

# ***“Clasificación de los yacimientos petroleros”***

**Abril-2008**

# Contenido

---

- **Clasificación de los yacimientos petroleros de acuerdo a los hidrocarburos que almacenan**
- **Clasificación de los yacimientos petroleros a partir del diagrama de fases**
  - **Características de los yacimientos petroleros**
- **Clasificación de los yacimientos de acuerdo al mecanismo de producción.**

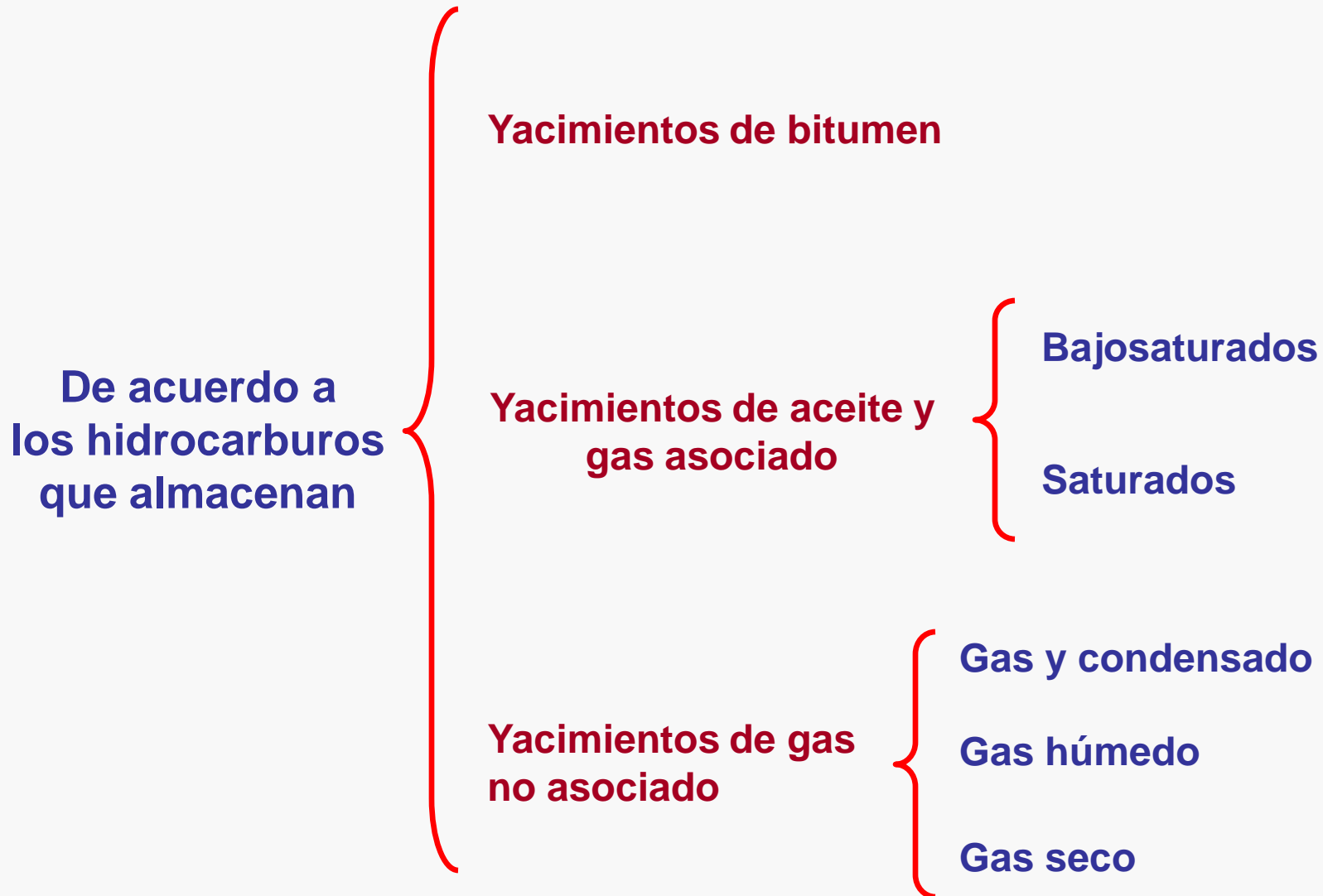
# Introducción

---

- Identificar el tipo de yacimiento desde el inicio de su descubrimiento, es de gran importancia, ya que a partir de los hidrocarburos contenidos en él, se realizan los planes de desarrollo del campo, se diseñan las instalaciones de producción adecuadas y se comprometen cuotas de producción en el mercado interno y externo, entre otras cosas
- Los campos de Pemex Exploración y Producción tienen toda la gama de yacimientos existentes que van desde Aceite Negro, Volátil, Gas y Condensado y Gas Seco y Húmedo
- Del total de las reservas probadas o 1P, es decir, de los 10,501 millones de barriles de aceite, el 62.3 por ciento (6,546 millones de barriles) corresponde a yacimientos de aceite negro
- Asimismo, durante el año 2007 el 66.7 por ciento de la producción de aceite fue aportada por yacimientos de aceite negro, mientras que el 53.0 por ciento de la producción de gas no asociado fue extraída de yacimientos de gas seco.



# Clasificación de los yacimientos petroleros



# Clasificación de los yacimientos petroleros

A partir del  
diagrama de  
fases

Yacimientos de aceite y gas disuelto (Pb)

Yacimientos de gas y condensado (Pr)

Yacimientos de gas

Gas húmedo

Gas seco

# Clasificación de los yacimientos petroleros

**A partir de su  
mecanismo de  
producción**

**Yacimientos de gas disuelto**

**Yacimientos con casquete de gas**

**Yacimientos de empuje por agua**

**Yacimientos con segregación gravitacional**

**Yacimientos con empuje combinado**

## 1.- De acuerdo a los hidrocarburos que almacenan:

***Yacimientos de bitumen:*** los hidrocarburos en este tipo de yacimientos están en fase sólida o semisólida, generalmente contienen compuestos como azufre y metales y normalmente se encuentran en la superficie o muy cercana a ella, generalmente requiere tratarlo antes de refinarlos

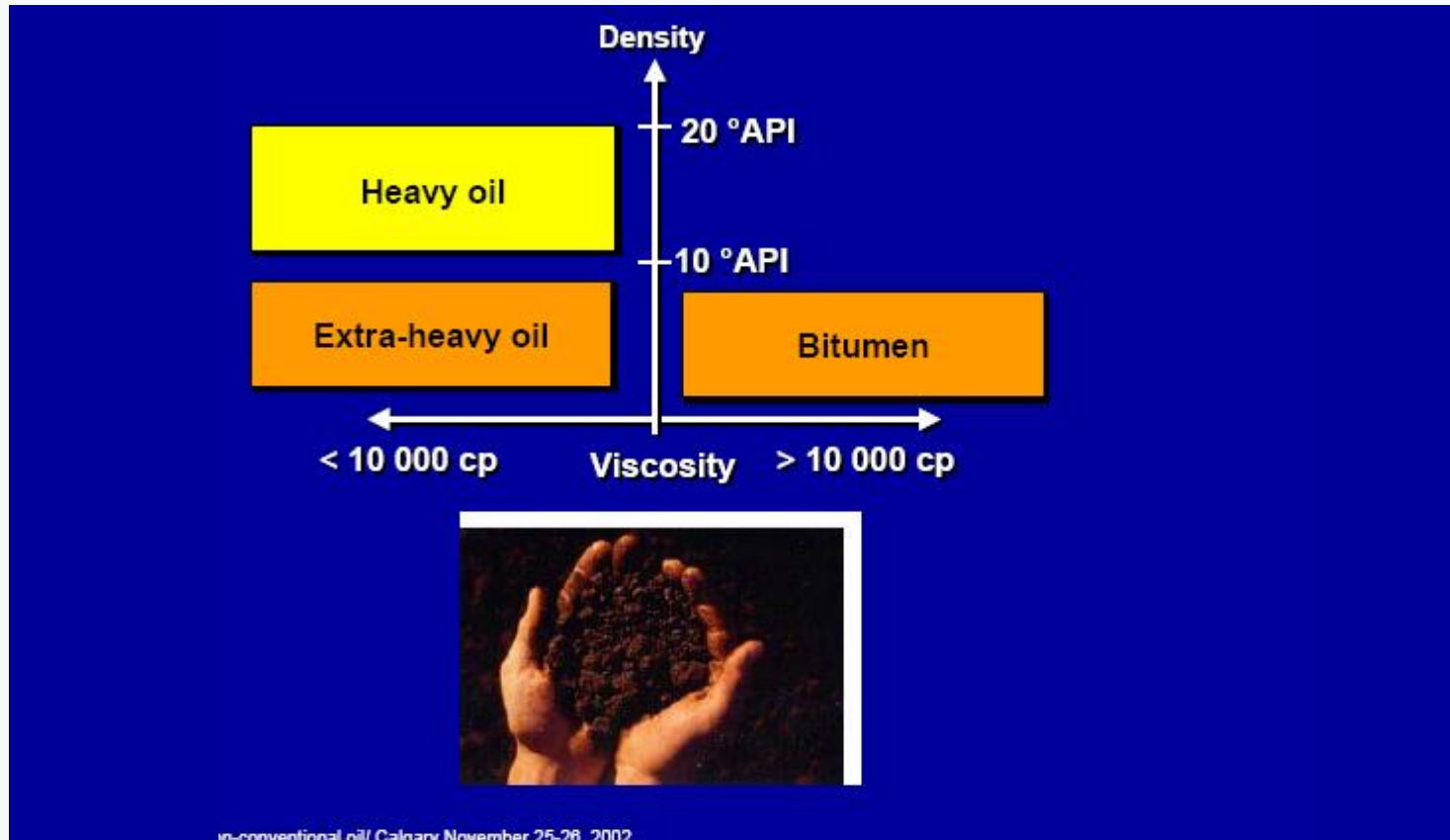
- El bitumen tiene rangos de viscosidad que van desde los 10,000 a 1,000,000 cp.
- El bitumen normalmente tiene densidades menores a los 10 API y no fluye a condiciones normales.





# Clasificación de los yacimientos petroleros

## Yacimientos de bitumen:



in-conventional oil/ Calgary November 25-26, 2002

# Clasificación de los yacimientos petroleros

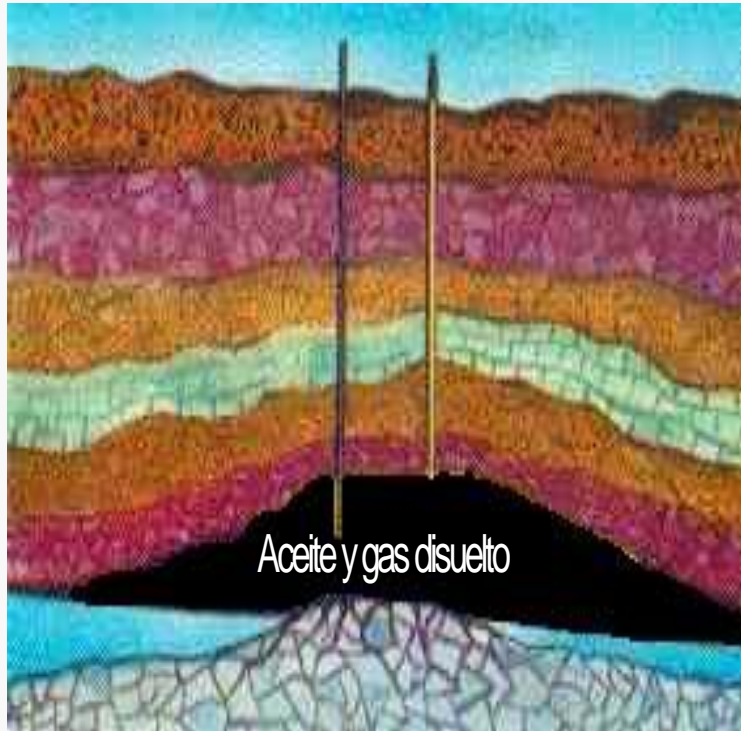
***Yacimientos de aceite y gas asociado:*** el gas esta disuelto en el yacimiento y dependiendo de la presión inicial ( $P_i$ ) y de la presión de saturación ( $P_b$ ) se puede presentar gas asociado libre que también se conoce como “casquete”.

Los yacimientos de aceite y gas asociado de acuerdo a su presión original con respecto a su presión de saturación puede clasificarse en bajosaturado y saturado.

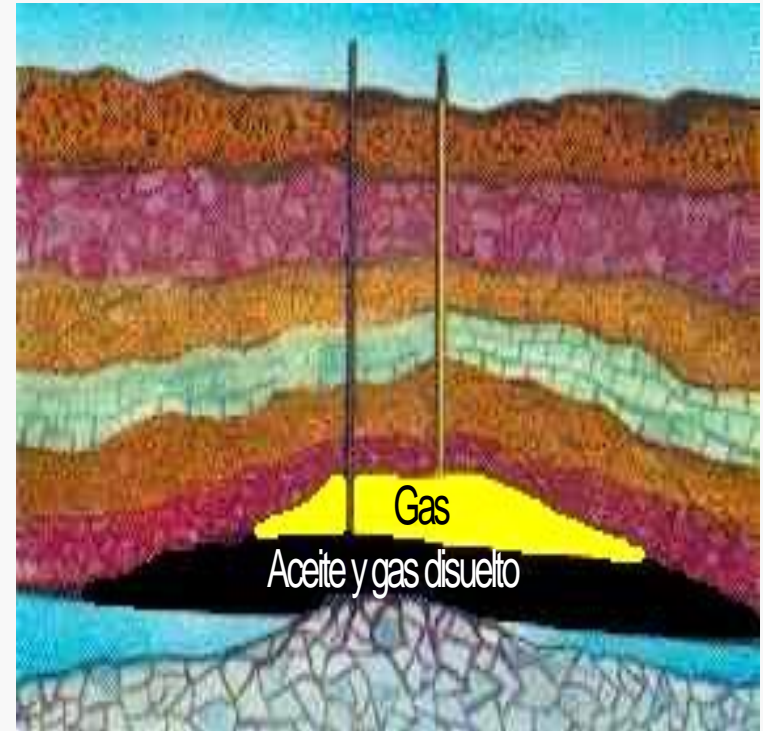
***Yacimientos de aceite bajosaturado:*** en este tipo de yacimientos la presión inicial es mayor que la presión de saturación ( $P_i > P_b$ ), por lo que todo el gas se encuentra disuelto en el aceite.

***Yacimientos de aceite saturado:*** la presión inicial del yacimiento es igual o menor que la presión de saturación ( $P_i < P_b$ ), por lo que solo una parte del gas esta disuelto en el aceite y la otra parte se encuentra libre en la parte superior a lo que se conoce como casquete.

# Clasificación de los yacimientos petroleros



**Yacimiento de aceite  
Bajosaturado  
 $P_i > P_b$**



**Yacimiento de aceite  
Saturado  
 $P_i < P_b$**

# Clasificación de los yacimientos petroleros

---

***Yacimientos de gas no asociado:*** los hidrocarburos se encuentran en fase gaseosa a las condiciones originales de presión y temperatura. Dependiendo de la composición de la mezcla del gas, se pueden clasificar como de: gas seco, gas húmedo y gas y condensado.

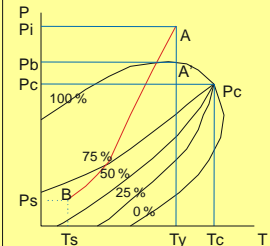
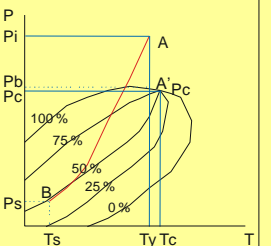
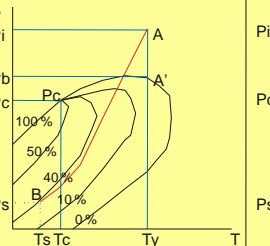
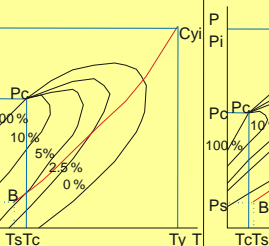
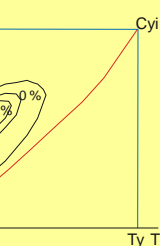
***Los yacimientos de gas seco:*** producen esencialmente metano ( $\text{CH}_4$ ), aunque en algunas ocasiones aportan pequeñas cantidades de condensados, su RGC son superiores a los 20,000  $\text{m}^3/\text{m}^3$ .

***Los yacimientos de gas húmedo:*** producen cantidades considerables de condensado, los valores de la RGC se encuentran generalmente en el rango de 10,000 a 20,000  $\text{m}^3/\text{m}^3$ .

***Los yacimientos de gas y condensado:*** presentan RGC de 500 a 15,000  $\text{m}^3/\text{m}^3$ , los condensados presentan densidades de 41 a 57 API, su contenido de componentes  $\text{C}_7+$  es menor de 11%.

# Clasificación de los yacimientos petroleros

## 2.- De acuerdo al diagrama de fases:

Tipo  Características	Yacimientos de aceite y gas disuelto		Yacimientos de gas		
	Bajo encogimiento (aceite negro)	Alto encogimiento (aceite volátil)	Gas y condensado	Gas húmedo	Gas seco
<b>Diagrama de fases</b>					
<b>Temperatura</b>	$T_y < T_c$	$T_y < T_c$	$T_c < T_y < \text{cricondenbar}$	$T_y > \text{cricondenbar}$	$T_y > \text{cricondenbar}$
<b>Punto crítico</b>	Pc a la derecha de la cricondenbar	Pc cercano a la cricondenbar	Pc a la izq. de la cricondenbar	Pc a la izq. de la cricondenbar	Pc a la izq. de la cricondenbar
<b>Estado en el yacimiento</b>	Si $P > P_b$ @ $T_y$ Yac. Bajosaturado (1 fase) Si $P < P_b$ @ $T_y$ Yac. Saturado (2 fases)	Si $P > P_b$ @ $T_y$ Yac. Bajosaturado (1 fase) Si $P < P_b$ @ $T_y$ Yac. Saturado (2 fases)	Si $P > P_r$ @ $T_y$ Yac. Bajosaturado (1 fase) Si $P < P_r$ @ $T_y$ Yac. Saturado (2 fases)	Py nunca entra a la región de 2 fases, en el yac. siempre está en edo. gaseoso	Py nunca entra a la región de 2 fases, en el yac. siempre está en edo. gaseoso
<b>Curvas de calidad</b>	Muy pegada a línea de puntos de rocío	Más separadas de la línea de puntos de rocío	Tienden a pegarse a la línea de puntos de burbuja	Mas pegadas a línea de puntos de burbuja	Casi pegadas a línea de puntos de burbuja
<b>Singularidades</b>			Fenómenos retrógrados		
<b>Producción en superficie</b>	Dentro región 2 fases	Dentro región 2 fases	Dentro región 2 fases	Dentro región 2 fases	Fuera región 2 fases
<b>Composición mezcla original</b>	$(C_7+) > 30.5 \%$	$(C_7+)$ de 11.0 a 30.5 %	$(C_7+) < 11.0 \%$	Pequeñas cantidades de intermedios	Casi puros componentes ligeros
<b>RGA (<math>m^3/m^3</math>)</b>	$< 200$	200 - 1,000	500 - 15,000	10,000 - 20,000	$> 20,000$
<b>Densidad líquido ( API)</b>	$< 35$	35 - 45	41 - 57	45 - 57	$> 57$
<b>Color líquido</b>	Obscuro	Ligeramente obscuro	Ligeramente coloreado	Casi transparente	Transparente

## 3.- A partir de su mecanismo de producción:

Además de la clasificación de los yacimientos comentada anteriormente, también se pueden clasificar con respecto a su mecanismo de producción.

**Yacimientos de aceite con gas en solución:** el mecanismo bajo el cual producen estos yacimientos, es el resultado de la liberación de gas en solución en el aceite, provocando una expansión y expulsión de aceite.

Algunas características de este tipo de yacimientos son:

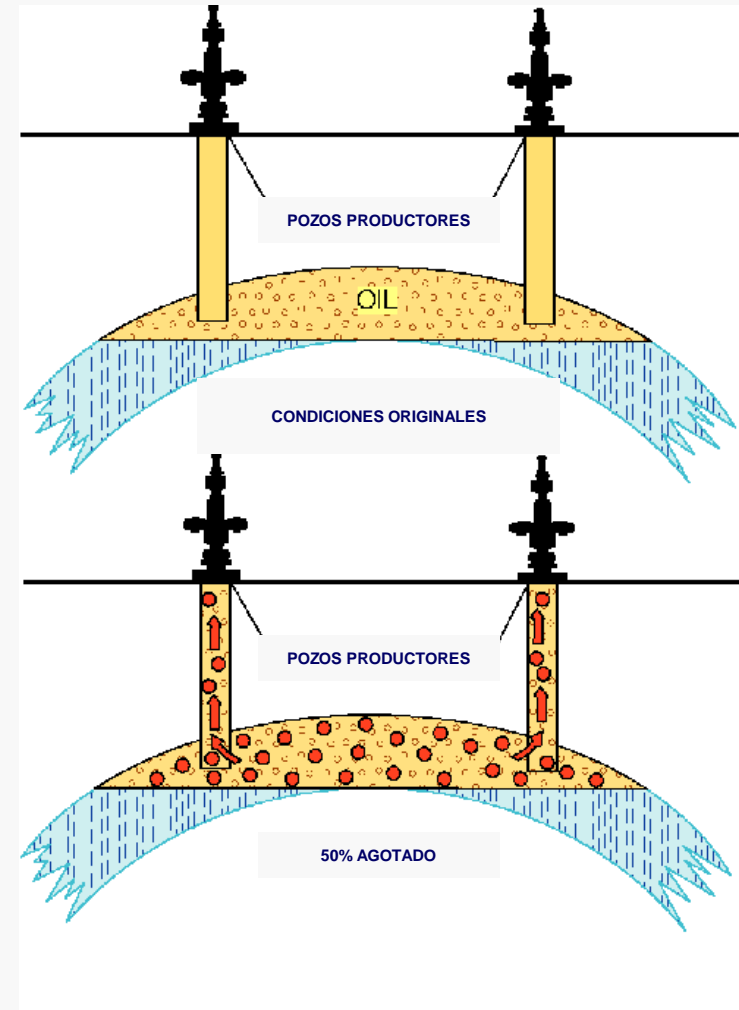
- Declinación rápida de la presión
- No hay producción de agua
- RGA aumenta rápidamente
- Baja recuperación final,  $5 < Fr < 25\%$

# Clasificación de los yacimientos petroleros

## Yacimientos de aceite con gas en solución:

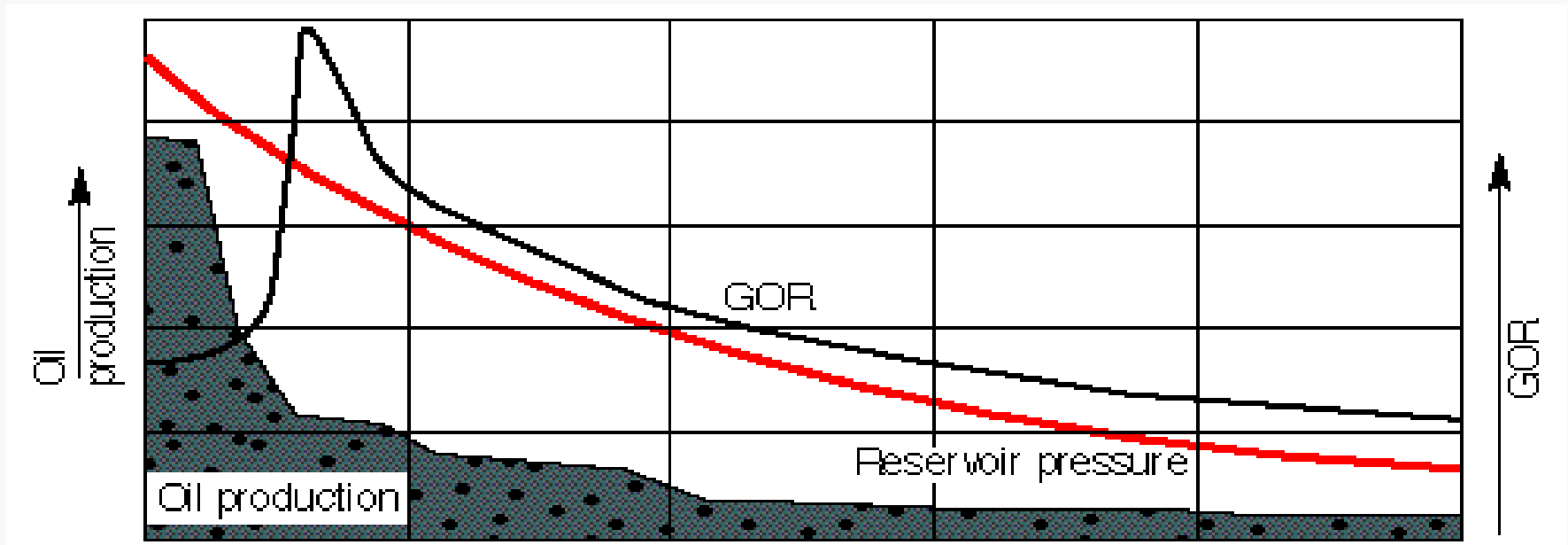
- El aceite es producido por la expansión de los fluidos del yacimiento y el gas disuelto en la fase líquida

$$P_{yac} > P_b$$



# Clasificación de los yacimientos petroleros

## Yacimientos de aceite con gas en solución



- Una alta producción de aceite es seguida por una rápida declinación;
- La RGA manifiesta un pico debido a la alta permeabilidad al gas;
- La presión del yacimiento declina rápidamente



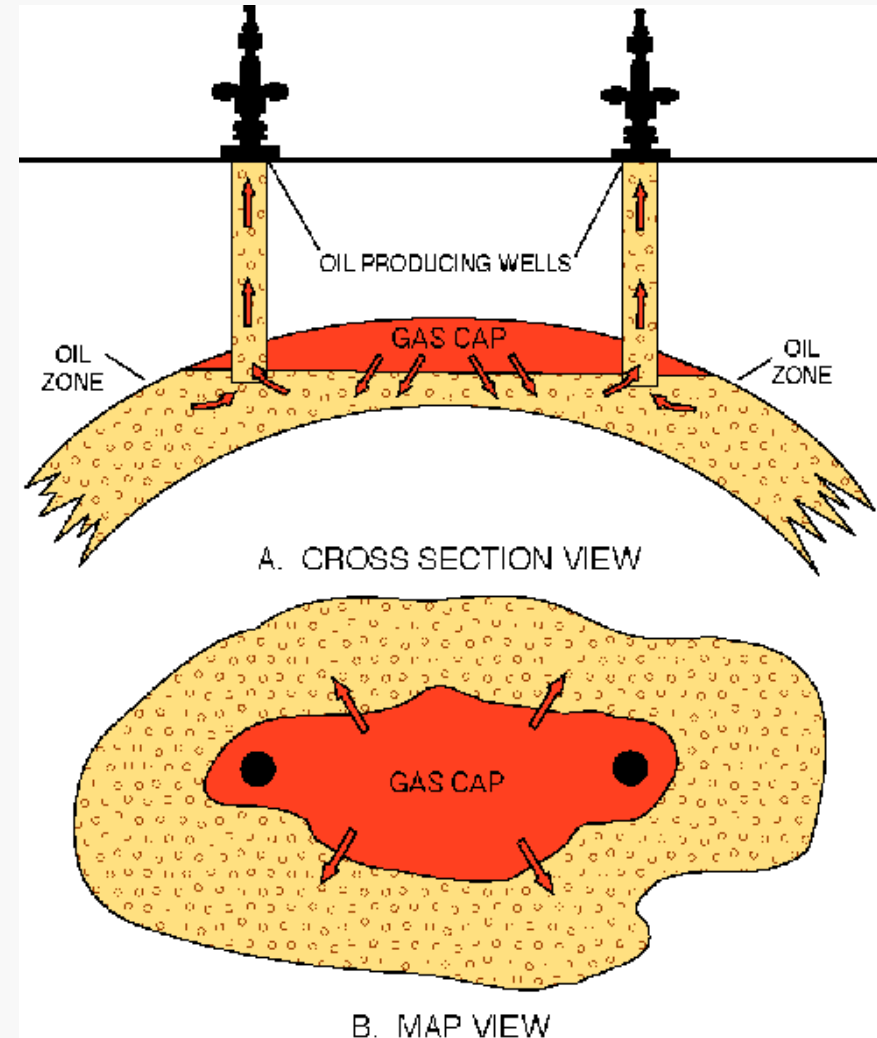
# Clasificación de los yacimientos petroleros

**Yacimientos con casquete de gas:**  
este tipo de yacimientos producen por la expansión del casquete de gas. La eficiencia de la recuperación es mayor que los yacimientos de gas disuelto

Algunas características de este tipo de yacimientos son:

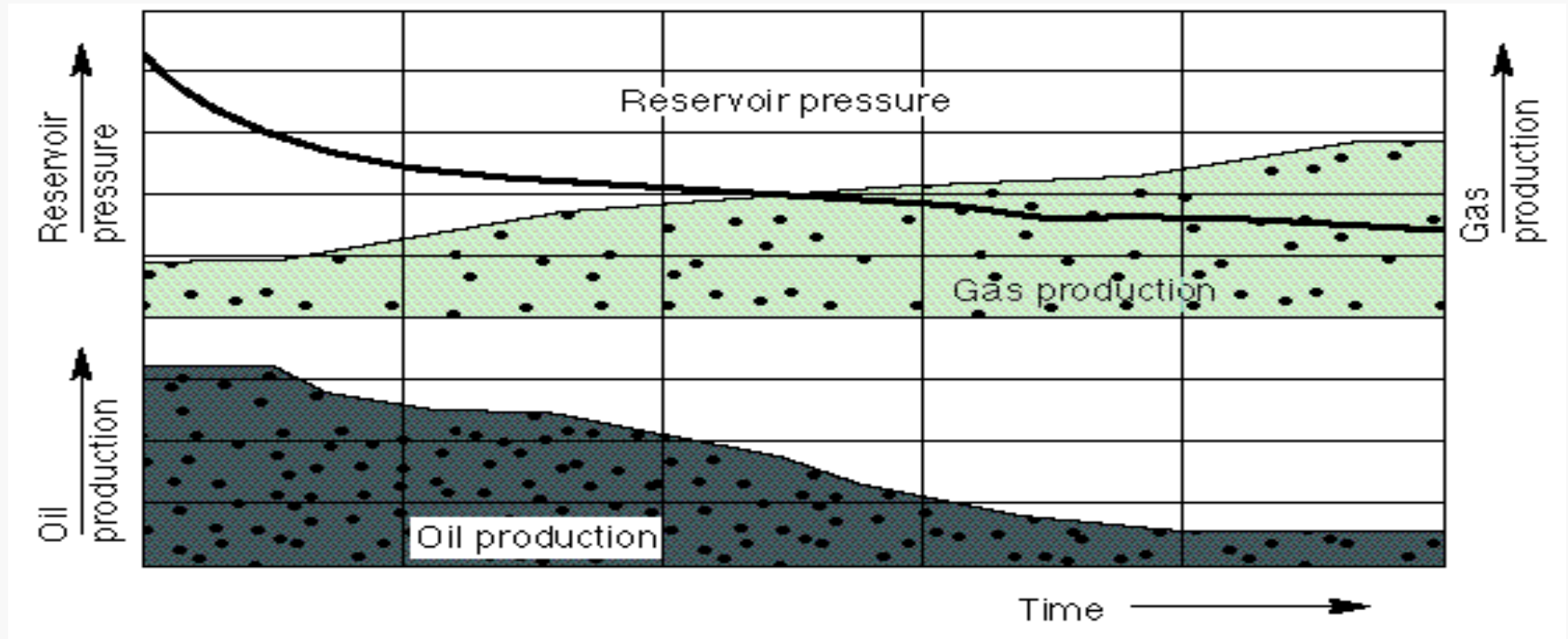
- Declinación gradual de la presión
- RGA aumenta rápidamente en los pozos estructuralmente más altos
- Recuperación final,  $20 < Fr > 40\%$

En este tipo de yacimientos, es importante el gas del casquete, dado que es la energía que causa la producción del aceite y origina un mayor factor de recuperación.



# Clasificación de los yacimientos petroleros

## Yacimientos con casquete de gas:



- A medida que la producción de aceite declina la producción de gas incrementa;
- La presión del yacimiento presenta al inicio una declinación fuerte

**Yacimientos con entrada de agua:** el mecanismo bajo el cual producen este tipo de yacimientos es causado por el avance hacia la zona de aceite del agua que se encuentra en el acuífero asociado al yacimiento. La invasión de agua al yacimiento, es causada por la disminución de la presión.

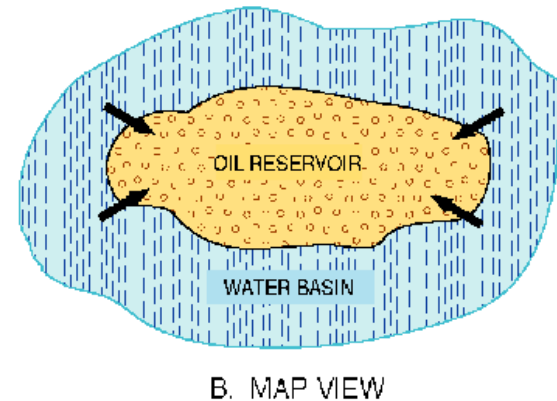
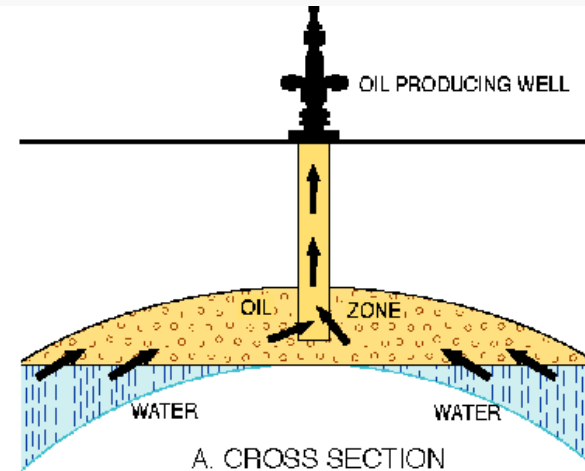
Algunas características de este tipo de yacimientos son:

- Declinación gradual de la presión
- RGA prácticamente se mantiene constante
- Relación agua – aceite aumenta rápidamente en los pozos los pozos estructuralmente más bajos
- Recuperación final,  $40 < Fr < 70\%$

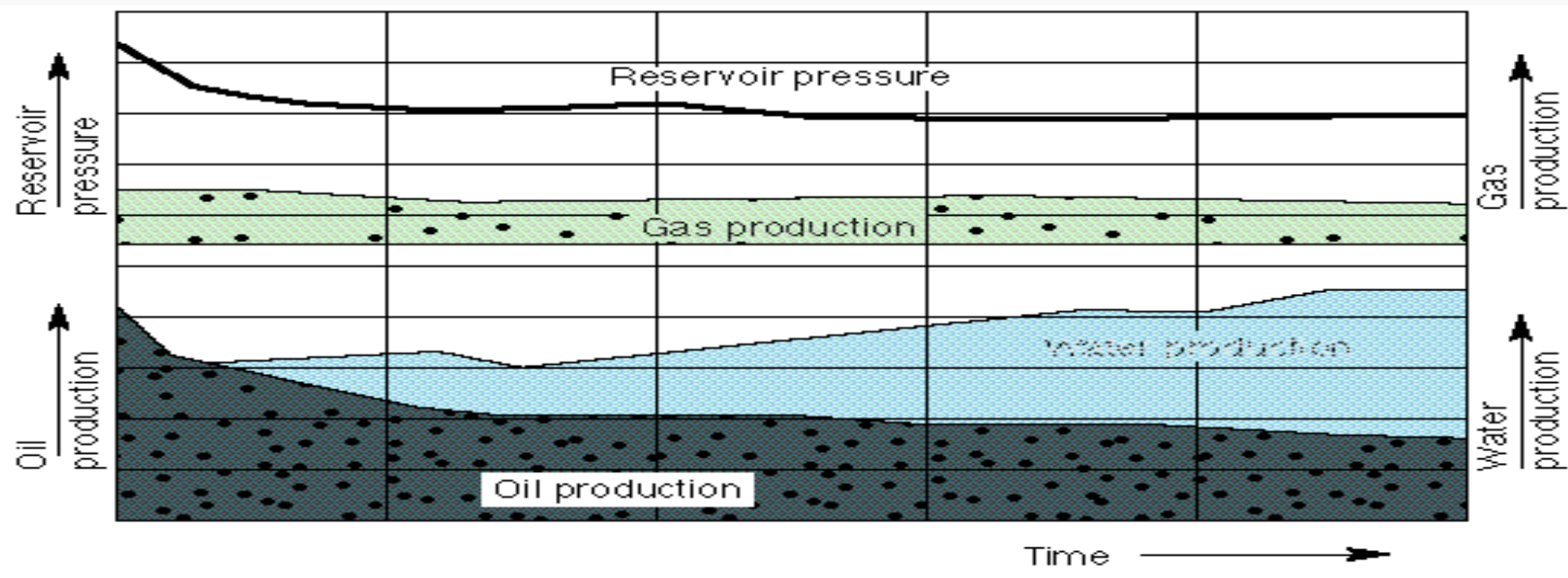
# Clasificación de los yacimientos petroleros

## Yacimientos con entrada de agua:

El aceite es reemplazado por el agua manteniendo la presión constante si la relación de reposición es de 1:1



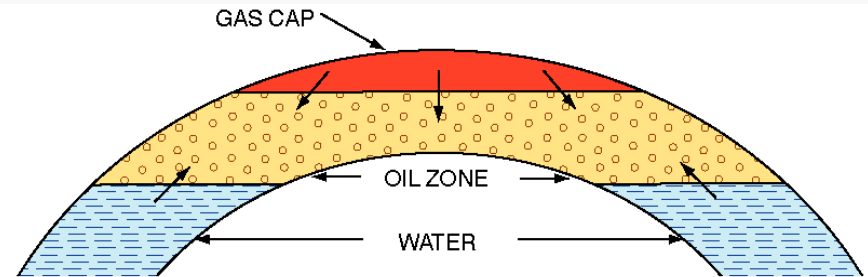
## Yacimientos con entrada de agua:



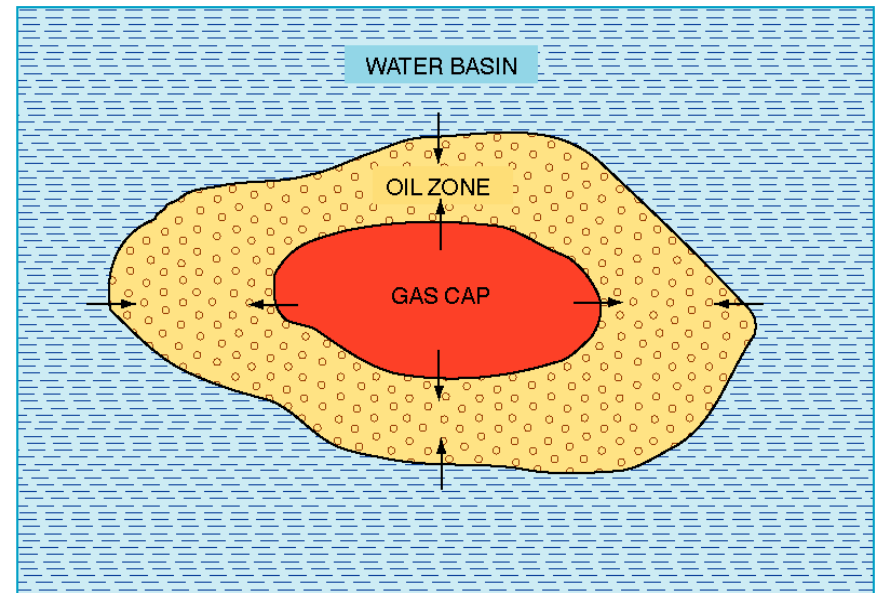
- En este tipo de yacimientos la presión disminuye gradualmente;
- Poco tiempo de iniciar la producción de aceite, surge la producción de agua;
- La producción de agua aumenta a medida que declina la producción de aceite;
- La producción de gas es casi constante y por tanto la RGA casi es igual

# Clasificación de los yacimientos petroleros

***Yacimientos de empuje combinado:*** el mecanismo bajo el cual producen este tipo de yacimientos es una combinación de dos o más de los cuatro tipos de empuje. En general en un yacimiento se tienen actuado varios mecanismos de producción en forma simultanea. Sin embargo, cuando uno de estos mecanismos es el que influye más en la producción y los otros contribuyen muy levemente, el yacimiento se refiere como si estuviera operando bajo un solo mecanismo.



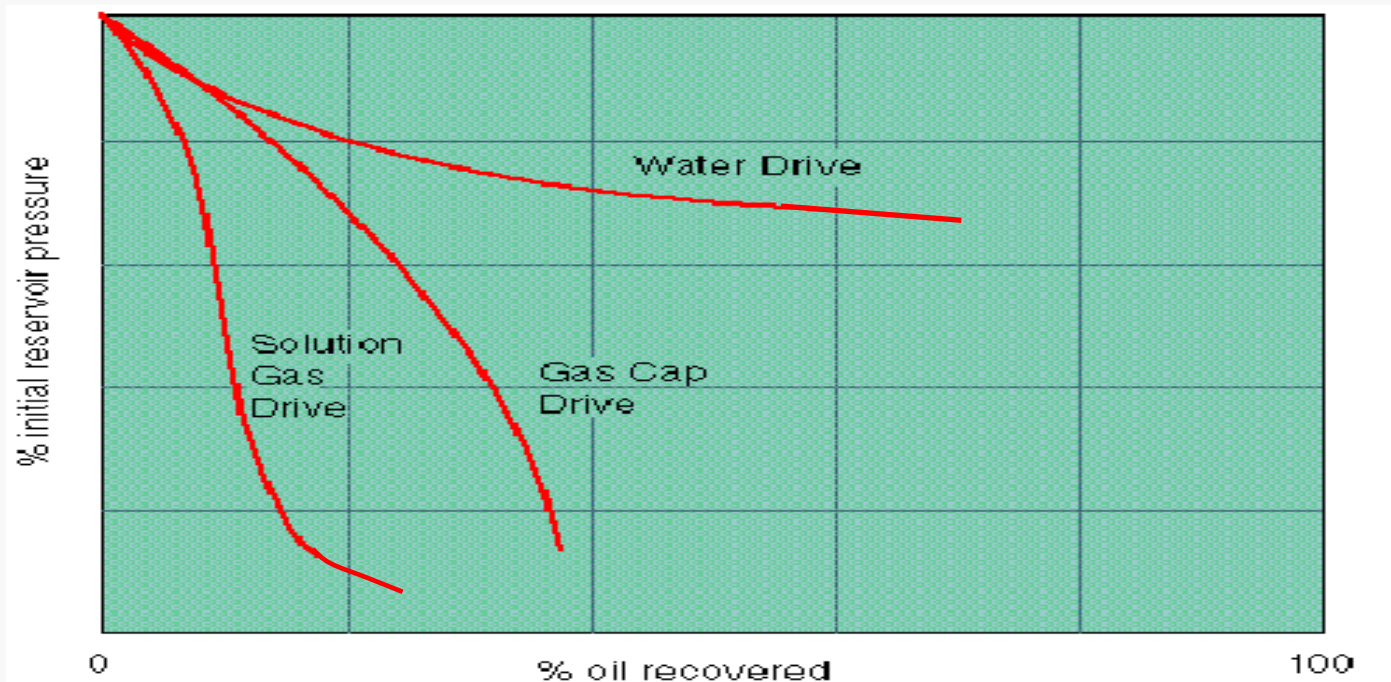
A. CROSS SECTION



B. MAP VIEW

# Factores de recuperación

- Los yacimientos con entrada de agua pueden recuperar hasta el 70% del volumen original de aceite
- Yacimientos con casquete de gas pueden recuperar hasta el 40% con fuertes declinaciones de la presión
- Los yacimientos con gas en solución manejan factores muy bajos



# Comentarios finales:

---

- Los yacimientos se clasifican principalmente de acuerdo a:
  - De acuerdo a los hidrocarburos que almacenan;
  - A partir del diagrama de fases, y
  - A partir de su mecanismo de producción
- Es importante identificar el tipo de yacimiento desde el inicio de su explotación para planear adecuadamente su desarrollo, diseñar las instalaciones de producción y comprometer producción
- Inicialmente, a partir de pruebas de producción se puede clasificar un yacimiento, sin embargo, la clasificación final se obtendrá a partir de un análisis PVT
- La evaluación de las reservas de aceite y gas se efectúa de acuerdo al tipo de yacimiento que se trate.