

$$P_D(t_D) = \frac{1}{2} \ln \frac{4t_D}{\gamma}$$

y recordando la definición de t_D y usando unidades prácticas se tiene

$$\begin{aligned} (P_i - P_{wf}) &= \frac{q\mu B}{kh} * 141.2 \left[\frac{1}{2} \ln \frac{4t_D}{\gamma} + S \right] \\ &= \frac{q\mu B}{kh} * 141.2 * \frac{2.303}{2} \left[\log \frac{4t_D}{\gamma} + \frac{2S}{2.303} \right] \\ &= 162.6 \frac{q\mu B}{kh} \left[\log t + \log \frac{k}{\phi \mu C r_w^2} - 3.23 + 0.87S \right] \end{aligned} \quad (5.1)$$

donde se ha usado para el t_D , el tiempo en horas. La ecuación (5.1) ya se había obtenido en el capítulo 3 como ecuación (3.64).

Si se gráfica la ecuación (5.1) (P_{wf} vs Log t) se obtiene una recta de pendiente $m = 162.6 \frac{q\mu B}{kh}$ de la cual se puede obtener K o Kh

Además, si la ecuación (5.1) se aplica cuando $t = 1$ hora se tiene:

$$(P_i - P_{wf,1h}) = 162.6 \frac{q\mu B}{kh} \left[\log \frac{k}{\phi \mu C r_w^2} - 3.23 + 0.87S \right]$$

de donde

$$S = \left[\frac{P_i - P_{wf,1h}}{m} + 3.23 - \log \frac{k}{\phi \mu C r_w^2} \right] \quad (5.2)$$

La ecuación (5.2) es idéntica a la (4.4) si se tiene en cuenta que para una prueba de restauración la presión al inicio de la prueba es $P_{wf, \Delta t=0}$ y para una prueba de restauración la presión al inicio de la prueba es P_i .

- Periodo Seudoestable:

En el periodo seudoestable, la ecuación para $P_D(t_D)$ es la ecuación (3.39)

$$P_D = \frac{1}{2} \ln \frac{4A}{\gamma C_\Lambda r_w^2} + 2\pi t_{DA} \quad (3.27)$$

y llevando la ecuación (3.39) a la ecuación (3.64), se tiene:

$$7.08 * 10^{-3} \frac{kh}{q\mu B} * (P_i - P_{wf}) = \frac{1}{2} \ln \frac{4A}{\gamma C_A r_w^2} + 2\pi t_{DA} + S$$

o sea que:

$$\begin{aligned} (P_i - P_{wf}) &= 141.2 \frac{q\mu B}{kh} \left[\frac{1}{2} \ln \frac{4A}{\gamma C_A r_w^2} + 2\pi t_{DA} + S \right] \\ &= 141.2 * \frac{1}{2} * 2.303 \frac{q\mu B}{kh} \left[\log \frac{4A}{\gamma C_A r_w^2} + \frac{2S}{2.303} + \frac{4\pi}{2.303} t_{DA} \right] \\ &= 162.6 * \frac{q\mu B}{kh} \left[\log \frac{4A}{\gamma C_A r_w^2} + 0.87S + \frac{4 * \pi}{2.303} * 2.64 * 10^{-4} \frac{Kt}{\phi \mu CA} \right] \end{aligned} \quad (5.3)$$

Observando la ecuación (5.3), si se grafica P_{wf} (o $(P_i - P_{wf})$) vs t en escala normal se obtiene una recta de pendiente m_{SS} dada por:

$$m_{SS} = m * \frac{4\pi}{2.303} * 2.64 * 10^{-4} \frac{k}{\phi \mu CA} \quad (5.4)$$

de la cual se puede obtener A , o el volumen poroso ($V_p = A * \phi * h$).

Además del intercepto se puede obtener C_A así:

$$\text{Intercepto} = m * \left[\log \frac{4A}{\gamma C_A r_w^2} + 0.87S \right] \quad (5.5)$$

de la expresión anterior para obtener C_A se requiere conocer m , la pendiente del gráfico en el periodo transiente, S (obtenido en el periodo transiente) y A obtenida de la ecuación (5.4).

Es importante en este análisis, darse cuenta que se requiere el periodo transiente para poder obtener k y S que se requieren en el periodo pseudoestable; el problema está en que en algunos casos mientras se estabiliza q (por efectos de daño y almacenaje) ya se ha llegado al periodo pseudoestable y no se pudo obtener k y S . En este caso habría que recurrir a una prueba PBU para obtener k y S .

En algunos casos, en la prueba de D.D. no se consigue estabilización de la tasa de flujo y en este caso no puede decirse que

$$m = 162.6 \frac{q\mu B}{kh}$$

Para este caso se ha planteado por Winestock and Colpitts, que si el cambio es gradual y lento la expresión para analizarla se puede plantear como:

$$\frac{P_i - P_{wf}}{q} = 162.6 \frac{\mu B}{kh} \left[\log \frac{4t_D}{\gamma} + 0.87S + \delta^2 \right] \quad (5.6)$$

donde δ es un término despreciable.

Observando la ecuación (5.6), que también se puede expresar como:

$$\frac{P_i - P_{wf}}{q} = 162.6 \frac{\mu B}{kh} \left[\log t + \log \frac{k}{\phi \mu C r_w^2} - 3.23 + 0.87S \right] \quad (5.7)$$

se ve que un gráfico de $\frac{(P_i - P_{wf})}{q}$ vs $\log t$ es una recta de pendiente $m' = 162.6 \frac{\mu B}{kh}$ de donde se puede obtener kh o k . El factor de daño se obtiene de:

$$S = \left[\left(\frac{P_i - P_{wf}}{q} \right)_{1h} * \frac{1}{m'} \left[-\log \frac{k}{\phi \mu C r_w^2} + 3.23 \right] \right]^{1.15} * 1.115 \quad (5.8)$$

Posteriormente se verá que este caso de prueba de Draw Down donde no se consigue estabilización de la tasa de flujo se puede aproximar al caso de una prueba multitasa con periodos de flujo de muy corta duración.

5.1.1 - Ajuste del Valor de C_A

Una idea de A y C_A se puede obtener del análisis de una prueba de flujo, pero estos valores sólo dan el valor del área y no la forma y diferentes áreas de drenaje pueden tener factores de forma similares. En este caso se puede proceder de la siguiente manera, teniendo la información de la prueba de flujo:

$$141.2 q \mu B \frac{kh}{\mu B} (P_i - P_{wf}) = P_D(t_D) + S$$

donde $P_D(t_D)$ se puede reemplazar por la ecuación (4.17) quedando

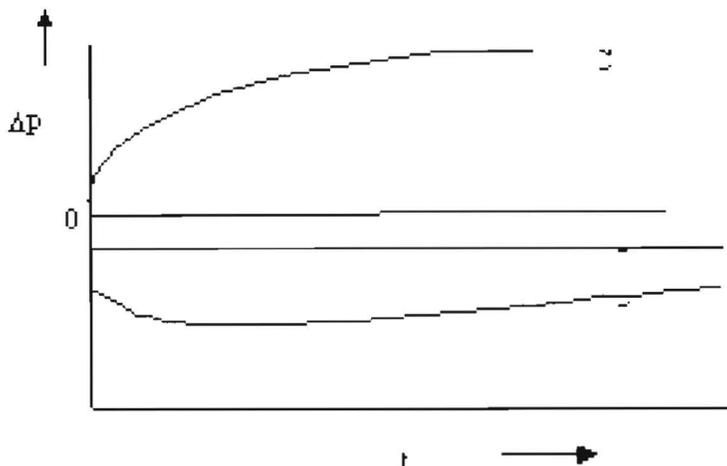
$$141.2 q \mu B \frac{kh}{\mu B} (P_i - P_{wf}) = 2\pi_{DA} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t_D}{\gamma} - \frac{1}{2} P_{D,MBH} + S \quad (5.9)$$

como se conoce el valor de A , sólo se requiere el valor de C_A para resolver la ecuación.

El verdadero valor de C_A se obtiene tomando diferentes áreas de drenaje (en cuenta a forma) que presenten valores de C_A similares al obtenido del análisis de la prueba de flujo. Para cada caso (cada valor de C_A) se obtiene P_{wf} de la ecuación (5.9) a los diferentes tiempos para los que se tienen datos de la prueba de flujo; estos valores obtenidos se comparan con los de P_{wf} medidos y se gráfica finalmente $\Delta P_{wf} = (P_{wf} - P_{wf_c})$ vs tiempo. La suposición de geometría de área de drenaje

que de una línea más aproximada a la horizontal $\Delta P_{wf} = 0$, es la indicada, o sea es el valor de C_A para el caso.

Por ejemplo, en este caso sería el C_{A_1} (ver ejemplo 7.7 de Ref.1).



Una idea de la forma del área de drenaje de un pozo en el yacimiento también se puede obtener en algunos casos de la siguiente forma:

Tomando varios pozos contiguos al pozo de interés se puede hacer el siguiente análisis:

$$\frac{q_i}{q_T} = \frac{V_i}{V_T} = \frac{A_i * h}{A_T * h} = \frac{A_i}{A_T} \quad (5.10)$$

esto requiere conocer la tasa de flujo yacimiento (total) y el área del yacimiento y supone que el yacimiento tiene un espesor constante.

Los estudios geológicos también pueden permitirnos llegar a conocer el valor de A y su geometría.

Otra forma de llegar a tener una idea de la geometría del área de drenaje su valor y su simetría es mediante el radio de drenaje.

Supongamos que se tienen dos pozos A y B situados a una distancia r_{AB} y están produciendo una tasa A y una tasa B, para cada pozo las áreas de drenaje son proporcionales a las tasas de flujo, o sea

$$\frac{q_A}{q_B} = \frac{V_A}{V_B} = \frac{\pi r_A^2}{\pi r_B^2} = \frac{r_A^2}{r_B^2}$$

donde r_A y r_B son radios de las áreas de drenaje de A y B respectivamente; o sea que

$$\begin{aligned}
 r_A &= \sqrt{\frac{q_A}{q_B}} = \frac{r_A}{r_{AB} - r_A} = \sqrt{\frac{q_A}{q_B}} \\
 r_B &= \sqrt{\frac{q_A}{q_B}} \\
 r_A &= \sqrt{\frac{q_A}{q_B}} (r_{AB} - r_A) \\
 r_A \left(1 + \sqrt{\frac{q_A}{q_B}} \right) &= \sqrt{\frac{q_A}{q_B}} * r_{AB} \\
 r_A &= \frac{r_{AB} * \sqrt{\frac{q_A}{q_B}}}{\left(1 + \sqrt{\frac{q_A}{q_B}} \right)} \tag{5.11}
 \end{aligned}$$

De esta forma sobre la línea que une A y B se ubica el límite del área de drenaje para los dos pozos. Si el pozo A está unido con otros pozos sobre la línea de cada pozo unido con A se puede calcular r_A y luego uniendo los diferentes puntos hasta donde llega el área de drenaje de A, se puede establecer la forma de ésta y la simetría, tal como se ilustra en la figura 17.

5.1.2 -. Obtención del Tiempo al cual Termina el Transiente

Cuando se grafica en papel semilogarítmico la información de una prueba de flujo ya se vió que para los tiempos iniciales se obtiene una recta de pendiente m y para los tiempos finales una curva. Si en dicha gráfica se pudiera ubicar el punto exacto donde termina la recta se tendría ahí el tiempo al cual termina el transiente, sin embargo esto muchas veces no es sencillo porque la parte inicial de la curva es muy suave y se puede confundir como una continuación de la recta. Pueden existir otros métodos más precisos para obtener t_{ss} el tiempo al cual termina periodo transiente

Observamos lo siguiente:

Para el periodo transiente se aplica la ecuación (3.64) que puede también escribir como

$$(P_i - P_{wf}) = 162.6 \frac{q\mu B}{kh} [\log t + \bar{S}] \tag{5.12}$$

donde

$$\bar{S} = \log \frac{k}{\phi\mu Cr_w^2} - 3.23 + 0.87S \tag{5.13}$$

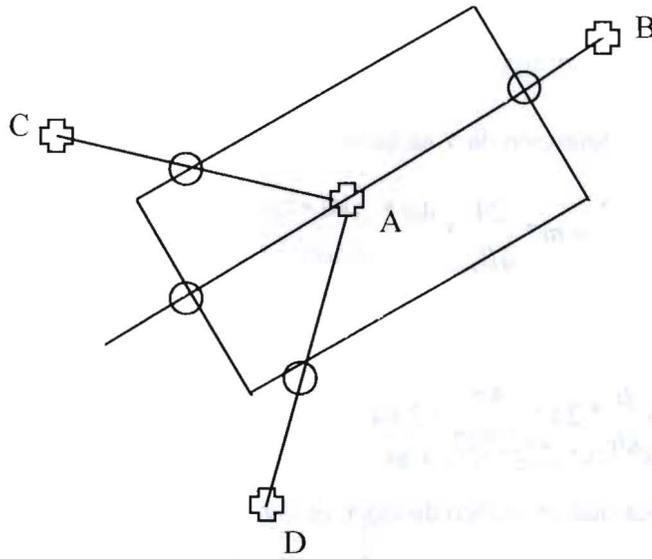


Figura 23. Procedimiento Gráfico para Encontrar la forma del Área de Drenaje de un Pozo.

Derivando la ecuación (5.12) con respecto al tiempo se tiene:

$$\frac{d\Delta P}{dt} = 162.6 \frac{q\mu B}{kht} \quad (5.14)$$

y definiendo $y = (24 / qB_o) * \frac{d\Delta P}{dt}$, se tiene

$$\frac{24}{qBo} * \frac{d\Delta P}{dt} = 162.6 * 24 * \frac{\mu}{kth}$$

y tomando logaritmo:

$$\log y = -\log t + \log 162.6 * 24 * \frac{\mu}{kh} \quad (5.15)$$

La ecuación (5.15) muestra que un gráfico de $\log y$ vs $\log t$ es una recta de pendiente (-1).

Para el periodo pseudoestable se tiene aplicando la ecuación (3.37) usando unidades prácticas:

$$(P_i - P_{wf}) = 162.6 \frac{q\mu B}{kh} \left[\log \frac{4A}{\gamma CA r_w^2} + 0.87S + \frac{4\pi}{2.303} * 2.64 * 10^{-4} * \frac{kt}{\phi\mu CA} \right]$$

y tomando derivadas con respecto al tiempo se tiene:

$$\frac{d(P_i - P_{wf})}{dt} = m * \frac{4\pi}{2.303} * 2.64 * 10^{-4} \frac{k}{\phi \mu CA}$$

nuevamente aplicando la definición de Y se tiene:

$$Y = \frac{24}{q * B_o} \frac{d\Delta P}{dt} = m * \frac{24}{q B_o} * \frac{4\pi * 2.64 * 10^{-4}}{2.303} \frac{k}{\phi \mu CA}$$

y por tanto

$$\log Y = \log 162.6 \frac{\mu}{kh} * 24 * \frac{4\pi}{2.303} * 2.64 * 10^{-4} \frac{k}{\phi \mu CA} = Constante \quad (5.16)$$

La ecuación (5.16) indica que un gráfico de log Y vs log t es una horizontal.

Las ecuaciones (5.15) y (5.16) sugieren que al graficar los datos de una prueba de flujo en la forma log Y vs log t, se obtiene para los primeros valores de t una recta de pendiente (-1) y para valores grandes una horizontal; o sea que si en el gráfico se logran definir las dos líneas, al trazarlas en el punto de corte se obtiene t_{ss} , el tiempo al cual termina el periodo transiente. Este método de interpretar una prueba de Draw Down se conoce como método de Park – Jones y la gráfica que se obtiene se ilustra en la figura 24.

La ecuación (5.15) muestra que de la intersección de la sección recta de pediente -1 del gráfico de log Y vs log t, es posible obtener k, y la ecuación (5.16) indica que del valor de la constante para log Y se puede obtener el volumen poroso.

Otra forma de analizar una prueba de Draw Down es el método de la derivada (propuesto por Dominique Bourdet) el cual es similar al propuesto por Park - Jones y permite conseguir la misma información.

El método se basa en lo siguiente:

Si se deriva la ecuación (5.12) con respecto a log t se tiene:

$\frac{d\Delta P}{d \log t} = m$, lo cual quiere decir que si se grafica $\log\left(\frac{d\Delta P}{d \log t}\right)$ vs log t se tendrá una horizontal de valor log m.

Además, recordando la ecuación para el periodo pseudoestable.

$$\Delta P = 162.6 \frac{q\mu B}{kh} \left[\log \frac{4A}{\gamma C_A r_w^2} + 0.87S + 0.0014 \frac{kt}{\phi \mu CA} \right]$$

y para tomar derivada con respecto a log t se aplica la derivación en cadena así:

$$\frac{d(\Delta P)}{d(\log t)} = \frac{d(\Delta P)}{dt} * \frac{dt}{d(\log t)}$$

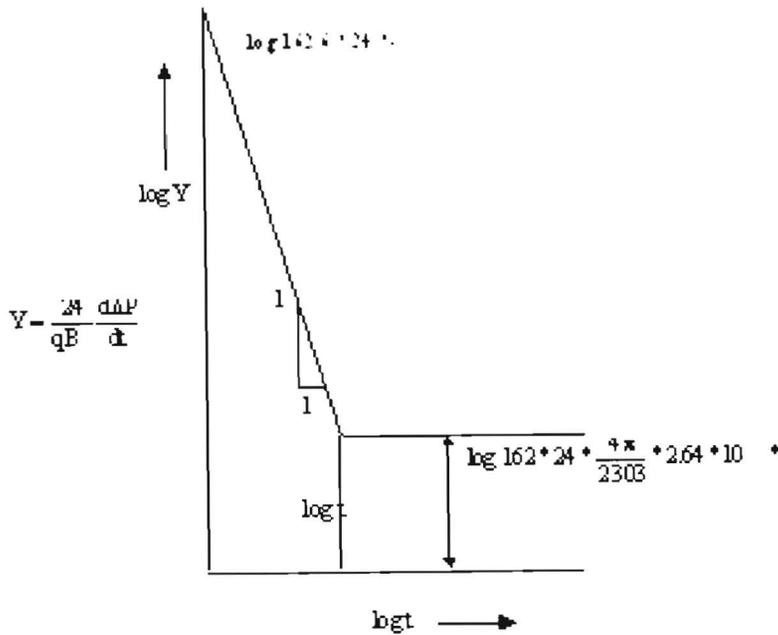


Figura 24 - Método de Park - Jones

$$\frac{d\Delta P}{dt} = m * 0.00144 \frac{k}{\phi \mu CA}$$

$$\frac{dt}{d \log t} = \frac{dt}{\frac{1}{2.303} d \ln t} = 2.303 * t$$

o sea que

$$\begin{aligned} d\left(\frac{\Delta P}{d \log t}\right) &= m * 0.00144 \frac{k}{\phi \mu CA} * 2.303 t \\ &= 162.6 \frac{q \mu B_o}{h} * \frac{0.00144}{\phi \mu CA} * 2.303 t \\ &= 0.5394 \frac{q B_o}{V_p * C} * t \end{aligned}$$

$$\log\left(\frac{d(\Delta P)}{d(\log t)}\right) = \log t + \log \frac{0.5394 q B_o}{V_p * C}$$

y si esta última expresión se gráfica como $\left(\frac{d\Delta P}{d \log t}\right)$ vs $\log t$ se tendrá una línea recta de pendiente 1.

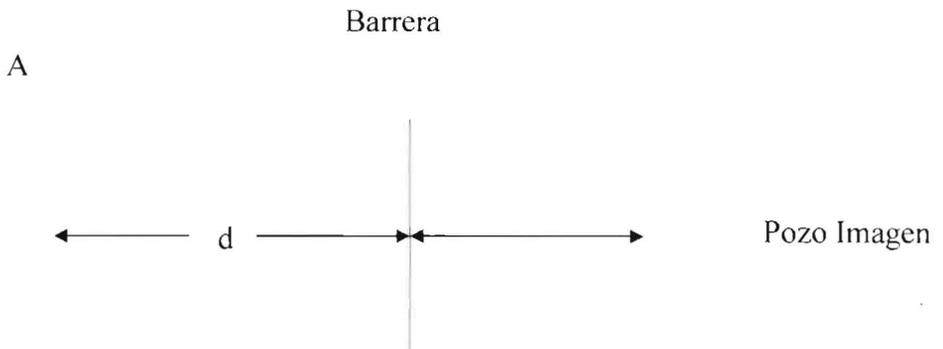
Nuevamente, si la información de la prueba de Draw Down se gráfica como $\left(\frac{d\Delta P}{d \log t}\right)$ vs t , en papel log - log se tendrá para valores bajos de t una línea recta horizontal y para valores altos de t (periodo pseudoestable) se tendrá una recta de pendiente 1. Una vez definidas estas dos líneas si se trazan el punto de corte da el valor para t_{SS} .

La figura 25 muestra el gráfico que se obtendría aplicando el método de la derivada para interpretar una prueba de DraW-Down.

En este caso los valores de k y A (o V_p) se pueden obtener de la distancia de la horizontal a la abscisa (m) y del intercepto de la recta de pendiente 1 con la ordenada respectivamente.

5.1.3 - Detección de Barreras Impermeables

La presencia de barreras impermeables se puede detectar en el caso de pruebas de flujo de manera similar a como se presentó en las pruebas de restauración de presión haciendo uso del pozo imagen.



La caída de presión en el pozo A es:

$$(P_i - P_{wf}) = m[\log t + \bar{S}] + 70.6 E_i \left(\frac{\phi \mu C (2d)^2}{4kt} \right)$$

y cuando los valores de t son muy pequeños la integral exponencial se aproxima a cero.

$$(P_i - P_{wf}) = m [\log t + \bar{S}]$$

y el gráfico de $(P_i - P_{wf})$ vs $\log t$ es una línea de pendiente m .

Ahora cuando t es mas grande, pero aún se puede aplicar la integral exponencial y ésta se puede llevar a la aproximación logarítmica se tiene:

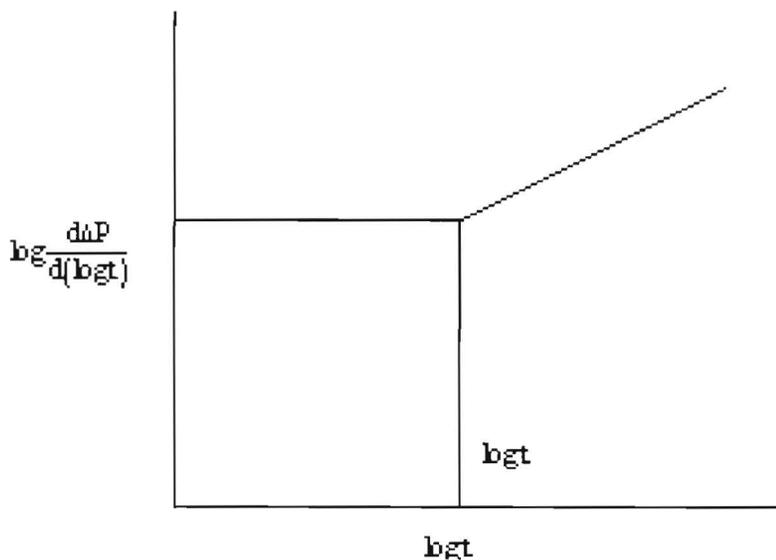


Figura 25 -. Método de la Derivada.

$$(P_i - P_{wf}) = m[\log t + S] + m \left[\log \frac{4kt * 2.64 * 10^{-4}}{\gamma * \phi \mu C (2d)^2} \right]$$

$$= m [\log t + \bar{S}] + m [\log t + C]$$

$$= 2 m \log t + \text{Constante}$$

y al graficar en este caso $(P_i - P_{wf})$ vs $\log t$ se tiene una recta de pendiente $2m$. El punto donde se corten las dos rectas, la de pendiente m y la de pendiente $2m$ me permitirá encontrar la distancia de la barrera. Llamando t_x el punto donde la recta de pendiente m y la de $2m$ se cortan, como este punto cumple para las dos ecuaciones se tiene:

$$m [\log t_x + \bar{S}] = 2 m \log t_x + m \bar{S} + m^* (\log \frac{k}{\phi \mu C (2d)^2} - 3.23)$$

$$\log t_x = 3.23 - \log \frac{k}{\phi \mu C (2d)^2} \quad \Rightarrow d = \left(\frac{kt_x}{10^{3.23} \phi \mu C} \right)^{0.5}$$

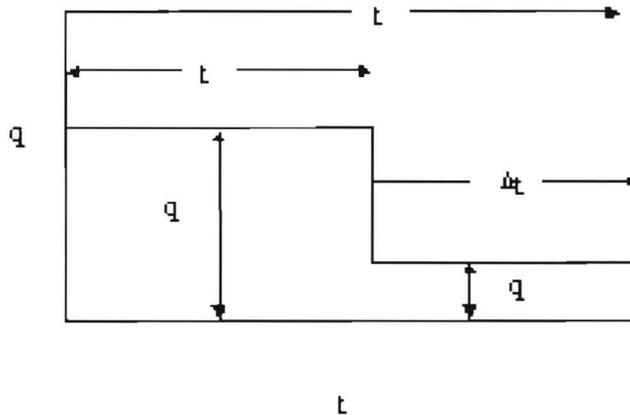
5.2 -. Prueba de Dos Tasas

La prueba de dos tasas es preferible a la prueba de Draw Down porque no requiere cerrar el pozo para tener la presión promedio del yacimiento y por la misma razón es preferida a la PBU.

La ecuación para analizar una prueba de dos tasas depende de si los periodos de flujo tienen duración suficiente para estar en un periodo pseudoestable o si están en el periodo transiente.

Cuando ambos periodos de flujo están en el régimen transiente la ecuación se obtiene así:

$$\Delta P_T = \Delta P_1 + \Delta P_2$$



$$\Delta P_1 = m_1 (\log t + \bar{S})$$

$$\Delta P_2 = 162.6 \frac{\mu B}{kh} (q_2 - q_1) * (\log t + \bar{S})$$

$$= (m_2 - m_1) * (\log \Delta t + \bar{S})$$

$$\Delta P_T = m_1 (\log (t_1 + \Delta t) - \log \Delta t) + m_2 \log \Delta t + m_2 \bar{S}$$

$$m_2 = m_1 * \frac{q_2}{q_1}$$

$$\Delta P_T = m_1 \left[\log \frac{t_1 + \Delta t}{\Delta t} + \frac{q_2}{q_1} \log \Delta t \right] + m_2 \bar{S} \quad (5.17)$$

$$= m_1 [RTF] + m_2 \bar{S} \quad (5.18)$$

La ecuación (5.18) muestra que un gráfico de ΔP_T vs RTF ($RTF = \log \frac{t_1 + \Delta t}{\Delta t} + \frac{q_1}{q_2} \log \Delta t$).

Se obtiene una recta de pendiente m , de la cual se puede obtener K .

Debido a que es difícil estabilizar q_2 , el gráfico de la ecuación (5.17) o (5.18) puede mostrar 2 secciones rectas o una curva seguida por una recta. La línea recta correcta es la que corresponde a los valores mayores de Δt .

El daño de formación se consigue de la siguiente manera:

La ecuación para interpretar la prueba de dos tasas es la ecuación (5.17) que también se puede plantear como:

$$(P_i - P_{wf}) = m_1 \left[\log \frac{t_{p1} + \Delta t'}{\Delta t'} + \frac{q_2}{q_1} \log \Delta t' + \frac{q_2}{q_1} \bar{S} \right] \quad (5.19)$$

por otra parte llamando P_{wf1} la expresión para P_{wf} al momento de cambiar de q_1 a q_2 , la cual se puede calcular de

$$(P_i - P_{wf1}) = m_1 \left[\log t_{p1} + \bar{S} \right]$$

y restando la ecuación (5.19) de la anterior se tiene:

$$(P_{wf} - P_{wf1}) = m_1 \left[\log t_{p1} + \bar{S} - \log \left(\frac{t_{p1} + \Delta t'}{\Delta t'} \right) - \log \Delta t' - \frac{q_2}{q_1} \log \Delta t' - \frac{q_2}{q_1} * \bar{S} \right]$$

donde se ha supuesto que $t_{p1} \gg \Delta t'$ y por lo tanto $t_{p1} + \Delta t' \approx t_{p1}$.

Finalmente, si se toma $\Delta t' = 1$ hr se tiene:

$$(P_{wf,1h} - P_{wf1}) = m_1 \left[\left(1 - \frac{q_2}{q_1} \right) \bar{S} \right]$$

y recordando que

$$S = \log \frac{k}{\phi \mu C r_w^2} - 3.23 + 0.87S$$

se tiene:

$$S = 1.115 * \left[\frac{(P_{wf,1h} - P_{wf1})}{m} * \frac{q_1}{q_1 - q_2} * 3.23 \log \frac{k}{\phi \mu C r_w^2} \right] \quad (5.20)$$

Esta prueba de 2 tasas requiere que $t = t_{p1} + \Delta t' = t_{SS}$ y que obviamente la segunda tasa se estabilice, cuando esto no ocurre se verá luego otro procedimiento para interpretar esta prueba.

5.3 -. Pruebas de Tasa Múltiple

En general las pruebas de tasa múltiple incluyendo la de dos tasas, tienen la ventaja con respecto a las pruebas de D.D y a las de restauración de que no es necesario cerrar el pozo; pero requieren para su interpretación, si los tiempos de flujo son mayores que t_{PSS} , conocer A, C_A y además K.

La ecuación general para una prueba de tasa múltiple es:

$$(P_i - P_{wf}) = 141.2 \frac{\mu B}{kh} \left[\sum \Delta q_j (P_D(t - t_{j-1}))_D + S \right] \quad (5.21)$$

La ecuación (5.21) es para calcular la presión al final del periodo n de flujo; o sea que si se calcula P_{wf} al final de cada periodo de flujo n, desde n = 1 hasta n se tendrá una serie de valores

$$\frac{(P_i - P_{wf})}{q_n} \text{ vs } \sum \frac{\Delta q_j}{q_n} * P_D(t - t_{j-1})_D$$

pues la ecuación (5.21) también se puede plantear como:

$$\frac{(P_i - P_{wf})}{q_n} = 141.2 \frac{\mu B}{kh} \left[\sum \frac{\Delta q_j}{q_n} * P_D(t_n - t_{j-1}) + S \right] \quad (5.22)$$

$$Y(t) = 141.2 \frac{\mu B}{kh} * [X(t) + S]$$

t = t₁

$$Y(t_1) = \frac{P_i - P_{wf_1}}{q_1} \quad X(t_1) = q_1 * P_D(t_1)_D$$

t = t₂

$$Y(t_2) = \frac{P_i - P_{wf_2}}{q_2} \quad X(t_2) = \frac{q_1 * P_D(t_2)_D}{q_2} + \frac{(q_2 - q_1)}{q_2} * P_D(t_2 - t_1)_D$$

t = t₃

$$Y(t_3) = \frac{P_i - P_{wf_3}}{q_3}$$

$$X(t_3) = \frac{q_1 * P_D(t_3)_D}{q_3} + \frac{(q_2 - q_1)}{q_3} * P_D(t_3 - t_1)_D + \frac{(q_3 - q_2)}{q_1} * P_D(t_3 - t_2)_D$$

De esta manera la ecuación (5.22) indica que un gráfico de

$\frac{(P_i - P_{wf})}{q_n}$ vs $\sum \frac{\Delta q_j}{q_n} * P_D(t_n - t_{j-1})$ es una línea recta de pendiente $m'' = 141.2 \frac{\mu B}{kh}$ de la cual se puede obtener kh o k.

Además el intercepto es igual a $m'' * S$ y por tanto S se puede obtener de

$$S = \frac{\text{Intercepto}}{m''} \tag{5.23}$$

La interpretación de una prueba de tasa múltiple usando la ecuación (5.22) requiere calcular la función $P_D(t_D)$. Cuando la duración de la prueba es menor que t_{ss} , todos los valores de $P_D(t_D)$ en la sumatoria de la ecuación (5.22) se pueden reemplazar por

$$P_D(t_D) = 1.15 \left[\log t + \log \frac{k}{\phi \mu C r_w^2} - 3.23 \right]$$

y la ecuación (5.22) quedaría como

$$\frac{(P_i - P_{wf})}{q_n} = 162.6 \frac{\mu B}{kh} \left[\sum \frac{\Delta q_j}{q_n} * \log(t_n - t_{j-1}) + \log \frac{k}{\phi \mu C r_w^2} - 3.23 + 0.87S \right] \tag{5.24}$$

La ecuación (5.24) indica que un gráfico de $\left(\frac{P_i - P_{wf}}{q_n} \right)$ vs $\sum \frac{\Delta q_j}{q_n} * \log(t_n - t_{j-1})$ es una recta de pendiente m' de la cual se puede obtener kh(k) y del intercepto se puede obtener el daño aplicando la siguiente expresión

$$S = 1.151 * \frac{\text{Intercepto}}{m'} * \left[3.23 - \log \frac{k}{\phi \mu C r_w^2} \right] \tag{5.25}$$

Cuando la duración de la prueba es mayor que t_{ss} , $P_D(t_D)$ se debe calcular de la ecuación general usando las cartas de MBH, o si está seguro que todos los periodos de flujo están en el periodo pseudoestable se puede usar para P_D la expresión

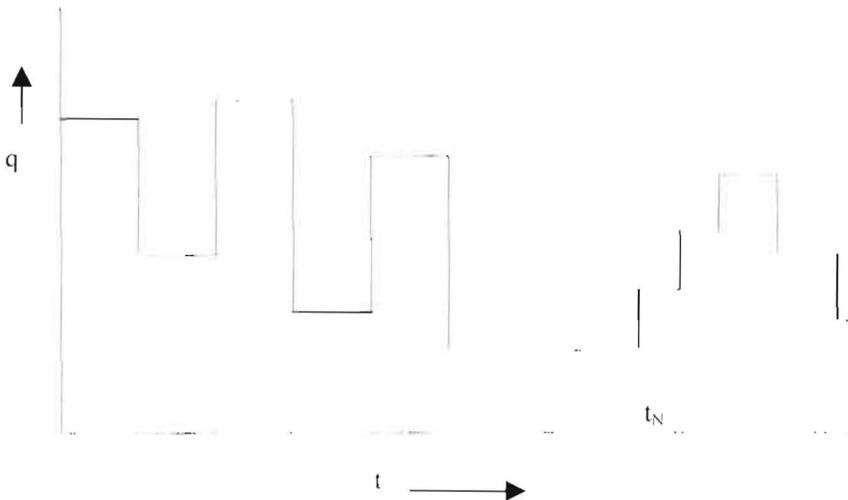
$$P_D(t_D) = \frac{1}{2} \ln \frac{4A}{\gamma C_A r_w^2} + 2\pi t_{DA}$$

En los dos casos se requieren conocer A, C_A y K y estos valores son los que se esperan conocer con la prueba de flujo. Para obtener K, podría hacerse después de la prueba de flujo una prueba de restauración pero precisamente con el fin de evitar la prueba de restauración para no cerrar el pozo se decidió hacer la prueba de flujo. También puede pensarse en analizar el primer periodo de flujo y si en este se ha podido tener información en el periodo pseudoestable analizar este periodo graficando P_{wf} vs $\log t$ en los tiempos iniciales para obtener K y S y P_{wf} vs t en los tiempos finales de un periodo para obtener A y C_A .

Normalmente, las pruebas multitasa se analizan aplicando la ecuación (5.24).

Otro aspecto que se debe tener en cuenta al interpretar las pruebas de multitasa es que se requiere P_i para elaborar el gráfico; esta situación se puede obviar como se ve a continuación:

Supongamos que el pozo al que se le está haciendo la prueba venía fluyendo con una historia de flujo como la que muestra la siguiente figura hasta t_N .



La presión a cualquier tiempo mayor que t_N se puede calcular aplicando el principio de superposición de

$$(P_i - P_{wf_n}) = 141.2 \frac{\mu B}{kh} * \left[\sum \Delta q_j * P_D(t - t_{j-1})_D + q_n S \right]$$

que se puede descomponer como:

$$(P_i - P_{wf_n}) = 141.2 \frac{\mu B}{kh} * \left[\sum_{j=1}^N \Delta q_j * P_D(t - t_{j-1})_D + q_N * S + \sum_{j=N+1}^n \Delta q_j * P_D(t - t_{j-1})_D + (q_n - q_N) * S \right]$$

Si el tiempo de la tasa de flujo q_N , antes de iniciar la prueba, es bastante mayor que el tiempo de la prueba, se puede decir que $t = t_N + \Delta t \approx t_N$ y por tanto la ecuación anterior queda

$$(P_i - P_{wf_n}) = 141.2 \frac{\mu B}{kh} * \left[\sum_{j=1}^N \Delta q_j * P_D(t_N - t_{j-1})_D + q_N * S + \sum_{j=N+1}^n \Delta q_j * P_D(t_n - t_{j-1})_D + (q_n - q_N) * S \right]$$

y la expresión $141.2 \frac{\mu B}{kh} * \sum_{j=1}^N \Delta q_j * P_D(t_N - t_{j-1})_D + q_N * S$ es $(P_i - P_{wf_N})$ o sea que se puede tener

$$(P_i - P_{wf_n}) = (P_i - P_{wf_N}) + 141.2 \frac{\mu B}{kh} * \left[\sum_{j=N+1}^n \Delta q_j * P_D(t_N - t_{j-1})_D + (q_n - q_N) * S \right]$$