



ACUÍFEROS

Un acuífero es una roca porosa permeable de volumen limitado saturada al 100% de agua.

Muchos yacimientos de hidrocarburos se encuentran conectados a acuíferos. En estos yacimientos, dependiendo del tamaño y la actividad del acuífero adyacente, la fuente predominante de energía para producir el petróleo puede ser el avance del agua procedente del acuífero colindante, siendo el origen fundamental del desplazamiento ocurrido, las expansiones del agua y la reducción del volumen poroso del acuífero. En este caso, se dice que el yacimiento está sometido a un empuje hidráulico, siendo uno de los mecanismos de producción más eficientes para la recuperación del petróleo.

La intrusión de agua (We) es el volumen de agua que entra al yacimiento proveniente del acuífero adyacente, como consecuencia de la disminución de presión en el contacto agua-petróleo (C.A.P), debido a la producción de fluidos del yacimiento. La magnitud del término We está relacionado con la actividad del acuífero y forma parte de la energía total disponible para producir petróleo.

TIPOS DE ACUÍFEROS

1º Según el tipo de empuje:

- ❖ **Acuíferos laterales o de flanco:** son los que están ubicados en la periferia de la formación productora, donde solamente una parte de la zona de petróleo está en contacto con el acuífero.
- ❖ **Acuíferos de fondo:** son los que están ubicados por debajo de la formación productora, donde el acuífero se encuentra en contacto con la totalidad de la zona de petróleo.

2º Según el tipo de flujo:

- ❖ **Acuíferos radiales:** se presenta cuando las líneas de flujo tienen forma de rectas localizadas en un plano horizontal, convergiendo hacia un punto central. Flujo asociado a entrapamiento por pliegues.
- ❖ **Acuíferos lineales:** ocurre cuando las líneas de flujo son paralelas entre sí. Flujo asociado a entrapamiento por fallas.

3º Según el tamaño del acuífero:

- ❖ **Acuíferos infinitos:** acuífero muy grande en comparación al tamaño del yacimiento adyacente. De acuerdo a Muskat se considera un acuífero infinito cuando $V\phi_{\text{acuífero}} \geq 1000 \times V\phi_{\text{yacimiento}}$. Cumplen con la relación $Re/Ro > 10$; donde Ro representa el radio externo del yacimiento y Re representa el radio externo del acuífero adyacente.



- ❖ **Acuíferos finitos:** acuífero de tamaño intermedio en comparación al tamaño del yacimiento. Cumplen con la relación $Re/Ro \leq 10$.

MECANISMOS DE EMPUJE HIDRÁULICO

1º Expansión del agua del acuífero:

Es el principal factor que impulsa el agua a fluir a un yacimiento de petróleo. A medida que la presión disminuye en un yacimiento debido a su propia producción de hidrocarburos, se crea una presión diferencial entre el yacimiento y el acuífero. Cuando el disturbio de presión llega al contacto agua-petróleo, el agua del acuífero comienza a expandirse; a medida que el tiempo avanza, el disturbio viaja a través del acuífero y más agua se expande, incrementando la intrusión de agua hacia al yacimiento.

2º Compresibilidad de la roca:

Producto del vaciamiento del yacimiento y de la presión de los estratos superiores, ocurre la reducción del volumen poroso del acuífero, lo cual incrementa la intrusión de agua al yacimiento.

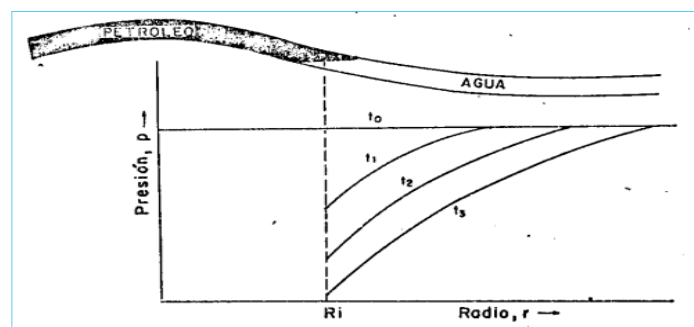
3º Flujo artesiano:

Si la formación del acuífero se extiende y aflora en la superficie terrestre, donde una fuente de agua va reemplazando el agua que entra al yacimiento se trata de un acuífero abierto. El tipo de flujo característico se conoce como flujo artesiano o flujo continuo.

DISTRIBUCIÓN DE PRESIÓN CON TIEMPO EN EL CONTACTO AGUA-PETRÓLEO

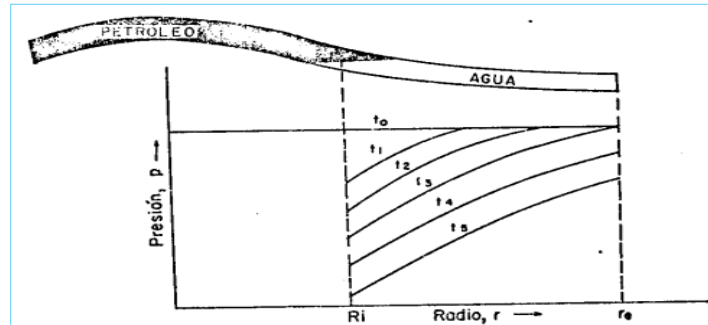
1º Distribución de presión con distancia en acuíferos de extensión infinita:

Si el disturbio de presión es lo suficientemente grande, tal que el diferencial de presión no alcanza el límite exterior del acuífero, se habla de un acuífero infinito. El tipo de flujo mediante el cual viaja el disturbio de presión a través del acuífero es flujo no continuo.



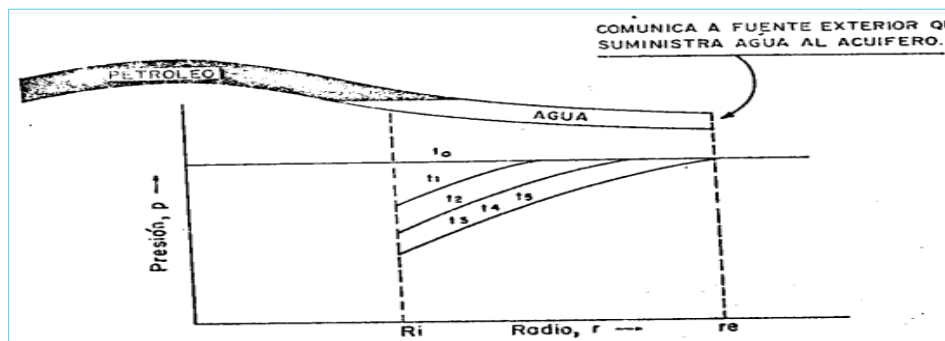
2º Distribución de presión con distancia en acuíferos de extensión limitada:

Si el disturbio de presión alcanza el límite exterior del acuífero, entonces el acuífero es finito o limitado. El tipo de flujo mediante el cual viaja el disturbio de presión a través del acuífero será flujo semicontinuo a partir del punto en que el diferencial de presión haya alcanzado el radio externo del acuífero.



3º Distribución de presión con distancia en acuíferos con flujo artesiano:

Cuando el disturbio de presión alcanza el límite exterior del acuífero, pero debido al suministro de agua hacia al acuífero proveniente de una fuente de agua en superficie (acuífero abierto), entonces la presión el límite exterior se mantiene constante. El tipo de flujo mediante el cual viaja el disturbio de presión a través del acuífero será flujo continuo a partir del punto en que el diferencial de presión haya alcanzado el radio externo del acuífero.



RECONOCIMIENTO DE UN EMPUJE HIDRÁULICO

Los siguientes indicios permiten detectar la presencia de un empuje hidráulico:

1º Si al finalizar la perforación:



- A través de registros de pozos se identifica un contacto agua petróleo (CAP).
- A través de pruebas de producción se obtiene considerable producción de agua.

2º Si la presión del yacimiento se mantiene constante o varía muy poco.

3º El índice de productividad de los pozos se mantiene relativamente constante.

4º Incremento en la producción de agua, especialmente en los pozos cañoneados cercanos al contacto agua petróleo.

5º El petróleo originalmente en sitio (POES) calculado por la ecuación de balance de materiales, asumiendo la $We=0$, varía con el tiempo.