}} + \frac{m N B_{oi}}{1 - S_{wzg}} \right) C_f \Delta p +$$

$$\left(\frac{N B_{oi} S_{wi}}{1 - S_{wi}} + \frac{m N B_{oi} S_{wzg}}{1 - S_{wi}} \right) C_w \Delta p + W_e = N_p (B_o + B_g (R_p - R_s)) + W_{pw} \dots (14)$$

donde :

- $N_m B_{ti} (B_g / B_{gi})$ = Expansión del gas libre contenido en el cosquete
- $N (B_t - B_{ti})$ = Expansión del aceite y su gas disuelto contenidos en el yacimiento
- $\left(\frac{N B_{oi}}{1 - S_{wi}} + \frac{m N B_{oi}}{1 - S_{wzg}} \right) C_f \Delta p$ = Expansión de la roca del yacimiento
- $\left(\frac{N B_{oi} S_{wi}}{1 - S_{wi}} + \frac{m N B_{oi} S_{wzg}}{1 - S_{wi}} \right) C_w \Delta p$ = Expansión del agua congénita
- W_e = Volumen de agua que entra al yacimiento
- $N_p (B_o + B_g (R_p - R_s))$ = Volumen total de hidrocarburos producidos

**DESARROLLO DE LA ECUACION DE BALANCE DE MATERIA
PARA YACIMIENTOS BAJOSATURADOS**

La producción que se obtiene en la superficie debido a la explotación de un yacimiento bajosaturado, después de un cierto tiempo de agotamiento de la presión ($P_i - P$), es debida únicamente a la expansión del agua congénita, del aceite y de los sólidos contenidos en el yacimiento, así como de la entrada natural de agua.

$$V_{fd} = \text{Volumen de fluidos desplazados @c.y.} = E_o + E_w + E_s + W_e \quad \dots (1)$$

por definición :

$$E_o = V_o C_o dp \quad \dots (2)$$

$$E_w = V_w C_w dp \quad \dots (3)$$

$$E_s = V_s C_s dp \quad \dots (4)$$

donde :

$$V_o = \text{Volumen de aceite} = V_{pi} S_{oi} \quad \dots (5)$$

$$V_w = \text{Volumen de agua} = V_{pi} S_w \quad \dots (6)$$

$$V_s = \text{Volumen de sólidos} = V_{pi} \quad \dots (7)$$

sustituyendo las ecs. (5), (6) y (7) en las ecs. (2), (3) y (4)

$$E_o = V_{pi} S_{oi} C_o dp \quad \dots (8)$$

$$E_w = V_{pi} S_w C_w dp \quad \dots (9)$$

$$E_s = V_{pi} C_f dp \quad \dots (10)$$

$$V_{pi} = \text{Volumen de poros iniciales} = \frac{V_{oi}}{S_{oi}} = \frac{N_{Boi}}{(1-S_{wi})} \quad \dots (11)$$

debido a que en el yacimiento solo se tiene agua y aceite la producción de fluidos ec.y. será :

$$V_{fp} = N_p B_o + W_p B_w \quad \dots (12)$$

igualando las ecs. (1) y (12)

$$E_o + E_w + E_s + W_e = N_p B_o + W_p B_w \quad \dots (13)$$

sustituyendo las ecs. (8), (9) y (10) en la ec.(13)

$$V_{pi} S_{oi} C_{odp} + V_{pi} S_{w} C_{wdp} + V_{pi} C_{fdp} = N_p B_o + W_p B_w \quad \dots (14)$$

sustituyendo la ec. (11) en la ec. (14)

$$\frac{N_{Boi} \cdot S_{oi} C_{odp}}{(1-S_{wi})} + \frac{N_{Boi} S_w C_{wdp}}{(1-S_{wi})} + \frac{N_{Boi} C_{fdp}}{(1-S_{wi})} = N_p B_o + W_p B_w \quad \dots (15)$$

factorizando a $\frac{N_{Boi}}{(1-S_{wi})}$ dp

$$\frac{N_{Boi}}{(1-S_{wi})} dp (S_{oi} C_o + S_w C_w + C_f) = N_p B_o + W_p B_w \quad \dots (16)$$

haciendo

$$C_e = \frac{S_{oi}C_o + B_w C_w + C_f}{(1 - B_{wi})}$$

y sustituyendo a C_e en la ec. (16)

$$\underline{N B_{oi} C_{edp} = M_p B_o + (W_e - M_p B_w)} \quad \dots (17)$$

esta ecuación se conoce como ECUACION DE BALANCE DE MATERIA PARA YACIMIENTOS BAJOSATURADOS

ENTRADA DE AGUA AL YACIMIENTO

Para que haya entrada de agua en un yacimiento se necesita que adyacente a él exista un acuífero y que exista un abatimiento de presión en la frontera yacimiento-acuífero, es decir, en el contacto agua-aceite.

El abatimiento de presión se presentará cuando el efecto que produce la extracción de los fluidos del yacimiento se propague hasta la frontera yacimiento-acuífero, esto hará que la roca y los fluidos contenidos en el acuífero se expandan, impulsando hacia el yacimiento el agua que contenga.

Conforme se inicia la entrada de agua, el acuífero reacciona neutralizando o retardando la declinación de la presión, constituyéndose así como una fuente de energía, por esta razón es muy importante saber cuanta agua es capaz de aportar a un determinado abatimiento de presión y por cuanto tiempo.

Las presiones que se utilizan para evaluar el volumen de entrada de agua deben ser las presiones en el contacto agua-aceite, pero debido a la dificultad que representa su obtención se ha optado comúnmente por utilizar las presiones medias del yacimiento.

DETERMINACION DE LA ENTRADA DE AGUA AL YACIMIENTO

Para la determinación de la entrada de agua al yacimiento se puede proceder de 2 maneras diferentes:

- 1.- Utilizando la E.B.M. para yacimientos de aceite desarrollada en el capítulo 2
- 2.- Plantear una ec. que esté en función de la presión y del tiempo de explotación, debido a que en los yacimientos con empuje hidráulico la recuperación es sensible al ritmo de explotación.

DETERMINACION DE LA ENTRADA DE AGUA EMPLEANDO LA E.B.M.

La E.B.M. desarrollada en el capítulo 2 es :

$$N[(Bt-Bt_1) + mBt_1(Bg/Bg_1 - 1)] = Np[B_0 + B_g(R_p - R_s)] - (W_e - M_p B_w)$$

conociendo el valor de N y m se puede obtener el valor de W_e despejando de la ecuación anterior el valor de W_e :

$$W_e = Np[B_0 + B_g(R_p - R_s)] - N(Bt - Bt_1) + mBt_1(Bg/Bg_1 - 1)$$

Para el caso de yacimientos Bajosaturados

La ecuación que se desarrolló en el capítulo 2 es :

$$N_{Boi} C_{e d p} = N_p B_o - W_e + M_p B_u$$

despejando a W_e se tiene :

$$W_e = N_p B_o + M_p B_u - N_{Boi} C_{e d p}$$

DESARROLLO DE LA E.B.H. PLANTEANDO UNA ECUACION EN FUNCION DE LA PRESION Y DEL TIEMPO DE EXPLOTACION

Considérese al acuífero como una unidad independiente que suministra agua al yacimiento debido únicamente a las variaciones en el tiempo y la presión, siendo así la entrada de agua puede ser expresada como una función de la presión en la frontera yacimiento acuífero y del tiempo de explotación ($W_e = W_e(P, T)$) mediante alguna de las siguientes ecuaciones:

a) ECUACION DE SCHILTHUIS

$$W_e = K \int_0^t (P_i - P) dt$$

K = cte de entrada de agua, comprende la permeabilidad de la formación, la viscosidad del agua y el área de invasión en la frontera del yacimiento.

P_i = Presión inicial del yacimiento (Kg/cm²).

P = Presión en la frontera yacimiento-acuífero (Kg/cm²).

esta ecuación esta basada en la ley de Darcy y se utiliza cuando el acuífero es infinito y el flujo es régimen estable.

ECUACION MODIFICADA DE HURST

$$W_e = C \int_0^t \frac{(P_i - P) dt}{\log at}$$

C = Constante de entrada de agua

$(P_i - P)$ = Caída de presión en la frontera yacimiento acuífero (Kg/cm²).

a = Constante de conversión para el tiempo

esta ecuación también se basa en la ley de Darcy y se utiliza cuando se tiene flujo estable, el acuífero que se tiene no es muy grande y por consiguiente la presión inicial (P_i) declina. En algunos yacimientos esta declinación es exponencial, de ahí el término $1/\log(at)$.

ECUACION DE VAN EVERDINGEN Y HURST

$$W_e = B \int_0^t Q(t) dp$$

- B = Constante de entrada de agua
 dp = Decremento de presión (Kg/cm²)
 Q(t) = Gasto de entrada de agua adimensional
 t = Tiempo adimensional

esta ecuación expresa el comportamiento de acufferos con flujo en régimen variable y fué desarrollada después de hallar una solución a la ecuación de difusión, y considerando tanto al yacimiento como al acuffero circulares, así como uniformes a la porosidad, permeabilidad, espesor y compresibilidad del sistema y sus fluidos.

Esta expresión involucra el uso de los términos t tiempo adimensional y gasto adimensional los cuales VAN EVERDINGEN Y HURST presentaron en forma de tablas y gráficas.

Las tablas 5.1 y 5.2 así como las figuras 5.6 - 5.9 proporcionan valores de entrada de agua adimensional que entra al yacimiento en respuesta a una caída de presión unitaria para cualquier valor de tiempo adimensional, el cual puede ser convertido a tiempo real mediante la ecuación:

$$T_d = 6.323 \text{ E-03} \frac{K t}{\phi \mu C_e R_w}$$

donde:

K = Permeabilidad (md)

t = Tiempo (días)

ϕ = Porosidad (fracción)

μ = Viscosidad (cp)

C_e = Compresibilidad efectiva (lb/pg²)⁻¹

R_w = radio del pozo (pies)

la constante de entrada de agua se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$B = 1.119 \phi C_e R_w^2 h$$

donde:

$$B(b_1/(lb/pg^2))^{-1}$$

ECUACION DE L.T. STANLEY

Stanley observó que las curvas de T vs $Q(t)$ presentadas por Hurst y Van Everdingen correspondientes a los casos de entrada de agua para flujo radial o lineal, muestran una tendencia semejante a las curvas que se obtienen al graficar respectivamente las siguientes funciones exponenciales:

$$Q(t) = (T)^{0.8} \quad \text{flujo radial}$$

$$Q(t) = (T)^{0.5} \quad \text{flujo lineal}$$

esta semejanza proporciona una simplificación en la determinación del comportamiento de los acuíferos el cual queda representado por una simple función exponencial del tiempo adimensional.

$$W_e = C \sum dp(t)^a$$

El valor del exponente alfa puede variar entre 0.5 y 0.8, sin embargo, la práctica ha demostrado que se obtienen buenos resultados tomando los valores límite.

Se podrá conocer si el acuífero es limitado o infinito cuando al evaluar $(t)^a$ permanezca constante a partir de cierto período de explotación; esto también se puede observar en las curvas de Van Everdingen y Hurst, pero en el gasto adimensional.

Para resolver la ecuación de Stanley es necesario aplicar el principio de superposición, el cual nos dice que la presión en el yacimiento puede ser representada por una serie de incrementos o decrementos repentinos o escalonados, estos abatimientos de presión serán transmitidos hacia el acuífero en tal forma que éste responda en forma independiente a cada caída de presión y el efecto total sea igual a la suma de todas ellas. La rapidéz con la que se transmite la perturbación al acuífero va a depender de las propiedades de difusión del acuífero (K/u_0C_e).

Para entender el principio de superposición considerese el siguiente ejemplo:

Supongase que a una alberca se arroja una piedra y esta cae en el centro, encunto hace contacto con el agua se sienten los efectos que ésta provoca, ondas de agua se propagan en forma radial hacia las paredes de la alberca.

Si se arrojan varias piedras más, se van a repetir los efectos que produjo la primera piedra al hacer contacto con el agua y empezar a hundirse, sin embargo en estos momentos los efectos que causó la primera piedra son independientes con los de la segunda piedra que se haya arrojado, así como los de la segunda lo serán con los de la tercera piedra y así sucesivamente, no obstante la paredes de la aberca sentiran los efectos que provoque cada una de las piedras en su momento, así como el efecto que causen todas juntas.

La expresi6n matemática que relaciona e este principio es la siguiente:

$$dp(t)a = dp_1 x(t)a + dp_2 x(t)a + \dots + dp_n x(t)a$$

Tabla 5.1. ACUIFERO INFINITO VALORES DE ENTRADA DE AGUA DIMENSIONAL Q(1) PARA VALORES DE TIEMPO ADIMENSIONAL t_D

Dimen- sion- less time t _D	Fluid influx Q(1)	Dimen- sion- less time t _D	Fluid influx Q(1)	Dimen- sion- less time t _D	Fluid influx Q(1)	Dimen- sion- less time t _D	Fluid influx Q(1)	Dimen- sion- less time t _D	Fluid influx Q(1)	Dimen- sion- less time t _D	Fluid influx Q(1)
0.00	0.000	79	35.007	455	150.210	1190	310.813	1250	816.060	35.000	6780.247
0.01	0.113	80	30.026	462	151.640	1200	312.768	3300	127.368	400.000	7.623.967
0.05	0.278	81	30.418	465	153.029	1210	314.770	3150	833.067	60.000	633.066
0.10	0.404	82	30.777	470	154.416	1220	316.820	3400	849.028	60.000	11.917.295
0.15	0.520	83	31.136	475	155.801	1225	318.460	3150	859.274	70.000	12.708.358
0.20	0.600	84	31.494	480	157.181	1230	320.588	3500	870.923	75.000	13.531.457
0.25	0.680	85	31.851	485	158.565	1240	323.144	3500	881.816	80.000	14.386.121
0.30	0.758	86	32.207	490	159.945	1250	325.597	3600	892.712	90.000	15.277.356
0.40	0.908	87	32.828	495	161.322	1250	328.018	3600	904.594	100.000	17.087.384
0.50	1.020	88	33.019	500	162.695	1270	330.100	3700	914.450	125.000	21.550.332
0.60	1.140	89	33.272	510	165.444	1275	331.770	3750	925.309	1.5(10) ³	2.533(10) ³
0.70	1.281	90	33.076	520	168.193	1280	332.942	3800	938.144	2.0	3.308 *
0.80	1.359	91	33.078	525	169.549	1290	335.386	3850	949.959	2.5	4.065 *
0.90	1.459	92	33.031	530	170.914	1300	337.828	3900	967.773	3.0	4.817 *
1	1.509	93	33.084	540	173.639	1310	370.707	3950	968.566	4.0	6.207 *
2	2.417	94	41.031	550	176.357	1320	372.701	4000	976.311	5.0	7.609 *
3	3.207	95	41.355	560	179.072	1325	374.422	4050	984.108	6.0	9.113 *
4	3.893	96	41.745	570	181.774	1330	375.139	4100	1000.858	7.0	1.03(10) ³
5	4.539	97	42.091	576	183.124	1340	377.255	4150	1011.595	8.0	1.189 *
6	5.153	98	42.418	584	184.478	1350	380.003	4200	1022.318	9.0	1.358 *
7	5.743	99	42.781	590	187.106	1360	382.432	4250	1033.028	1.0(10) ³	1.462 *
8	6.314	100	43.120	600	189.832	1370	384.859	4300	1043.711	1.5	2.129 *
9	6.869	105	43.538	610	192.553	1375	387.070	4350	1054.409	2.0	2.781 *
10	7.411	110	43.927	620	195.269	1380	387.281	4400	1065.082	2.5	3.437 *
11	7.940	115	48.277	625	196.644	1390	389.705	4450	1075.743	3.0	4.161 *
12	8.457	120	49.028	630	197.878	1400	392.125	4500	1086.390	4.0	5.003 *
13	8.964	125	51.178	640	201.542	1410	395.153	4600	1097.031	5.0	6.044 *
14	9.461	130	51.317	650	203.201	1420	396.969	4600	1107.646	6.0	7.761 *
15	9.940	135	51.470	660	205.854	1425	398.107	4650	1118.257	7.0	8.965 *
16	10.434	140	52.025	670	208.522	1430	399.373	4700	1128.854	8.0	1.017(10) ³
17	10.913	145	52.365	675	209.825	1440	401.780	4750	1139.430	9.0	1.134 *
18	11.380	150	52.805	680	211.145	1450	404.197	4800	1150.012	1.0(10) ³	1.232 *
19	11.825	155	53.217	690	213.784	1450	406.096	4850	1160.574	1.5	1.828 *
20	12.319	160	53.131	700	216.417	1470	409.013	4900	1171.125	2.0	2.358 *
21	12.778	165	54.737	710	219.040	1475	410.214	4950	1181.608	2.5	2.961 *
22	13.233	170	60.230	720	221.670	1480	411.418	5000	1192.168	3.0	3.617 *
23	13.684	175	60.928	725	222.980	1490	413.820	5100	1213.222	4.0	4.610 *
24	14.131	180	60.913	730	224.791	1600	416.220	5200	1234.303	5.0	6.286 *
25	14.573	185	71.090	740	226.901	1525	422.314	5300	1255.141	6.0	6.728 *
26	15.013	190	72.061	750	229.514	1550	428.190	5400	1276.037	7.0	7.816 *
27	15.450	195	74.220	760	233.120	1575	434.168	5500	1296.893	8.0	8.860 *
28	15.883	200	75.785	770	234.721	1600	440.128	5600	1317.709	9.0	9.911 *
29	16.313	205	77.838	775	236.620	1620	446.077	5700	1338.483	1.0(10) ³	1.065(10) ³
30	16.749	210	78.886	780	237.518	1650	452.016	5800	1359.225	1.5	1.604 *
31	17.167	215	80.428	790	239.123	1675	457.945	5900	1379.927	2.0	2.108 *
32	17.560	220	81.955	800	242.601	1700	463.863	6000	1400.593	2.5	2.607 *
33	18.011	225	83.497	810	245.080	1725	470.771	6100	1421.224	3.0	3.100 *
34	18.429	230	85.023	820	247.668	1750	478.669	6200	1441.820	4.0	4.071 *
35	18.845	235	86.615	825	249.967	1775	484.656	6300	1462.381	5.0	5.013 *
36	19.250	240	88.192	830	250.417	1800	487.137	6400	1482.912	6.0	5.981 *
37	19.671	245	89.675	840	252.819	1825	493.307	6500	1503.408	7.0	6.928 *
38	20.090	250	91.084	850	255.262	1850	499.107	6600	1523.873	8.0	7.865 *
39	20.485	255	92.639	860	257.853	1875	505.010	6700	1544.306	9.0	8.797 *
40	20.894	260	94.090	870	260.515	1900	510.861	6800	1564.704	1.0(10) ³	9.725 *
41	21.298	265	95.648	875	263.175	1925	516.995	6900	1585.077	1.5	1.149(10) ³
42	21.701	270	97.091	880	265.073	1950	523.620	7000	1605.411	2.0	1.863 *
43	22.101	275	98.571	890	266.929	1975	528.337	7100	1625.719	2.5	2.328 *
44	22.500	280	100.067	900	268.181	2000	534.145	7200	1646.011	3.0	2.711 *
45	22.897	285	101.540	910	271.790	2025	539.416	7300	1666.285	4.0	3.645 *
46	23.291	290	103.010	920	273.274	2050	545.737	7400	1686.490	5.0	4.510 *
47	23.681	295	104.416	925	274.515	2075	551.822	7500	1706.588	6.0	5.368 *
48	24.076	300	105.908	930	275.816	2100	557.299	7600	1726.859	7.0	6.220 *
49	24.461	305	107.417	935	277.053	2125	563.018	7700	1747.012	8.0	7.066 *
50	24.845	310	108.904	940	280.888	2150	568.630	7800	1767.100	9.0	7.969 *
51	25.244	315	110.267	945	283.420	2175	574.685	7900	1787.212	1.0(10) ³	8.747 *

Tabla 5.1. (Continuacion)

Dimension- less time to	Dimension- less Flux to		Dimension- less Flux to		Dimension- less Flux to		Dimension- less Flux to		Dimension- less Flux to		
	Q(t)	Q(t)	Q(t)	Q(t)	Q(t)	Q(t)	Q(t)	Q(t)	Q(t)	Q(t)	
53	25.533	320	113.827	970	285.018	2390	580.332	8000	1807.278	1.5 *	1.258(10) ⁹
53	26.020	325	113.281	975	287.211	2325	586.072	8100	1827.310	2.0 *	1.607 *
54	26.497	330	112.738	980	288.173	2260	591.806	8200	1847.340	2.5 *	2.103 *
55	26.791	335	110.180	990	290.005	2215	597.532	8300	1867.370	3.0 *	2.565 *
56	27.174	340	117.628	1000	293.511	2300	603.252	8400	1887.400	4.0 *	3.209 *
67	27.565	345	119.083	1010	294.610	2325	608.065	8500	1907.213	5.0 *	4.087 *
58	27.935	350	120.620	1020	295.713	2350	612.872	8600	1927.105	6.0 *	4.808 *
59	28.314	355	121.950	1025	296.799	2375	617.672	8700	1947.002	7.0 *	5.643 *
60	28.701	360	123.403	1030	297.054	2400	622.464	8800	1966.912	8.0 *	6.414 *
61	29.098	365	124.868	1040	298.594	2425	627.252	8900	1986.790	9.0 *	7.181 *
62	29.413	370	126.270	1050	299.065	2450	631.137	9000	2006.628	1.0(10) ¹¹	7.018 *
63	29.818	375	127.620	1060	299.567	2475	635.113	9100	2026.518	1.5 *	1.12(10) ¹¹
64	30.192	380	129.120	1070	311.096	2500	648.781	9200	2046.227	2.0 *	1.65 *
65	30.565	385	130.550	1075	312.311	2525	652.023	9300	2065.906	2.5 *	1.92 *
66	30.937	390	131.972	1080	313.523	2550	655.370	9400	2085.511	3.0 *	2.29 *
67	31.268	395	133.391	1090	319.055	2620	682.610	9500	2105.173	4.0 *	3.02 *
68	31.672	400	134.808	1100	318.816	2700	681.877	9600	2125.181	5.0 *	3.75 *
69	32.048	405	136.223	1110	321.012	2750	715.020	9700	2144.578	6.0 *	4.47 *
70	32.417	410	137.635	1120	323.517	2800	716.280	9800	2164.256	7.0 *	5.10 *
71	32.785	415	139.046	1125	324.759	2850	727.419	9900	2184.216	8.0 *	5.80 *
72	33.181	420	140.453	1135	326.000	2900	738.206	10.000	2204.361	9.0 *	6.58 *
73	32.617	425	141.859	1110	328.180	2950	749.725	12.500	2238.987	1.0(10) ¹¹	7.28 *
74	32.882	430	142.902	1150	330.938	3000	770.833	15.000	2311.780	1.5 *	1.08(10) ¹¹
75	32.217	435	144.594	1190	333.433	3050	771.022	17.500	2333.208	2.0 *	1.48 *
76	32.611	440	146.064	1170	335.909	3100	782.992	20.000	1025.900		
77	32.974	445	147.491	1175	337.112	3160	791.612	23.000	6005.726		
78	33.239	460	148.850	1180	338.370	3200	803.075	30.000	5829.508		

Tabla 5.2. ACUIFERO LIMITADO VALORES DE ENTRADA DE AGUA
ADIMENSIONAL Q(1) PARA VALORES DE TIEMPO ADIMENSIONAL t_D

Y PARA VARIAS RELACIONES DE YACIMIENTO-ACUIFERO r_B/r_W													
$r_B/r_W = 1.5$		$r_B/r_W = 2.0$		$r_B/r_W = 2.5$		$r_B/r_W = 3.0$		$r_B/r_W = 3.5$		$r_B/r_W = 4.0$		$r_B/r_W = 4.5$	
Dimen- sion- less time t_D	Fluid influx $Q(1)$	Dimen- sion- less time t_D	Fluid influx $Q(1)$	Dimen- sion- less time t_D	Fluid influx $Q(1)$	Dimen- sion- less time t_D	Fluid influx $Q(1)$	Dimen- sion- less time t_D	Fluid influx $Q(1)$	Dimen- sion- less time t_D	Fluid influx $Q(1)$	Dimen- sion- less time t_D	Fluid influx $Q(1)$
$5.0(10)^{-1}$	0.270	$5.0(10)^{-1}$	0.278	$1.0(10)^{-1}$	0.198	$3.0(10)^{-1}$	0.755	1.00	1.671	2.00	2.442	2.5	2.515
6.0	0.291	7.5	0.315	1.5	0.244	4.0	0.885	1.20	1.741	2.20	2.588	3.0	2.190
7.0	0.290	$1.0(10)^{-1}$	0.161	2.0	0.309	6.0	1.073	1.40	1.940	2.40	2.748	2.5	2.517
8.0	0.254	1.25	0.178	2.5	0.381	8.0	1.143	1.60	2.111	2.60	2.863	4.0	3.850
9.0	0.272	1.50	0.207	3.0	0.468	7.5	1.256	1.80	2.274	2.80	3.034	4.5	4.065
$1.0(10)^{-1}$	0.395	1.75	0.553	3.5	0.579	8.0	1.303	2.00	2.427	3.00	3.170	5.0	4.431
1.1	0.114	2.00	0.597	4.0	0.807	9.0	1.425	2.20	2.571	3.25	3.331	5.5	5.237
1.2	0.131	2.25	0.638	4.5	0.902	1.00	1.563	2.40	2.715	3.50	3.493	6.0	4.959
1.3	0.146	2.50	0.678	5.0	1.024	1.25	1.701	2.60	2.849	3.75	3.645	6.5	5.331
1.4	0.161	2.75	0.715	5.5	1.083	1.50	1.927	2.80	2.974	4.00	3.792	7.0	5.461
1.5	0.174	3.00	0.751	6.0	1.140	1.75	2.181	3.00	3.098	4.25	3.932	7.5	5.631
1.6	0.186	3.25	0.785	6.5	1.195	2.00	2.353	3.25	3.212	4.50	4.028	8.0	5.852
1.7	0.197	3.50	0.817	7.0	1.248	2.25	2.507	3.50	3.319	4.75	4.168	8.5	6.130
1.8	0.207	3.75	0.848	7.5	1.299	2.50	2.646	3.75	3.507	5.00	4.323	9.0	6.375
1.9	0.217	4.00	0.877	8.0	1.348	2.75	2.772	4.00	3.628	5.50	4.560	9.5	6.641
2.0	0.225	4.25	0.905	8.5	1.395	3.00	2.884	4.25	3.742	6.00	4.779	10	6.831
2.1	0.233	4.50	0.932	9.0	1.440	3.25	2.990	4.50	3.850	6.50	4.982	11	6.930
2.2	0.241	4.75	0.958	9.5	1.484	3.50	3.084	4.75	3.951	7.00	5.169	12	7.208
2.3	0.248	5.00	0.983	1.0	1.526	3.75	3.170	5.00	4.047	7.50	5.343	13	7.427
2.4	0.254	5.25	1.008	1.1	1.606	4.00	3.247	5.50	4.222	8.00	5.504	14	7.530
2.5	0.259	5.50	1.030	1.2	1.679	4.25	3.317	6.00	4.378	8.50	5.653	15	7.583
2.6	0.265	5.75	1.050	1.3	1.747	4.50	3.381	6.25	4.410	9.00	5.790	16	8.000
2.8	0.274	6.00	1.113	1.4	1.811	4.75	3.439	7.00	4.630	9.50	5.917	18	8.800
3.0	0.282	6.50	1.174	1.5	1.870	5.00	3.491	7.50	4.749	10	6.025	20	9.311
3.2	0.288	7.00	1.202	1.6	1.924	5.50	3.581	8.00	4.840	11	6.216	22	9.800
3.4	0.294	7.50	1.263	1.7	1.975	6.00	3.650	8.50	4.932	12	6.425	24	10.300
3.5	0.295	8.00	1.295	1.8	2.022	6.50	3.717	9.00	5.009	13	6.580	26	10.900
3.8	0.303	1.1	1.330	2.0	2.106	7.00	3.797	9.50	5.078	14	6.712	28	11.500
4.0	0.306	1.2	1.368	2.2	2.178	7.50	3.809	10.00	5.138	15	6.825	30	12.100
4.5	0.313	1.3	1.383	2.4	2.241	8.00	3.843	11	5.211	16	6.922	34	13.000
5.0	0.317	1.4	1.409	2.6	2.291	9.00	3.891	12	5.321	17	7.004	38	14.000
6.0	0.321	1.5	1.412	2.8	2.319	10.00	3.928	13	5.385	18	7.076	42	15.000
7.0	0.323	1.7	1.414	3.0	2.389	11.00	3.951	14	5.435	20	7.189	46	16.000
8.0	0.324	1.8	1.453	3.4	2.444	12.00	3.967	15	5.476	22	7.272	50	17.000
9.0	0.324	2.0	1.498	3.8	2.491	14.00	3.985	16	5.506	24	7.332	60	18.000
2.5	1.487	4.2	2.525	16.00	3.963	17	5.531	26	7.377	20	7.437	70	19.000
3.0	1.495	4.6	2.551	18.00	3.997	18	5.551	30	7.434	80	7.624	80	19.000
4.0	1.499	5.0	2.579	20.00	3.999	20	5.579	34	7.474	90	7.694	90	19.000
5.0	1.500	5.5	2.599	22.00	3.999	25	5.611	38	7.481	100	7.694	100	19.000
7.0	2.013	24.00	4.000	30	6.021	42	7.190						
8.0	2.019			35	6.024	46	7.494						
9.0	2.022			40	6.022	50	7.497						
10.0	2.024												

Tabla 5.2. (continuación)

Dimen- sion- less time t_0	$r_1/r_0 = 5.0$		$r_1/r_0 = 6.0$		$r_1/r_0 = 7.0$		$r_1/r_0 = 8.0$		$r_1/r_0 = 9.0$		$r_1/r_0 = 10.0$	
	Fluid influx $Q(t)$	Dimen- sion- less time t_0	Fluid influx $Q(t)$	Dimen- sion- less time t_0	Fluid influx $Q(t)$	Dimen- sion- less time t_0	Fluid influx $Q(t)$	Dimen- sion- less time t_0	Fluid influx $Q(t)$	Dimen- sion- less time t_0	Fluid influx $Q(t)$	Dimen- sion- less time t_0
3.0	3.105	0.0	8.118	0.00	0.801	0	6.861	10	7.417	15	9.905	15
3.5	3.219	0.5	8.140	0.60	7.127	10	7.298	15	9.945	20	12.32	20
4.0	3.375	1.0	8.171	1.0	7.389	11	7.520	20	12.29	22	13.22	22
4.5	4.193	1.5	8.002	11	7.902	12	8.431	22	13.13	24	14.00	24
5.0	4.499	2.0	8.273	13	8.307	13	8.930	24	13.98	26	14.65	26
5.5	4.792	2.5	8.537	13	8.870	14	9.418	26	14.70	28	15.78	28
6.0	5.074	3.0	8.795	14	9.241	15	9.823	28	15.50	30	16.59	30
6.5	5.345	3.5	7.917	15	9.791	16	10.361	30	16.35	32	17.38	32
7.0	5.603	4.0	7.203	16	10.23	17	10.82	32	17.10	34	18.10	34
7.5	5.854	4.5	7.533	17	10.65	18	11.26	34	17.82	36	18.91	36
8.0	6.094	5.0	7.767	18	11.05	19	11.70	36	18.52	38	19.65	38
8.5	6.325	5.5	8.220	19	11.46	20	12.13	38	19.19	40	20.37	40
9.0	6.547	6.0	8.651	20	11.85	21	12.55	40	19.85	42	21.07	42
9.5	6.760	6.5	9.063	22	12.28	22	12.97	42	20.48	44	21.70	44
10	6.965	7.0	9.460	24	12.67	23	13.39	44	21.06	46	22.42	46
11	7.250	7.5	9.820	26	13.02	24	13.81	46	21.60	48	23.07	48
12	7.700	8.0	10.19	28	13.43	25	14.22	48	22.20	50	23.71	50
13	8.025	8.5	10.53	30	13.81	26	14.61	50	22.82	52	24.33	52
14	8.326	9.0	10.85	32	14.17	27	15.00	52	23.39	54	24.94	54
15	8.620	9.5	11.16	40	14.51	28	15.37	54	23.90	56	25.53	56
16	8.870	10.0	11.74	45	14.83	29	15.72	56	24.37	58	26.11	58
18	9.238	11.0	12.28	60	15.21	30	16.05	58	24.80	60	26.67	60
20	9.571	12.0	12.50	80	15.51	31	16.36	60	25.19	62	27.20	62
22	10.07	13.0	13.74	70	15.45	32	16.65	62	25.48	70	27.70	70
24	10.38	14.0	14.40	80	15.73	33	16.92	64	25.72	78	28.19	78
26	10.50	15.0	14.93	100	15.95	34	17.18	66	25.93	80	28.31	80
28	10.80	16.0	15.05	120	16.00	35	17.28	68	26.06	85	28.67	85
30	10.98	17.0	15.56	140	16.07	36	17.36	70	26.18	90	28.92	90
32	11.20	18.0	15.81	160	16.11	37	17.42	72	26.27	95	29.10	95
34	11.40	19.0	16.14	180	16.14	38	17.47	74	26.33	100	29.38	100
42	11.61	24.0	17.27	180	16.22	40	17.53	80	26.48	120	29.51	120
45	11.71	100	17.36	200	16.26	180	17.56	100	26.50	140	29.52	140
50	11.79	110	17.41	500	16.27	200	17.57	110	26.51	160	29.52	160
60	11.81	120	17.45	100	16.27	240	17.57	120	26.51	180	29.52	180
70	11.80	130	17.40	100	16.27	280	17.57	140	26.51	200	29.52	200
80	11.98	140	17.48	100	16.27	320	17.57	160	26.51	240	29.52	240
90	11.99	150	17.49	100	16.27	360	17.57	180	26.51	280	29.52	280
100	12.00	160	17.49	100	16.27	400	17.57	200	26.51	320	29.52	320
150	12.00	180	17.50	100	16.27	600	17.50	300	26.51	400	29.52	400
		200	17.50	100	16.27			400	26.51	480	29.52	480

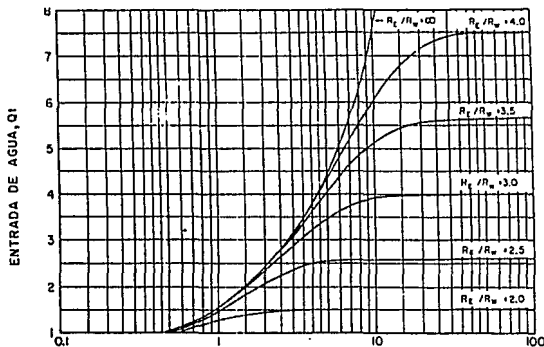


Fig. 5.6 ACUIFERO LIMITADO VALORES ADIMENSIONALES DE $Q(t)$ PARA VALORES DE TIEMPO ADIMENSIONAL t_D Y ACUIFERO LIMITADO DADO POR r_e/r_w

TIEMPO ADIMENSIONAL t_D

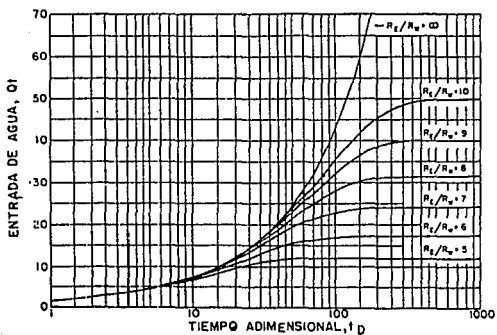


Fig. 5.7 ACUIFERO LIMITADO VALORES ADIMENSIONALES DE $Q(t)$ PARA VALORES DE TIEMPO ADIMENSIONAL t_D ACUIFERO LIMITADO DADO POR r_g/r_w .

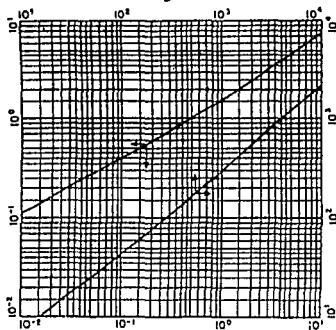


Fig. 5.8 ACUIFERO INFINITO VALORES ADIMENSIONALES DE $Q(t)$ PARA VALORES ADIMENSIONALES DE TIEMPO t_D

TIEMPO ADIMENSIONAL

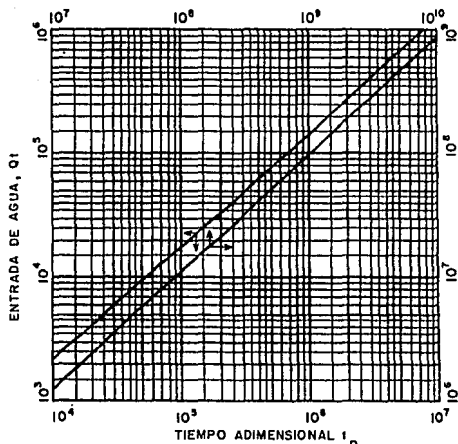


Fig.5.9. ACUIFERO INFINITO VALORES ADIMENSIONALES DE $Q(t)$ PARA VALORES DE TIEMPO ADIMENSIONAL t_D

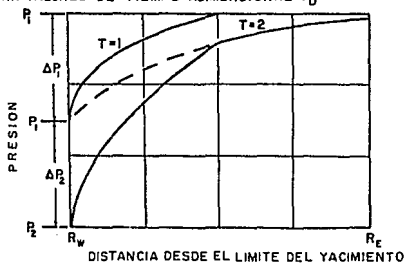


Fig. 5.10. DISTRIBUCION DE PRESIONES EN UN ACUIFERO DEBIDO A DOS DECREMENTOS IGUALES DE PRESION A INTERVALOS IGUALES DE TIEMPO.

ECUACION DE BALANCE DE MATERIA EN FORMA DE LINEA RECTA

En 1936 Havlena y Odeh desarrollaron un método que se conoce con el nombre de método de línea recta, el cual consiste en analizar la ecuación general de balance de materia como un arreglo algebraico, y dependiendo del mecanismo de producción bajo el cual esté produciendo el yacimiento, simplificarlo de tal modo que al graficar los valores de un grupo de variables contra otro se obtenga una línea recta.

SOLUCION DE LA E.B.M EN FORMA DE LINEA RECTA PARA YACIMIENTOS SATURADOS

La ecuación general de balance de materia que se desarrolló en el capítulo 2 es :

$$\begin{aligned}
 N_{st}i(Bg/Bg_i-1) + N(Bt-Bt_i) + \frac{(NB_{oi} + mNB_{oi})C_f dp}{1-S_{wi}} + \frac{(NB_{oi} S_{wi}}{1-S_{wi}} \\
 + \frac{mNB_{oi} S_{wzg}}{1-S_{wi}}) C_w dp + W_e = N_p(B_o+B_g(R_p-R_s)) + W_p B_w \quad \dots (3.1)
 \end{aligned}$$

esta ecuación incluye la expansión de la roca y del agua de formación, sin embargo, para yacimientos saturados estos términos son insignificantes por lo que suelen eliminarse :

$$Np(Bo+Bg(Rp-Rs)) + WpBw = NmBti(Bg/Bgi-1) + M(Bt-Bti) + We \quad \dots (3.2)$$

el miembro del lado izquierdo representa la producción neta de fluidos en el yacimiento y se denota por la letra 'F'

$$F = \text{Producción neta de fluidos} = Np(Bo+Bg(Rp-Rs)) + WpBw$$

el miembro del lado derecho incluye la expansión del aceite (Eo), la expansión del gas (Eg), así como la entrada de agua (We)

$$Eo = Bt - Bti$$

$$Eg = Bg - Bgi$$

el cálculo de la entrada de agua se hará mediante la ecuación de Stanley dada su facilidad de aplicación :

$$We = c \sum dp(t)^a$$

sustituyendo los términos anteriores en la ec. (3.2) :

$$F = \frac{Nm Bti Eg + NEo + c \sum dp(t)^a}{Bgi} \quad \dots (3.3)$$

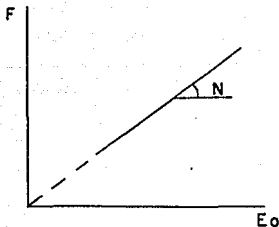
A continuación se presentan casos específicos de mecanismos de desplazamiento y el tratamiento que se le da a la ec. (3.3) para que adopte la forma de una línea recta.

NO EXISTE EMPUJE DE AGUA, NI CASQUETE ORIGINAL DE GAS

Debido a que no existe entrada de agua en el yacimiento, el término W_e se anula, así como el término que representa la expansión del gas, por lo tanto la ec. (3.3) se reduce a :

$$F = NE_o$$

graficando F vs. E_o se obtiene una línea recta que pasa por el origen con una pendiente cuyo valor corresponde al volumen original de aceite (N).



NO EXISTE ENTRADA DE AGUA, CASQUETE ORIGINAL DE GAS CONOCIDO

Debido a que no existe entrada de agua al yacimiento, el término W_e se anula de la ecuación (3.3) quedando :

$$F = \frac{N_m B_{ti} E_g + N E_o}{B_{gi}}$$

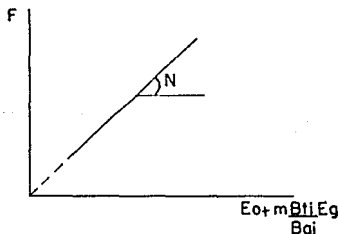
factorizando a N :

$$F = N \left(E_o + m \frac{B_{ti} E_g}{B_{gi}} \right)$$

y graficando a los términos :

$$F \text{ vs } \left(E_o + m \frac{B_{ti} E_g}{B_{gi}} \right)$$

se obtendrá una recta que pasa por el origen con una pendiente cuyo valor corresponde al volumen original de aceite (N).



NO EXISTE ENTRADA DE AGUA, N y m DESCONOCIDOS

Debido a que no existe entrada de agua el término W_e se anula de la ecuación (3.3) quedando :

$$F = N + \frac{Bt_i E_g + NE_o}{B_g i}$$

sin embargo, debido a que dos términos de la ecuación son desconocidos, la E.B.M. se puede plantear bajo dos criterios diferentes :

a) haciendo :

$$G = \frac{N + Bt_i}{B_g i}$$

la ecuación (3.3) queda :

$$F = NE_o + G E_g$$

reacomodando términos para que la ecuación quede de la forma :

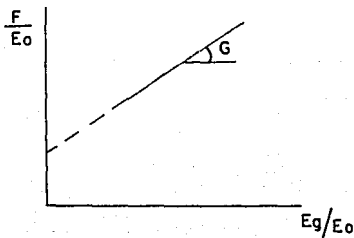
$$Y = mx + b :$$

$$\frac{F}{E_o} = N + G \frac{E_g}{E_o}$$

graficando $\frac{F}{E_o}$ vs $\frac{E_g}{E_o}$ se obtendrá una línea recta cuya

intersección con el eje de los Y es el volumen original de aceite

(N) y la pendiente es el volumen original de gas libre (G)

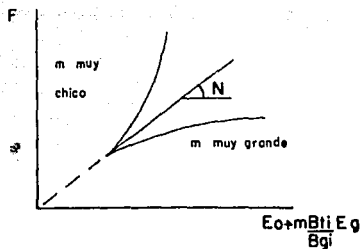


b) Factorizando a N de la ecuación (3.3)

$$F = N(Eo + m \frac{Bti Eg}{Eo})$$

puesto que 'm' es desconocida si se supone un valor y se gráfica F vs $(Eo + m \frac{Bti Eg}{Eo})$ se obtendrá una línea recta que pasa por el origen

teniendo a N como pendiente, siempre y cuando el valor que se haya supuesto de m sea el correcto, ya que si el valor supuesto de 'm' es muy grande se obtendrá una curva que abre hacia abajo, y si el valor de 'm' muy chico se obtendrá una curva que abre hacia arriba. Se deben suponer varios valores de 'm' hasta que se encuentre uno que al graficar proporcione una línea recta.



La ecuación obtenida en el caso 'b' da resultados más precisos debido a que proporciona una curva que pasa por el origen, sin embargo, es recomendable usar también la ecuación obtenida en el caso 'a' para comparar resultados.

YACIMIENTOS CON EMPUJE HIDRAULICO SIN CASQUETE

ORIGINAL DE GAS

Debido a que no existe casquete original de gas, el término 'm' se elimina de la ecuación (3.3) quedando :

$$F = MEo + c \int dp(t)^a$$

reacomodando términos para que la ecuación quede de la forma $y = mx + b$:

$$\frac{F}{Eo} = N + C \frac{\int dp(t)^a}{Eo}$$

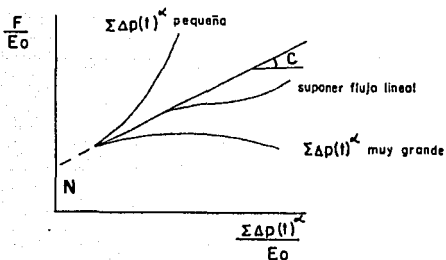
y graficando :

$$\frac{F}{Eo} \text{ vs } \frac{\int dp(t)^a}{Eo}$$

se obtendrá una línea recta siendo "N" la ordenada al origen y "C" la pendiente, siempre y cuando la suposición de la geometría del acuífero sea la correcta, en caso contrario se obtendrán 3 tipos de curvas diferentes :

- si se supone un acuífero pequeño se obtendrá una curva que abrirá hacia arriba, esto significa que el valor de $dp(t)^a$ es muy pequeño por lo tanto, se debe aumentar el período a partir del cual $(t)^a$ permanece constante.

- si se supone un acuífero muy grande se obtendrá una curva que abre hacia abajo, esto significa que el valor de $dp(t)^a$ es muy grande, y por lo tanto se debe disminuir el período a partir del cual $(t)^a$ permanece constante.
- si se supone un tipo de flujo equivocado (radial o lineal) se obtendrá una curva en forma de S.



YACIMIENTOS SIN CASQUETE DE GAS CON ACUIFERO PEQUEÑO

Debido a que no existe casquete original de gas, el término "m" se elimina de la ecuación (3.3) quedando :

$$F = MEo + c \sum dp(t)^a$$

para este caso la entrada de agua puede ser representada por :

$$W_e = c' dp' \quad . . . (3.4)$$

donde :

$$dp' = P_i - P$$

$$c' = Mcw$$

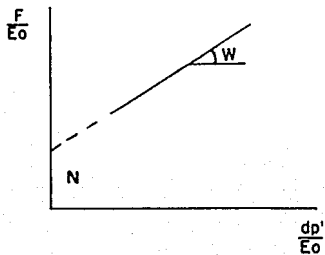
en vez de utilizar la ecuación de Stanley, debido a que es la más simple y aproximada y esta basada en la suposición de que la entrada de agua se da en condiciones de régimen permanente. Sustituyendo entonces esta expresión en la ecuación (3.3) y reacomodando los términos para obtener una ecuación de la forma $y = mx + b$ se tiene :

$$\frac{F}{Eo} = M + \frac{c'dp'}{Eo}$$

graficando :

$$\frac{F}{E_o} \quad \text{vs} \quad \frac{dp'}{E_o}$$

se obtendrá una línea recta, siendo el volumen original de aceite (N) la ordenada al origen y la constante de entrada de agua (C) la pendiente, los puntos se graficarán hacia atrás debido a que E_o aumenta más rápidamente que dp' , siendo así $\frac{dp'}{E_o}$ disminuye cuando la presión disminuye. Puesto que C' es positiva y esta dada por la pendiente de la recta, entonces F también decrece cuando la presión disminuye, por lo tanto los puntos deben graficarse inversamente.



YACIMIENTOS CON EMPUJE HIDRAULICO Y CASQUETE DE GAS CONOCIDO

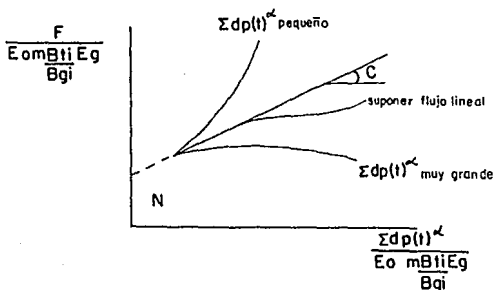
Debido a que para este caso no hay ninguna variable desconocida la ecuación (3.3) no se simplifica, lo único que hay que hacer es recomodar los términos de tal modo que la ecuación tome la forma $y = mx + b$

$$\frac{F}{E_o + m \frac{B_{ti}}{B_{gi}} E_g} = N + C \frac{\Sigma dp(t)^a}{E_o + m \frac{B_{ti}}{B_{gi}} E_g}$$

graficando

$$\frac{F}{E_o + m \frac{B_{ti}}{B_{gi}} E_g} \quad \text{vs} \quad \frac{\Sigma dp(t)^a}{E_o + m \frac{B_{ti}}{B_{gi}} E_g}$$

se obtendrá una línea recta siempre y cuando la suposición de la geometría del acuífero sea la correcta, en caso contrario este caso se analizará como el de yacimientos con empuje hidráulico sin casquete original de gas



YACIMIENTOS CON ACUIFERO MUY PEQUEÑO Y CASQUETE DE GAS CONOCIDO

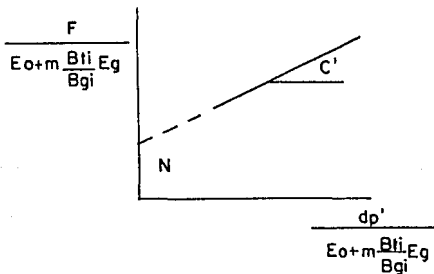
Debido a que en este caso, también ningún término de la ecuación es desconocido, la ecuación (3.3) no sufre ninguna simplificación, y puesto que se trata de un acuífero muy pequeño se utilizará la ecuación (3.4), sólo hay que recomodar los términos para que la ecuación quede de la forma $y = mx + b$:

$$\frac{F}{E_o + m \frac{B_{ti}}{B_{gi}} E_g} = N + C' \frac{dp'}{E_o + m \frac{B_{ti}}{B_{gi}} E_g}$$

graficando :

$$\frac{F}{E_o + m \frac{B_{ti}}{B_{gi}} E_g} \quad \text{vs} \quad \frac{dp'}{E_o + m \frac{B_{ti}}{B_{gi}} E_g}$$

se obtendrá una línea recta, donde los puntos deberán graficarse inversamente.



Antes de continuar con el siguiente caso que ya no corresponde a empuje hidráulico, es necesario mencionarse que no es indispensable conocer la geometría del sistema, ya que si se consigue determinar la expresión de los valores de $(t)^0$ que satisfagan la linealidad de la gráfica, se obtendrá una solución aceptable. De este modo, teóricamente es posible encontrar más de un juego de propiedades del acuífero que resuelvan el problema. Sin embargo los valores de N y W calculados serán los mismos para cada caso.

YACIMIENTOS CON EMPUJE HIDRAULICO, CASQUETE DE GAS ORIGINAL Y N SON DESCONOCIDOS

La solución de este caso no se aborda, debido a que se requiere una extraordinaria precisión en los datos lo cual limita su aplicación práctica.

**SOLUCION DE LA E.B.M. EN FORMA DE LINEA RECTA
PARA YACIMIENTOS BAJOSATURADOS**

YACIMIENTOS SIN EMPUJE HIDRAULICO

La E.B.M. para yacimientos bajosaturados sin empuje hidráulico es :

$$NpBo = \frac{NBoi(SoCo + SwCw + Cf)}{1 - Swi} dp'$$

donde :

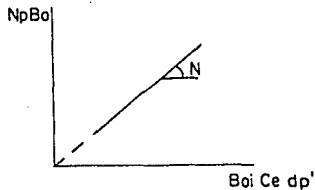
$$Ce = (SoCo + SwCw + Cf)$$

$$dp' = Pi - P$$

graficando

$$NpBo \text{ vs } \frac{Boi Ce dp'}{1 - Swi}$$

se obtiene una línea recta que pasa por el origen con una pendiente cuyo valor corresponde al volumen original de aceite (N),



YACIMIENTOS CON EMPUJE HIDRAULICO

La E.B.M. para yacimientos bajosaturados con empuje hidráulico es :

$$NpBo + WpBw = \frac{NBoi Ce dp'}{1 - Swi} + We$$

dividiendo entre :

$$\frac{Boi Ce dp'}{1 - Swi}$$

$$\frac{(NpBo + WpBw)}{\frac{Boi Ce dp'}{1 - Swi}} = N + \frac{We}{\frac{Boi Ce dp'}{1 - Swi}}$$

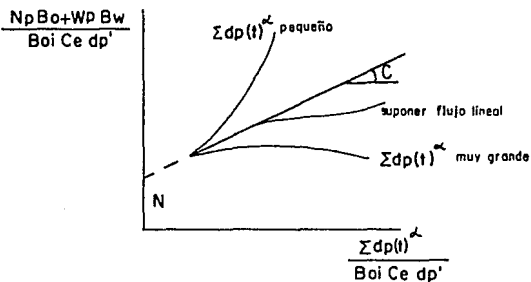
y utilizando la ecuación de Stanley para representar a We, queda que la ecuación para yacimientos bajosaturados con empuje hidráulico es:

$$\frac{(NpBo + WpBw)}{Boi Ce dp'} = N + C \frac{\int dp(t)^a}{Boi Ce dp'}$$

graficando :

$$\frac{(NpBo + WpBw)}{Boi Ce dp'} \quad \text{vs} \quad \frac{\sum dp(t)^a}{Boi Ce dp'}$$

se obtendrá una línea recta siempre y cuando la geometría del acuífero sea la correcta, siendo el volumen original de aceite (N) la ordenada al origen y la constante de entrada de agua (C) la pendiente, en caso de que no se obtenga una línea recta se procederá como en el caso de yacimientos saturados con empuje hidráulico sin casquete original de gas.

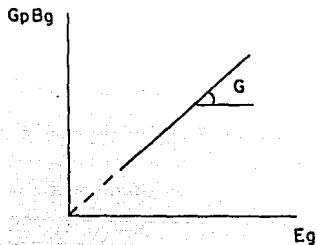


**SOLUCION DE LA E.B.M. EN FORMA DE LINEA RECTA
PARA YACIMIENTOS DE GAS**

NO EXISTE ENTRADA DE AGUA

$$GpBg = GEg$$

Al graficar $GpBg$ vs Eg se obtendrá una línea recta que pasa por el origen, siendo el volumen original de gas (G) la pendiente.



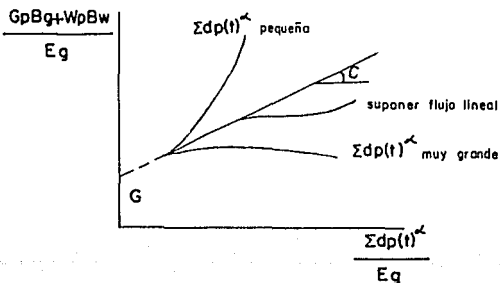
YACIMIENTOS DE GAS CON ENTRADA DE AGUA

$$\frac{GpBg + WpBw}{Eg} = G + C \frac{\sum dp(t)^a}{Eg}$$

graficando :

$$\frac{GpBg + WpBw}{Eg} \quad \text{vs} \quad \frac{\sum dp(t)^a}{Eg}$$

se obtendrá una línea recta siempre y cuando la geometría del acuífero sea la correcta, siendo el volumen original de gas (G) la ordenada al origen y la constante de entrada de agua (C) la pendiente, en caso de que no se obtenga una línea recta se procederá como en el caso de los yacimientos saturados con empuje hidráulico sin casquete original de gas.



PROGRAMA DE COMPUTO

OBJETIVO

El objetivo de este programa es la aplicación del método propuesto por HAVLENA y ODEH, el cual ordena la ecuación de Balance de Materia mediante una redistribución de sus términos a la ecuación de una línea recta, con el fin de obtener a partir de su pendiente y ordenada al origen el valor de las incógnitas "naturales" de la ecuación, como son: el volumen original de aceite, el volumen original de gas y según sea el caso la constante de entrada de agua para yacimientos de aceite o de gas.

El programa se realizó en lenguaje FORTRAN 77 en una computadora personal IBM.

ECUACIONES UTILIZADAS

Para el caso en que el tipo de yacimiento proporcione una línea recta que pase por el origen, la ecuación que se utilizó para calcular la pendiente de acuerdo al método de mínimos cuadrados es:

$$N = \frac{\sum_{j=1}^n y_j}{\sum_{j=1}^n x_j}$$

Para el caso en que la recta no pase por el origen, la pendiente y ordenada al origen se calculan con las siguientes ecuaciones:

$$N = \frac{\sum_{j=1}^n x_j \sum_{j=1}^n y_j x_j - \sum_{j=1}^n x_j^2 \sum_{j=1}^n y_j}{\left(\sum_{j=1}^n x_j\right)^2 - n \sum_{j=1}^n x_j^2} \quad b = \frac{\sum_{j=1}^n y_j \sum_{j=1}^n x_j - n \sum_{j=1}^n x_j y_j}{\left(\sum_{j=1}^n x_j\right)^2 - n \sum_{j=1}^n x_j^2}$$

El volumen de entrada de agua se calcula mediante la ecuación de STANLEY:

$$W_e = C \sum \Delta p \cdot t^n$$

**CORRELACIONES UTILIZADAS PARA EL CALCULO DE
LAS PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS**

CORRELACION DE VAZQUEZ

Para establecer estas correlaciones se utilizaron más de 6000 datos de R_s , B_o y U_o , a varias presiones y temperaturas. Como el valor de la densidad relativa del gas es un parametro de correlación importante, se decidió usar un valor de dicha densidad relativa normalizado a una presión de separación de 100 lb/pg² manométrica. Por lo tanto, el primer paso para usar estas correlaciones consiste en obtener el valor de la densidad relativa del gas a dicha presión.

$$K_{gs} = K_{gp}(1 + 5.912E-05 \text{ koTs} \log(P_s/114.7))$$

donde :

K_{gs} .- Densidad relativa del gas resultante de una separación a 100 lb/pg²

K_{gp} .- Densidad relativa del gas obtenida a las condiciones de separación de P_s y T_s .

P_s .- Presión de separación en lb/pg²

T_s .- Temperatura de separación en $^{\circ}$ F

$$R_s = C1 \cdot k_{gs} \cdot P \cdot \exp(C2 \cdot (k_o / (T+460)))$$

Coeficientes	k_o	
	≤ 30 API	> 30 API
C1	0,0362	0,0178
C2	1,0937	1,1870
C3	25,7240	23,9310

$$B_o = 1 + C1R_s + C2(T-60)(k_o/k_{gs}) + C3R_s(T-60)(k_o/k_{gs})$$

Coeficientes	k_o	
	≤ 30 API	> 30 API
C1	4,677E-04	4,670E-04
C2	1,751E-05	1,100E-05
C3	-1,811E-08	1,337E-09

CORRELACION DE STANDING

Esta correlación se estableció para aceites y gases producidos en California y para otros sistemas de crudo de bajo encogimiento, simulando una separación instantánea en dos etapas a 100 ° F. La primera etapa se realizó a una presión de 250 a 450 lb/pg2 abs, y la segunda etapa a la presión atmosférica.

$$R_s = K_g \left(\frac{P}{18} \right)^{100.0125(K_o) - 0.00091(T)} 1/0.83$$

$$B_o = 0.972 + 0.000147(F)^{1.175}$$

$$F = R_s(K_g/K_o)^{1/2} + 1.25 T$$

donde :

K_g .- Densidad relativa del gas (aire = 1)

K_o .- Densidad del aceite (API)

T .- Temperatura (F)

CORRELACION DE OISTEIN

Esta correlación fue establecida utilizando muestras de aceite producido en el Mar del Norte, donde predominan los aceites de tipo volátil.

$$P = e^{(-2.57364 + 2.35772 \log(p) - 0.703988(\log(p))^2 + 0.098471(\log(p))^3)}$$

$$R_s = g \left(\frac{P^{0.989}}{T^x} \right)^{1/0.0816}$$

para aceites de bajo encogimiento $x = 0.172$

para aceites de alto encogimiento $x = 0.130$

$$B_o = R_s(\text{Kg/Kra})^{0.526} + 0.968 T$$

$$B_o = e^{(-6.58511 + 2.91329 \log(B_o) - 0.27683(\log(B_o))^2)}$$

+1

COMPRESIBILIDAD DEL ACEITE

$$C_o = (a_1 + a_2 R_s + a_3 T + a_4 K_g + a_5 K_o) / a_6 P$$

donde :

$$\begin{aligned} a_1 &= -1433 & a_2 &= 5 & a_3 &= 17,2 & a_4 &= -1180 \\ a_5 &= 12,61 & a_6 &= 10 \end{aligned}$$

gs se calcula con la correlación de Vazquez

COMPRESIBILIDAD DEL AGUA

$$C_w = (A + Bt + CT) 10^{-6} f^*$$

donde :

$$A = 3,8546 - 0,000134 P$$

$$B = -0,01052 + 4,77 E-07 P$$

$$C = 3,9267 E-05 - 8,8 E-10 P$$

$$f^* = 1 + 8,9 E-03 R_{sw}$$

$$p = 1 \exp(-p/2276)$$

$$t = (5/9) (T - 32)$$

$$T' = \frac{T - 90}{10}$$

$$S = P (A + BT + CT + DT)$$

donde :

$$A = 3.69051$$

$$B = 0.08746$$

$$C = 0.01129$$

$$D = -0.00647$$

$$R_{sw} = 5.6146 S$$

COMPRESIBILIDAD DE LA FORMACION

$$\begin{aligned} C_f = 10 & \left(281694500 \text{ m}^{-6} - 330277700 \text{ m}^{-7} + 165106800 \text{ m}^{-6} - \right. \\ & - 46537900 \text{ m}^{-5} + 8315447 \text{ m}^{-4} - 1011508 \text{ m}^{-3} + \\ & \left. + 86694.04 \text{ m}^{-2} - 5077.0760 \text{ m}^{-1} + 220.7614 \right) \end{aligned}$$

DESCRIPCION DEL PROGRAMA

El programa esta conformado por una rutina principal y 19 subrutinas, 11 de las cuales representan cada una a un tipo de yacimiento y las 8 restantes colaboran para la obtención de los resultados.

SUBROUTINAS UTILIZADAS

- 1.- FRA : Yacimiento de aceite con empuje hidráulico.
- 2.- YAC : Yacimiento de aceite sin empuje hidráulico.
- 3.- CAA : Yacimiento de aceite sin empuje hidráulico ni casquete original de gas.
- 4.- CAB : Yacimiento de aceite sin empuje hidráulico y casquete original de gas conocido.
- 5.- CAC : Yacimiento sin empuje hidráulico, volumen original de aceite y casquete original de gas desconocidos.
- 6.- CAD : Yacimiento con empuje hidráulico sin casquete original de gas.
- 7.- CAE : Yacimiento sin casquete original de gas con acuífero pequeño.
- 8.- CAF : Yacimiento con empuje hidráulico y casquete original de gas conocido.
- 9.- CAG : Yacimiento con acuífero muy pequeño y casquete original de gas conocido.

10.- YACGA : Yacimiento de gas sin entrada de agua.

11.- GASCONA : Yacimiento de gas con entrada de agua.

Las subrutinas FRA, YAC, CAA, CAB, CAC, CAD, CAE, CAF Y CAG corresponden a los yacimientos de aceite y hacen uso de las siguientes subrutinas :

12.- PRIMERO : Esta subrutina pregunta qué correlación se va a utilizar para realizar el cálculo de las propiedades de los fluidos, y además pide los siguientes datos :

- No. de periodos de presión (A)
- Presión inicial en Kg/cm² (Pi)
- Saturación de agua en fracción (Sw)
- Porosidad en fracción (PORO)
- Salinidad en partes por millón (PPM)
- Presión de separación en Kg/cm² (Ps)
- Temperatura de separación en °C (Ts)
- Densidad relativa del gas producido (ROG)
- Temperatura en °C (T)
- Densidad relativa del aceite en oAPI (RO)
- Relación gas-aceite instantánea en m³g/m³o (R)

- 13.- PRINCIPAL : Esta subrutina calcula las propiedades de los fluidos haciendo uso de correlaciones.
- 14.- PROF : Esta subrutina calcula las propiedades de los fluidos haciendo uso de la correlacion de Vazquez.

Las subrutinas YACBA y GASCONA corresponden a los yacimientos de gas y hacen uso de las siguientes subrutinas :

- 15.- PRIGAS : Esta subrutina pide los siguientes datos :
- No. de periodos de presión (N)
 - Presión inicial en Kg/cm² (Pi)
 - Saturación de agua en fracción (Sw)

- 16.- SOB : Esta subrutina calcula el factor de volumen del gas.

Hay tres subrutinas que se usan tanto para yacimientos de aceite como para yacimientos de gas :

- 17.- STAN : Se utiliza para realizar la sumatoria que interviene en el cálculo de la constante de entrada de agua.
- 18.- MINICUA : Se utiliza para ajustar una serie de puntos a una línea recta que no pasa por el origen.

19.-- MINICUAL : Se utiliza para ajustar una serie de puntos a una línea recta que pasa por el origen.

DESCRIPCION DE SUBROUTINAS

1.- PROP (CTO,CTE)

CTA : Variable que determina el tipo de yacimiento de aceite a analizar :

1.- Yacimientos Saturados 2.- Yacimientos Bajosaturados

CTE : Variable que determina qué propiedad del fluido calcular :

1 = R_{s1},R_{s1},R_{s2},...,R_{sn} 2 = B_{o1},B_{o1},B_{o2},...,B_{on}

2.- PRINCIPAL (CTA,CTI,CTO)

CTA : Variable que determina el tipo de aceite a analizar :

1 = Yacimientos Saturados 2 = Yacimientos Bajosaturados

CTI : Variable que determina si se conoce o no el factor de volumen del agua.

CTO : Variable que determina si se requiere de una propiedad específica del fluido.

3.- STAN (G2,B1,ALFA,T1,X3,TE)

G2 : Variable que indica el número de periodos de presión.

B1 : Variable que determina a partir de que periodo ^a permanece constante.

ALFA : Variable que determina el tipo de flujo que se tiene en el yacimiento :

0.8 = Flujo radial 0.5 = Flujo lineal

T1,XJ,TE: Variables auxiliares que requiere el método de Stanley.

4.- MINICUA(A,BAND,X,Y)

A : Número de periodos de presión.

BAND : variable que identifica, si se trata de yacimientos de aceite o yacimientos de gas.

X,Y : Puntos para ajustar una línea recta que no pasa por el origen.

5.- MINICUA1(A,BAND,X,Y)

A : Número de periodos de presión

BAND : variable que identifica, si se trata de yacimientos de aceite o yacimientos de gas.

X,Y : Puntos para ajustar una línea recta que pasa por el origen.

**DATOS QUE REQUIERE EL PROGRAMA PARA
SU FUNCIONAMIENTO**

- 1.- $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ Presión media del yacimiento al final de cada uno de los periodos de tiempo (t); obtenida de la historia de presión del yacimiento (Kg/cm²).
- 2.- $Np_1, Np_2, Np_3, \dots, Np_n$ Producción acumulativa de aceite al final de cada uno de los periodos de tiempo (t); obtenida de la historia de producción del yacimiento (10⁶ m³).
- 3.- $Rp_1, Rp_2, Rp_3, \dots, Rp_n$ Relación gas_aceite acumulativa al final de cada uno de los periodos de tiempo (t); obtenida de la historia de producción del yacimiento.
- 4.- $Gp_1, Gp_2, Gp_3, \dots, Gp_n$ Producción acumulativa de gas al final de cada uno de los periodos de tiempo (t); obtenida de la historia de producción del yacimiento (10⁶ m³).
- 5.- $Wp_1, Wp_2, Wp_3, \dots, Wp_n$ Producción acumulativa de agua al final de cada uno de los periodos de tiempo (t); obtenida de la historia de producción del yacimiento.
- 6.- P_i Presión inicial del yacimiento (Kg/cm²).
- 7.- R Relación gas-aceite instantánea (m³g/m³o).
- 8.- Y Salinidad del agua de formación (ppm).

9.- T Temperatura de la formación (oC),

10.- P_s Presión de separación (lb/pg²),

11.- T_s Temperatura de separación (F),
o

Las propiedades de los fluidos no son datos obligatorios debido a que si no se conocen se pueden calcular con correlaciones

OPERACION DEL PROGRAMA

Todos los datos mencionados en el apartado anterior deben ser introducidos en archivos, esto con el fin de facilitar la captura de la información solicitada.

Si en un futuro se quisiera omitir la introducción de los datos a través de archivos, deberá consultar el programa y omitir las instrucciones 'open(unidad,file='nombre del archivo.dat') y read(unidad,*)', sustituyendo esta última por 'read(4,*)', de este modo al ejecutarse el programa se deberá introducir la información que se requiera.

Para el caso de los yacimientos de aceite bajosaturados se utilizan los siguientes archivos :

A) ARCHIVO.DAT

- . número de periodos de presión
- . presión inicial
- . saturación de agua
- . porosidad
- . salinidad
- . presión de separación
- . temperatura de separación
- . densidad relativa del gas a condiciones de separación
- . densidad relativa del gas producido

- . densidad relativa del aceite
- . relación gas-aceite instantanea
- . presión y producción acumulativa de aceite para los diferentes periodos de presión separados por coma. (deben introducirse en forma de columna)

B) WP.DAT

- . producción de agua para los diferentes periodos de presión (deben introducirse en forma de columna)

C) BO.DAT

- . factor de volumen del aceite, inicial y para los diferentes periodos de presión (debe introducirse en forma de columna, iniciando por el factor de volumen inicial).

D) BW.DAT

- . factor de volumen del agua, inicial y para los diferentes periodos de presión (debe introducirse en forma de columna, iniciando por el factor de volumen inicial).

Para el caso de los yacimientos de aceite saturados se utiliza además de los archivos (A), (B), (C) y (D) el siguiente :

E) RS.DAT

- . relación de solubilidad del aceite para los diferentes

periodos de presión (debe introducirse en forma de columna).

F) BG.DAT

. factor de volumen del gas, inicial y para los diferentes periodos de presión (debe introducirse en forma de columna).

E) RP.DAT

. relación gas-aceite acumulativa para los diferentes periodos de presión (deben introducirse en forma de columna).

En el caso de los yacimientos de gas se utilizan los siguientes archivos:

A) GP.DAT

. número de periodos de presión
. presión inicial
. temperatura

B) WP.DAT

. producción de agua para los diferentes periodos de presión (deben introducirse en forma de columna)

C) BW.DAT

. factor de volumen del agua, para los diferentes

periodos de presión (debe introducirse en forma de columna).

D) BG.DAT

. factor de volumen del gas, inicial y para los diferentes periodos de presión (debe introducirse en forma de columna).

Si estos archivos no son creados antes de ejecutar el programa, o no se introduce en ellos toda la información requerida, al ejecutar el programa se visualizará en la pantalla un mensaje de error, en cuyo caso deberá revisarse los archivos y ejecutar nuevamente el programa.

Los archivos pueden ser creados mediante cualquier procesador tipo texto.

- 1.- Introducir el disco en el drive A, si está apagada la máquina encenderla, en caso contrario pulsar las teclas <ctrl> <alt> al mismo tiempo.
- 2.- Esperar a que se muestre lo siguiente en la pantalla :

ECUACION DE BALANCE DE MATERIA

- 1.- Yacimientos de gas
- 2.- Yacimientos de aceite

PROPORCIONE OPCION

- 3.- Proporcionar la opción que desee analizar.
- 4.- La opción 1 despliega una pantalla en donde se presenta a los yacimientos de gas con empuje y sin empuje hidráulico, brindando la opción a elegir el yacimiento que se desee analizar.

La opción 2 despliega una pantalla en donde se presenta la clasificación de los yacimientos de aceite de acuerdo a la presión del yacimiento, brindando la opción a elegir la que se desee, para posteriormente analizar algún tipo de yacimiento con características específicas.
- 5.- Seleccionar la correlación que desee utilizar para el cálculo de las propiedades de los fluidos :

1.- C. VAZQUEZ 2.- C. STANDING 3.- OISTEIN

- 7.- Responder con una 'S' si conoce ó con una 'N', si no conoce la propiedad del fluido en cuestión.

Al responder con una 'N' la propiedad del fluido se calculará con la correlación que se eligió en el paso 6), sin embargo al responder con una 'S' la propiedad del fluido se tomara del archivo que corresponda.

- 8.- Esperar resultados.

9.- Si se desea que los resultados salgan por la impresora, antes de pulsar la tecla <return> después del último dato proporcionado en el paso no. 6, oprimir simultáneamente las teclas <ctrl> <p>.

10.- Si se desea realizar una pausa en la corrida del programa tanto en la pantalla como en la impresora, oprimir simultáneamente las teclas <ctrl> <s>, para continuar con la corrida pulsar cualquier tecla.

11.- Oprimir simultáneamente las teclas <ctrl> <p>, para desactivar la impresora.

PROGRAMA DE COMPUTO

```

1 FORMAT(////,9X,'ECUACION DE BALANCE DE M'
*, 'A T E R I A', //, 18X, 'M E T O D O   D E   L I N E A   R E C T A
*')
2 FORMAT(////,27X,'1.- YACIMIENTOS DE GAS', //, 27X, '2.- YACIMIENTO',
*, 'S DE ACEITE')
3 FORMAT(////////,1X,'PROPORCIONE OPCION')
4 FORMAT(////,17X,'1.- YACIMIENTOS DE GAS SIN ENTRADA DE AGU',
*, 'A', //, 17X, '2.- YACIMIENTOS DE GAS CON ENTRADA DE AGUA')
5 FORMAT(////,17X,'1.- YACIMIENTOS DE ACEITE BAJOSATURADOS', //,
*, 17X, '2.- YACIMIENTOS DE ACEITE SATURADOS')
6 FORMAT(////,17X,'1.- YACIMIENTOS DE ACEITE SIN EMPUJE HIDRAUL',
*, 'I C O', //, 17X, '2.- YACIMIENTOS DE ACEITE CON EMPUJE HIDRAULICO')
8 FORMAT(//,8X,'1.- NO EXISTE EMPUJE HIDRAULICO NI CASQUETE',
*, ' ORIGINAL DE GAS', //, 8X, '2.- NO EXISTE EMPUJE HIDRAULICO', ' ',
*, 'SE CONOCE n', //, 8X, '3.- NO EXISTE EMPUJE HIDRAULICO N y ',
*, 'n DESCONOCIDOS', //, 8X, '4.- YACIMIENTOS CON EMPUJE HIDRAULICO ',
*, 'SIN CASQUETE ORIGINAL DE GAS', //, 8X, '5.- YACIMIENTOS SIN CASQ',
*, 'UETE DE GAS CON ACUIFERO PEQUEZO', //, 8X, '6.- EMPUJE HIDRAULICO',
*, 'Y CASQUETE DE GAS CONOCIDO', //, 8X, '7.- YACIMIENTOS CON ACUI',
*, 'FERO MUY PEQUEZO Y CASQUETE DE GAS CONOCIDO', //, 8X, '8.- EMPUJE ',
*, 'HIDRAULICO, CASQUETE ORIGINAL DE GAS Y N SON DESCONOCIDOS', //)
9 FORMAT(////////,14X,' LA SOLUCION DE ESTE CASO NO SE ABORDA ',
*, 'DEBIDO A ', //, 14X, 'QUE SE REQUIERE UNA EXTRAORDINARIA PRECISION',
*, ' EN LOS', //, 14X, 'DATOS LO CUAL LIMITA SU APLICACION PRACTICA.',
*, '////////')
COMMON A,PI,SW,PORO,PPM,PS,TS,ROGP,ROG,RO,T,R,P(50),NP(50),BO(50
*),Bw(50),NP(50),CD(50),CW(50),RS(50),BG(50),RSI,BGI,BWI,CE(50)
*,BOB,BOI,F(50),CWI,CWB,BWB,PB,RSB,ROGS,PC,TC,R1,OPCION
INTEGER OP,OPCI,OPCIO,OPCION
WRITE(*,1)
WRITE(*,2)
WRITE(*,3)
READ(*,*)OPCI
IF(OPCI.EQ.1)THEN
WRITE(*,*)
WRITE(*,1)
WRITE(*,4)
WRITE(*,3)
READ(*,*)OPCIO
IF(OPCIO.EQ.1)THEN
CALL YACGA
ELSE
IF(OPCIO.EQ.2)THEN
CALL GASCONA

```

```

ELSE
  WRITE(*,*) 'ESTA OPCION NO EXISTE'
ENDIF
ENDIF
ELSE
  IF(OPCI.EQ.2)THEN
    WRITE(*,*)
    WRITE(*,1)
    WRITE(*,5)
    WRITE(*,3)
    READ(*,*)OPCIO
    IF(OPCIO.EQ.1)THEN
      WRITE(*,1)
      WRITE(*,6)
      WRITE(*,3)
      READ(*,*)OP
      IF(OP.EQ.1)THEN
        CALL YAC
      ELSE
        IF(OP.EQ.2)THEN
          CALL FRA
        ELSE
          WRITE(*,*) 'ESTA OPCION NO EXISTE'
        ENDIF
      ENDIF
    ENDIF
  ELSE
    IF(OPCIO.EQ.2)THEN
      WRITE(*,*)
      WRITE(*,*)
      WRITE(*,*) ' YACIMIENTOS DE ACEITE'
      , ' SATURADO'
      WRITE(*,8)
      WRITE(*,*) 'PROPORCIONE SU OPCION '
      READ(*,*)OP
      GOTO(10,11,12,13,14,15,16,17),OP
10    CALL CAA
      GOTO 18
11    CALL CAB
      GOTO 18
12    CALL CAC
      GOTO 18
13    CALL CAD
      GOTO 18
14    CALL CAE
      GOTO 18
15    CALL CAF
      GOTO 18
16    CALL CAG
    ENDIF
  ENDIF

```

```
      GOTO 18
      WRITE(*,9)
    ELSE
      WRITE(*,*)'ESTA OPCION NO EXISTE'
    ENDIF
  ENDIF
ELSE
  WRITE(*,*)'ESTA OPCION NO EXISTE'
ENDIF
ENDIF
10 END
```

```

SUBROUTINE CAA
C
C NO EXISTE EMPUJE HIDRAULICO NI CASQUETE DE GAS
C
544 FORMAT(/,5X,'WP(',I2,')=' ,F12.5)
550 FORMAT(/,5X,'X(',I2,')=' ,F12.5,'Y(',I2,')=' ,F12.5,'X3(',I2,')='
*,F12.5)
555 FORMAT(/,5X,'TECLEA LOS VALORES DE LA PRODUCCION ACUMULATIVA DE '
*,/,5X,'AGUA Q C.S EN m3, PARA LOS DIFERENTES PERIODOS DE '
*,/,5X,'PRESION',/)
560 FORMAT(/,5X,'TECLEA LOS VALORES DE RP PARA LOS DIFERENTES PERIO',
*'DOS DE PRESION')
570 FORMAT(/,5X,'RP(',I2,')=' ,F12.5)
INTEGER A,B,B1,B2,Z1,G1,G2,CTA,CTE,CTI,CTO,OPCION,BAND
REAL NP
DIMENSION X(50),Y(50),T1(50),TE(50),X3(50),RP(50),BT(50),DESV(50)
COMMON A,PI,SW,PORO,PPM,PS,TS,ROGP,ROG,RO,T,R,F(50),NP(50),BO(50
*),Bw(50),WP(50),CO(50),CW(50),RS(50),BG(50),RSI,RGI,RWI,CE(50
*),BOB,BOI,F(50),CWI,CWB,DWB,PB,RSB,ROGS,PC,TC,R1,OPCION
WRITE(*,*)
WRITE(*,*)
CALL PRIM
OPEN(4,FILE='WP.DAT')
WRITE(*,555)
DO 1 B=1,A
READ(4,*)WP(B)
WRITE(*,544)B,WP(B)
1 CONTINUE
WRITE(*,560)
OPEN(10,FILE='RP.DAT')
DO 2 B=1,A
READ(10,*)RP(B)
WRITE(*,570)B,RP(B)
2 CONTINUE
BAND=1
CTA=2
CTI=1
CTO=1
CALL PRINCIPAL(CTA,CTI,CTO)
DO 3 B=1,A
BT(B)=BO(B)+BG(B)*((RSI-RS(B))/5.615)
X(B)=BT(B)-BOI
Y(B)=NP(B)*(BT(B)+BG(B)*(RP(B)-RSI/5.615))+WP(B)*BW(B)
3 CONTINUE
CALL AJUS(A,BAND,X,Y,N,DESV)
END

```

SUBROUTINE CAB

C
C
C

```

NO EXISTE EMPUJE HIDRAULICO SE CONOCE A 'm'

544 FORMAT(/,5X,'WP('',I2,'')='',F12.5)
550 FORMAT(5X,'X('',I2,'')='',F12.5,'Y('',I2,'')='',F12.5)
555 FORMAT(/,5X,'TECLEA LOS VALORES DE LA PRODUCCION ACUMULATIVA DE '
*,/5X,'AGUA @ C.S EN m3, PARA LOS DIFERENTES PERIODOS DE '
*,/5X,'PRESION',/)
570 FORMAT(/,5X,'TECLEA LOS VALORES DE RP PARA LOS DIFERENTES PERIO',
*'DOS DE PRESION')
571 FORMAT(/,5X,'TECLEA EL VALOR DE m EN m3g @c.y./m3o @c.s. (m='',
*'GBgi/NBoi)')
580 FORMAT(/,5X,'RP('',I2,'')='',F12.5)
INTEGER A,B,B1,B2,Z1,G1,G2,CTA,CTE,CTI,CTO,OPCION,BAND
REAL NP,M
DIMENSION X(50),Y(50),T1(50),TE(50),X3(50),BT(50),RP(50),EO(50),
*EG(50),DESV(50)
COMMON A,PI,SW,PORO,PPH,PS,TS,ROGP,ROG,RO,T,R,P(50),NP(50),BO(50
*),Bw(50),WP(50),CO(50),CW(50),RS(50),BG(50),RSI,BGI,BWI,CE(50)
*,BOB,BOI,F(50),CWI,CWB,DWB,PB,RSB,ROGS,PC,TC,R1,OPCION
BAND=1
WRITE(*,*)
WRITE(*,*)
CALL PRIM
OPEN(4,FILE='WP.DAT')
WRITE(*,555)
DO 66 B=1,A
  READ(4,*)WP(B)
  WRITE(*,544)B,WP(B)
66 CONTINUE
WRITE(*,570)
OPEN(10,FILE='RP.DAT')
DO 67 B=1,A
  READ(10,*)RP(B)
  WRITE(*,580)B,RP(B)
67 CONTINUE
CTA=1
CTI=1
CTO=1
CALL PRINCIPAL(CTA,CTI,CTO)
WRITE(*,571)
READ(*,*)H
DO 68 B=1,A
  DT(B)=BD(B)+BG(B)*((RSI-RS(B))/5.615)
  EO(B)=BT(B)-BOI
  EG(B)=BG(B)-BGI
  X(B)=EO(B)+M*BOI*EG(B)/BGI

```

Y(B)=NP(B)*(BT(B)+DG(B)*(RP(B)-RS1/5.615))+WP(B)*BW(B)
68 CONTINUE
CALL AJUS(A,BAND,X,Y,N,DESU)
END

SUBROUTINE CAC

```

C
C   NO EXISTE EMPUJE HIDRAULICO 'N Y M' DESCONOCIDOS
C
544 FORMAT(/,5X,'WP(',I2,')=' ,F12.5)
550 FORMAT(/,5X,'X(',I2,')=' ,F12.5,'Y(',I2,')=' ,F12.5)
555 FORMAT(/,5X,'TECLEA LOS VALORES DE LA PRODUCCION ACUMULATIVA DE '
*,/5X,'AGUA @ C.S EN M3, PARA LOS DIFERENTES PERIODOS DE '
*,/5X,'PRESION',/)
570 FORMAT(/,5X,'TECLEA LOS VALORES DE RP PARA LOS DIFERENTES PERIO',
*, 'DOS DE PRESION')
571 FORMAT(/,2X,'SUPON UN VALOR DE M EN M3g @c.y./m3o @c.s. (M='
*, 'OBgi/NBoi)')
572 FORMAT(/,2X,'AUMENTA EL VALOR DE M')
573 FORMAT(/,2X,'SI NO AUMENTAS EL VALOR DE M QUEDAS FUERA DE SE',
*, 'SION')
574 FORMAT(/,2X,'DISMINUYE EL VALOR DE M')
575 FORMAT(/,2X,'SI NO DISMINUYES EL VALOR DE M QUEDAS FUERA DE',
*, 'SESION')
580 FORMAT(/,5X,'RP(',I2,')=' ,F12.5)
INTEGER A,B,B1,B2,Z1,G1,G2,CTA,CTE,CTI,CTO,OPCION,CONT,CONT1,BAND
REAL NP,H
DIMENSION X(50),Y(50),T1(50),TE(50),X3(50),BT(50),RP(50),ED(50),
*,EG(50),H(50),DESV(50)
COMMON A,PI,SW,PORD,PPH,PS,TS,ROGP,ROG,RD,T,R,P(50),NP(50),BO(50
*),Bw(50),WP(50),CO(50),CW(50),RS(50),BG(50),RSI,BGI,BWI,CE(50)
*,BOB,BOI,F(50),CWI,CWB,DWB,PB,RSB,ROGS,PC,TC,R1,OPCION
CALL PRIM
TOLE=0.001
C
C   TOLE, GRADO DE AJUSTE DE LA CURVA
C   BAND=1
C   DESV(1)=0,0
C   OPEN(4,FILE='WP.DAT')
C   WRITE(*,555)
C   DD 67 B=1,A
C       READ(4,*)WP(B)
C       WRITE(*,544)B,WP(B)
67 CONTINUE
WRITE(*,570)
OPEN(10,FILE='RP.DAT')
DD 68 B=1,A
READ(10,*)RP(B)
WRITE(*,580)B,RP(B)
68 CONTINUE
CTA=1
CTI=1
CTO=1
CALL PRINCIPAL(CTA,CTI,CTO)

```

```

WRITE(*,*)
WRITE(*,571)
N=2
READ(*,*)M(N)
102 DO 69 B=1,A
      BT(B)=BD(B)+BG(B)*((RSI-RS(B))/5.615)
      EO(B)=BT(B)-ROI
      EG(B)=BG(B)-BGI
      X(B)=EO(B)+M(N)*BOI*EG(B)/BGI
      Y(B)=NP(B)*(BT(B)+BG(B)*(RP(B)-RSI/5.615))+WP(B)*BW(B)
69 CONTINUE
C
C   CALCULO DE LA DESVIACION ESTANDAR
C
CALL AJUS(A,BAND,X,Y,H,DESV)
WRITE(*,*)'DESV(N) = ',DESV(N),DESV(N-1)
IF(DESV(N-1).LT.DE SV(N)) THEN
  WRITE(*,*)'AUMENTA EL VALOR DE m '
  N=N+1
101  READ(*,*)M(N)
      IF(M(N-1).GT.M(N)) THEN
        CONT = CONT+1
        IF(CONT.EQ.2) THEN
          WRITE(*,*)'***** FIN DE SESION *****'
        ELSE
          WRITE(*,573)
          GOTO 101
        ENDIF
      ELSE
        GOTO 102
      ENDIF
ELSE
  IF (ABS(DESV(N)-DESV(N-1)).LE.TOLE) THEN
    WRITE(*,*)'***** FIN DE SESION *****'
  ELSE
    WRITE(*,*)'DISMINUYE EL VALOR DE m '
    N=N+1
100  READ(*,*)M(N)
      IF(M(N-1).LE.M(N)) THEN
        CONT1 = CONT1+1
        IF(CONT1.EQ.2) THEN
          WRITE(*,*)'FIN'
        ELSE
          WRITE(*,575)
          GOTO 100
        ENDIF
      ELSE
        GOTO 102
      ENDIF

```

ENDIF
ENDIF
ENDIF
END

SUBROUTINE CAD

C
C
C

YACIMIENTOS CON EMPUJE HIDRAULICO SIN CASQUETE DE GAS ORIGINAL

```

544 FORMAT(/,5X,'WP(',I2,')=' ,F12.5)
546 FORMAT(/,5X,'T*ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO
* ,I2,/,5X,' ALFA = ',F3.2,/)
550 FORMAT(/,5X,'X(',I2,')=' ,F12.5,'Y(',I2,')=' ,F12.5,'X3(',I2,')='
* ,F12.5)
555 FORMAT(/,5X,'TECLEA LOS VALORES DE LA PRODUCCION ACUMULATIVA DE '
* ,/,5X,'AGUA @ C.S EN #3, PARA LOS DIFERENTES PERIODOS DE '
* ,/,5X,'PRESION',/)
570 FORMAT(/,5X,'TECLEA LOS VALORES DE RP PARA LOS DIFERENTES PERIO',
* 'DOS DE PRESION')
580 FORMAT(/,5X,'RP(',I2,')=' ,F12.5)
    INTEGER A,B,B1,B2,Z1,G1,G2,CTA,CTE,CTI,CTO,CU,OPCION,BAND
    REAL NP
    DIMENSION X(50),Y(50),T1(50),TE(50),X3(50),BT(50),RP(50),EO(50),
    *EG(50),DESV(50)
    COMMON A,PI,SW,PORO,PPH,PS,TS,ROGP,ROG,RO,T,R,P(50),NP(50),BO(50
    *),BW(50),WP(50),CO(50),CW(50),RS(50),BG(50),RSI,BGI,BWI,CE(50)
    * ,BOB,BDI,F(50),CWI,CWB,BWB,PB,RSB,ROOS,PC,TC,R1,OPCION
    BAND=1
    WRITE(*,*)
    WRITE(*,*)
    CALL PRIM
    OPEN(4,FILE='WP.DAT')
    WRITE(*,555)
    DO 70 B=1,A
        READ(4,*)WP(B)
        WRITE(*,544)B,WP(B)
70  CONTINUE
    OPEN(10,FILE='RP.DAT')
    WRITE(*,570)
    DO 71 B=1,A
        READ(10,*)RP(B)
        WRITE(*,580)B,RP(B)
71  CONTINUE
    CTA=2
    CTI=1
    CTO=1
    CALL PRINCIPAL(CTA,CTI,CTO)
    DO 72 B=1,A
        BT(B)=BO(B)+BG(B)*((RSI-RS(B))/5.615)
        EO(B)=BT(B)-BDI
        Y(B)=(NP(B)*(BT(B)+BO(B))*(RP(B)-RSI/5.615)+WP(B)*BW(B))/EO
    * (B)
72  CONTINUE

```

```

G1=A
B1=0
G2=A
ALFA=0.8
73 CALL STAN(G2,B1,ALFA,T1,X3,TE)
CU=CU+1
IF(B1.GT.3)THEN
  DO 74 B=1,A
    X(B)=X3(B)/EO(B)
74  CONTINUE
  WRITE(*,546)B1,ALFA
  CALL AJUSTE1(A,BAND,X,Y)
  B1=B1+1
ELSE
  B1=3
  B1=B1+1
ENDIF
B2=B1
DO 75 Z1=82,G1
  T1(Z1)=TE(B1)
75  CONTINUE
G2=A
IF(B1.GT.A)THEN
  IF(ALFA.EQ.0.8)THEN
    B1=0
    ALFA=0.5
    GOTO 73
  ELSE
    WRITE(*,*)'***** FIN *****'
  ENDIF
ELSE
  GOTO 73
ENDIF
END

```

```

SUBROUTINE CAE
C
C   YACIMIENTO SIN CASQUETE DE GAS CON ACUIFERO PEQUEÑO
C
544 FORMAT(/,5X,'WP(' ,I2,')=' ,F12.5)
546 FORMAT(/,5X,'T*ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO'
  *,I2)
550 FORMAT(/,5X,'X(' ,I2,')=' ,F12.5,'Y(' ,I2,')=' ,F12.5)
555 FORMAT(/,5X,'TECLEA LOS VALORES DE LA PRODUCCION ACUMULATIVA DE '
  *,/,5X,'AGUA @ C.S EN #3, PARA LOS DIFERENTES PERIODOS DE '
  *,/,5X,'PRESION',/)
570 FORMAT(/,5X,'TECLEA LOS VALORES DE RP PARA LOS DIFERENTES PERIO',
  #DOS DE PRESION')
580 FORMAT(/,5X,'RP(' ,I2,')=' ,F12.5)
  INTEGER A,A1,B,B1,B2,Z1,G1,G2,CTA,CTE,CTI,CTO,OPCION,BAND
  REAL NP
  DIMENSION X(50),Y(50),T1(50),TE(50),X3(50),BT(50),RP(50),EO(50),
  #EO(50),X1(50),Y1(50),DESV(50)
  COMMON A,PI,SW,PORD,PPM,PB,TS,ROGP,ROG,RO,T,R,P(50),NP(50),B0(50)
  #*,Dw(50),WP(50),CO(50),CW(50),RS(50),BG(50),RSI,B0I,BWI,CE(50)
  #*,B0B,B0I,F(50),CWI,CWB,BWB,PB,RSB,ROGS,PC,TC,R1,OPCION
  BAND=1
  WRITE(*,*)
  WRITE(*,*)
  CALL PRIM
  OPEN(4,FILE='WP.DAT')
  WRITE(*,555)
  DO 66 B=1,A
    READ(4,*)WP(B)
    WRITE(*,544)B,WP(B)
66  CONTINUE
  WRITE(*,570)
  OPEN(10,FILE='RP.DAT')
  DO 67 B=1,A
    READ(10,*)RP(B)
    WRITE(*,580)B,RP(B)
67  CONTINUE
  CTA=2
  CTI=1
  CTO=1
  CALL PRINCIPAL(CTA,CTI,CTO)
  DO 68 B=1,A
    BT(B)=B0(B)+BG(B)*((RSI-RS(B))/5.615)
    EO(B)=BT(B)-B0I
    X(B)=(PI-P(B))/EO(B)
    Y(B)=(NP(B)*BT(B)+B0(B)*(RP(B)-RSI/5.615))+WP(B)*BWB(B)/E
    O(B)
  *
68  CONTINUE

```

CALL AJUSTE1(A,BAND,X,Y)
END

```

SUBROUTINE CAF
C
C   EMPUJE HIDRAULICO Y CASQUETE DE GAS CONOCIDO
C
544 FORMAT(/,5X,'WP(' ,I2,')=' ,F12.5)
546 FORMAT(/,5X,'T**ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO
* ,I2,/,5X,' ALFA = ' ,F3.2,/)
550 FORMAT(/,5X,'X(' ,I2,')=' ,F12.5,'Y(' ,I2,')=' ,F12.5,'X3(' ,I2,')='
* ,F12.5)
555 FORMAT(/,5X,'TECLEA LOS VALORES DE LA PRODUCCION ACUMULATIVA DE '
* ,/,5X,'AGUA @ C.S EN m3, PARA LOS DIFERENTES PERIODOS DE '
* ,/,5X,'PRESION',/)
570 FORMAT(/,5X,'TECLEA LOS VALORES DE RP PARA LOS DIFERENTES PERIO',
* 'DOS DE PRESION')
571 FORMAT(/,5X,'TECLEA EL VALOR DE m EN m3q @c.y./m3o @c.s. (m=' ,
* ,'GBqI/NBoI)')
580 FORMAT(/,5X,'RP(' ,I2,')=' ,F12.5)
    INTEGER A,B,B1,B2,Z1,G1,G2,CTA,CTE,CTI,CTD,OPCION,BAND
    REAL NP,M
    DIMENSION X(50),Y(50),T1(50),TE(50),X3(50),BT(50),RP(50),ED(50),
    *EB(50),DIVI(50),DESV(50)
    COMMON A,PI,BW,PORD,PPM,PS,TS,ROGP,ROG,RO,T,R,P(50),NP(50),BO(50
    *),Bw(50),WP(50),CO(50),CW(50),RS(50),BB(50),RBI,BBI,BWI,CE(50)
    * ,BOB,BOI,F(50),CWI,CWB,BWB,PB,RSB,ROGS,PC,TC,R1,OPCION
    BAND=1
    WRITE(*,*)
    WRITE(*,*)
    CALL PRIM
    WRITE(*,571)
    READ(*,*)M
    OPEN(4,FILE='WP.DAT')
    WRITE(*,555)
    DO 70 B=1,A
        READ(4,*)WP(B)
        WRITE(*,544)B,WP(B)
70 CONTINUE
    OPEN(10,FILE='RP.DAT')
    WRITE(*,570)
    DO 71 B=1,A
        READ(10,*)RP(B)
        WRITE(*,580)B,RP(B)
71 CONTINUE
    CTA=1
    CTI=1
    CTO=1
    CALL PRINCIPAL(CTA,CTI,CTO)
    DO 72 B=1,A
        BT(B)=BO(B)+BB(B)*((RBI-RS(B))/5.615)

```



```

      EO(B)=BT(B)-BOI
      EG(B)=BG(B)-BGI
      DIVI(B)=EO(B)+H*BOI*EG(B)/BGI
      Y(B)=(NP(B)*(BT(B)+BG(B)*(RP(B)-RSI/5.615)+WP(B)*BW(B)))/
      *      DIVI(B)
72 CONTINUE
      G1=A
      B1=0
      G2=A
      ALFA=0.8
73 CALL STAN(G2,B1,ALFA,T1,X3,TE)
      IF(B1.GT.3)THEN
        DO 74 B=1,A
          X(B)=X3(B)/DIVI(B)
74 CONTINUE
          WRITE(*,546)B1,ALFA
          CALL AJUSTE1(A,BAND,X,Y)
          B1=B1+1
        ELSE
          B1=3
          B1=B1+1
        ENDIF
        B2=B1
        DO 75 Z1=B2,G1
          T1(Z1)=TE(B1)
75 CONTINUE
          G2=A
          IF(B1.GT.A)THEN
            IF(ALFA.EQ.0.8)THEN
              B1=0
              ALFA=0.5
              GOTO 73
            ELSE
              WRITE(*,*)
              WRITE(*,*)'***** FIN *****'
            ENDIF
          ELSE
            GOTO 73
          ENDIF
        END

```

SUBROUTINE CAG

```

C
C   YACIMIENTOS CON ACUIFERO MUY PEQUEÑO Y CASQUETE DE GAS CONOCIDO
C
544 FORMAT(/,5X,'WP('',I2,'')=',F12.5)
546 FORMAT(/,5X,'T**ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO
*'',I2)
550 FORMAT(/,5X,'X('',I2,'')=',F12.5,'Y('',I2,'')=',F12.5,'X3('',I2,'')='
*,F12.5)
555 FORMAT(/,5X,'TECLEA LOS VALORES DE LA PRODUCCION ACUMULATIVA DE '
*,/,5X,'AGUA @ C.S EN m3, PARA LOS DIFERENTES PERIODOS DE '
*,/,5X,'PRESION',/)
570 FORMAT(/,5X,'TECLEA LOS VALORES DE RP PARA LOS DIFERENTES PERIO',
*,DOS DE PRESION')
571 FORMAT(/,5X,'TECLEA EL VALOR DE m EN m3g @c.y./m3o @c.s. (m='
*, 'GBqi/NBoi')')
580 FORMAT(/,5X,'RP('',I2,'')=',F12.5)
    INTEGER A,B,B1,B2,Z1,G1,G2,CTA,CTE,CTI,CTO,OPCION,BAND
    REAL NP,M
    DIMENSION X(50),Y(50),T1(50),TE(50),X3(50),BT(50),RP(50),ED(50),
*EQ(50),DESV(50)
    COMMON A,PI,SW,PORD,PPH,PS,TS,ROGP,ROB,RO,T,R,P(50),NP(50),BO(50
*),Bu(50),WP(50),CO(50),CW(50),RS(50),BG(50),RSI,BGI,BMI,CE(50)
*,BOB,BOI,F(50),CWI,CWB,BWB,PB,RSB,ROGS,PC,TC,R1,OPCION
    BAND=1
    WRITE(*,*)
    WRITE(*,*)
    CALL PRIM
    WRITE(*,571)
    READ(*,*)M
    OPEN(4,FILE='WP.DAT')
    WRITE(*,555)
    DO 70 B=1,A
        READ(4,*)WP(B)
        WRITE(*,544)B,WP(B)
70  CONTINUE
    WRITE(*,570)
    OPEN(10,FILE='RP.DAT')
    DO 71 B=1,A
        READ(10,*)RP(B)
        WRITE(*,580)B,RP(B)
71  CONTINUE
    CTA=1
    CTI=1
    CTO=1
    CALL PRINCIPAL(CTA,CTI,CTO)
    DO 72 B=1,A
        BT(B)=BO(B)+DB(B)*((RSI-RS(B))/5.615)

```

EO(B)=BT(B)-BOI
EG(B)=BG(B)-BGI
DIVI=EO(B)+M*BOI#EG(B)/BGI
Y(B)=NP(B)*(BT(B)+BG(B)*(RP(B)-RSI/5,615)+WP(B)*BW(B))/DIVI
X(B)=(PI-P(B))/DIVI

72 CONTINUE
CALL AJUSTE1(A,BAND,X,Y)
END

```

SUBROUTINE YAC
C
C
C
YACIENTOS BAJOSATURADOS SIN ENTRADA DE AGUA
550 FORMAT(5X,'X(',I2,')=' ,F12.5,'Y(',I2,')=' ,F12.5)
      INTEGER A,B,B1,B2,Z1,G1,G2,CTA,CTE,CTI,CTO,OPCION,BAND
      REAL MP
      COMMON A,PI,SW,PORO,PPH,PS,TS,ROGP,ROG,RO,T,R,P(50),NP(50),BO(50
*) ,Bw(50),WP(50),CO(50),CW(50),RS(50),BG(50),RSI,BGI,BWI,CE(50)
*) ,BOB,BOI,F(50),CWI,CWB,BWB,PB,RSB,ROBS,PC,TC,R1,OPCION
      DIMENSION X(50),Y(50),T1(50),TE(50),X3(50),BT(50),RP(50),EO(50),
*)EG(50),DESV(50)
      BAND=1
      CALL PRIM
      CF=1E-06*(281694500*PORO**8-330277700*PORO**7+165106800*PORO**
*)4-46537900*PORO**5+8315447*PORO**4-1011508*PORO**3+86694.04*PO
*)RO**2-5077.0760*PORO+220.7614)
      CTA=3
      CTI=2
      CTO=2
      CALL PRINCIPAL(CTA,CTI,CTO)
      DO I B=1,A
          CE(B)=(CO(B)*14.22*(1-SW)+CW(B)*14.22*SW+CF)/(1-SW)
          DIFF=PI-P(B)
          X(B)=BOI*CE(B)*DIFF
          Y(B)=NP(B)*BO(B)
1 CONTINUE
      CALL AJUB(A,BAND,X,Y,N,DESV)
      END

```

```

SUBROUTINE FRA
C
C YACIHIENTOS CON EMPUJE HIDRAULICO
C
541 FORMAT(/,5X,'TECLEA LOS VALORES DE LA PRODUCCION ACUMULATIVA DE '
*,/,5X,'AGUA @ C.S EN M3, PARA LOS DIFERENTES PERIODOS DE '
*,/,5X,'PRESION',/)
544 FORMAT(5X,'WP(',I2,')=' ,F12.5)
560 FORMAT(/,5X,'T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO
*,I2,/,5X,'ALFA = ',F3.2,/)
INTEGER A,B,B1,B2,Z1,O1,G2,CTA,CTE,CTI,CTO,CTU,OPCION,BAND
REAL NP
DIMENSION X(50),Y(50),T1(50),TE(50),X3(50),BT(50),RP(50),EQ(50),
*EG(50),WI(50)
COMMON A,PI,SW,PORO,PPM,PS,TS,ROOP,ROB,RO,T,R,P(50),NP(50),BO(50
*),Bw(50),WP(50),CO(50),CW(50),RS(50),BB(50),RSI,BOI,BWI,CE(50)
*,BOB,BOI,F(50),CWI,CWB,BWB,PB,RSB,ROGS,PC,TC,R1,OPCION
BAND=1
CALL PRIM
CF=1E-06*(281694500*PORO**8-330277700*PORO**7+165106800*PORO**
*6-46537900*PORO**5+8315447*PORO**4-1011508*PORO**3+86694.04*PO
*RO**2-5077.0760*PORO+220.7614)
50 G1=A
WRITE(*,541)
OPEN(4,FILE='WP.DAT')
DD 1 B=1,A
READ(4,*)WP(B)
WRITE(*,544)B,WP(B)
1 CONTINUE
OPEN(6,FILE='RESULTADOS.DAT',STATUS='NEW')
CTA=3
CTI=1
CTO=2
CALL PRINCIPAL(CTA,CTI,CTO)
B1=0
G2=A
ALFA=0.8
2 CALL STAN(G2,B1,ALFA,T1,X3,TE)
IF(B1.GT.3)THEN
DD 7 B=1,A
CE(B)=(CO(B)*14.22*(1-SW)+CW(B)*14.22*SW+CF)/(1-SW)
DIFF=PI-P(B)
BOCE=BOI*CE(B)*DIFF
X(B)=X3(B)/BOCE
Y(B)=(NP(B)*BO(B)+WP(B)*BW(B))/BOCE
7 CONTINUE
WRITE(*,560)B1,ALFA
WRITE(6,560)B1,ALFA

```

```

CALL AJUSTE1(A,BAND,X,Y)
B1=B1+1
ELSE
  B1=3
  B1=B1+1
ENDIF
B2=B1
DO 4 Z1=B2,01
  T1(Z1)=TE(B1)
4 CONTINUE
Q2=A
IF(B1.GT,A)THEN
  IF(ALFA.EQ.0.8)THEN
    B1=0
    ALFA=0.5
    GOTO 2
  ELSE
    WRITE(*,*)
    WRITE(*,*)'***** FIN *****'
  ENDIF
ELSE
  GOTO 2
ENDIF
END

```

```

SUBROUTINE YACGA
C
C YACIMIENTOS DE GAS SIN ENTRADA DE AGUA
C
30 FORMAT(5X,'TECLEA LOS VALORES DE LA PRESION Y DE LA PRODUCCION DE'
*,/,5X,'GAS PARA LOS DIFERENTES PERIODOS DE PRESION (separados'
*,/,5X,'por coma)')
40 FORMAT(5X,'GP('',I2,'')='',F15.2)
*,/,5X,'AGUA @ C.6 EN m3, PARA LOS DIFERENTES PERIODOS DE '
*,/,5X,'PRESION',/)
550 FORMAT(5X,'X('',I2,'')='',F12.5,'Y('',I2,'')='',F12.5)
INTEGER A,B,B1,B2,Z1,G1,G2,CTA,CTE,CTI,CTO,OPCION,BAND
COMMON A,PI,SW,PORO,PPH,PS,TS,ROOP,ROG,RO,TD,R,P(50),NP(50),BO(50)
*,Bw(50),WP(50),CO(50),CW(50),RS(50),BG(50),RSI,BGI,BWI,CE(50)
*,BOB,BOI,F(50),CWI,CWB,BWB,PB,RSB,ROGS,PC,TC,R1,OPCION
DIMENSION X(50),Y(50),GP(50),DESV(50)
BAND=0
CALL PRIGAS
WRITE(*,30)
DO 1 B = 1,A
    READ(3,*)P(B),GP(B)
    WRITE(*,*)P(B),GP(B)
1 CONTINUE
CALL REL
DO 2 B=1,A
    EG=BG(B)-BGI
    X(B)=EG
    Y(B)=GP(B)*BG(B)
2 CONTINUE
CALL AJUS(A,BAND,X,Y,N,DESV)
END

```

SUBROUTINE GASCONA

C
C
C

YACIMIENTOS CON EMPUJE HIDRAULICO

```

30 FORMAT(5X,'TECLEA LOS VALORES DE LA PRESION Y DE LA PRODUCCION DE '
  *,'/5X,'GAS PARA LOS DIFERENTES PERIODOS DE PRESION (separados '
  *,'/5X,'por coma)')
40 FORMAT(5X,'GP('',I2,'')='',F12.2)
41 FORMAT(/,5X,'TECLEA LOS VALORES DE LA PRODUCCION ACUMULATIVA DE '
  *,'/5X,'AGUA @ C.S EN m3, PARA LOS DIFERENTES PERIODOS DE '
  *,'/5X,'PRESION',/)
544 FORMAT(5X,'WP('',I2,'')='',F12.5)
550 FORMAT(5X,'X('',I2,'')='',F12.5,'Y('',I2,'')='',F12.5)
555 FORMAT(/,5X,'P('',I2,'')='',F12.5,5X,'GP('',I2,'')='',F12.1)
560 FORMAT(/,5X,'T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO
  *',I2,'/',5X,'ALFA = ',F3.2,/)
      INTEGER A,B,B1,B2,Z1,G1,G2,CTA,CTE,CTI,CTO,CTU,OPCION,BAND
      REAL NP
      DIMENSION X(50),Y(50),T1(50),TE(50),X3(50),GP(50)
      COMMON A,PI,SW,PORO,PPH,PS,TS,ROGP,ROG,RD,T,R,P(50),NP(50),BO(50
  *),Bw(50),WP(50),CO(50),CW(50),RS(50),BG(50),RSI,BOI,BWI,CE(50)
  * ,BOB,BOI,F(50),CWI,CWB,BWB,PB,RSB,ROGS,PC,TC,R1,OPCION
      BAND=0
      CALL PRIGAS
      WRITE(*,30)
      DO 6 B = 1,A
          READ(3,*)P(B),GP(B)
          WRITE(*,555)B,P(B),B,GP(B)
6      CONTINUE
      CALL REL
50  G1=A
      WRITE(*,41)
      OPEN(4,FILE='WP.DAT')
      DO 5 B=1,A
          READ(4,*)WP(B)
          WRITE(*,544)B,WP(B)
5      CONTINUE
      B1=0
      G2=A
      ALFA=0.8
2      CALL STAN(B2,B1,ALFA,T1,X3,TE)
      IF(B1.GT.3)THEN
          DO 7 B=1,A
              EG = BG(B)-BGI
              X(B)=X3(B)/EG
              Y(B)=(OP(B)*BG(B)+WP(B)*BW(B))/EG
7          CONTINUE
          WRITE(*,560)B1,ALFA

```



```

CALL AJUSTE1(A,BAND,X,Y)
B1=B1+1
ELSE
    B1=3
    B1=B1+1
ENDIF
B2=B1
DO 4 Z1=B2,G1
    T1(Z1)=TE(B1)
4 CONTINUE
G2=A
IF(B1.GT.A)THEN
    IF(ALFA.EQ.0.8)THEN
        B1=0
        ALFA=0.5
        GOTO 2
    ELSE
        WRITE(*,*)'***** FIN *****'
    ENDIF
ELSE
    GOTO 2
ENDIF
END

```

SUBROUTINE PRIM

C
C

```

INTEGER A,B,B1,D2,Z1,G1,G2,CTA,CTE,CTI,OPCION
COMMON A,PI,SW,PORO,PPM,PS,TS,ROGP,ROG,RO,T,R,P(50),NP(50),BO(50
*) ,Bw(50),WP(50),CO(50),CW(50),RS(50),BG(50),RSI,BGI,BWI,CE(50)
*,BOB,BOI,F(50),CWI,CWB,BWB,PB,RSB,ROGS,PC,TC,R1,OPCION
OPEN(3,FILE='ARCHIVO.DAT')
1  FORMAT(5X,'TECLEA EL VALOR DE LA PRESION DE SEPARACION EN KG/CH2
*)
2  FORMAT(5X,'TECLEA EL VALOR DE LA TEMPERATURA DE SEPARACION EN oC
*)
3  FORMAT(5X,'TECLEA EL VALOR DE LA DENSIDAD RELATIVA DEL GAS A CON
*) ,/,5X,'DICCIONES DE SEPARACION')
4  FORMAT(5X,'TECLEA EL VALOR DE LA DENSIDAD RELATIVA DEL GAS PRO--
*) ,/,5X,'DUCIDO')
5  FORMAT(5X,'TECLEA EL VALOR DE LA DENSIDAD RELATIVA DEL ACEITE EN
*) ,/,5X,'oAPI')
6  FORMAT(5X,'TECLEA EL VALOR DE LA RELACION GAS-ACEITE INSTANTANEA
*) ,/,5X,'H3g/H3o')
8  FORMAT(7(/),5X,'CORRELACIONES PARA EL CALCULO DE LAS PROPIEDADES',
*) DE LOS FLUIDOS',//)
9  FORMAT(28X,'1.- HILTON VAZQUEZ',//,28X,'2.- STANDING',//,28X,'3.-
*) OIGSTEIN',9(/),1X,'PROPORCIONE OPCION')
10 FORMAT(24(/))
    WRITE(*,8)
    WRITE(*,9)
    READ(*,*)OPCION
    WRITE(*,10)
    WRITE(*,*)'   CUANTOS PERIODOS DE PRESION SON'
    READ(3,*)A
    WRITE(*,*)'   ',A
    WRITE(*,*)'   TECLEA EL VALOR DE LA PRESION INICIAL EN KG/CH2'
    READ(3,*)PI
    WRITE(*,*)'   ',PI
    WRITE(*,*)'   SATURACION DE AGUA EN FRACCION'
    READ(3,*)SW
    WRITE(*,*)'   ',SW
    WRITE(*,*)'   POROSIDAD EN FRACCION'
    READ(3,*)PORO
    WRITE(*,*)'   ',PORO
    WRITE(*,*)'   TECLEA EL VALOR DE LA SALINIDAD EN PPM'
    READ(3,*)PPM
    WRITE(*,*)'   ',PPM
    WRITE(*,1)
    READ(3,*)PS
    WRITE(*,*)'   ',PS
    WRITE(*,2)

```

```

READ(3,*)TS
WRITE(*,*)'
',TS
TS=TS*1.8+32
WRITE(*,3)
READ(3,*)ROGP
WRITE(*,*)'
',ROGP
WRITE(*,4)
READ(3,*)ROG
WRITE(*,*)'
',ROG
WRITE(*,5)
READ(3,*)RO
WRITE(*,*)'
',RO
READ(3,*)T
WRITE(*,*)'
',T
T=T*1.8+32
WRITE(*,6)
READ(3,*)R
WRITE(*,*)'
',R
R=R*5.615
RETURN
END

```

TECLEA EL VALOR DE LA TEMPERATURA EN °C'

```

SUBROUTINE PRINCIPAL(CTA,CTI,CTO)
549 FORMAT(A1)
550 FORMAT(/,5X,'CONOCE LA RELACION DE SOLUBILIDAD DEL ACEITE (S/'
      *N) ')
551 FORMAT(/,5X,'CONOCE EL FACTOR DE VOLUMEN DEL ACEITE (S/'
      *N) ')
552 FORMAT(/,5X,'CONOCE EL FACTOR DE VOLUMEN DEL AGUA (S/'
      *N) ')
553 FORMAT(/,5X,'CONOCE EL FACTOR DE VOLUMEN DEL GAS (S/'
      *N) ')
555 FORMAT(/,5X,'P(' ,I2,' )=' ,F12.5,5X,'NP(' ,I2,' )=' ,F12.5)
556 FORMAT(/,5X,'TECLEA LOS VALORES DE LA PRESION EN KG/CM2 Y DE LA '
      *,'PRODUCCION',/,5X,'ACUMULATIVA DE ACEITE EN MMH3 (separados'
      *,' por coma)')
557 FORMAT(/,5X,'RSI=' ,F12.5)
558 FORMAT(/,5X,'TECLEA EL VALOR DE LA RELACION DE SOLUBILIDAD I '
      *,'NICIAL DEL',/,5X,'ACEITE EN M3g/M3o')
559 FORMAT(/,5X,'RS(' ,I2,' )=' ,F12.5)
560 FORMAT(/,5X,'TECLEA LOS VALORES DE LA RELACION DE SOLUBILIDAD DE '
      *,'L ACEITE ',/,5X,'EN M3g/M3o')
561 FORMAT(/,5X,'BOI=' ,F6.4)
562 FORMAT(/,5X,'TECLEA EL VALOR DEL FACTOR DE VOLUMEN I '
      *,'NICIAL DEL',/,5X,'ACEITE EN M3o @ c.y./M3o @ c.s')
563 FORMAT(/,5X,'BO(' ,I2,' )=' ,F6.4)
564 FORMAT(/,5X,'TECLEA LOS VALORES DEL FACTOR DE VOLUMEN DE '
      *,'L ACEITE ',/,5X,'EN M3o @ c.y./M3o @ c.s')
565 FORMAT(/,5X,'BWI=' ,F6.4)
566 FORMAT(/,5X,'TECLEA EL VALOR DEL FACTOR DE VOLUMEN I '
      *,'NICIAL DEL',/,5X,'AGUA EN M3w @ c.y./M3w @ c.s')
567 FORMAT(/,5X,'BW(' ,I2,' )=' ,F6.4)
568 FORMAT(/,5X,'TECLEA LOS VALORES DEL FACTOR DE VOLUMEN DE '
      *,'L AGUA ',/,5X,'EN M3w @ c.y./M3w @ c.s')
569 FORMAT(/,5X,'BGI=' ,F6.5)
570 FORMAT(/,5X,'TECLEA EL VALOR DEL FACTOR DE VOLUMEN I '
      *,'NICIAL DEL',/,5X,'GAS EN M3g @ c.y./M3g @ c.s')
571 FORMAT(/,5X,'BG(' ,I2,' )=' ,F6.5)
572 FORMAT(/,5X,'TECLEA LOS VALORES DEL FACTOR DE VOLUMEN DE '
      *,'L GAS ',/,5X,'EN M3g @ c.y./M3g @ c.s')
      INTEGER A,B,B1,B2,Z1,B1,G2,CTA,CTE,CTE1,CTE2,CTI,CTO,CTU,OPCION
      REAL NP
      CHARACTER RESP#1
      DIMENSION X(50),Y(50),T1(50),TE(50),X3(50),BT(50),RP(50),ED(50),
      *ED(50)
      COMMON A,PI,SW,PORO,PPH,PS,T8,ROGP,ROG,RO,T,R,P(50),NP(50),BO(50
      *),Bw(50),WP(50),CO(50),CW(50),RS(50),BO(50),RSI,BGI,BWI,CE(50)
      *,BOB,BOI,F(50),CWI,CWB,BWB,PB,RSB,ROGS,PC,TC,R1,OPCION

```

C

```

C   DECLARACION DE CONSTANTES PARA EL CALCULO DE LA COMPRESIBILIDAD
C   DEL ACEITE
C
A1=-1433.0
A2=5.0
A3=17.2
A4=-1180.0
A5=12.61
A6=1.0E+05

C   DECLARACION DE CONSTANTES PARA EL CALCULO DE LA COMPRESIBILIDAD
C   INICIAL DEL AGUA
C
AT=3.69051
BT1=0.08746
C=0.01129
D=-0.00647

C
C
WRITE(*,556)
DO 1 B=1,A
    READ(3,*)P(B),NP(B)
    WRITE(*,555)B,P(B),B,NP(B)
1 CONTINUE
GOTO(70,72),CTO

C
C   CALCULO DE LA RELACION DE SOLUBILIDAD INICIAL DEL ACEITE
C
70 WRITE(*,550)
READ(*,549)RESP
IF(RESP.EQ.'S')THEN
    OPEN(4,FILE='RS.DAT')
    WRITE(*,558)
    READ(4,*)RSI
    RSI = RSI*5.615
    WRITE(*,557)RSI
    WRITE(*,560)
    DO 2 B=1,A
        READ(4,*)RS(B)
        RS(B) = RS(B)*5.615
        WRITE(*,559)B,RS(B)
    2 CONTINUE
    ELSE
        CTE = 1
        CALL PROP(CTO,CTE)
    ENDIF

C
C   CALCULO DEL FACTOR DE VOLUMEN DEL ACEITE

```

```

C
72 WRITE(*,551)
   READ(*,549)RESP
   IF(RESP.EQ.'S')THEN
     OPEN(5,FILE='BO.DAT')
     WRITE(*,562)
     READ(5,*)BOI
     WRITE(*,561)BOI
     WRITE(*,564)
     DO 3 B=1,A
       READ(5,*)BO(B)
       WRITE(*,563)B,BO(B)
3    CONTINUE
   ELSE
     CTE=2
     CALL PROP(CTO,CTE)
   ENDIF

   GOTO(74,76),CTI

```

```

C
C    CALCULO DEL FACTOR DE VOLUMEN DEL AGUA
C

```

```

74 WRITE(*,552)
   READ(*,549)RESP
   IF(RESP.EQ.'S')THEN
     OPEN(6,FILE='BW.DAT')
     WRITE(*,566)
     READ(6,*)BWI
     WRITE(*,565)BWI
     WRITE(*,568)
     DO 4 B=1,A
       READ(6,*)BW(B)
       WRITE(*,567)B,BW(B)
4    CONTINUE
   ELSE
     IF(CTO.EQ.1)THEN
       DO 75 B=1,A
         BWI=1.0+1.2E-04*(T-60.0)+1E-06*(T-60.0)-3.33E-06*PI*14.22
         BW(B)=1.0+1.2E-04*(T-60.0)+1E-06*(T-60.0)-3.33E-06*P(B)*1
           *
           4.22
75    CONTINUE
     ELSE
       PPRIM=1.0-EXP(-PB*14.22/2276.0)
       TEST=(T-32.0)*5.0/9.0
       TPRIM=(TEST-90.0)/10.0
       S=PPRIM*(AT+BT1*TPRIM+C*TPRIM**2+D*TPRIM**3)
       RSW=5.614*S

```

```

FCS=1.0+(0.0001736-0.07703*(PPH/1E+06))
RSWC=RSW*FCS
AA=3.8546-0.000134*PB
BB=-0.01052+4.77E-07*PB
CC=3.9267E-05-8.8E-10*PB
FEST=1.0+8.9E-03*RSWC
CWB=(AA+BB*T+CC*T**2)*1E-05*FEST
BWB=1.0+1.2E-04*(T-60.0)+1E-06*(T-60.0)-3.33E-06*PB
BWI=BWB*EXP(-CWB*(PI*14.22-PB))
DO 35 B=1,A
    BU(B)=BWB*EXP(-CWB*(P(B)*14.22-PB))

```

```

35 CONTINUE
    ENDIF
ENDIF

```

```

76 GOTO(77,78,80),CTA

```

C
C
C

```

CALCULO DEL FACTOR DE VOLUMEN INICIAL DEL GAS

```

```

77 WRITE(*,553)
    READ(*,549)RESP
78 IF(CTA.EQ.2)THEN
    WRITE(*,553)
    READ(*,549)RESP
    ENDIF
    IF(RESP.EQ.'S')THEN
        OPEN(7,FILE='BG.DAT')
        WRITE(*,570)
        READ(7,*)BGI
        WRITE(*,569)BGI
        WRITE(*,572)
        DO 5 B=1,A
            READ(7,*)BG(B)
            WRITE(*,571)B,BG(B)

```

```

5 CONTINUE
    ELSE
    CALL GAS
    ENDIF

```

```

GOTO 83

```

C
C
C

```

CALCULO DE LA COMPRESIBILIDAD DEL ACEITE

```

```

80 IF(CTD.EQ.1)THEN
    CDI=(A1+A2*RSI+A3*T+A4*ROGS+A5*RD)/(A6*PI*14.22)
    DO 81 B=1,A

```

```

      CO(B)=(A1+A2*RS(B)+A3*T+A4*ROGS+A5*RO)/(A6*P(B)*14.22)
81  CONTINUE
    ELSE
      COI=(A1+A2*R+A3*T+A4*ROGS+A5*RO)/(A6*PI*14.22)
      DO 38 B=1,A
        CO(B)=(A1+A2*R+A3*T+A4*ROGS+A5*RO)/(A6*P(B)*14.22)
38  CONTINUE
    ENDF

```

C
C
C

CALCULO DE LA COMPRESIBILIDAD DEL AGUA

```

DO 82 B=1,A
  PPRIM=1.0-EXP(-P(B)*14.22/2276.0)
  TEST=(T-32.0)*5.0/9.0
  TPRIM=(TEST-90.0)/10.0
  S=PPRIM*(AT+BT1*TPRIM+CTPRIM**2+D*TPRIM**3)
  RSW=5.614*8S
  FCS=1.0+(0.0001736-0.07703*(PPH/1E+06))
  RSWC=RSW*FCS
  AA=3.8546-0.000134*P(B)*14.22
  BB=-0.01052+4.77E-07*P(B)*14.22
  CC=3.9267E-05-8.8E-10*P(B)*14.22
  FEST=1.0+8.9E-03*RSWC
  CM(B)=(AA+BB*T+CC*T**2)*1E-05*FEST
82 CONTINUE
83 RETURN
END

```


SUBROUTINE PROP(CTO,CTE)

```

C
C   CTO, variable que se utiliza para saber si el yacimiento es
C   saturado (1) o bajosaturado (2)
C   CTE, variable que se utiliza para calcular las propiedades
C   de los fluidos tales como Rs,Bo
C   OPCION, variable que se utiliza para identificar la
C   correlacion a utilizar para este caso se utiliza: (1)
C   Vazquez, (2) Standing, (3) Oistein
C
C   si en un futuro se quisieran implementar otras
C   correlaciones a este programa, solo bastaria adi
C   cionar otra(s) opcion(es)
C
C
C   ESTA SUBRUTINA CALCULA LAS PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS UTILIZANDO
C   CORRELACIONES
C
C   INTEGER A,B,B1,B2,Z1,B1,B2,CTA,CTE,OPCION
C   REAL NP
C   DIMENSION X(50),Y(50),T1(50),TE(50),X3(50),RP(50),EQ(50),
C   EQ(50)
C   COMMON A,PI,SW,PORD,PPH,PS,TS,ROGP,ROG,RO,T,R,P(50),NP(50),BO(50
C   *),Bw(50),WP(50),CO(50),CW(50),RS(50),BO(50),RSI,BGI,BWI,CE(50)
C   *,BOB,BOI,F(50),CWI,CWB,BWB,PB,RSB,ROGS,PC,TC,R1,OPCION
C
C
C   SELECCION DE CONSTANTES DEPENDIENDO DEL VALOR DE LA DENSIDAD RE
C   LATIVA DEL GAS
C
C   IF(RO.LE.30)THEN
C       C1=0.0362
C       C2=1.0937
C       C3=25.724
C       C4=4.677E-04
C       C5=1.751E-05
C       C6=-1.811E-08
C   ELSE
C       C1=0.0178
C       C2=1.1870
C       C3=23.931
C       C4=4.67E-04
C       C5=1.1E-05
C       C6=1.337E-09
C   ENDIF
C   IF (OPCION ,EQ. 1)THEN
C       ROGS=ROGP*(1.0+5.912E-05*RO*TS*LOG10(PS*14.22/114.7))

```

```

GOTO(9,10),CTE
ELSE
IF (OPCION.EQ.2)THEN
ROGD=.25+.02*RO+1E-06*(0.6874-3.5864*RO)*R
IF (ROGD.GT.ROG)THEN
ROG=ROGD
ENDIF
GOTO(39,41),CTE
ELSE
IF (OPCION.EQ.3)THEN
IF (R.LT.200) THEN
VAR= 0.172
ELSE
VAR= 0.130
ENDIF
ROGD=.25+.02*RO+1E-06*(0.6874-3.5864*RO)*R
IF (ROGD.GT.ROG)THEN
ROG=ROGD
ENDIF
GOTO(46,48),CTE
ELSE
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
IF (OPCION.EQ.N)THEN
GOTO( , ),CTE
ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF
*****
* CORRELACION DE VAZQUEZ *
*****

C
C
C
C
CALCULO DE LA RELACION DE SOLUBILIDAD A CONDICIONES INICIALES Y
A CONDICIONES DE BURBUJEO

C
9 RSI=R
C
C
C
CALCULO DE LA RELACION DE SOLUBILIDAD

C
DO 29 B=1,A
RS(B)=C1*ROGS*(P(B)*14,22)**C2*EXP(C3*(RO/(T+460.0)))
29 CONTINUE

```

```

GOTO 16
C
C   CALCULO DEL FACTOR DEL VOLUMEN INICIAL DEL ACEITE
C
10 IF(CTO.EQ.1)THEN
    BOI=1+C4*RSI+C5*(T-60.0)*(RO/ROGS)+C6*RSI*(T-60.0)*(RO/ROGS)
    ELSE
        PB=(R/(C1+ROBS*EXP(C3*(RO/(T+460.0)))))*1/C2
        BOB=1+C4*RS+C5*(T-60.0)*(RO/ROGS)+C6*RS*(T-60.0)*(RO/ROGS)
        BOI=BOB/EXP(COI*(PI*14.22-PB))
    ENDIF
C
C   CALCULO DEL FACTOR DE VOLUMEN DEL ACEITE
C
IF(CTO.EQ.1)THEN
    DO 31 B=1,A
        BO(B)=1+C4*RS(B)+C5*(T-60.0)*(RO/ROGS)+C6*RS(B)*(T-60.0)*(RO/
*          ROGS)
31 CONTINUE
    ELSE
        DO 32 B=1,A
            BO(B)=BOB/EXP(CO(B)*(P(B)*14.22-PB))
32 CONTINUE
    ENDIF
GOTO 16

C
C   *****
C   * CORRELACION DE STANDING *
C   *****

C
C   CALCULO DE LA RELACION DE SOLUBILIDAD INICIAL
C

39 RSI = R

C
C   CALCULO DE LA RELACION DE SOLUBILIDAD
C
DO 43 B = 1,A
    RS(B) = ROB*(P(B)*14.22*10**((0.0125*RD-0.00091*T)/18))*1/0,
*          83)
43 CONTINUE
GOTO 16

C
C   CALCULO DEL FACTOR DE VOLUMEN INICIAL DEL ACEITE
C

```

```

41 IF(CTO.EQ.1)THEN
    F1 = RSI*(ROG/RO)**0.5+1.25*T
    BOI = 0.972+0.000147+F1*1.175
    ELSE
        PB=1B*((R/ROG)**.83*10**(.00091*T)/10**(.0125*RD))
        F1 = R*(ROG/RO)**0.5+1.25*T
        BOB = 0.972+0.000147*F1*1.175
        BOI = BOB/EXP(COI*(PI*14.22-PB))
    ENDIF
C
C   CALCULO DEL FACTOR DE VOLUMEN DEL ACEITE
C
    IF(CTO.EQ.1)THEN
        DO 44 B = 1,A
            F1 = RS(B)*(ROG/RO)**0.5+1.25*T
            BO(B) = 0.972+0.000147*F1*1.175
44    CONTINUE
    ELSE
        DO 45 B = 1,A
            BO(B) = BOB/EXP(CO(B)*(P(B)*14.22-PB))
45    CONTINUE
    ENDIF
    GOTO 16

C *****
C * C O R R E L A C I O N   D E   O I S T I N *
C *****

C
C   CALCULO DE LA RELACION DE SOLUBILIDAD INICIAL
C
46 RSI = R

C
C   CALCULO DE LA RELACION DE SOLUBILIDAD DEL ACEITE
C
    DO 50 B = 1,A
        PEST = 10**(-2.57364+2.35772*LOG10(P(B)*14.22)-0.703988*(
            * LOG10(P(B)*14.22))**2+0.098479*(LOG10(P(B)*14.22)
            )**3)
        RS(B) = ROG*(PEST*RD**0.989/T**0.130)**(1/0.816)
50 CONTINUE
    GOTO 16

C
C   CALCULO DEL FACTOR DE VOLUMEN INICIAL DEL ACEITE
C
48 IF(CTO.EQ.1)THEN
    BOEST = RSI*(ROG/(141.5/(131.5+RD)))**0.526+0.968*T

```

```

BOI = 10**(-6.58511+2.91329*LOG10(BOEST))-0.27683*(LOG10
* (BOEST)**2)+1
ELSE
PBEST= (R/ROGD)**.816*(T**VAR/RO**.989)
PB = 10*(1.7667+1.7447*LOG10(PBEST))-0.30218*LOG10(PBEST)
* **2)
DOEST = R*(ROG/(141.5/(131.5+RO)))*.526+0.968*T
BOB = 10**(-6.58511+2.91329*LOG10(BOEST))-0.27683*(LOG10
* (BOEST)**2)+1
BOI = BOB/EXP(COI*(PI*14.22-PB))
ENDIF

```

C
C
C

CALCULO DEL FACTOR DE VOLUMEN DEL ACEITE

```

IF(CTO.EQ.1)THEN
DO 51 B = 1,A
DOEST = RS(B)*(ROG/(141.5/(131.5+RO)))*.526+0.968*T
BO(B) = 10**(-6.58511+2.91329*LOG10(BOEST))-0.27683*(LOG10
* (BOEST)**2)+1
51 CONTINUE
ELSE
DO 52 R = 1,A
BO(B) = BOB/EXP(CO(B)*(P(B)*14.22-PB))
52 CONTINUE
ENDIF
16 RETURN
END

```

SUBROUTINE PRIGAS

C
C

```

INTEGER A,B,B1,B2,Z1,G1,G2,CTA,CTE,CTI
COMMON A,PI,SW,PORD,PPM,PS,TS,ROOF,ROG,RO,T,R,P(50),NP(50),BO(50
*) ,Bw(50),WP(50),CO(50),CW(50),RS(50),BG(50),RSI,BGI,BWI,CE(50)
*,BOB,BOI,F(50),CWI,CWB,BWB,PB,RSB,ROGS,FC,TC,R1,OPCION
OPEN(3,FILE='GP.DAT')
WRITE(*,*) ' CUANTOS PERIODOS DE PRESION SON'
READ(3,*)A
WRITE(*,*) ' ,A
WRITE(*,*) ' TECLEA EL VALOR DE LA PRESION INICIAL EN KG/CM2'
READ(3,*)PI
WRITE(*,*) ' ,PI
WRITE(*,*) ' TECLEA EL VALOR DE LA TEMPERATURA EN oC'
READ(3,*)T
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE GAS
COMMON A,PI,SW,PORD,PPH,PS,TS,ROGP,ROG,RO,T,R,P(50),NP(50),BO(50
*),Bw(50),WP(50),CO(50),CW(50),RS(50),BG(50),RGI,BGI,BWI,CE(50
*),BOB,BOI,F(50),CWI,CWB,BWB,PB,RSB,ROGS,PC,TC,R1,OPCION
INTEGER A,B,CTU

```

C
C
C
C

```

DECLARACION DE CONSTANTES PARA EL CALCULO DEL FACTOR DE VOLUMEN
DEL GAS

```

```

A7=0,31506
A8=-1,0467
A9=-0,5783
A10=0,5353
A11=-0,6123
A12=-0,10489
A13=0,68157
A14=0,68446

```

C
C
C
C
C
C
C

```

ESTA SUBROUTINA CALCULA EL FACTOR DE VOLUMEN DEL GAS

```

```

CALCULO DEL FACTOR DE VOLUMEN INICIAL DEL GAS

```

```

18 IF(BOI.LT.1,5)THEN
    TPC=167+316.67*ROG
    PPC=702,5-50*ROG
    ELSE
    TPC=238+210*ROG
    PPC=740-100*ROG
    ENDIF
    PPR=PI*14,22/PPC
    TPR=(T+460)/TPC
    ZS=,1
19 ROR=0,27*PPR/(ZS*TPR)
    ZC=(A7+A8/TPR+A9/TPR**3)*ROR+(A10+A11/TPR)*ROR**2
    * +(A11*A12*ROR**5)/TPR+(A13*ROR**2/TPR**3)*(1+A
    * 14*ROR**2)*(EXP(-A14*ROR**2))+1
    IF(ABS(ZC-ZS).LE.0,001) THEN
    BGI=0,02825*ZC*(T+460)/(PI*14,22)
    ELSE
    ZS=ZC
    GOTD 19
    ENDIF

```

C
C
C

```

CALCULO DEL FACTOR DE VOLUMEN DEL GAS

```

```

20 DO 36 B=1,A

```

```

ROGD=,25+.02*RO+1E-06*(0.6874-3,5864*RO)*RS(B)
IF (ROGD,GT,ROG) THEN
  ROG=ROGD
ENDIF
ROGF=(R*ROG-RS(B)*ROGD)/(R-RS(B))
IF (DOI,LT,1.5) THEN
  TPC=167+316.67*ROGF
  PPC=702.5-50*ROGF
ELSE
  TFC=238+210*ROGF
  PPC=740-100*ROGF
ENDIF
PPR=P(B)*14.22/PPC
TPR=(T+460)/TPC
ZS=.1
21  ROR=0.27*FPR/(ZS*TPR)
   ZC=(A7+AB/TPR+A9/TPR**3)*ROR+(A10+A11/TPR)*ROR**2
   *      +(A11*A12*ROR**5)/TPR+(A13*ROR**2/TPR**3)*(1+A
   *      14*ROR**2)*(EXP(-A14*ROR**2))+1
   IF (ABS(ZC-ZS),LE,0.001) THEN
     BG(B)=0.02825*ZC*(T+460)/(P(B)*14.22)
     ELSE
       ZS=ZC
       GOTO 21
     ENDIF
36 CONTINUE
22 RETURN
END

```



```

SUBROUTINE REL
20 FORMAT(/,5X,'TECLEA EL VALOR DE LA PRESION CRITICA DEL GAS')
21 FORMAT(/,5X,'TECLEA EL VALOR DE LA TEMPERATURA CRITICA DEL GAS'
  *' EN oR')
22 FORMAT(/,5X,'TECLEA EL VALOR DE LA TEMPERATURA EN oR')
  1 FORMAT(/,5X,'CONOCE EL FACTOR DE VOLUMEN DEL GAS (S/'
  *'N) ')
17 FORMAT(/,5X,'CONOCE EL FACTOR DE VOLUMEN DEL AGUA (S/'
  *'N) ')
  2 FORMAT(A1)
  3 FORMAT(/,5X,'TECLEA EL VALOR DEL FACTOR DE VOLUMEN INICIAL DEL ',
  *'GAS ',/,5X,'EN M3g @ c.y./M3g @ c.s')
  4 FORMAT(/,5X,'BGI=',F10.9)
  5 FORMAT(/,5X,'TECLEA LOS VALORES DEL FACTOR DE VOLUMEN DEL GAS ',
  *'PARA',/,5X,'LOS DIFERENTES PERIODOS DE PRESION EN M3g @ c.y./M',
  *'3g @ c.s')
18 FORMAT(/,5X,'TECLEA LOS VALORES DEL FACTOR DE VOLUMEN DEL AGUA',
  *' PARA',/,5X,'LOS DIFERENTES PERIODOS DE PRESION EN M3w @ c.y./M',
  *'3w @ c.s')
  6 FORMAT(/,5X,'BG('I2,')=',F10.9)
19 FORMAT(/,5X,'BW('I2,')=',F5.3)
COMMON A,PI,SW,PORO,PPH,PS,TS,ROGP,ROG,RO,T,R,P(50),NP(50),BO(50
  *),Bw(50),WP(50),CO(50),CW(50),RS(50),BG(50),RSI,BGI,BWI,CE(50
  *,BOB,BOI,F(50),CWI,CWB,BWB,PB,RSB,ROGB,PC,TC,R1,OPCDON
INTEGER A,B,OPCION,CTU
CHARACTER RESP*1
WRITE(*,17)
READ(*,2)RESP
IF (RESP.EQ.'S')THEN
  OPEN(6,FILE='BW.DAT')
  WRITE(*,18)
  DO 23 B=1,A
    READ(6,*)BW(B)
    WRITE(*,19)B,BW(B)
23  CONTINUE
ELSE
  DO 24 B = 1,A
    BW(B)=1.0+1.2E-04*(T-60.0)+1E-06*(T-60.0)-3.33E-06*P(B)*14.22
24  CONTINUE
ENDIF
WRITE(*,1)
READ(*,2)RESP
IF (RESP.EQ.'S')THEN
  OPEN(7,FILE='BG.DAT')
  WRITE(*,3)
  READ(7,*)BGI
  WRITE(*,4)BGI
  WRITE(*,5)

```

```

DO 7 B=1,A
  READ(7,*)BG(B)
  WRITE(*,6)B,BG(B)
7 CONTINUE
ELSE
  T=(T*1.8+32)+460
  WRITE(*,20)
  READ(*,*)PC
  WRITE(*,21)
  READ(*,*)TC

```

C
C
C

CALCULO DEL FACTOR DE VOLUMEN INICIAL DEL GAS

```

Z = 0.8
CTER = 10.72
DMW = 16.0
A1 = 0.42747*CTER**2*TC**2/PC**2
B1 = 0.08664*CTER*TC/PC
C1 = CTER*T/PI*DMW
T1 = PI*T*0.5*C1**3
T2 = C1**2*CTER*T**1.5
T3 = PI*T*0.5*C1*B1**2+A1*C1-C1*B1
T4 = -A1*B1
8 CALZ = T1*Z**3-T2*Z**2+T3*Z+T4
  DERZ = 3.*T1*Z**2-2.*T2*Z+T3
  ZNU = Z-CALZ/DERZ
  IF((ABS(ZNU)-ABS(Z))-0.001)9,9,10
9 SKZ = ZNU
  GOTO 11
10 Z = ZNU
  GOTO 8
11 BGI = 0.02825*SKZ*T/PI

```

C
C
C

CALCULO DEL FACTOR DE VOLUMEN DEL GAS

```

Z = 0.8
A1 = 0.42747*CTER**2*TC**2/PC**2
B1 = 0.08664*CTER*TC/PC
DO 16 B = 1,A
  C1 = CTER*T/P(B)*RW
  T1 = P(B)*T*0.5*C1**3
  T2 = C1**2*CTER*T**1.5
  T3 = P(B)*T*0.5*C1*B1**2+A1*C1-C1*B1
  T4 = -A1*B1
12 CALZ = T1*Z**3-T2*Z**2+T3*Z+T4
  DERZ = 3.*T1*Z**2-2.*T2*Z+T3

```

```
ZNU = Z-CALZ/DERZ
IF ((ABS(ZNU)-ABS(Z))-0.001)13,13,14
13 SKZ = ZNU
   GOTO 16
14 Z = ZNU
   GOTO 12
15 BG(B) = 0.02825*SKZ*T/P(B)
16 CONTINUE
   ENDIF
   RETURN
   END
```

```

SUBROUTINE STAN(G2,B1,ALFA,T1,X3,TE)
DIMENSION T1(50),TE(50),X1(50),X3(50)
INTEGER A,B,B1,B2,Z1,G1,G2,CTA,CTE,C,A21,D1
REAL NP
COMMON A,PI,SW,PORO,PPH,PS,TS,ROGP,ROG,RO,T,R,P(50),NP(50),BO(50
*) ,Bw(50),MP(50),CD(50),CW(50),RS(50),BG(50),RSI,BGI,BWI,CE(50
*,BOB,BOI,F(50),CWI,CWB,DWB,PB,RSB,ROGS,FC,TC,R1,OPCION
IF(B1.GT.0)GOTO 41
DO 40 A21=1,G2
    T1(A21)=A21**ALFA
    TE(A21)=T1(A21)
    IF(A21.LE.2)THEN
        F(A21)=(PI-P(A21))/2
    ELSE
        F(A21)=(P(A21-2)-P(A21))/2
    ENDIF
40 CONTINUE
41 D1=0
    DO 42 C=1,G2
        Y1=F(C)*T1(G2-D1)
        X1(C+1)=X1(C)+Y1
        X3(C)=X1(C+1)
        D1=D1+1
42 CONTINUE
IF(G2.EQ.1)THEN
    GOTO 43
ELSE
    G2=G2-1
    GOTO 41
ENDIF
43 RETURN
END

```

```

SUBROUTINE AJUSTE1(A,BAND,X,Y)
C
C ESTA SUBROUTINA AJUSTA UNA SERIE DE PUNTOS A UNA LINEA RECTA
C QUE NO PASA POR EL ORIGEN MEDIANTE EL METODO DE LOS MINIMOS
C CUADRADOS
C
100 FORMAT(1H1)
DIMENSION X(50),Y(50),YCAL(50)
INTEGER B,A,S,B2,S1,B1,BAND
TOL=0.75
SUMX=0.00
SUMX2=0.00
SUMXY=0.00
SUMY=0.00
SDIFY2=0.00
1 DO 18 B=1,A
S=A-B+1
SUMX=SUMX+X(S)
SUMX2=SUMX2+X(S)**2
SUMXY=SUMXY+X(S)*Y(S)
SUMY=SUMY+Y(S)
IF (B-3)18,19,19
19 D2=B
ABSI=(SUMX*SUMY-B2*SUMXY)/(SUMX**2-B2*SUMX2)
PEND=(SUMY-ABSI*SUMX)/B2
IF(B-3)20,20,21
20 DO 22 L=1,B
L1=A-L+1
YCAL(S)=PEND+ABSI*X(L1)
DIFY2=(YCAL(S)-Y(L1))**2
SDIFY2=SDIFY2+DIFY2
22 CONTINUE
DESV=(SDIFY2/B)**.5
IF (BAND,EQ.1)THEN
WRITE(*,*)' DESVIACION = ',DESV
ELSE
WRITE(*,*)' DESVIACION = ',DESV*1E-09
ENDIF
WRITE(*,*)
GOTO 18
21 YCAL(S)=PEND+ABSI*X(S)
IF (ABS(YCAL(S)-Y(S))-(TOL+DESV))23,23,24
23 ABSI1=ABSI
PEND1=PEND
18 CONTINUE
24 S1=A-B+2
WRITE(*,*)' X real Y real Y cal'
WRITE(*,*)

```

```

DO 25 S=51,A
  YCAL(S)=PENDI+ABSII*X(S)
  WRITE(*,*)X(S),Y(S),YCAL(S)
25 CONTINUE
  WRITE(*,*)
  IF (BAND.EQ.1)THEN
    WRITE(*,*)' VOLUMEN DE ENTRADA DE AGUA : ',ABSII
    WRITE(*,*)' VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : ',PENDI
  ELSE
    WRITE(*,*)' CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : ',ABSII
    WRITE(*,*)' VOLUMEN ORIGINAL DE GAS : ',PENDI
  ENDIF
  WRITE(*,100)
  RETURN
END

```

SUBROUTINE AJUS(A,BAND,X,Y,N,DESV)

C
C
C
C
C

ESTA SUBROUTINA AJUSTA A UNA SERIE DE PUNTOS A UNA LINEA RECTA
QUE PASA POR EL ORIGEN MEDIANTE EL METODO DE LOS MINIMOS CUADRADOS

```
100 FORMAT(1H1)
DIMENSION X(50),Y(50),YCAL(50),DESV(50)
INTEGER B,A,S,S1,BAND
TOL = 0.001
SUMX=0.0
SUMY=0.0
SDIF=0.0
DO 121 B=1,A
  S=A-B+1
  SUMX=SUMX+X(S)
  SUMY=SUMY+Y(S)
  PEND=SUMY/SUMX
  YCAL(S)=PEND*X(S)
  DIFY2=(YCAL(S)-Y(S))**2
  SDIF=SDIF+DIFY2
  DESV(N)=(SDIF/B)**0.5
  IF((DESV(N)-TOL).LE.0)THEN
    S1=S
    PEND1=PEND
  ELSE
    S1=S+1
    GOTO 122
 ENDIF
121 CONTINUE
122 WRITE(*,*)
  WRITE(*,*)'      X real      Y real      Y cal'
  WRITE(*,*)
  DO 123 L=S1,A
    WRITE(*,*)X(L),Y(L),YCAL(L)
123 CONTINUE
  WRITE(*,*)
  IF (BAND.EQ.1)THEN
    WRITE(*,*)'      DESVIACION ESTANDAR =' ,DESV(N)
  ELSE
    WRITE(*,*)'      DESVIACION ESTANDAR =' ,DESV(N)*1E-09
    WRITE(*,*)'VDLUKEN ORIGINAL DE GAS = ',PEND1
  ENDIF
  RETURN
END
```

EJEMPLOS DE APLICACION

YACIMIENTO DE ACEITE BAJOSATURADO CON ENTRADA DE AGUA

PRESION KG/CM2	NP		WP
	MM	M3	MM M3
322.5	0.0056000		0.0000
322.0	0.0264000		0.0000
319.5	0.0759000		0.0003
316.0	0.1361000		0.0009
311.0	0.1915000		0.0021
304.0	0.2663000		0.0035
292.5	0.3697000		0.0045
281.2	0.5176000		0.0063
273.4	0.6814000		0.0092
268.3	0.8703000		0.0146
264.7	1.0240990		0.0211
262.1	1.1517990		0.0308
259.8	1.2780990		0.0348
257.8	1.3918990		0.0393
255.9	1.5023990		0.0420
253.4	1.6511990		0.0447
251.2	1.7570000		0.0469

$P_i = 323.00 \text{ Kg/cm}^2$ $S_w = 0.1$ $\phi = 0.1$
 $S_{ol} = 40000 \text{ ppm}$ $P_s = 8.4388 \text{ Kg/cm}^2$
 $T_s = 26.667 \text{ }^\circ\text{C}$ $\gamma_g = 0.8$ $\gamma_o = 28 \text{ }^\circ\text{API}$
 $T = 93.0 \text{ }^\circ\text{C}$ $R = 101.15 \text{ m}^3/\text{m}^3$

CORRELACION DE VAZQUEZ

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 6
ALFA = .80

DESVIACION = 2.4278830

X real	Y real	Y cal
4854.5330000	43.9394200	41.8471500
5751.4750000	48.0487200	48.2497700
6742.8100000	55.1952400	55.3262100
7690.5220000	60.6411100	62.0912400
8527.8800000	65.0818400	68.0685400
9167.8210000	69.4004000	72.6366300
9558.0460000	72.9949800	75.4221600
9758.8000000	76.2278000	76.8552000
9755.9540000	80.2757300	76.8348900
9757.7860000	82.3745300	76.8479700

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0071383 MM M3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 7.1941010 MM M3

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 10
ALFA = .80

DESVIACION = 2.953877E-001

X real	Y real	Y cal
6964.6530000	55.1952400	55.3582200
8120.2520000	60.6411100	60.1404100
9272.7800000	65.0818400	64.9099000
10376.0800000	69.4004000	69.4756500
11376.1600000	72.9949800	73.6143000
12252.8500000	76.2278000	77.2422900
12854.6400000	80.2757300	79.7326600
13334.4400000	82.3745300	81.7182100

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0041383 MM M3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 26.5365100 MM M3

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 14
ALFA = .80

DESVIACION = 4.5591E-001

X real	Y real	Y cal
6964.6530000	55.1952400	56.0669200
8125.8510000	60.6411100	60.3282200
9293.9690000	65.0818400	64.6149200
10442.0800000	69.4004000	68.8281900
11542.3500000	72.9949800	72.8659200
12507.8100000	76.2278000	76.7025000
13441.1900000	80.2757300	79.8341800
14290.4600000	82.3745300	82.9507800

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0036697 MM M3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 30.5083900 MM M3

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 17
ALFA = .80

DESVIACION = 4.756931E-001

X real	Y real	Y cal
6964.6530000	55.1952400	56.1062300
8125.8510000	60.6411100	60.3454700
9293.9690000	65.0818400	64.6099600
10442.0800000	69.4004000	68.8014100
11542.3500000	72.9949800	72.8182200
12592.2900000	76.2278000	76.6512600
13458.2900000	80.2757300	79.8128200
14343.9900000	82.3745300	83.0462700

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0036507 MM M3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 30.6800900 MM M3

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 6
ALFA = .50

DESVIACION = 4.101624E-001

X real	Y real	Y cal
5841.5950000	76.2278000	52.0062400
5820.4870000	80.2757300	51.7291800
5815.4770000	82.3745300	51.9108800

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0036507 MM M3/KG/CM2
 VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 30.6800906 MM M3

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 10
 ALFA = .50

DESVIACION = 3.376527E-001

X real	Y real	Y cal
3603.7600000	43.9394200	43.2570800
4110.9340000	48.0487200	48.8498800
4642.7150000	55.1952400	54.7163600
5143.2390000	60.6411100	60.2380300
5608.7330000	65.0818400	65.3732500
6029.3560000	69.4004000	70.0134500
6391.0430000	72.9949800	74.0034900
6694.7210000	76.2278000	77.3535900
6875.2710000	80.2757300	79.3453800
7027.9100000	82.3745300	81.0292500

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0110318 MM M3/KG/CM2
 VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 3.4990630 MM M3

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 14
 ALFA = .50

DESVIACION = 4.801974E-001

X real	Y real	Y cal
4642.7150000	55.1952400	55.2526800
5144.9680000	60.6411100	60.3170900
5615.2320000	65.0818400	65.0589300
6049.5310000	69.4004000	69.4381300
6441.6600000	72.9949800	73.3921100

6796.360000	76.2278000	76.9686900
7052.8030000	80.2757300	79.5524800
7316.3120000	82.3745300	82.2115600

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0100834 MM H3/KG/CM2
 VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 8.4384440 MM H3

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 17
 ALFA = .50

DESVIACION = 4.975581E-001

X real	Y real	Y cal
4642.7150000	55.1952400	55.2801200
5144.9680000	60.6411100	60.3264200
5615.2370000	65.0818400	65.0513100
6049.5310000	69.4004000	69.4148500
6441.6600000	72.9949800	73.3547000
6797.6150000	76.2278000	76.9310900
7057.3730000	80.2757300	79.5409700
7331.2010000	82.3745300	82.2922100

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0100473 MM H3/KG/CM2
 VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 8.6332560 MM H3

CORRELACION DE STANDING

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 6
ALFA = ,80

DESVIACION = 4.5584980

X real	Y real	Y cal
4075.5860000	39.4752700	38.0638200
5406.8010000	39.4059900	39.3123700
6491.7370000	43.0477300	44.6535300
7603.7580000	49.4465700	50.5638400
8666.6300000	54.3422700	56.2140300
9605.7590000	58.3822300	61.2043200
10322.4000000	62.2389800	65.0132100
10757.7800000	65.4550900	67.3272000
10979.8300000	68.3255000	68.5074100
10971.4600000	71.9048500	68.4629300
10968.9400000	73.7476600	68.4495200

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0053149 MM H3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 10.1504500 MM H3

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 10
ALFA = ,80

DESVIACION = 2.633139E-001

X real	Y real	Y cal
7853.9270000	49.4465700	49.6280900
9151.1220000	54.3422700	53.9130900
10444.8100000	58.3822300	58.1865000
11682.8200000	62.2389800	62.2760000
12004.1100000	65.4550900	65.9799200
13785.9400000	68.3255000	69.2232100
14456.2200000	71.9048500	71.4373100
14989.5400000	73.7476600	73.1990100

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0033033 MM H³/KG/CM2

VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 23.5043000 MM H3

F ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 14
ALFA = .80

DESVIACION = 4.061711E-001

X real	Y real	Y cal
7853.9270000	49.4465700	50.2672200
9157.4330000	54.3422700	54.0834100
10468.6800000	58.3822300	57.9222500
11757.1300000	62.2389600	61.6943900
12991.1500000	65.4550900	65.3071400
14162.8100000	68.3255000	68.7373300
15115.8400000	71.9048500	71.5274700
16064.2100000	73.7476600	74.3039500

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0029276 MM H3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 27.2737800 MM H3

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 17
ALFA = .80

DESVIACION = 4.237194E-001

X real	Y real	Y cal
7853.9270000	49.4465700	50.3026400
9157.4330000	54.3422700	54.0989700
10468.6800000	58.3822300	57.9178400
11757.1300000	62.2389600	61.6703400
12991.1500000	65.4550900	65.2642900
14167.8500000	68.3255000	68.6913000
15135.0800000	71.9048500	71.5082600
16124.3900000	73.7476600	74.3895300

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0029124 MM H3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 27.4288600 MM H3

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 6
ALFA = .50

DESVIACION = 2.503617E-001

X real	Y real	Y cal
6572.5010000	68.3255000	46.5706100
6545.6690000	71.9018500	46.4924700
6537.3040000	73.7476600	46.4681100

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0029124 MM M3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 27.4288600 MM M3

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 10
ALFA = .50

DESVIACION = 3.007495E-001

X real	Y real	Y cal
4073.3500000	39.4059900	38.7821600
4640.0450000	43.0477300	43.7864700
5235.5150000	49.4465700	49.0448700
5796.1760000	54.3422700	53.9959000
6317.6470000	58.3822300	58.6008400
6788.6830000	62.2389800	62.7604000
7193.2500000	65.4550900	66.3330100
7532.3720000	68.3255000	69.3276800
7731.8710000	71.9048500	71.0894000
7900.2270000	73.7476600	72.5761000

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0088307 MM M3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 2.8116970 MM M3

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 14
ALFA = .50

DESVIACION = 4.282249E-001

X real	Y real	Y cal
--------	--------	-------

5235.5150000	49.4465700	49.5333600
5798.1250000	54.3422700	54.0708500
6324.9670000	58.3822300	58.3198600
6811.3980000	62.2389800	62.2429500
7250.2200000	65.4550900	65.7820700
7646.7280000	68.3255000	68.9799300
7931.2970000	71.9048500	71.2750000
8224.4260000	73.7476600	73.6391100

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0080651 MM H3/KG/CM2
 VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 7.3086260 MM H3

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 17
 ALFA = .50

DESVIACION = 4.436921E-001

X real	Y real	Y cal
5235.5150000	49.4465700	49.5502200
5798.1250000	54.3422700	54.0793500
6324.9670000	58.3822300	58.3130500
6811.3980000	62.2389800	62.2220000
7250.2200000	65.4550900	65.7483600
7646.1390000	68.3255000	68.9460300
7936.6610000	71.9048500	71.2645900
8241.1630000	73.7476600	73.7115600

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0080360 MM H3/KG/CM2
 VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 7.4857210 MM H3

CORRELACION DE OISTEIN

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 6
ALFA = .80

DESVIACION = 2.0223530

X real	Y real	Y cal
4327.2750000	39.3097300	37.4435300
5119.0380000	42.9307700	43.1238200
5996.8550000	49.2797100	49.4093900
6835.2740000	54.1174400	55.4183300
7575.7730000	58.0700700	60.7254700
8140.9670000	61.8999200	64.7762100
8484.3350000	65.0853000	67.2371200
8659.4630000	67.9428400	68.4922600
8652.8620000	71.5140700	68.4449500
8650.8740000	73.3518900	68.4307000

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0071670 MM H3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 6.4300180 MM H3

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 10
ALFA = .80

DESVIACION = 2.629268E-001

X real	Y real	Y cal
6194.1560000	49.2797100	49.4327300
7217.2150000	54.1174400	53.6768500
8237.5080000	58.0700700	57.9095000
9213.8910000	61.8999200	61.9599800
10098.2100000	65.0853000	65.6285600
10872.5600000	67.9428400	68.8409100
11401.1900000	71.5140700	71.0339000
11821.8000000	73.3518900	72.7707900

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0041485 MM H3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 23.7365000 MM H3

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 14
ALFA = ,80

DESVIACION = 4.054445E-001

X real	Y real	Y cal
6194,1560000	49,2797100	50,0632700
7222,1910000	54,1174400	53,8438000
8256,3310000	58,0700700	57,6467800
9272,4980000	61,8999200	61,3836600
10245,7300000	65,0853000	64,9626600
11169,7800000	67,9428400	68,3608000
11921,4100000	71,5140700	71,1248600
12669,3600000	73,3518900	73,8754000

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : ,0036774 MM M3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 27,2846800 MM M3

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 17
ALFA = ,80

DESVIACION = 4.229470E-001

X real	Y real	Y cal
6194,1560000	49,2797100	50,0982600
7222,1910000	54,1174400	53,8591400
8256,3310000	58,0700700	57,6423600
9272,4980000	61,8999200	61,3598300
10245,7300000	65,0853000	64,9202300
11173,7500000	67,9428400	68,3152400
11936,5800000	71,5140700	71,1059100
12715,8000000	73,3518900	73,9603300

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : ,0036583 MM M3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 27,4380200 MM M3

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 6
ALFA = ,50

DESVIACION = 2.509851E-001

X real	Y real	Y cal
5183.5340000	67.9428400	46.4010700
5162.3730000	71.5140700	46.3236500
5155.7750000	73.3518900	46.2995200

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0036583 MM M3/KG/CM2
 VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 27.4380200 MM M3

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 10
 ALFA = ,50

DESVIACION = 3.002738E-001

X real	Y real	Y cal
3212.5290000	39.3097300	38.6973900
3659.4650000	42.9307700	43.6526000
4129.0930000	49.2797100	48.8594100
4571.2700000	54.1174400	53.7618500
4982.5390000	58.0700700	58.3216200
5354.0300000	61.8999200	62.4403700
5673.1000000	65.0853000	65.9779300
5940.5550000	67.9428400	68.9432100
6097.8940000	71.5140700	70.6876400
6230.6720000	73.3518900	72.1597700

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0110871 MM M3/KG/CM2
 VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 3.0798400 MM M3

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 14
 ALFA = ,50

DESVIACION = 4.274444E-001

X real	Y real	Y cal
4129.0930000	49.2797100	49.3384700
4572.8070000	54.1174400	53.8328100
4988.3120000	58.0700700	58.0414300
5371.9450000	61.8999200	61.9272200
5718.0310000	65.0853000	65.4326900
6030.7440000	67.9428400	68.6001400

6255.1750000	71.5140700	70.8733900
6486.3570000	73.3518900	73.2150200

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0101209 MM H3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 7.5152050 MM H3

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 17
ALFA = .50

DESVIACION = 4.428698E-001

X real	Y real	Y cal
4129.0930000	49.2797100	49.3630600
4572.8070000	54.1174400	53.8412100
4988.3120000	58.0700700	58.0346600
5371.9450000	61.8999200	61.9064700
5718.0310000	65.0853000	65.3993100
6031.8570000	67.9428400	68.5665900
6259.4060000	71.5140700	70.8631100
6499.5580000	73.3518900	73.2868300

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0100924 MM H3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 7.6904260 MM H3

YACIMIENTO DE ACEITE SATURADO CON CASQUETE INICIAL DE GAS Y

ENTRADA NATURAL DE AGUA

PRESION KG/CM2	NP MM M3	WF MM M3	RF M3/M3
244.30	0.07000	0.0	151.0
240.90	0.15800	0.0	154.0
235.00	0.24300	0.0	156.9
229.00	0.35000	0.0	160.1
222.04	0.44801	0.0	163.0
213.60	0.59000	0.0	167.0
205.75	0.74300	0.0	170.0
198.10	0.95866	0.0	173.5
191.40	1.10000	0.0	177.9
185.00	1.24000	0.0	182.0
178.38	1.39125	0.0	182.7
173.00	1.52500	0.0	187.7
168.30	1.65000	0.0	194.0
163.24	1.78998	0.0	200.0
157.50	1.93911	0.0	208.4
149.50	2.10000	0.0	215.7
139.29	2.22543	0.0	225.0
131.00	2.36200	0.0	237.0
123.70	2.50000	0.0	247.5
116.76	2.63600	0.0	258.0
113.50	2.76920	0.0	268.8
110.70	2.90051	0.00025	272.0
108.60	3.02162	0.00079	272.0
107.78	3.16000	0.00175	269.3
107.50	3.29930	0.00350	262.0
107.32	3.41399	0.00572	251.0
106.90	3.53000	0.00823	243.0
106.50	3.64200	0.01103	236.5
106.30	3.77100	0.01494	230.5
105.75	3.86000	0.01825	223.7
105.52	3.98713	0.02250	219.0
105.40	4.12194	0.02782	213.0
105.10	4.20000	0.03268	206.4
104.93	4.31200	0.03900	202.0
105.00	4.43910	0.04800	197.0
105.07	4.54000	0.05769	189.0
105.35	4.64800	0.06758	185.0
105.35	4.73900	0.07724	180.0
104.96	4.85000	0.08780	178.0

105.35 4.94900 0.09999 174.0

Pi = 247.50 Kg/cm² Sw = 0.1 β = 0.22
Sal = 40000 ppm Ps = 8.4388 Kg/cm²
Ts = 26.667 °C Yg = 0.8 Yo = 32 oAPI
T = 92.5 °C R = 137.15 m³/m³

CORRELACION DE VAZQUEZ

T**ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 4
ALFA = ,80

DESVIACION = 1.349300E-001

X real	Y real	Y cal
473.0853000	13.7736800	14.0447900
472.5139000	13.9177800	13.9944200
473.6229000	14.1064100	14.0921700
474.4936000	14.0531700	14.1689500
476.8126000	14.2368000	14.3733900
476.4976000	14.2674900	14.3456200
473.1247000	14.4467400	14.0482700
476.3572000	14.5988000	14.3332500

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0881603 MM H³/KG/CM²
VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : -27.6625300 MM H³

T**ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 14
ALFA = ,80

DESVIACION = 1.324293E-001

X real	Y real	Y cal
1130.1970000	13.0967100	12.8736900
1159.6730000	13.1805100	13.1191000

1185.7950000	13.2905700	13.3382600
1212.7320000	13.4915700	13.5608800
1227.9170000	13.4543000	13.6073100
1244.6790000	13.6667300	13.8268700
1258.5580000	13.8474700	13.9425100
1264.2650000	13.7736800	13.9099400
1269.0340000	13.9177800	14.0296400
1276.3140000	14.1064100	14.0902600
1281.8280000	14.0531700	14.1361600
1290.6400000	14.2368000	14.2095400
1292.1330000	14.2674900	14.2219700
1284.6220000	14.4467400	14.1594300
1294.8270000	14.5988000	14.2444000

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0083260 MM H3/KG/CM2
 VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 3.4636870 MM M3

T**ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 26
 ALFA = .80

DESVIACION = 3.732174E-002

X real	Y real	Y cal
1130.3050000	12.4332600	12.5982500
1196.2150000	12.8097700	12.7369200
1270.0900000	13.0759300	12.8923400
1343.9700000	13.0967100	13.0477800
1410.0860000	13.1805100	13.1868800
1473.2550000	13.2905700	13.3197800
1537.2620000	13.4915900	13.4544400
1587.7310000	13.4543000	13.5606200
1642.6330000	13.6667300	13.6761300
1696.0440000	13.8486700	13.7885000
1739.4980000	13.7736800	13.8799200
1782.4980000	13.9177800	13.9703900
1829.0460000	14.1064100	14.0683200
1872.1000000	14.0531700	14.1589000
1918.8100000	14.2368000	14.2571800
1952.9110000	14.2674900	14.3289200
1970.8860000	14.4467400	14.3667400
2013.7380000	14.5988000	14.4568900

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0021039 MM H3/KG/CM2
 VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 10.2202200 MM M3

T**ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 40
 ALFA = .80

DESVIACION = 2.407042E-002

X real	Y real	Y cal
1194.2150000	12.8097700	12.8838400
1270.0900000	13.0759300	12.9992400
1343.9700000	13.0967100	13.1146500
1410.3680000	13.1805100	13.2183700
1475.3580000	13.2905700	13.3198900
1543.7950000	13.4915900	13.4267900
1601.3140000	13.4543000	13.5166400
1666.1750000	13.6667300	13.6179600
1732.9930000	13.8486700	13.7223400
1793.2680000	13.7736800	13.8164900
1856.4840000	13.9177800	13.9152400
1926.6580000	14.1064100	14.0248600
1996.2300000	14.0531700	14.1335400
2072.9000000	14.2368000	14.2533000
2138.9040000	14.2674900	14.3564100
2189.3680000	14.4467400	14.4352400
2269.7830000	14.5988000	14.5608500

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0015621 MM H3/KG/CM2
 VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 11.0152400 MM H3

T**ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 4
 ALFA = .50

DESVIACION = 1.353696E-001

X real	Y real	Y cal
312.3110000	13.7736800	14.0578500
311.9192000	13.9177800	14.0024300
312.5948000	14.1064100	14.0979900
313.0744000	14.0531700	14.1658300
314.5006000	14.2368000	14.3675600
314.2562000	14.2674900	14.3329800
312.1504000	14.4467400	14.0351300
314.3136000	14.5988000	14.3411000

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .1414427 MM H3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : -30.1162700 MM H3

T**ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 14
ALFA = ,50

DESVIACION = 1.337145E-001

X real	Y real	Y cal
538.9236000	13.0967100	12.8651500
547.7112000	13.1805100	13.1220000
555.3357000	13.2905700	13.3449700
563.4371000	13.4915900	13.5818500
568.7313000	13.4543000	13.6781600
571.5170000	13.6667300	13.8180800
575.6106000	13.8486700	13.9377600
578.5954000	13.7736800	13.9665600
577.7552000	13.9177800	14.0004600
580.3579000	14.1064100	14.0765600
582.3019000	14.0531700	14.1334000
585.8539000	14.2368000	14.2372400
586.1990000	14.2674700	14.2473300
582.6978000	14.4467400	14.1449700
587.1581000	14.5980800	14.2753700

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0292368 MM H3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : -2.8912540 MM H3

T**ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 26
ALFA = ,50

DESVIACION = 5.232256E-002

X real	Y real	Y cal
530.9366000	12.4332600	12.5595800
551.0609000	12.8097700	12.7144800
573.7598000	13.0759300	12.8934500
595.6957000	13.0967100	13.0644800
613.8779000	13.1805100	13.2062400
630.8991000	13.2905700	13.3389400
648.4942000	13.4915900	13.4761200

660.7668000	13.4543000	13.5718100
675.3096000	13.6667300	13.6851900
689.5591000	13.8486700	13.7962900
700.2632000	13.7736800	13.8797500
711.2756000	13.9177800	13.9656000
723.9027000	14.1064100	14.0646800
735.5413000	14.0531700	14.1547900
748.7616000	14.2368000	14.2578700
757.3593000	14.2674900	14.3249000
760.2150000	14.4467400	14.3471700
772.8389000	14.5988000	14.4455900

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0077966 MM M3/KG/CM2
 VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 8.4200880 MM M3

T**ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 40
 ALFA = ,50

DESVIACION = 3.312285E-002

X real	Y real	Y cal
551.0609000	12.8097700	12.8440700
573.7598000	13.0759300	12.9818900
595.6957000	13.0967100	13.1150800
613.9440000	13.1805100	13.2258800
631.3902000	13.2905700	13.3318100
650.0159000	13.4915900	13.4449100
663.9207000	13.4543000	13.5293300
680.7509000	13.6667300	13.6315700
698.0863000	13.8486700	13.7367800
712.6359000	13.7736800	13.8251200
728.2490000	13.9177800	13.9199200
746.3067000	14.1064100	14.0295700
763.0400000	14.0531700	14.1360200
783.7791000	14.2368000	14.2570900
797.4917000	14.2674900	14.3524900
809.5471000	14.4467400	14.4135500
830.4640000	14.5988000	14.5405500

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0060718 MM M3/KG/CM2
 VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 9.4981370 MM M3

CORRELACION DE STANDING

T**ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 4
ALFA = .80

DESVIACION = 9.980065E-002

X real	Y real	Y cal
522.6617000	12.8102400	13.0139400
522.5714000	12.9361400	13.0111200
520.6169000	12.8147600	12.9499800
519.8465000	12.9136900	12.9258800
521.1292000	13.0479400	12.9660100
522.1500000	12.9298500	12.9979400
524.9549000	13.0637700	13.0856800
524.6080000	13.0454000	13.0748300
520.5453000	13.1904700	12.9477400
524.4536000	13.2908600	13.0700000

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0312811 MM M3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : -3.3355130 MM M3

T**ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 14
ALFA = .80

DESVIACION = 9.990042E-002

X real	Y real	Y cal
1103.3610000	11.7334200	11.9241000
1122.8310000	11.9694900	11.9935700
1162.0270000	12.3130700	12.1334100
1206.6670000	12.5282200	12.2926800
1248.2820000	12.4851700	12.4411600
1279.9410000	12.5153100	12.5541200
1308.1280000	12.5774900	12.6546900
1337.1790000	12.7227700	12.7583400
1352.7070000	12.6445000	12.8137400
1370.6610000	12.8102400	12.8778000
1385.6880000	12.9361400	12.9314100

1391.2880000	12.8147600	12.9513900
1396.1560000	12.9136900	12.9687600
1404.3340000	13.0479400	12.9979400
1410.5700000	12.9298500	13.0201900
1420.9520000	13.0637700	13.0572300
1422.5960000	13.0454000	13.0631000
1413.3780000	13.1904700	13.0302100
1425.5620000	13.2908600	13.0736800

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0035679 MM M3/KG/CM2
 VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 7.9874240 MM M3

T**ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 26
 ALFA = .80

DESVIACION = 3.551608E-002

X real	Y real	Y cal
1322.2180000	12.3130700	12.3347000
1403.2140000	12.5282200	12.4111400
1484.3900000	12.4851700	12.4877500
1556.3250000	12.5153100	12.5556400
1624.9700000	12.5774900	12.6204300
1695.0110000	12.7277700	12.6865400
1749.0880000	12.6445000	12.7375700
1800.8950000	12.8102400	12.7940200
1867.3500000	12.9361400	12.8491900
1914.2680000	12.8147600	12.8934700
1961.0540000	12.9136900	12.9376300
2012.5060000	13.0479400	12.9861900
2060.1270000	12.9298500	13.0311300
2112.5470000	13.0637700	13.0806000
2150.0910000	13.0454000	13.1160400
2168.4250000	13.1904700	13.1333400
2217.0590000	13.2908600	13.1792400

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0009438 MM M3/KG/CM2
 VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 11.0867900 MM M3

T**ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 40
 ALFA = .80

DESVIACION = 2.480835E-002

X real	Y real	Y cul
1322.2180000	12.3130700	12.3860000
1403.2140000	12.5282200	12.4449600
1484.3900000	12.4851700	12.5039700
1556.6370000	12.5153100	12.5564900
1627.2900000	12.5774900	12.6078500
1702.2150000	12.7277700	12.6623200
1764.0510000	12.6445000	12.7072700
1834.8190000	12.8102400	12.7587100
1908.0310000	12.9361400	12.8119300
1973.4410000	12.8147600	12.8594800
2042.4520000	12.9136900	12.9096500
2119.9090000	13.0479400	12.9659600
2196.7240000	12.9298500	13.0218000
2282.1940000	13.0637700	13.0839300
2354.8630000	13.0454000	13.1367500
2408.8060000	13.1904700	13.1759700
2498.9560000	13.2908600	13.2415000

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0007269 MM H3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 11.4249100 MM H3

T**ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 4
ALFA = .50

DESVIACION = 1.004107E-001

X real	Y real	Y cul
345.1638000	12.8102400	13.0230400
345.0323000	12.9361400	13.0174400
343.6894000	12.8147600	12.9601900
343.1647000	12.9136900	12.9378200
343.9492000	13.0479400	12.9712700
344.5185000	12.9298500	12.9955300
346.2548000	13.0637700	13.0695500
345.9857000	13.0454000	13.0580800
343.4367000	13.1904700	12.9494200
346.0489000	13.2908600	13.0607700

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0426280 MM H3/KG/CM2

VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : -1.6905970 MM M3

T**ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 14
ALFA = .50

BESVIACION = 1.004144E-001

X real	Y real	Y cal
549.4379000	11.7334200	11.9221500
553.0804000	11.9694900	11.9655900
566.1225000	12.3130700	12.1211300
581.4308000	12.5282200	12.3036900
595.2313000	12.4851700	12.4682800
604.5140000	12.5153100	12.5789600
612.5240000	12.5774900	12.6745100
621.2554000	12.7277700	12.7786400
624.3266000	12.6445000	12.8152700
629.3640000	12.8102400	12.8753400
633.7492000	12.9361400	12.9276400
634.5269000	12.8147600	12.9369200
635.6301000	12.9136900	12.9500700
638.5701000	13.0479400	12.9851400
640.7862000	12.9298500	13.0115600
645.0057000	13.0637700	13.0618900
645.3857000	13.0454000	13.0664200
641.1008000	13.1904700	13.0153200
646.4417000	13.2908600	13.0790100

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0119260 MM M3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 5.3695580 MM M3

T**ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 26
ALFA = .50

BESVIACION = 4.717502E-002

X real	Y real	Y cal
609.1069000	12.3130700	12.3197500
633.8902000	12.5282200	12.4076100
657.9351000	12.4851700	12.4927900
677.5428000	12.5153100	12.5622700

695.8689000	12.5774900	12.6272200
715.0408000	12.7277700	12.6951600
727.9118000	12.6445000	12.7408000
743.6622000	12.8102400	12.7965900
759.2068000	12.9361400	12.8516300
770.8199000	12.6147600	12.8921300
782.5255000	12.9136900	12.9343200
796.6011000	13.0479400	12.9842000
809.4163000	12.9298500	13.0296100
824.3618000	13.0637700	13.0825800
833.8275000	13.0454000	13.1161200
836.4102000	13.1904700	13.1252800
850.8701000	13.2908600	13.1765200

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0035438 MM H3/KG/CM2
 VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE ; 10.1611700 MM H3

T**ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 40
 ALFA = .50

DESVIACION = 3.206217E-002

X real	Y real	Y cal
609.1069000	12.3130700	12.3660700
633.8982000	12.5282200	12.4364300
657.9351000	12.4851700	12.5046500
677.6157000	12.5153100	12.5605100
696.4106000	12.5774900	12.6138500
716.7186000	12.7277700	12.6714900
731.3932000	12.6445000	12.7131400
749.6629000	12.8102400	12.7649900
768.5953000	12.9361400	12.8187300
784.2357000	12.8147600	12.8631200
801.1992000	12.9136900	12.9112600
821.1645000	13.0479400	12.9679300
840.5574000	12.9298500	13.0229700
862.9149000	13.0637700	13.0864200
880.2139000	13.0454000	13.1355200
890.6068000	13.1904700	13.1652500
914.3131000	13.2908600	13.2323000

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0028382 MM H3/KG/CM2
 VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE ; 10.6373000 MM H3

CORRELACION DE OISTEIN

T**ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 4
ALFA = .80

DESVIACION = 1.447188E-001

X real	Y real	Y cal
577.4926000	15.9799000	16.2533300
575.1168000	15.8589400	16.1125000
574.1437000	16.0026700	16.0548200
575.6142000	16.2051400	16.1419800
576.7958000	16.1175700	16.2120200
580.1132000	16.3257700	16.4086600
579.7300000	16.3410100	16.3859500
574.9383000	16.5202700	16.1019200
579.5593000	16.6957400	16.3758300

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0592750 MM H3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : -17.9775500 MM H3

T**ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 14
ALFA = .80

DESVIACION = 1.415008E-001

X real	Y real	Y cal
1382.9000000	15.2969800	15.0760300
1417.1800000	15.3563700	15.3003400
1447.6430000	15.4500000	15.4995600
1479.4080000	15.6583900	15.7073700
1495.5360000	15.5719500	15.8128700
1514.9430000	15.7937700	15.9398200
1531.3210000	15.9799000	16.0469600
1536.9320000	15.8589400	16.0836700
1541.7820000	16.0026700	16.1167000
1551.1600000	16.2051400	16.1767400
1558.1930000	16.1175700	16.2227600
1570.2550000	16.3257700	16.3016600
1572.0720000	16.3410100	16.3135400

1561.0650000 16.5202900 16.2415400
1575.3490000 16.6957400 16.3349900

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0065417 MM H3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 6.0294580 MM H3

T**ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 26
ALFA = .80

DESVIACION = 4.002833E-002

X real	Y real	Y cal
1465.7050000	15.0235300	15.0044900
1534.9100000	15.3068300	15.1403100
1644.4700000	15.2969800	15.2766800
1723.2080000	15.3563700	15.3965600
1798.2760000	15.4500800	15.5108600
1875.3020000	15.6583900	15.6281400
1933.7700000	15.5719500	15.7171600
1999.3070000	15.7937700	15.8169500
2063.6050000	15.9799000	15.9148500
2114.6600000	15.8589400	15.9925900
2165.8830000	16.0026700	16.0705800
2222.9180000	16.2051400	16.1574200
2275.7310000	16.1175700	16.2378300
2334.5170000	16.3257700	16.3273400
2376.0060000	16.3410100	16.3905100
2395.0090000	16.5202900	16.4194400
2450.0110000	16.6957400	16.5031900

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0015226 MM H3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 12.7728200 MM H3

T**ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 40
ALFA = .80

DESVIACION = 2.310422E-002

X real	Y real	Y cal
1465.7050000	15.0235300	15.0922900

1554,7100000	15.3068300	15.1972600
1644,4700000	15.2969800	15.3026500
1723,5530000	15.3563700	15.3957100
1800,8440000	15.4500800	15.4866700
1883,2720000	15.6583900	15.5836600
1950,3130000	15.5719500	15.6625600
2027,9610000	15.7937700	15.7539300
2108,5610000	15.9799000	15.8487800
2180,0270000	15.8589400	15.9328700
2255,7830000	16.0026700	16.0220200
2341,5500000	16.2051400	16.1229500
2426,6230000	16.1175700	16.2230600
2521,9900000	16.3257700	16.3352800
2602,2940000	16.3410100	16.4297800
2660,5080000	16.5202900	16.4982900
2761,5280000	16.6957400	16.6171600

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0011768 MM M3/KG/CM2
 VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 13.3675000 MM M3

T**ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 4
 ALFA = .50

DESVIACION = 1.448086E-001

X real	Y real	Y cal
381,2946000	15.9799000	16.2713900
379,6678000	15.8589400	16.1280400
379,0077000	16.0026700	16.0698700
379,9098000	16.2051400	16.1493600
380,5742000	16.1175700	16.2079100
382,6367000	16.3257700	16.3896700
382,3393000	16.3410100	16.3634600
379,3233000	16.5202900	16.0976800
382,4091000	16.6957400	16.3696200

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0881259 MM M3/KG/CM2
 VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : -17.3305200 MM M3

T**ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 14
 ALFA = .50

DESVIACION = 1.427463E-001

X real	Y real	Y cal
659.4222000	15.2969800	15.0606800
669.3354000	15.3563700	15.3041300
677.8508000	15.4500800	15.5063900
687.3354000	15.6583900	15.7316600
690.2478000	15.5719500	15.8008300
695.6138000	15.7937700	15.9282800
700.3550000	15.9799000	16.0409000
700.9512000	15.8589400	16.0550600
702.0206000	16.0026700	16.0804600
705.3339000	16.2051400	16.1591500
707.8479000	16.1175700	16.2188600
712.7781000	16.3257700	16.3359600
713.1981000	16.3410100	16.3459400
708.0909000	16.5202900	16.2246400
714.3649000	16.6957400	16.3736500

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0237516 MM M3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : -.5936415 MM M3

T**ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 26
ALFA = .50

DESVIACION = 5.827390E-002

X real	Y real	Y cal
652.1815000	14.6222700	14.7884800
675.2072000	15.0235300	14.9269400
702.4263000	15.3068300	15.0906100
728.8882000	15.2969800	15.2497200
750.1950000	15.3563700	15.3778400
770.0846000	15.4500800	15.4974400
791.0964000	15.6583900	15.6237900
804.7781000	15.5719500	15.7060500
821.9435000	15.7937700	15.8092700
838.9980000	15.9799000	15.9118200
851.2908000	15.8589400	15.9857400
864.2590000	16.0026700	16.0637200
879.8873000	16.2051400	16.1576900
894.1261000	16.1175700	16.2433100

910.9796000	16.3257700	16.3446500
921.4399000	16.3410100	16.4075500
923.8087000	16.5202900	16.4217900
940.2732000	16.6957400	16.5207900

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0060131 MM H3/KG/CM2
 VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 10.8668800 MM H3

T**ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 40
 ALFA = .50

DESVIACION = 3.448252E-002

X real	Y real	Y cal
675.2072000	15.0235300	15.0579600
702.4263000	15.3068300	15.1833100
728.8882000	15.2969800	15.3051800
750.2758000	15.3563700	15.4036700
770.6841000	15.4500800	15.4976600
792.9526000	15.6583900	15.6002100
808.6193000	15.5719500	15.6723600
828.5759000	15.7937700	15.7642700
849.3733000	15.9799000	15.8600500
866.3319000	15.8509400	15.9381500
884.8832000	16.0026700	16.0235800
907.0189000	16.2051400	16.1255200
928.5262000	16.1175700	16.2245700
953.5836000	16.3257700	16.3399700
972.7003000	16.3410100	16.4280100
983.7568000	16.5202900	16.4789200
1010.3830000	16.6957400	16.6015400

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : .0046053 MM H3/KG/CM2
 VOLUMEN ORIGINAL DE ACEITE : 11.9484200 MM H3

YACIMIENTO DE GAS CON ENTRADA DE AGUA

PRESION KG/CM2	RG	GF M3	WF M3
265.8	0.00456	182000000	4000
261.2	0.00470	365000000	8000
256.5	0.00484	547000000	12000
249.8	0.00498	730000000	16000
245.4	0.00512	912000000	20000
240.6	0.00526	1095000000	24000

Pi = 267.1 Kg/Cm2

Dgi = 0.0044

Bw = 1

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 4
ALFA = ,80

DESVIACION = 1.392206E-002

X real	Y real	Y cal
25799.1000000	6.044272E+009	6.039356E+009
39432.4500000	6.295515E+009	6.294666E+009
52202.3600000	6.513112E+009	6.533807E+009
61627.1300000	6.725233E+009	6.710303E+009

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : 1H726.8900000M3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE GAS : 5556219000.000M3

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 5
ALFA = ,80

DESVIACION = 6.644514E-003

X real	Y real	Y cal
25799.1000000	6.044272E+009	6.047020E+009
39432.4500000	6.295515E+009	6.287273E+009
52737.2400000	6.513112E+009	6.521736E+009
64107.2200000	6.725233E+009	6.722102E+009

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : 17622.4300000M3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE GAS : 5592377000.000M3

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 6
ALFA = ,80

DESVIACION = 4.777252E-003

X real	Y real	Y cal
25799.1000000	6.044272E+009	6.048480E+009
39432.4500000	6.295515E+009	6.286426E+009
52737.2400000	6.513112E+009	6.518638E+009
64537.3300000	6.725233E+009	6.724588E+009

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : 17453,2400000H3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE GAS : 5598202000,000H3

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 4
ALFA = ,50

DESVIACION = 2.066604E-002

X real	Y real	Y cal
12897,5000000	5,745001E+009	5,743579E+009
22608,5600000	6,044272E+009	6,029557E+009
32216,6300000	6,295515E+009	6,312502E+009
40090,3800000	6,513112E+009	6,544374E+009
45141,3800000	6,725233E+009	6,693120E+009

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : 29448,7300000H3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE GAS : 5363764000,000H3

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 5
ALFA = ,50

DESVIACION = 1.510128E-002

X real	Y real	Y cal
12897,5000000	5,745001E+009	5,748532E+009
22608,5600000	6,044272E+009	6,027997E+009
32216,6300000	6,295515E+009	6,304498E+009
40303,4900000	6,513112E+009	6,537221E+009
46129,5700000	6,725233E+009	6,704884E+009

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : 28777,9700000H3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE GAS : 5377369000,000H3

T ** ALFA PERMANECE CONSTANTE A PARTIR DEL PERIODO 6
ALFA = ,50

DESVIACION = 1.376712E-002

X real	Y real	Y cal
--------	--------	-------

12897.5000000	5.745001E+009	5.749310E+009
22608.5600000	6.044272E+009	6.027852E+009
32216.6300000	6.295515E+009	6.303440E+009
40303.4900000	6.513112E+009	6.535396E+009
46290.8800000	6.725233E+009	6.707132E+009

CONSTANTE DE ENTRADA DE AGUA : 28482.9800000M3/KG/CM2
VOLUMEN ORIGINAL DE GAS : 5379372000.000M3

CONCLUSION

- Los puntos calculados para las primeras etapas de explotación no se alinean con los puntos posteriores, debido a la inestabilidad del yacimiento y a que no se han sentido los efectos de frontera, por lo que no deben ser tomados en cuenta al ser graficados o al realizar el ajuste de la recta.
- Los resultados obtenidos con la E.B.M. dependeran de la cantidad y calidad de los datos, así como de la experiencia y juicio del analista. —
- Los valores de las propiedades de los fluidos obtenidos con las correlaciones usadas, no siempre serán similares a los reales debido a que estas son específicas para ciertos tipos de aceites, en tal caso deberá utilizarse otras correlaciones.
- Se pueden llegar a obtener valores de entrada de agua negativos debido a que en los periodos de explotación correspondientes no se ha alcanzado un abatimiento de presión considerable en la frontera agua-aceite.

- Si se conocen las propiedades de los fluidos no debe emplearse correlaciones.

BIBLIOGRAFIA

- * Havlena, D y Odeh, A.S. : 'THE MATERIAL BALANCE AS AN EQUATION OF A STRAIGHT LINE'. Trans. Aime, 1963
- * Craft, B.C. y Hawkins, M.F. : 'APPLIED PETROLEUM RESERVOIR ENGINEERING', Prentice Hall, 1959
- * Pirson, S.J. : 'OIL RESERVOIR ENGINEERING', McGraw-Hill Book Co. 1958
- * T. Mendez L. y J. Teyssier S. 'CARACTERIZACION DE FLUIDOS DE YACIMIENTOS PETROLEROS', Subdirección de Tecnología de explotación del IMF. Oct, 1979
- * Matthews/Russell, 'PRESSURE BUILDUP AND FLOW TESTS IN WELLS'
- * Francisco Garaicochea P. y Jose Luis Bash B. 'COMPORTAMIENTO DE LOS YACIMIENTOS' (Apuntes) Fac. Ingeniería U.N.A.M.
- * Francisco Garaicochea P., 'TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS' (Apuntes) Fac. Ingeniería U.N.A.M.
- * Slider H.C. 'PRACTICAL PETROLEUM RESERVOIR ENGINEERING METHODS' Petroleum Publishing Company, 1976
- * Duke L.P. 'FUNDAMENTALS OF RESERVOIR ENGINEERING', Elsevier Northeland, 1978

* Rodriguez N. Rafael, 'PRINCIPIOS DE MECANICA DE YACIMIENTOS '.

Facultad de Ingenieria, U.N.A.M

* Arix Bass and Whitting, 'PETROLEUM RESERVOIR ENGINEERING',

Mc. Graw Hill Book, Co., 1960