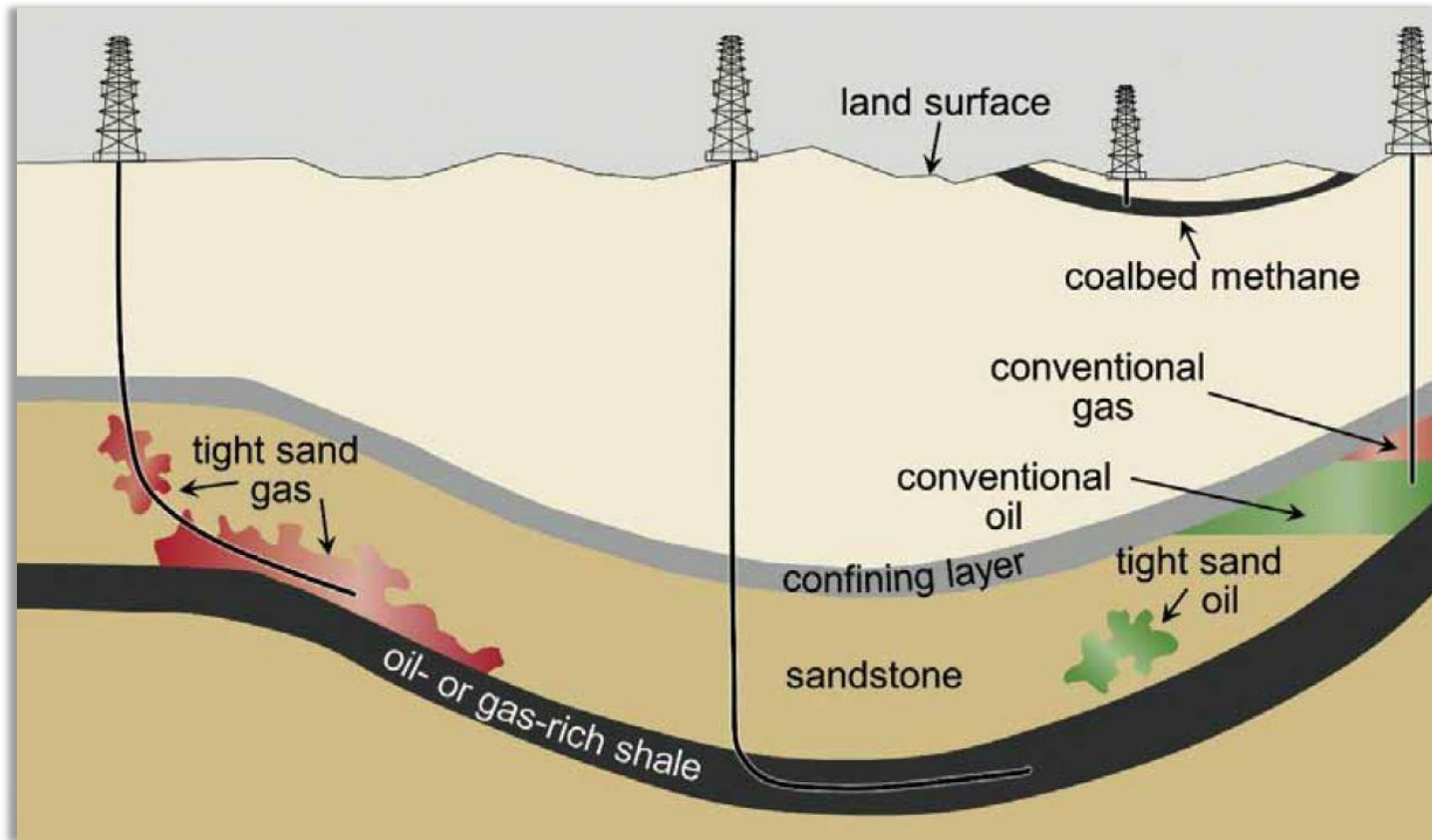


Tema I: Yacimientos tipo Shale oil & gas



CUENCAS CON POTENCIAL SHALE OIL & GAS



EXPLORACIÓN

No convencional

Cuencas con potencial testeadas y productivas

- Vaca Muerta (shale oil/gas)
- Lajas (light gas)
- Mulichinco (light oil/gas)
- D-129 (shale oil-light oil)

Otras oportunidades

- Neuquina Los Molles (shale/light gas)
Agrío (shale oil)
- Cuyana Cacheuta (shale oil)
Potrerillos (light oil)
- Golfo de San Jorge Neocomiano (shale oil/gas)
- Noroeste-Creláceo Yacoraite (shale/light oil-gas)
- Noroeste-Tarija Los Monos (shale gas)
- Austral Inoceramus
- Chaco Paranaense Devonico-Permico (shale oil)



FUENTE: YPF

¡Profesional

Yacimientos No Convencionales

SISTEMA PETROLERO

Sistema: Interdependencia

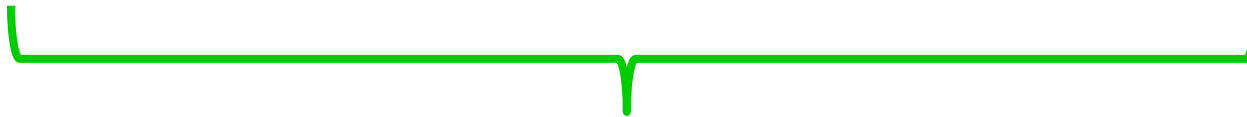


- Roca Madre
- Roca Reservorio
- Roca Sello
- Carga Geoestática

Procesos



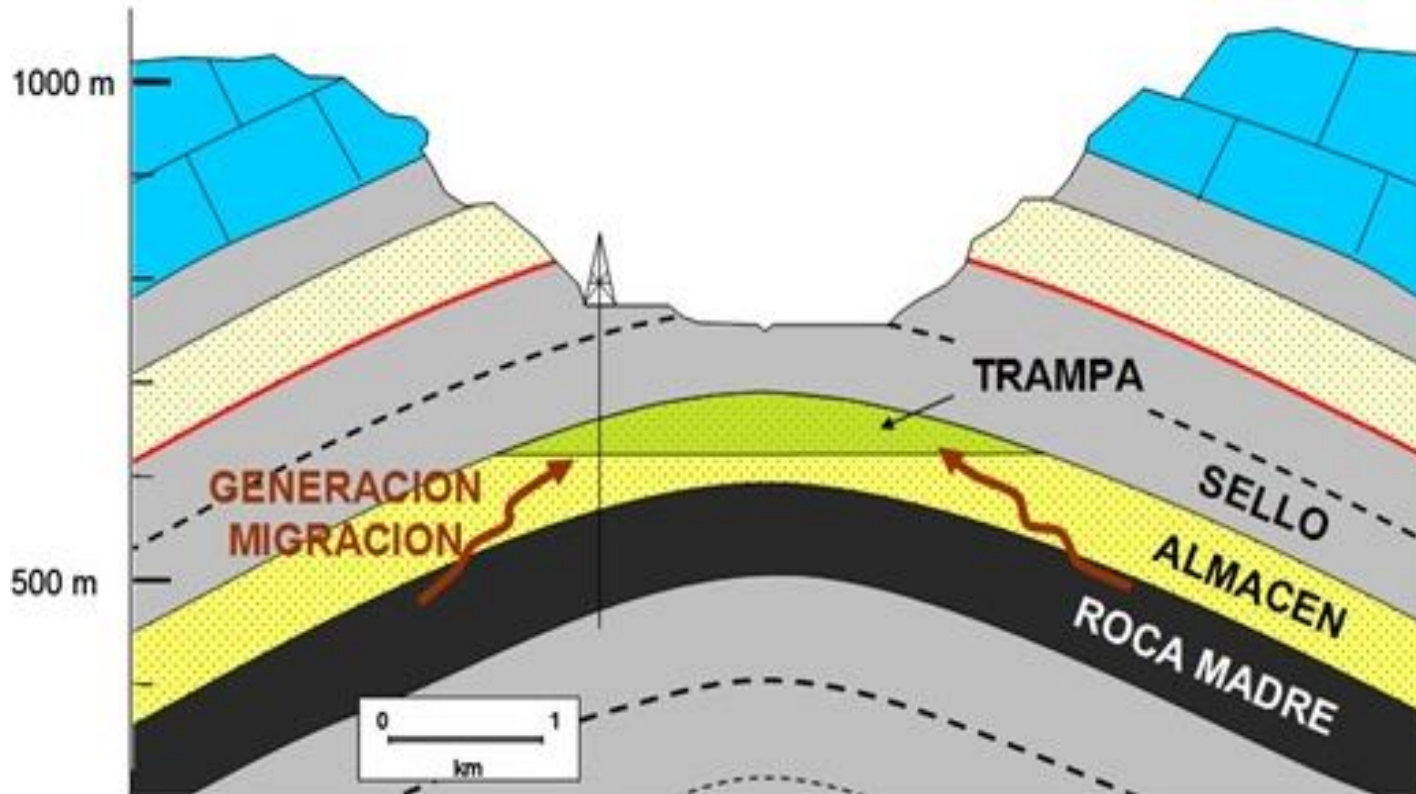
- Formación de Trampas y Generación.
- Migración y Acumulación de HC.



Todo en un marco temporal apropiado

De acuerdo con Maggon y Dow (1994)

SISTEMA PETROLERO CONVENCIONAL



ROCA MADRE O GENERADORA

Bajo el término “roca madre” o “generadora” se engloba a todas las rocas sedimentarias de tamaño de grano fino (limos y/o arcillas) con alto contenido de materia orgánica.

Tamaño mm	Nombre de los individuos	Nombre del sedimento Agregado no consolidado	Nombre de roca Agregado consolidado			
256	Bloque	Aglomerado	Aglomerado			
64	Canto rodado	Grava	Conglomerado	Psefita		
16					Guijón	Gruesa
4					Guijarro	Mediana
2	Guija	Fina	Fina			
1	Grano	Arena	Arenisca	Psamita		
1/2					Gruesa	Gruesa
1/4					Mediana	Mediana
1/8					Fina	Fina
1/16	Partícula	Limo	Limolita	Pelita		
1/256		Arcilla	Arcilla			

Clasificación de las rocas sedimentarias clásticas de Udden-Wentworth (modificada de Pettijohn, 1963).

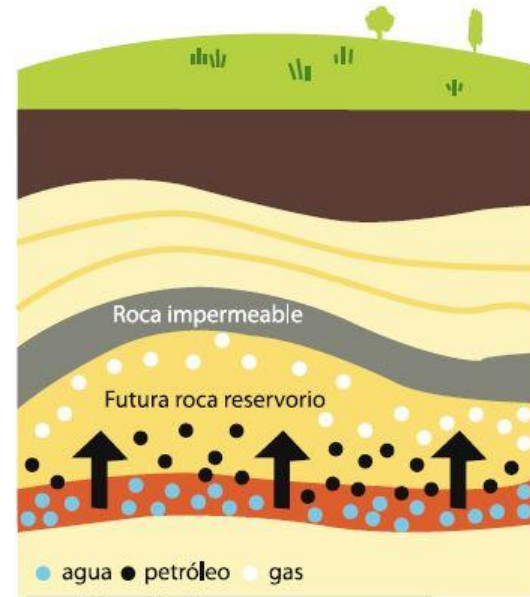
FORMACIÓN DE UNA ROCA MADRE



Depósitos en el fondo de una cuenca sedimentaria

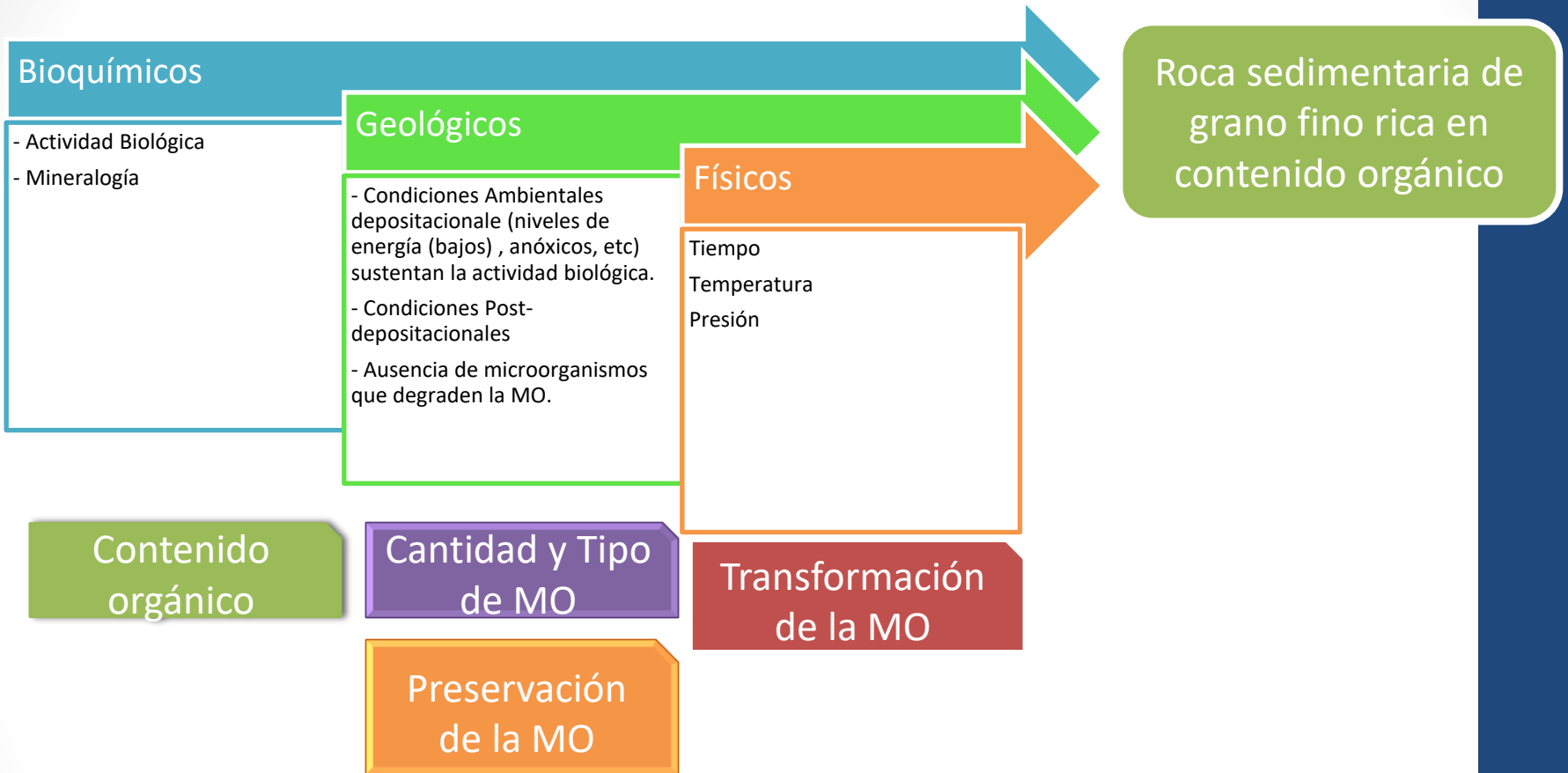


Transformación de la materia orgánica



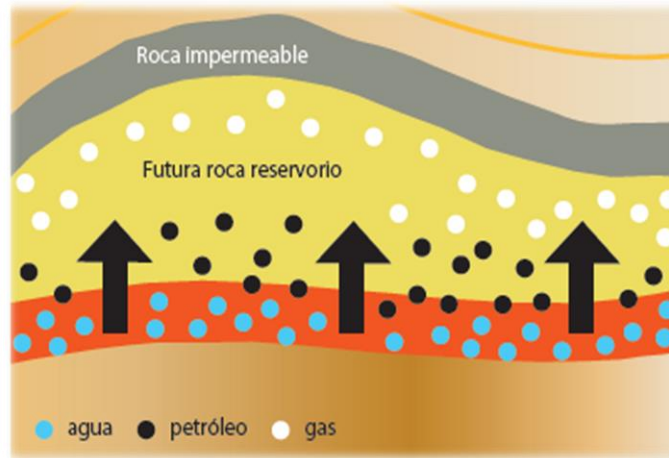
Migración de gas y petróleo

ROCA MADRE

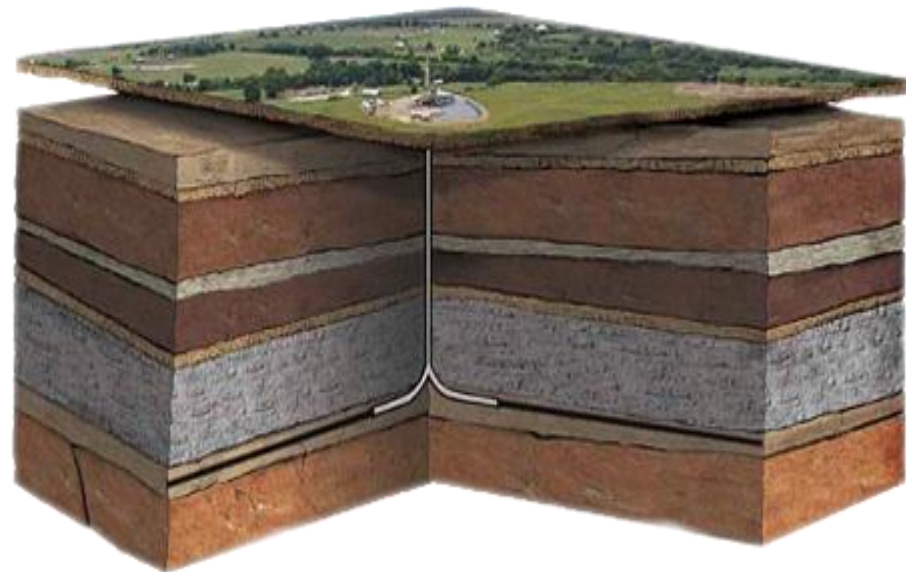
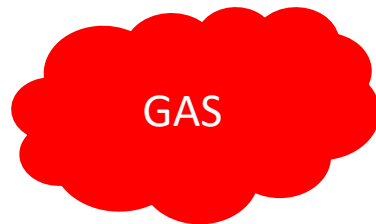
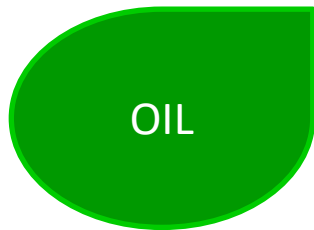


RESERVORIOS SHALE

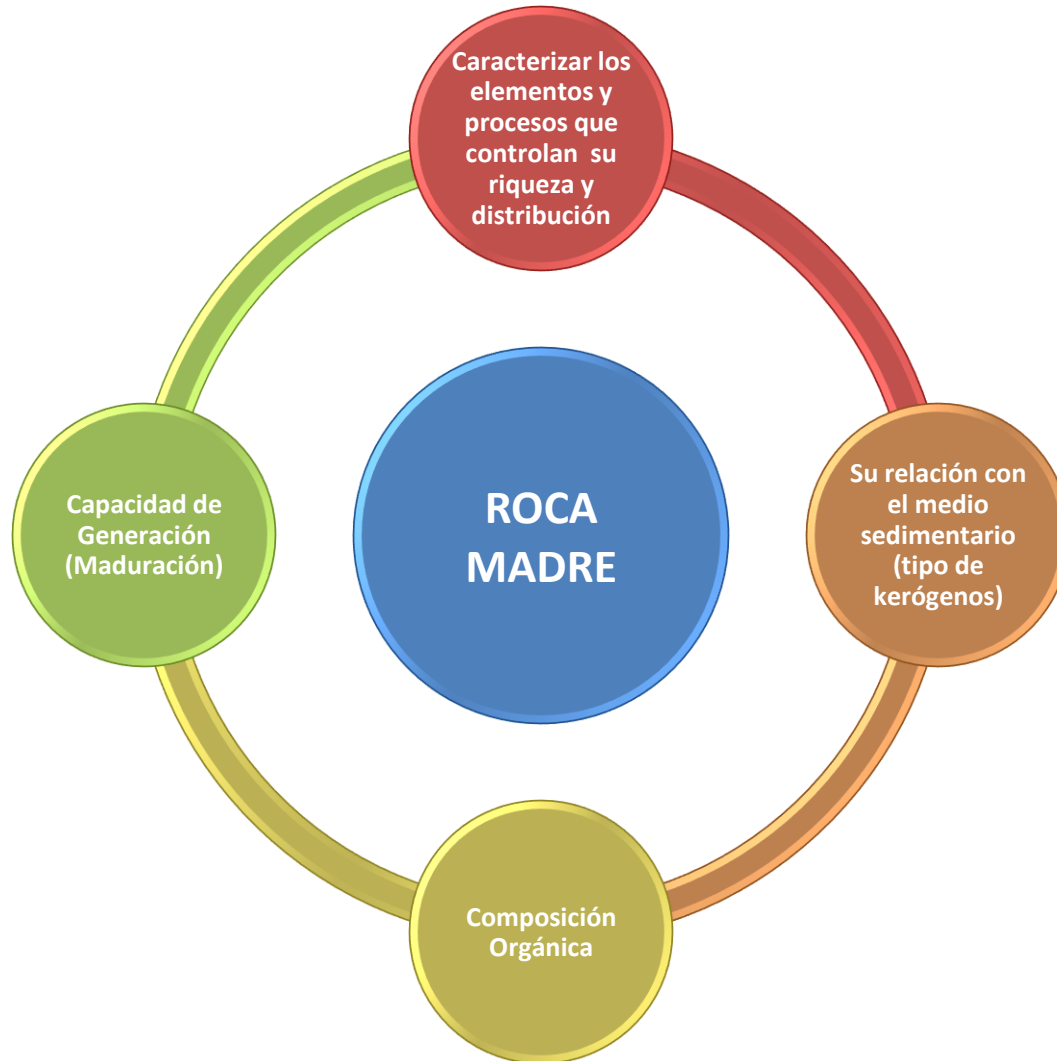
Son acumulaciones de sedimentos de granos finos que en conjunto con la materia orgánica y su posterior preservación, bajo condiciones anaeróbicas, alta presiones y temperaturas, evolucionan a lo largo del tiempo en rocas con un gran potencial de producir hidrocarburos.



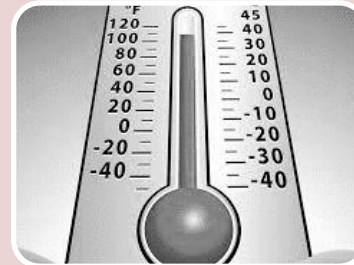
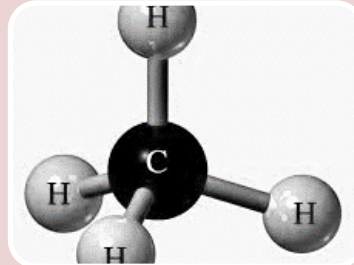
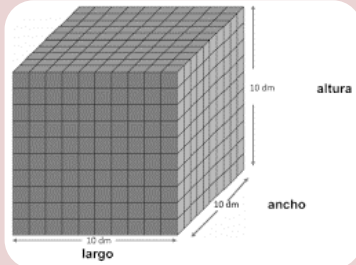
GEOQUÍMICA DEL PETRÓLEO



GEOQUÍMICA DEL PETRÓLEO



POTENCIAL DE GENERACIÓN

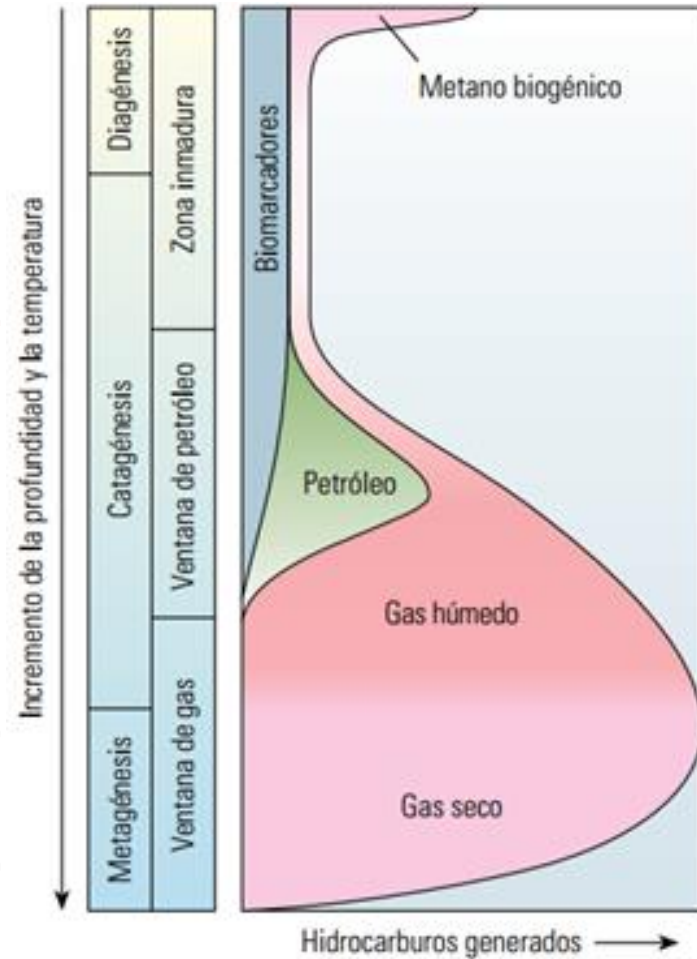
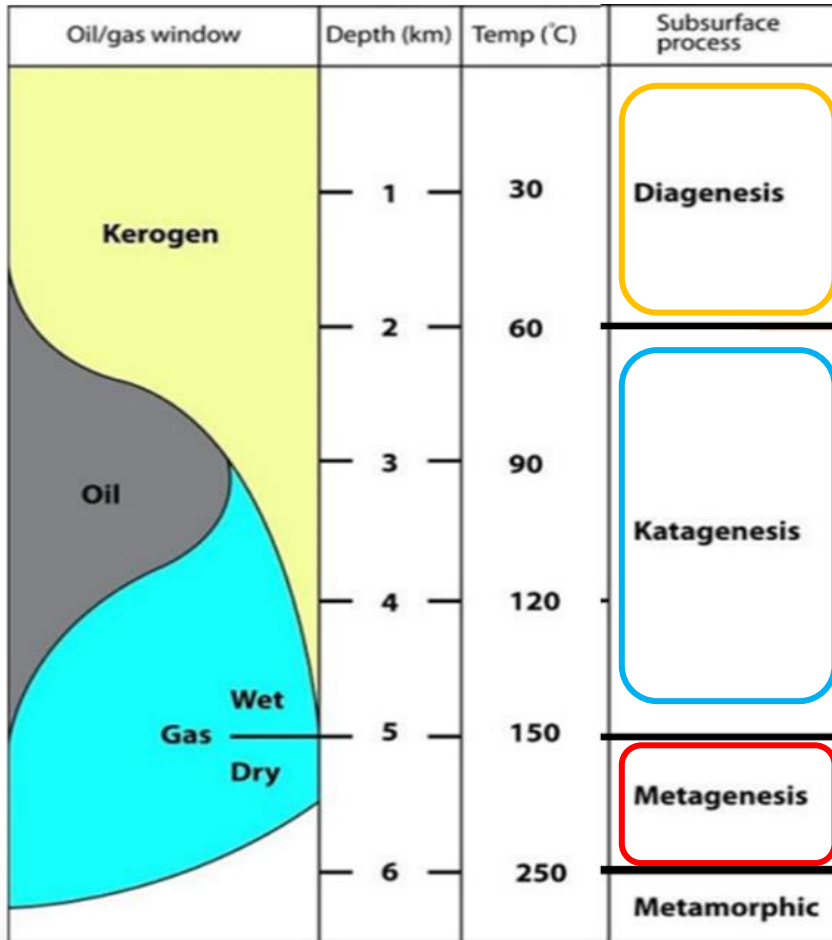


Volumen

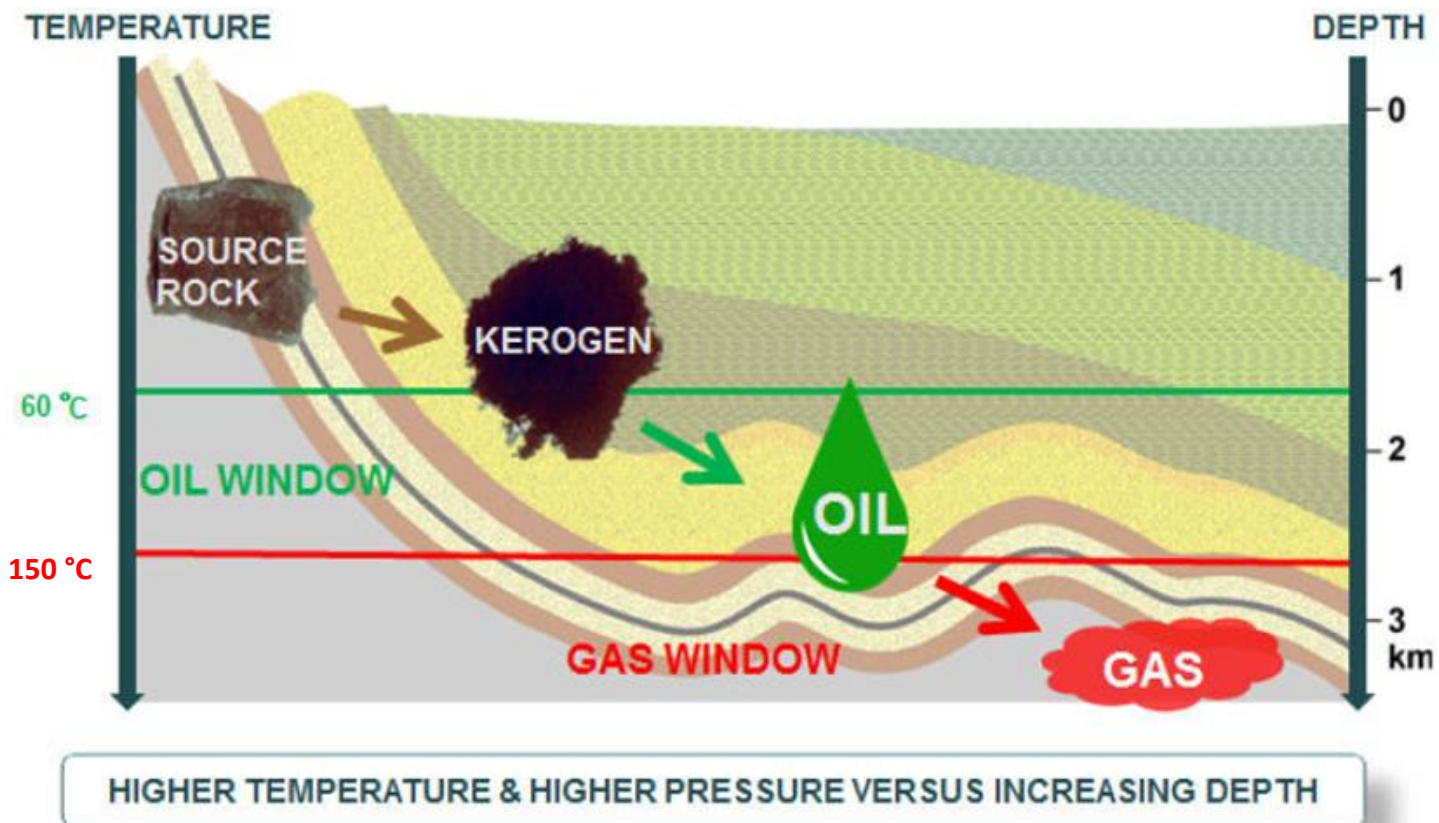
Riqueza
Orgánica

Madurez
Térmica

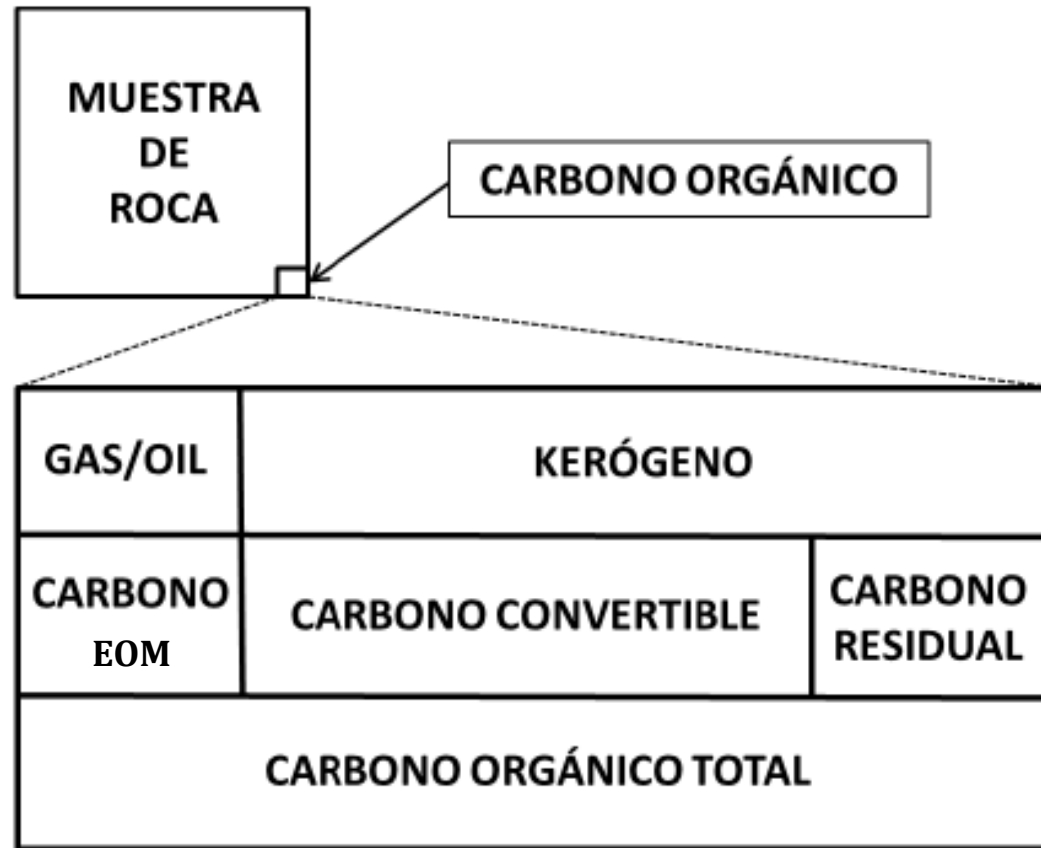
TRANSFORMACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA



VENTANAS DE GENERACIÓN



CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA



Jarvie (1991)

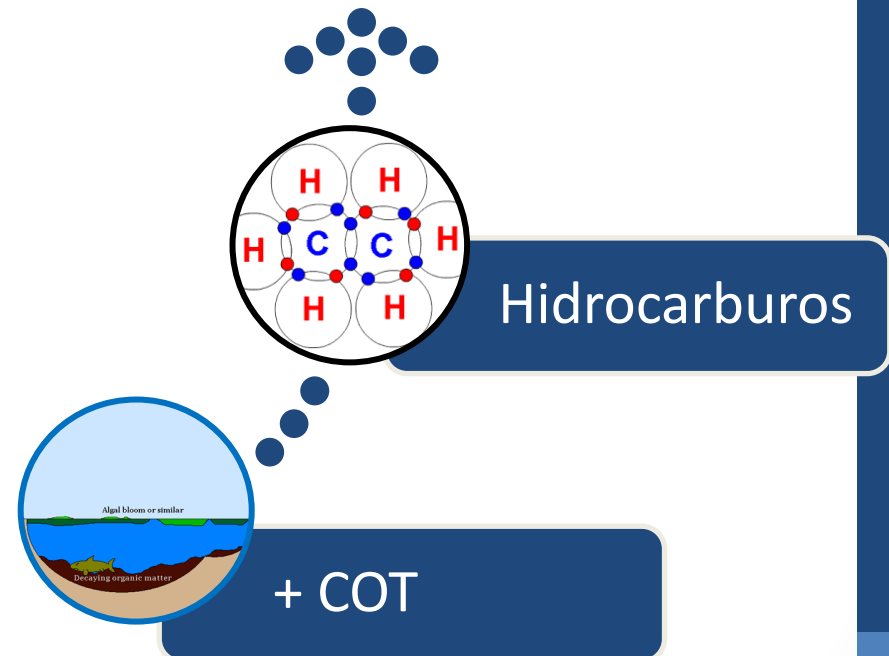
CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA

(COT O TOC por sus siglas en inglés)

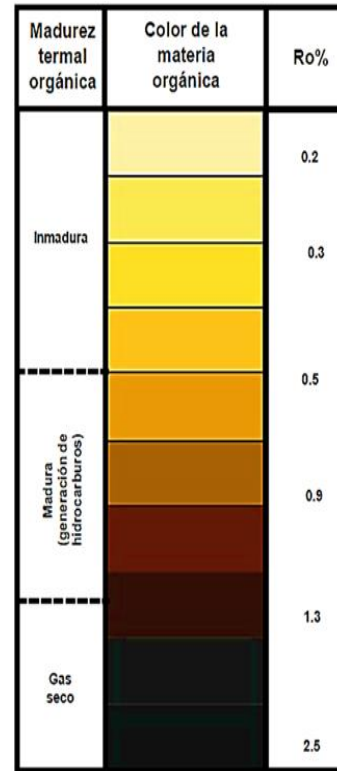
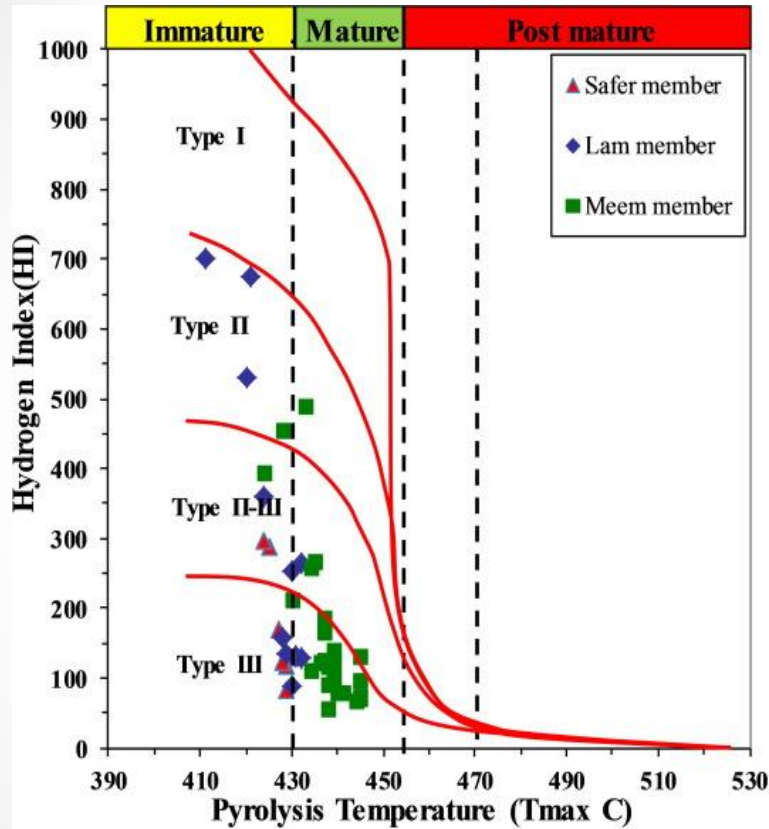
Representa la cantidad en peso de materia orgánica contenida en una roca sedimentaria

Potencial Petrolífero	TOC [% en peso]
Pobre	0-0.5
Regular	0.5-1
Bueno	1-2
Muy Bueno	2-4
Excelente	> 4

Peters, 2005.



%Ro y Tmax

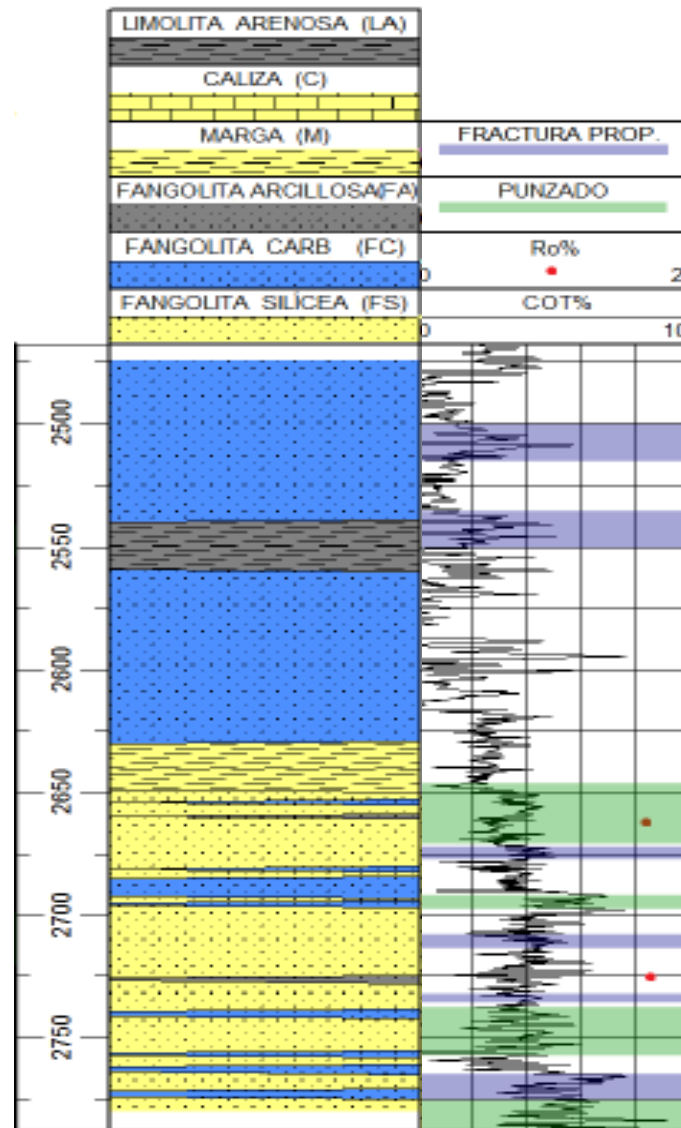


RO % REFLECTANCIA DE LA VITRINITA	TIPO DE HIDROCARBURO
0-0.55	inicio de la generación
0.55-0.9	pico de la producción
0.9-1.1	gas húmedo
1.2-1.4	gas húmedo o gas seco
1.4-2.1	sólo gas seco
>2.1	CO2

Etapa	T _{max}
Inicio de la generación de petróleo	
Kerógeno Tipo I	~445°C
Kerógeno Tipo II	~435°C
Kerógeno Tipo III	~440°C
Inicio de la generación de gas	~460°C

La vitrinita es un componente orgánico presente en el carbón y otras rocas sedimentarias ricas en materia orgánica.

Correlaciones Importantes (COT-Ro%)



MEDICIÓN DEL COT/TOC

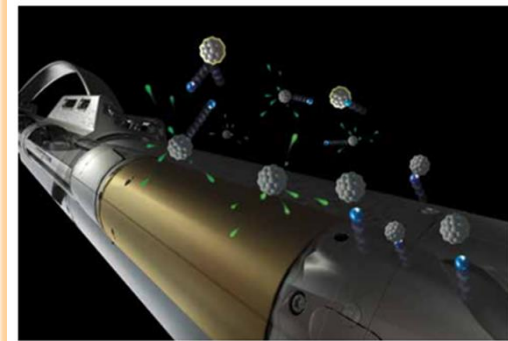
Experimental

- Combustión Directa
- Pirólisis

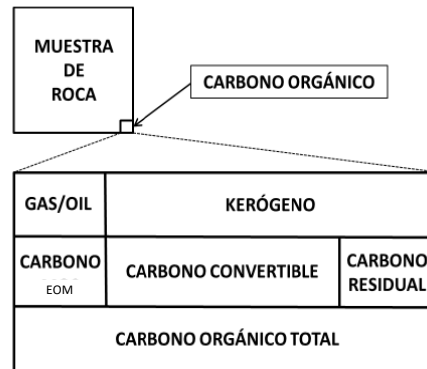
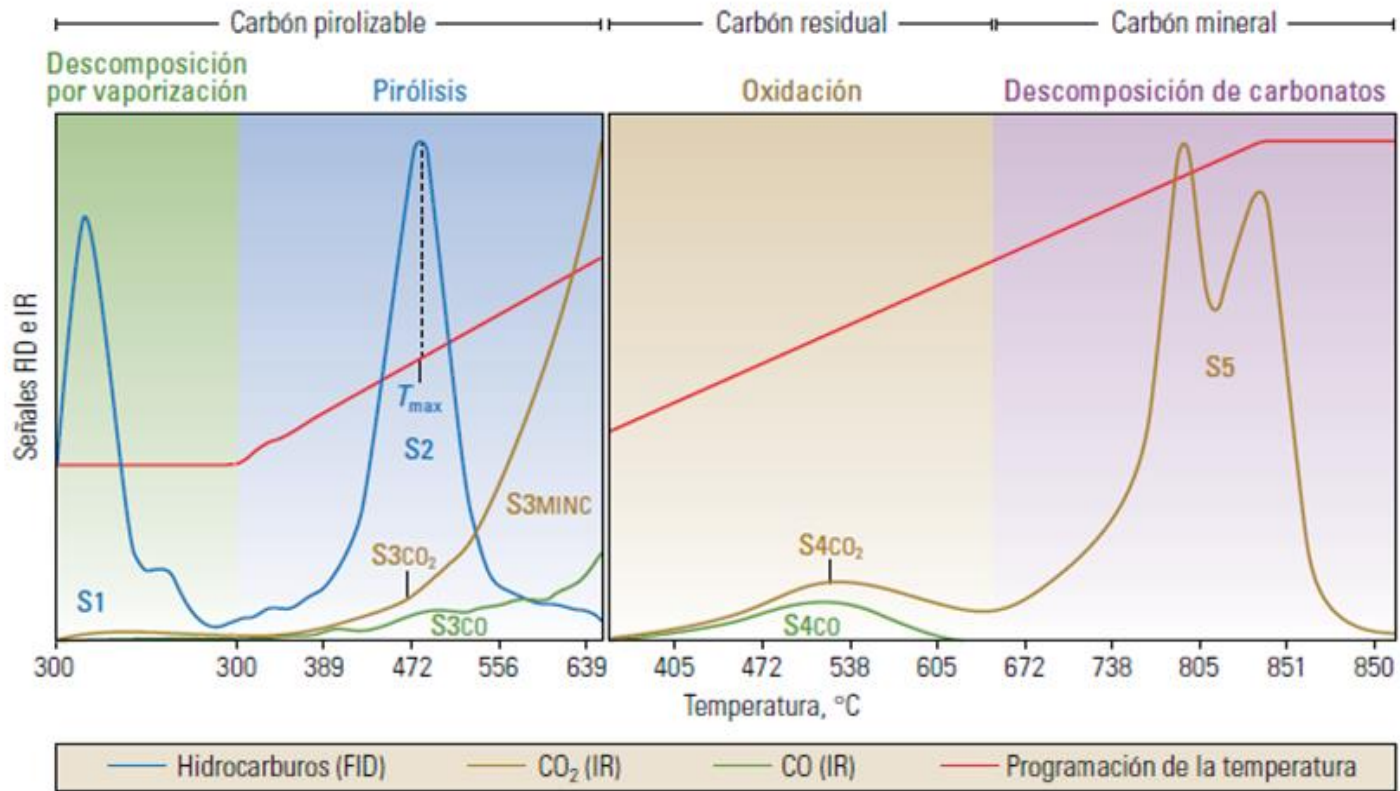


Registros Eléctricos:

- Espectroscopia de Rayos Gamma
- Rayos Gamma Espectral
- Combinación del Perfil sónico con Resistividad



PIRÓLISIS (ROCK EVAL)



PIRÓLISIS (ROCK EVAL)

HI

**100 x
S2/TOC**

Valores altos de HI indican mayor Potencial de generación de petróleo

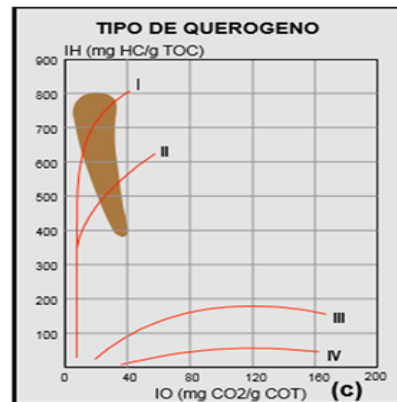
Tipo de producto	Índice de hidrógeno
Gas	50 a 200
Gas y petróleo	200 a 300
Petróleo	> 300

Kerogen	HI	Product
I	>600	Oil
II	300-600	Oil + gas
II/III	200-300	Gas + oil
III	50-200	Gas
IV	<50	None

OI

**100 x
S3/TOC**

Valores altos de OI indican mayor potencial de generación de gas



PG

(S1 + S2)

La cantidad máxima de HC que podría originar una roca generadora suficientemente madura

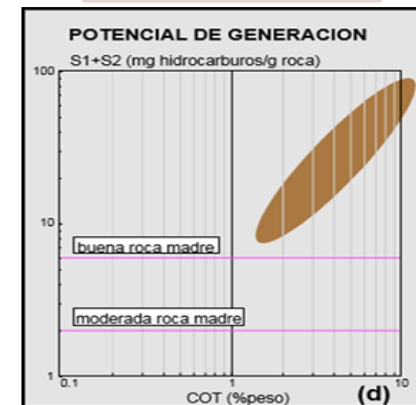
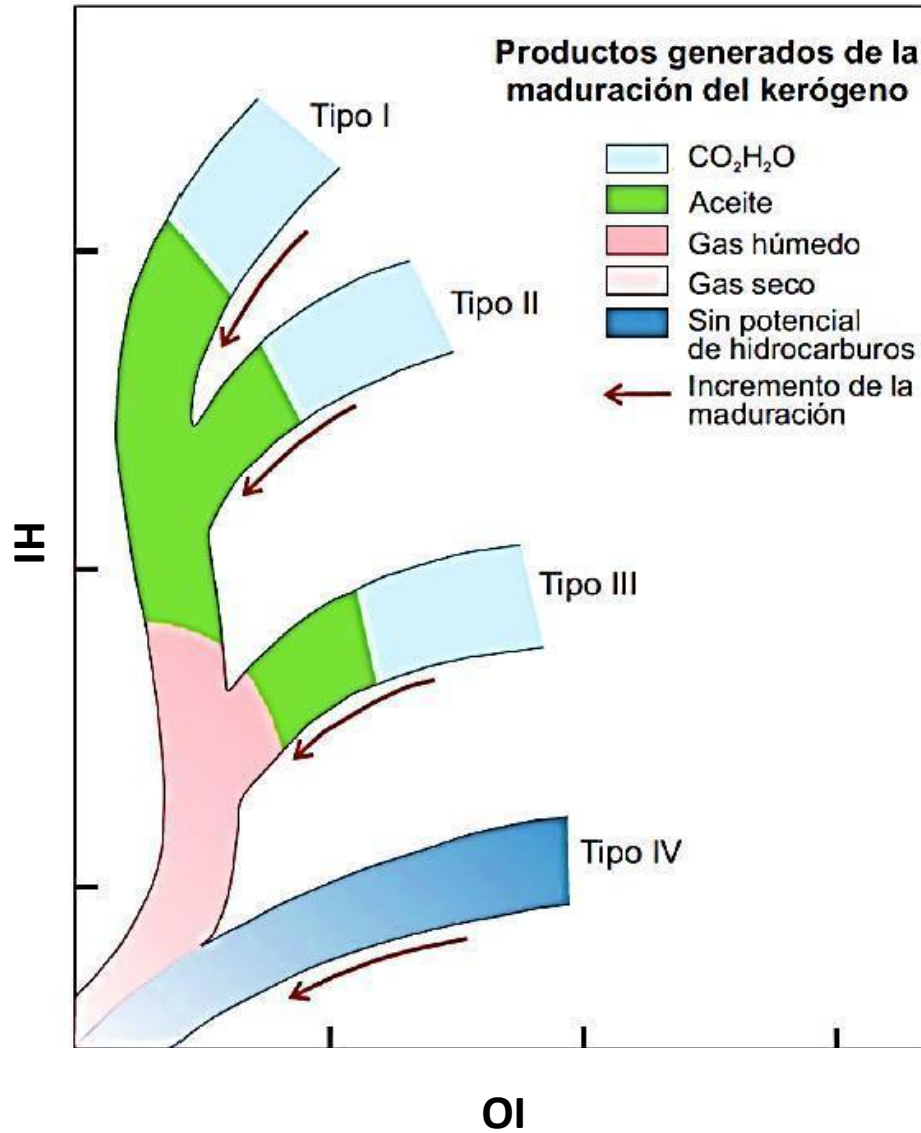
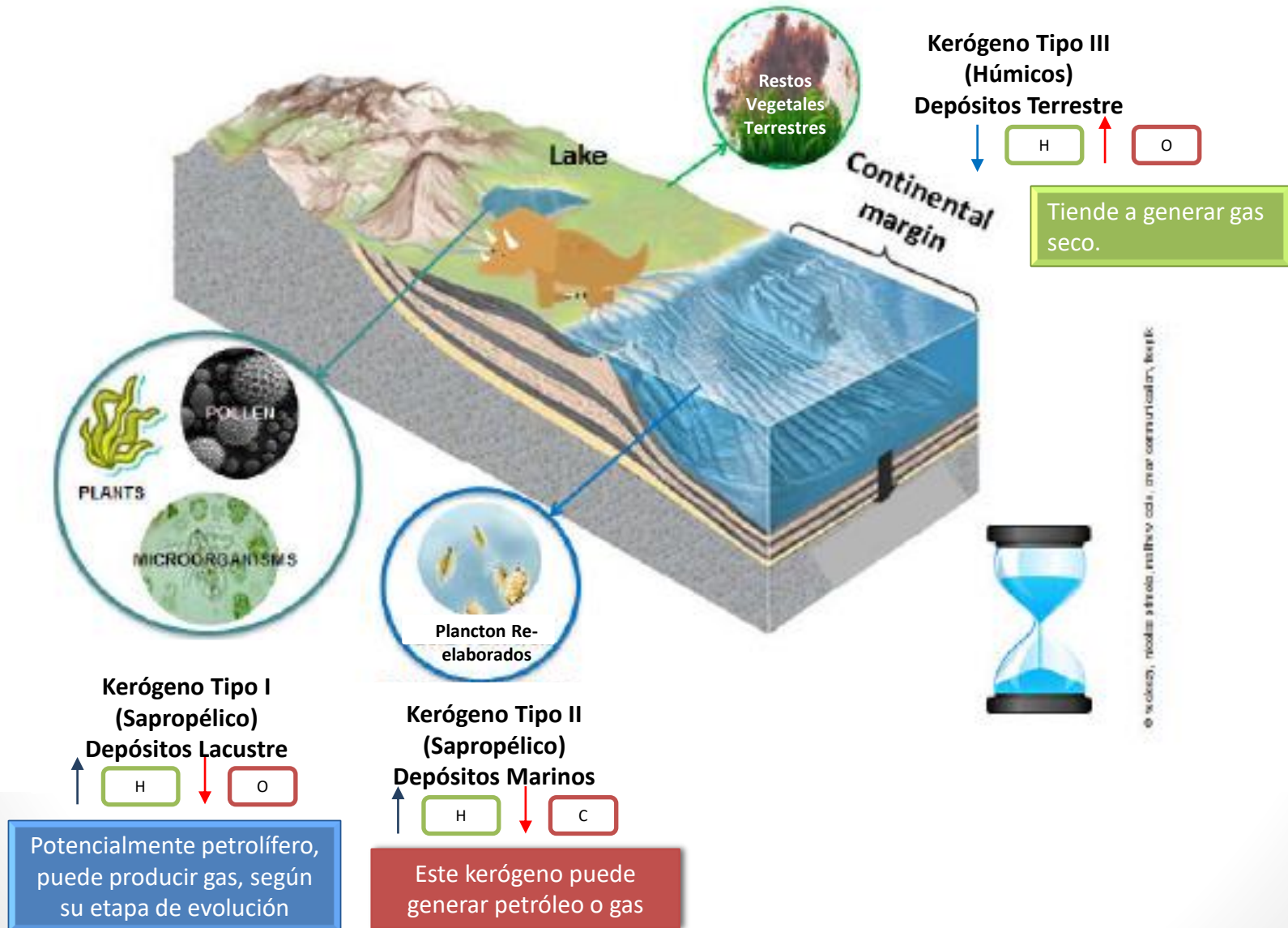


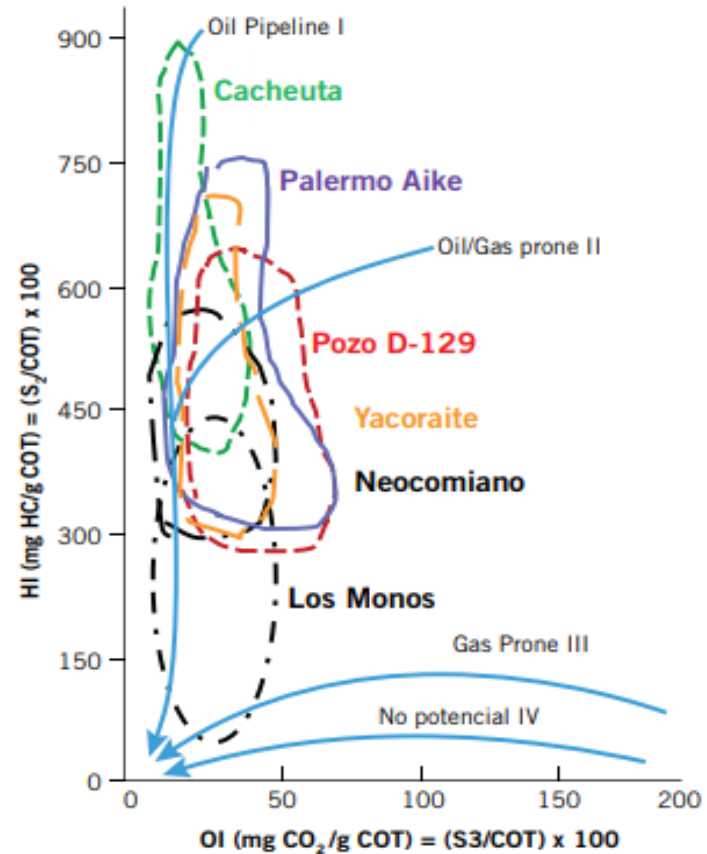
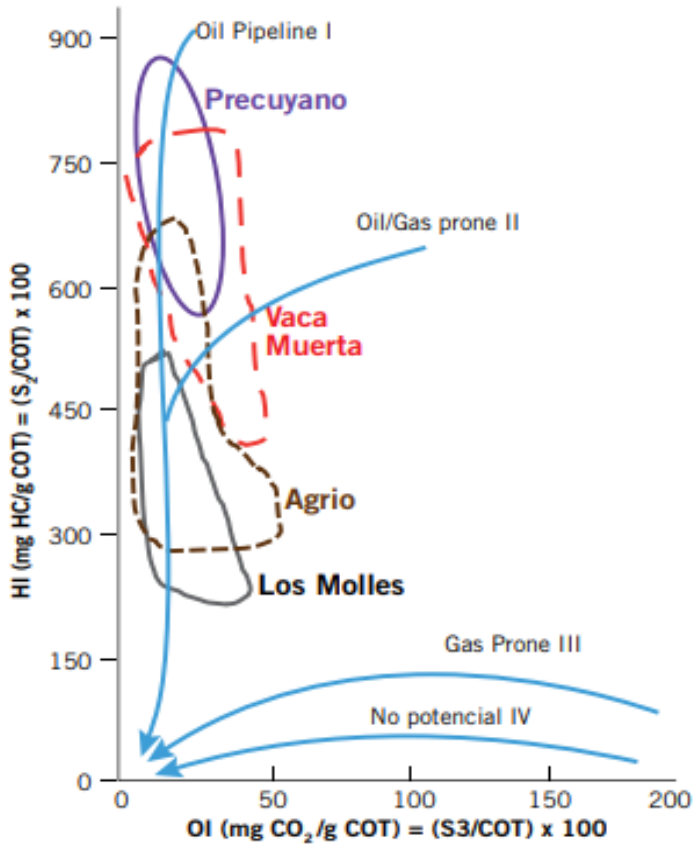
Diagrama de Van Krevelen



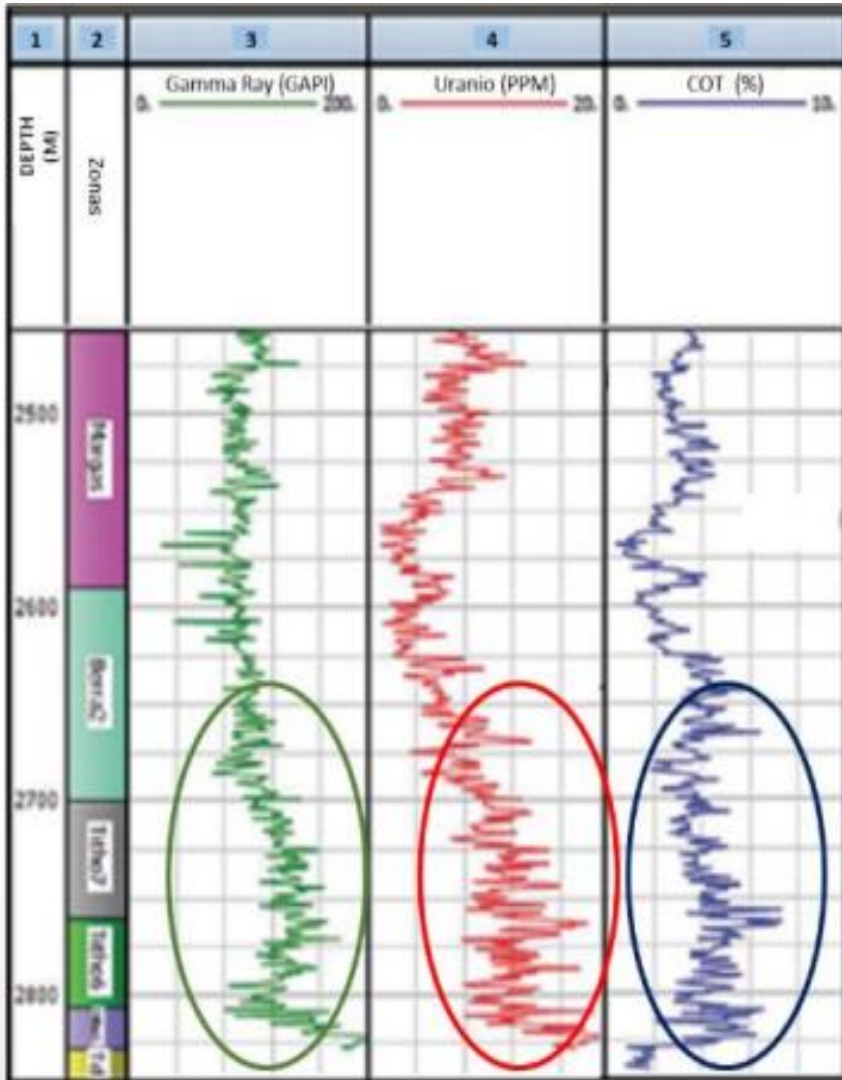
Ambientes de Depositación



Tipo de Kerógenos (Ejemplos)



COT y el Perfil Eléctrico (Gamma Ray Espectral)

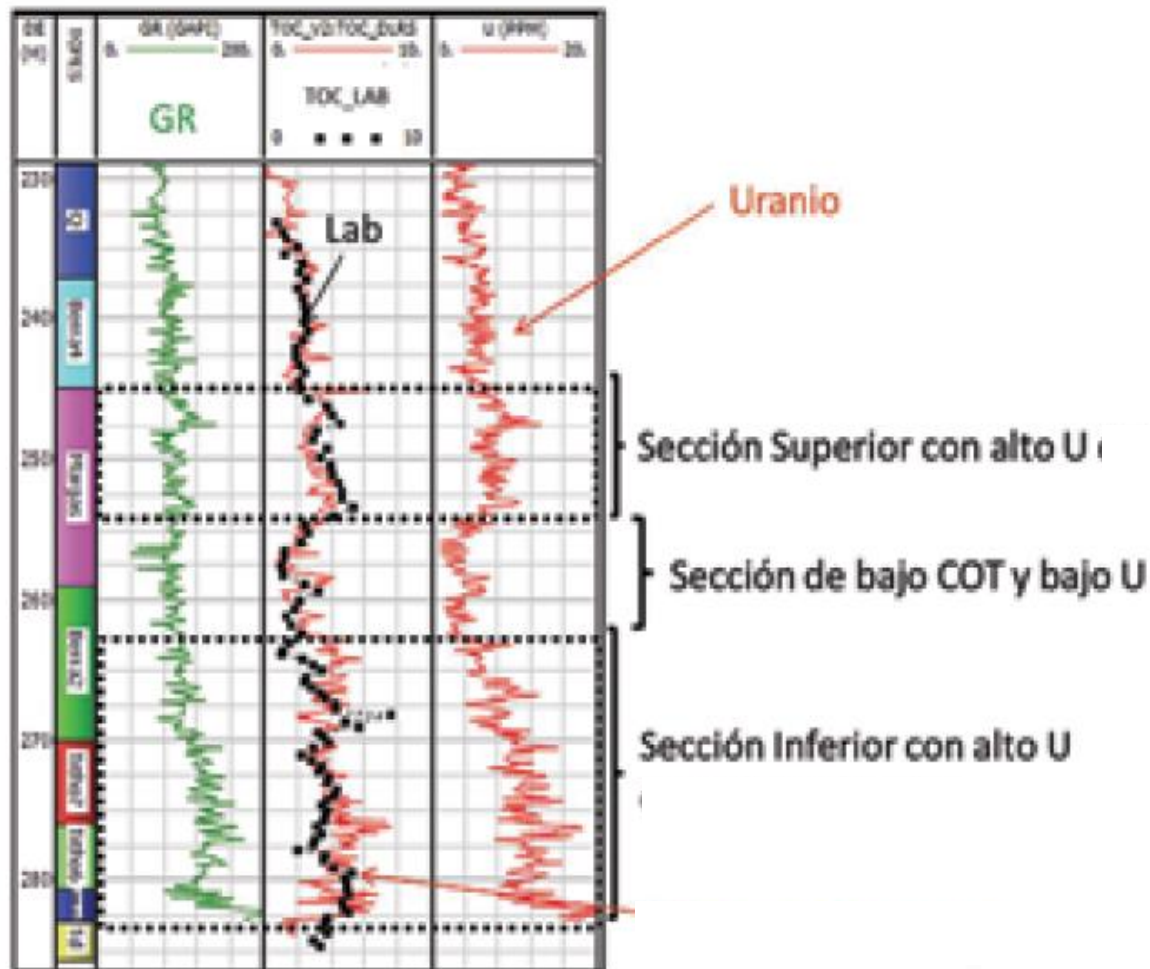


Aplicaciones:

- Discriminar litologías.
- Tipos de arcillas (montmorillonita, caolinita, illita, clorita, glauconita, entre otras).
- Inferir presencia de Materia orgánica.

COT y el Perfil Eléctrico (Gamma Ray Espectral)

Correlaciones Importantes (GR-COT-U)



COT a partir del perfil Resistividad y Sónico

Passey et al. (1990). Henderson (1999)

$$D \log R = \log_{10} (R/R_{base}) + 0,02 (Dt - Dt_{base})$$

con

$D \log R$ = separación de los registros medida en ciclos logarítmicos

R = lectura de resistividad del intervalo de interés (ohm-m)

R_{base} = resistividad de base tomada en los niveles arcillosos (ohm-m)

Dt = tiempo de tránsito del intervalo de interés ($\mu\text{seg}/\text{pie}$)

Dt_{base} = tiempo de tránsito correspondiente a los niveles arcillosos ($\mu\text{seg}/\text{pie}$)

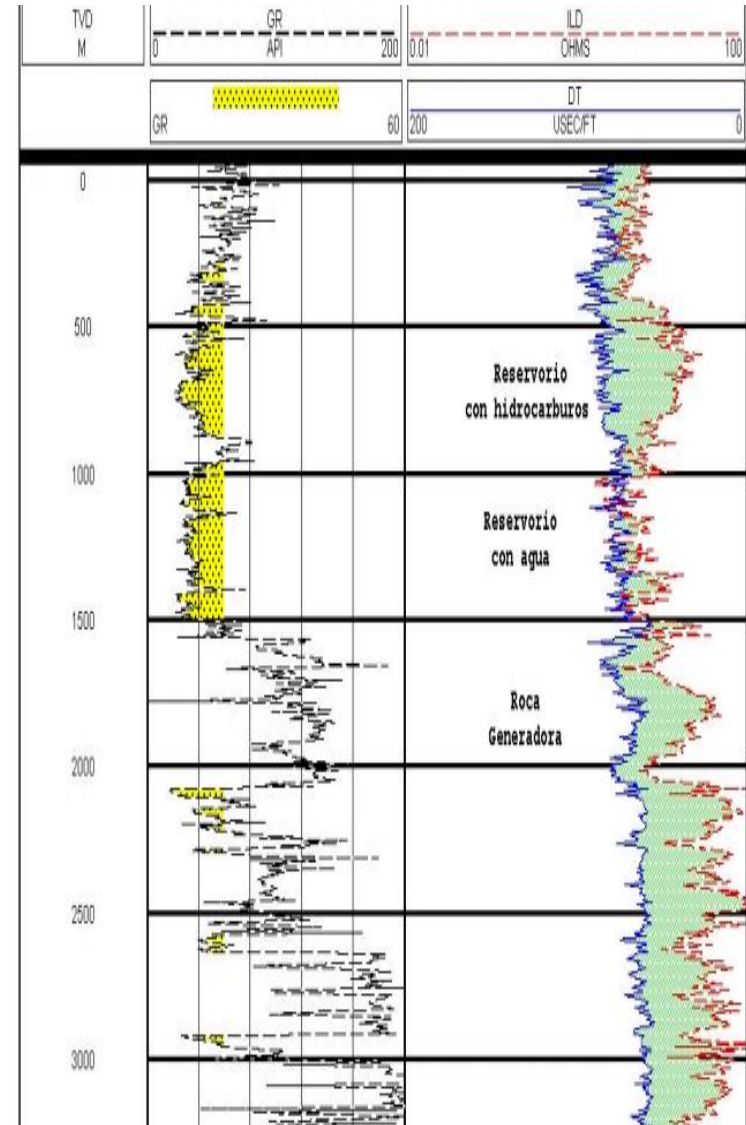
$0,02$ = constante dada por la relación $-50 \mu/\text{pie}$ por ciclo de resistividad

$$COT = (D \log R) 10^{(2,297 - (0,1688 \times LOM))}$$

con

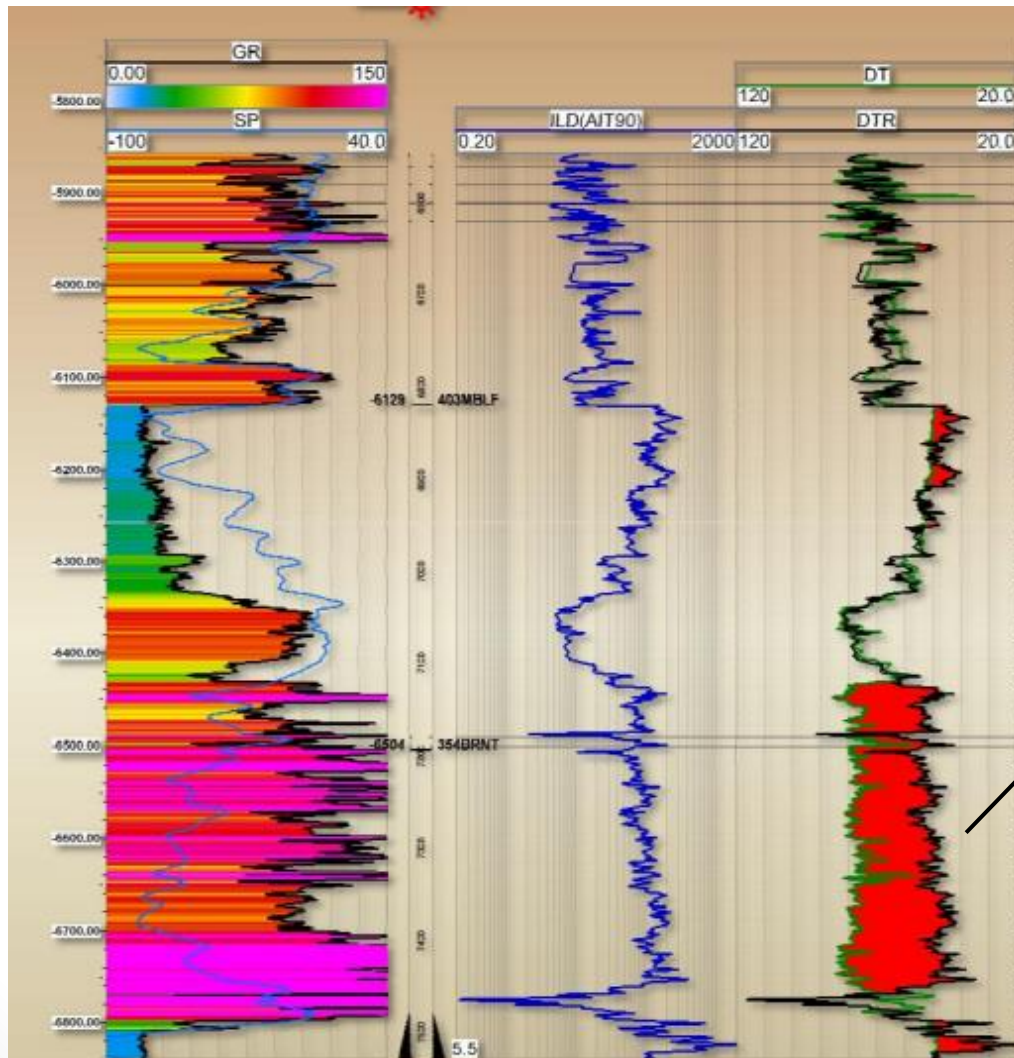
COT = medido en % en peso

LOM = nivel de metamorfismo orgánico

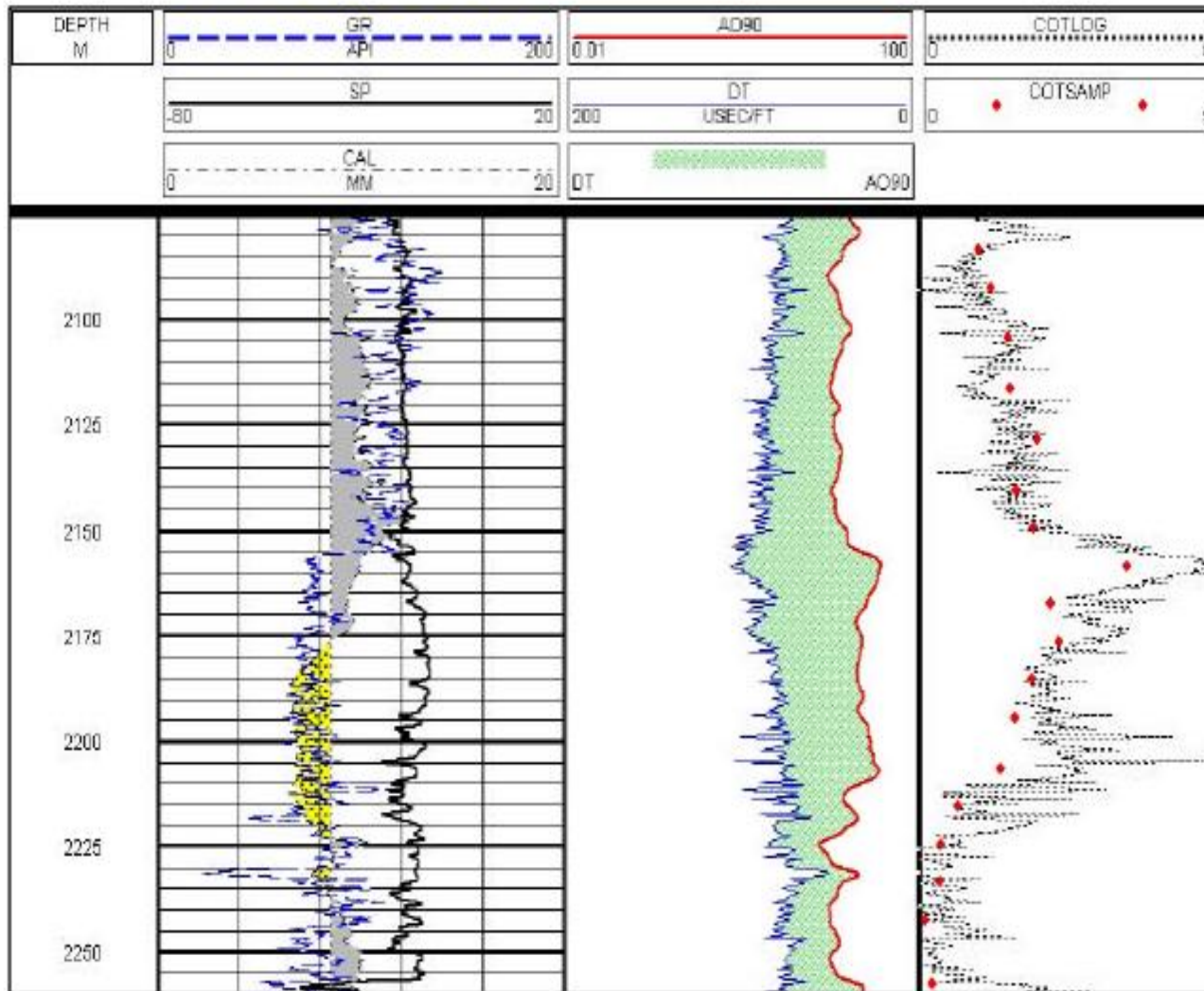


COT a partir del perfil Resistividad y Sónico

El método de “ $\Delta \log R$ ” de Passey et al.



COT a partir del perfil Resistividad y Sónico



Calibración de COT computados (COTLOG) Vs COT de Plugs (COTSAMP). (Fm. Los Molles; Las Chivas xp-1)

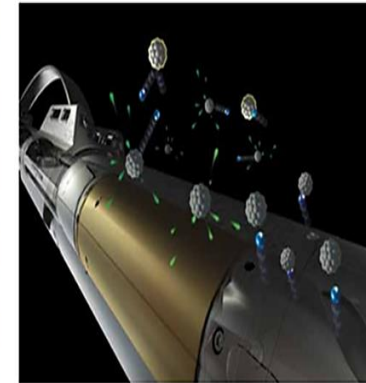
Espectroscopía de Rayos Gamma

Espectroscopía de Rayos Gamma Inducida

Permite determinar de forma cuantitativa autónoma el COT, independiente del ambiente y el yacimiento.

La herramienta utiliza rayos gamma de captura para determinar las concentraciones de Al, Ca, Fe, Gd, K, S, Si y Ti, como lo hacen otras herramientas, pero también cuantifica las concentraciones de bario [Ba], cloro [Cl], hidrógeno [H], magnesio [Mg], manganeso [Mn], sodio [Na] y metales, tales como el cobre [Cu] y el níquel [Ni].

Elemento	Nombre del elemento	Captura	Inelástico
Al	Aluminio	●	●
Ba	Bario	●	●
C	Carbono		●
Ca	Calcio	●	●
Cl	Cloro	●	
Cu	Cobre	●	
Fe	Hierro	●	●
Gd	Gadolinio	●	
H	Hidrógeno	●	
K	Potasio	●	
Mg	Magnesio	●	●
Mn	Manganeso	●	
Na	Sodio	●	
Ni	Níquel	●	
O	Oxígeno		●
S	Azufre	●	●
Si	Silicio	●	●
Ti	Titanio	●	



Espectroscopía de Rayos Gamma

Adquisición espectral

- Inelástica
- Captura

Desdoblamiento espectral

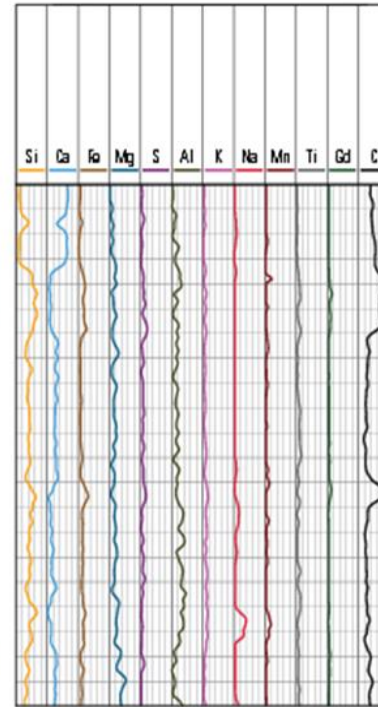
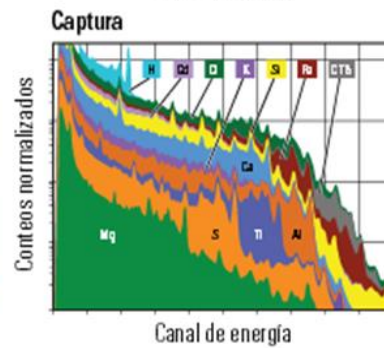
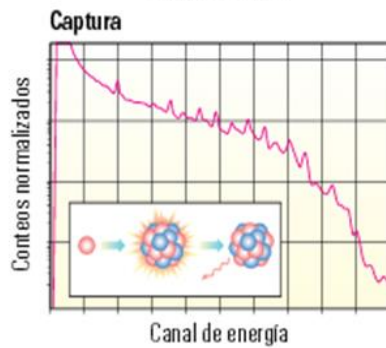
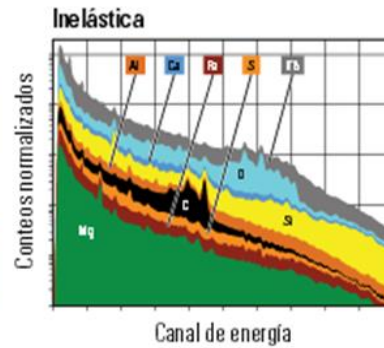
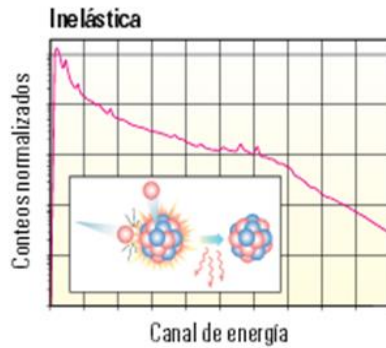
- Proporciones elementales

Cierre de óxidos

- Fracciones elementales en peso

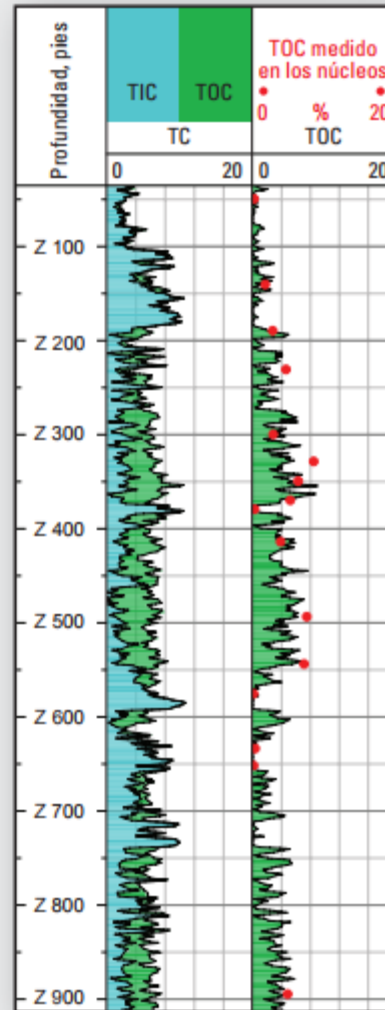
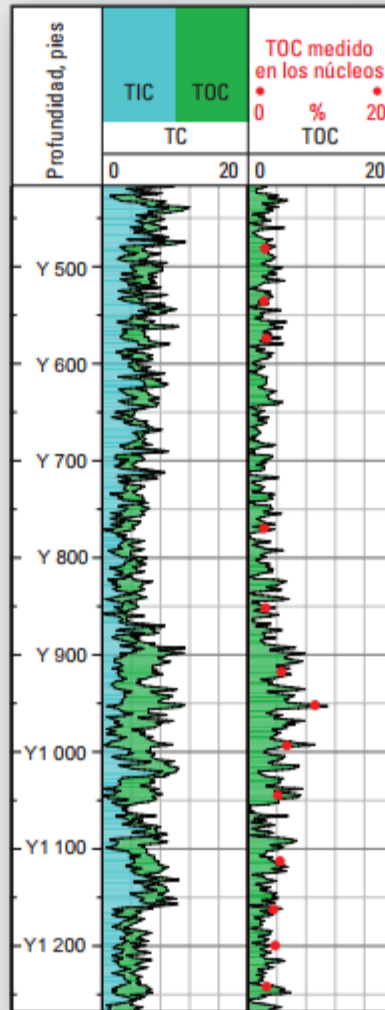
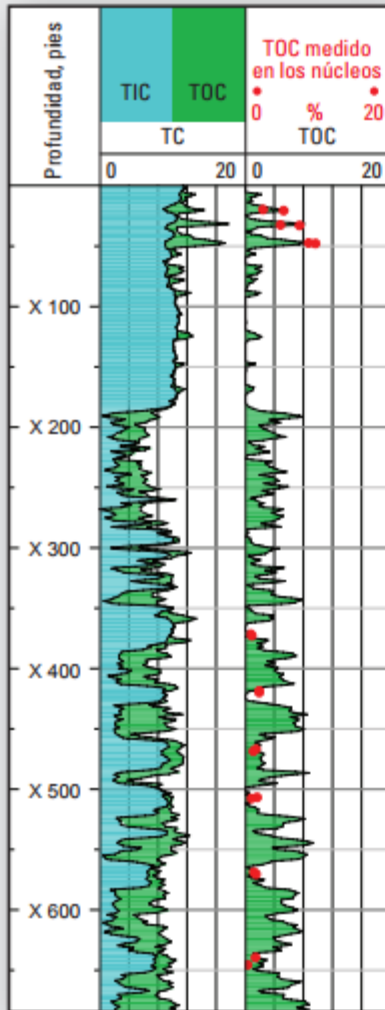
Interpretación

- Minerales
- Carbono orgánico total (TOC)
- Propiedades de la matriz

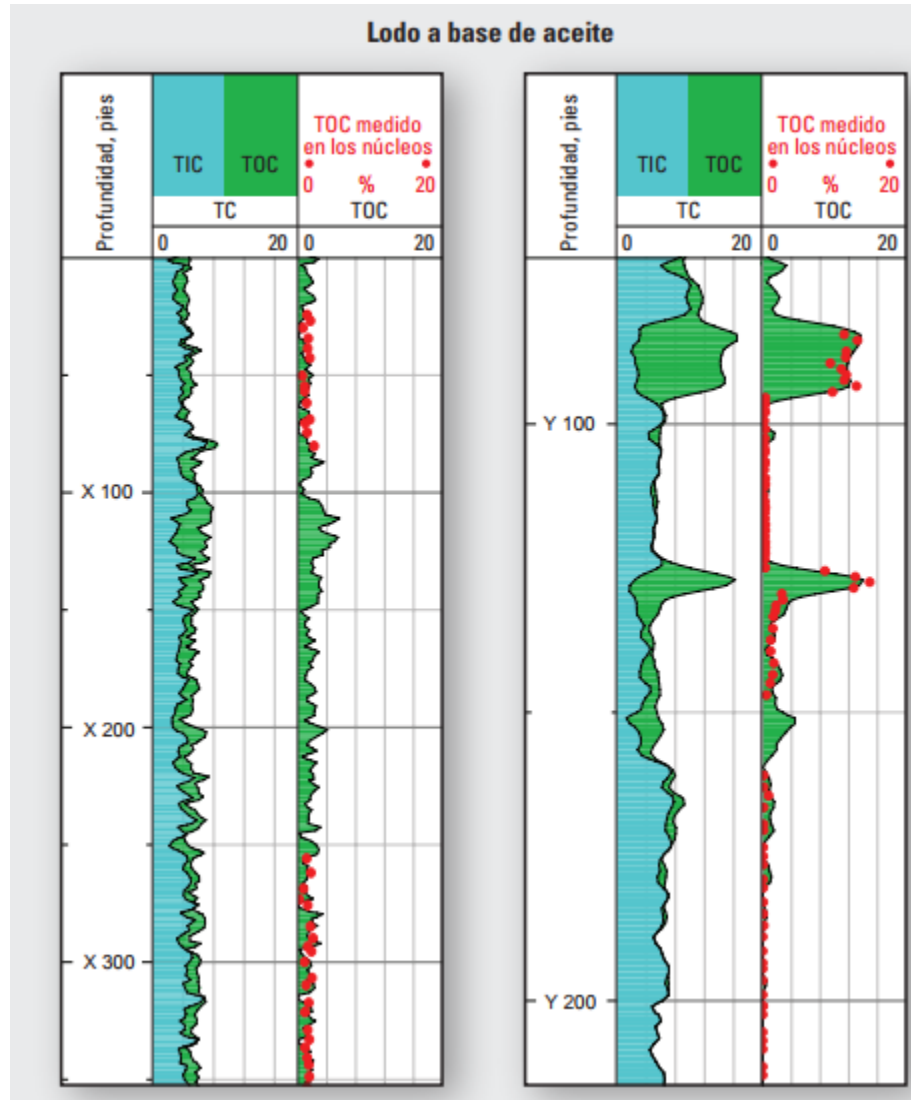


COT a partir de Registros Eléctricos

Lodo a base de agua



COT a partir de Registros Eléctricos



Densidad del Kerógeno

En general, la densidad del kerógeno suele estar en el rango de 1 a 1.5 g/cm³.

La densidad promedio del kerógeno para Vaca Muerta suele estar en el orden de 1,28 g/cm³ (Stankiewicz et al. 2015). En cuanto a la densidad de matriz reportaron valores que oscilan entre ***2,54 y 2,66 g/cm³***.

Este es un parámetro muy importante para determinar ya que el kerógeno tiene una fuerte influencia en la densidad total de la roca.

La presencia de kerógeno disminuye la densidad de una roca en comparación con una roca sin kerógeno.