

Roca generadora

OBJETIVO

Conocer las principales características y propiedades de la roca generadora.



- La roca generadora esta íntimamente ligada a los procesos que dan origen del petróleo.
- **Un yacimiento petrolero** es un lugar privilegiado, donde se han efectuado eventos favorables, repartidos **en el tiempo y en el espacio, conjugando la historia geológica de una cuenca sedimentaria.**



Definiciones importantes

YACIMIENTO:

Es la acumulación natural en la corteza terrestre de gas y/o aceite de la misma composición, comprendida en los mismos límites y sometida a un mismo sistema de presión en una trampa petrolera.

CAMPO:

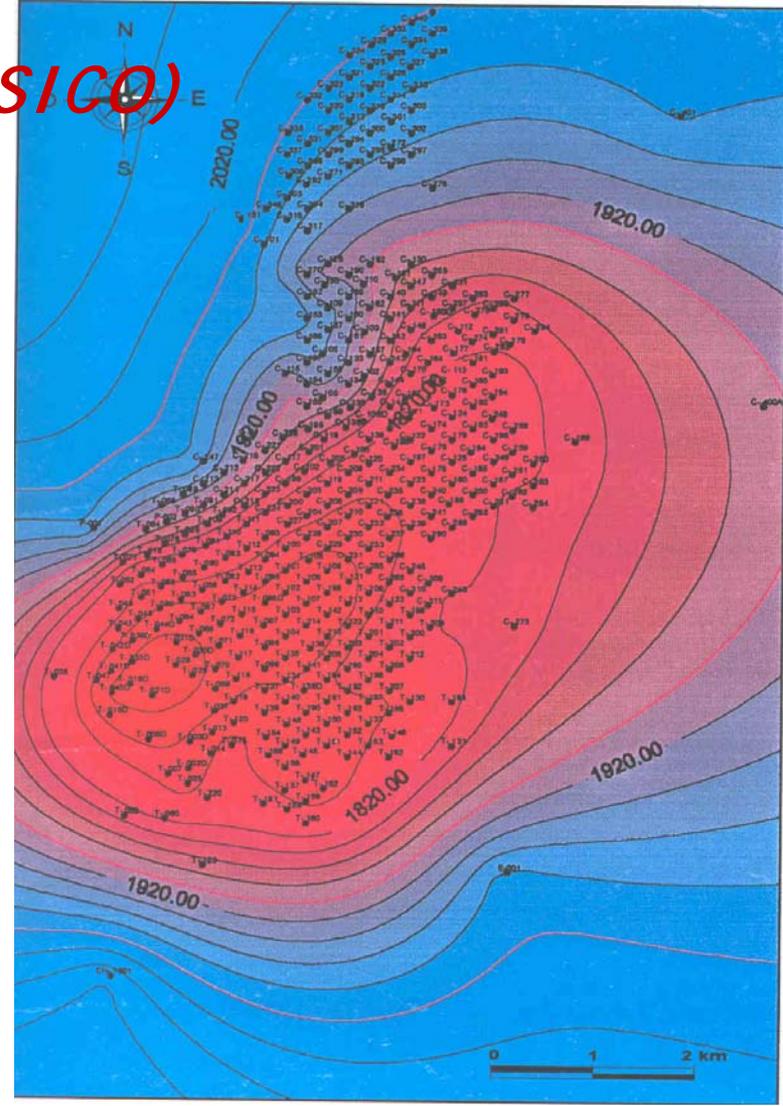
Comprende dos o más yacimientos de hidrocarburos relacionados a una determinada condición geológica (cuenca sedimentaria, estructura, formación).

PROVINCIA:

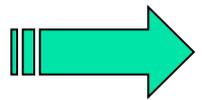
Comprende varios campos localizados en una región geológico-petrolera, en la cual los yacimientos se formaron en condiciones geológicas similares, por lo que presentan características generales parecidas.



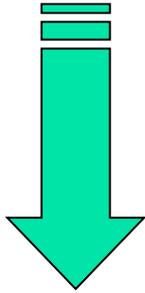
YACIMIENTO SAN ANDRÉS (JURÁSICO)



Uno de los cinco yacimientos



Campo Tamaulipas-Constituciones



Complejo: serie de campos que comparten instalaciones superficiales de uso común.

que componen la Provincia Tampico-Mizantla.

Yacimiento Ghawar, Arabia Saudita

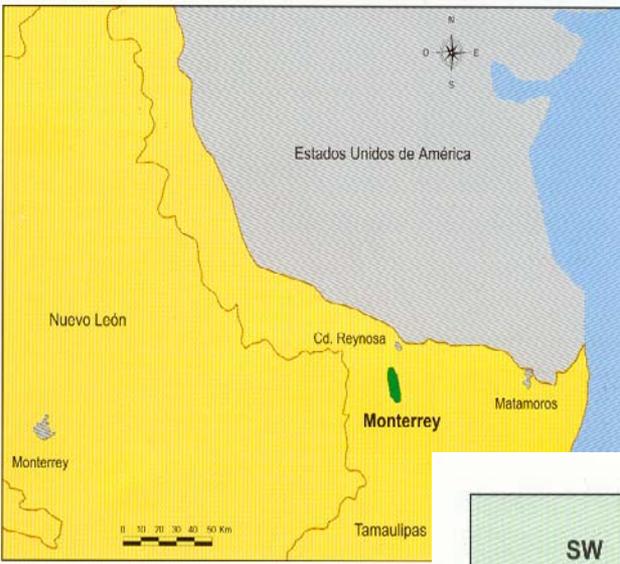
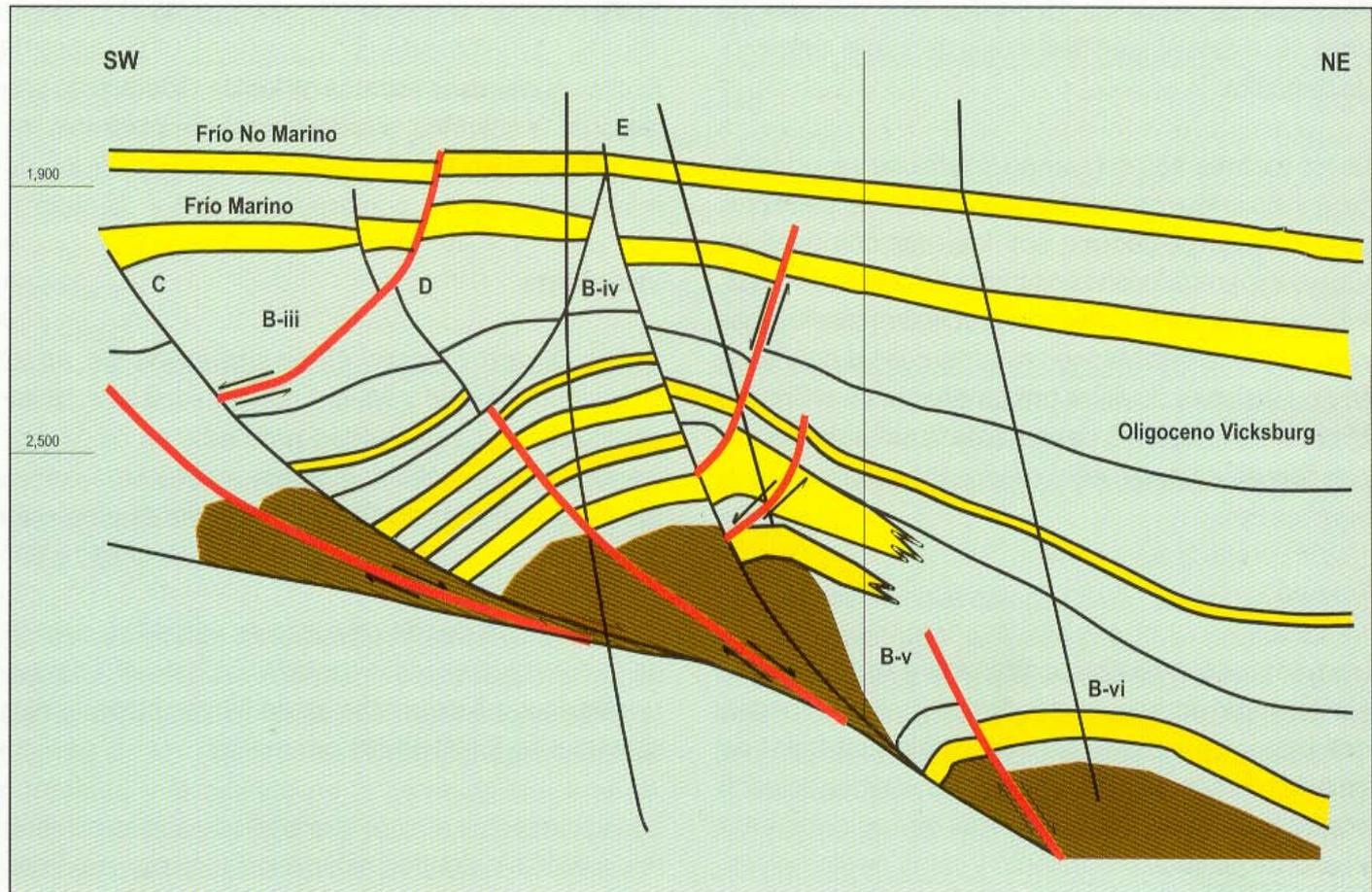
Cubre un área de 150 mi
(254 km) de largo por 22
mi (35 km) ancho.



Campo Monterrey

Localizado en la región Norte, en la Cuenca de Burgos, en el Oligoceno.

Otro campo asociado a la Cuenca es el Campo Misión, cercano a la Cd de Reynosa, Tam.



CAMPO KU-MALOOB-ZAAP

Este campo tiene 8 yacimientos, que se ubican en la Región Marina denominada **Sonda de Campeche**.

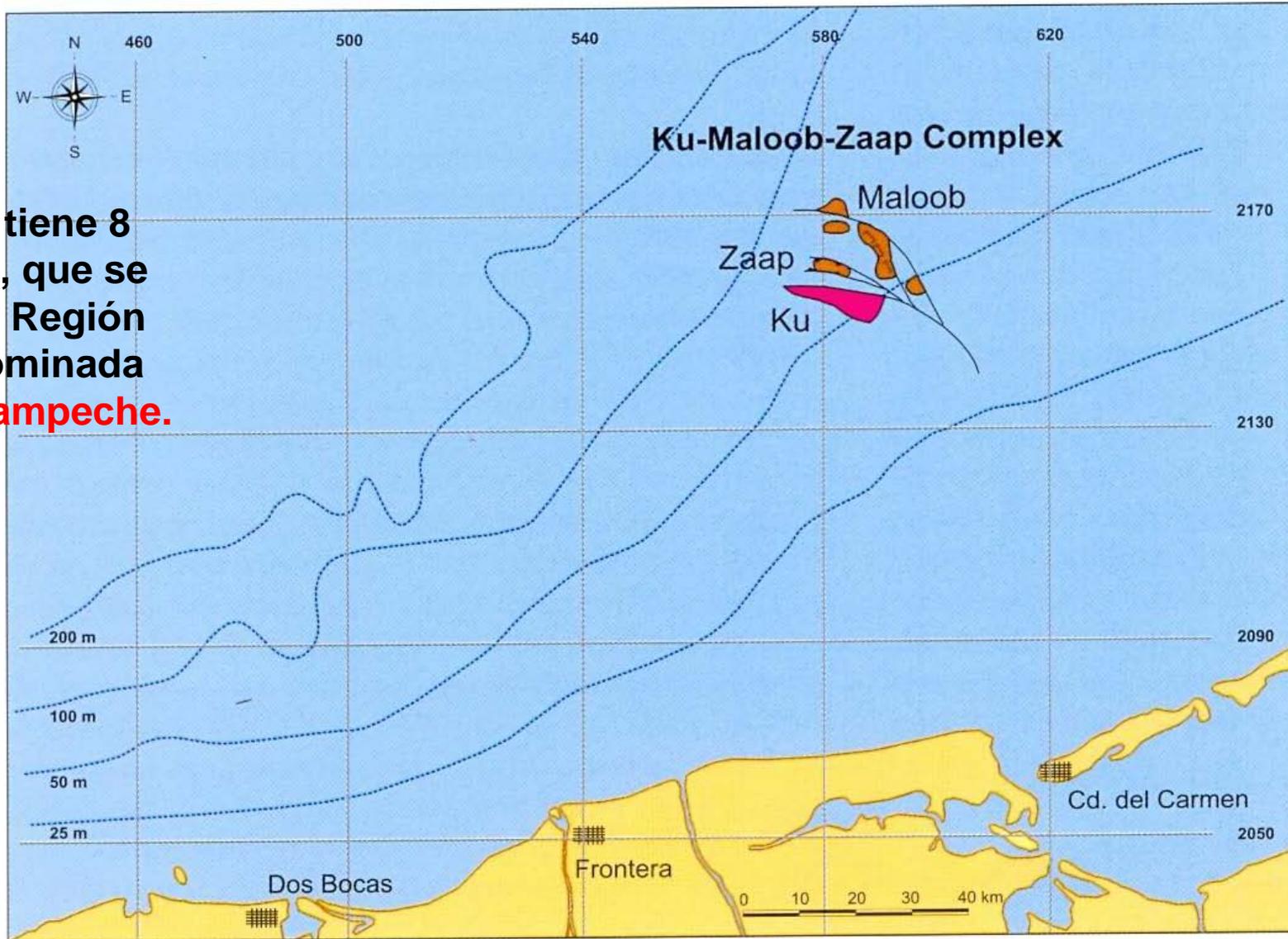
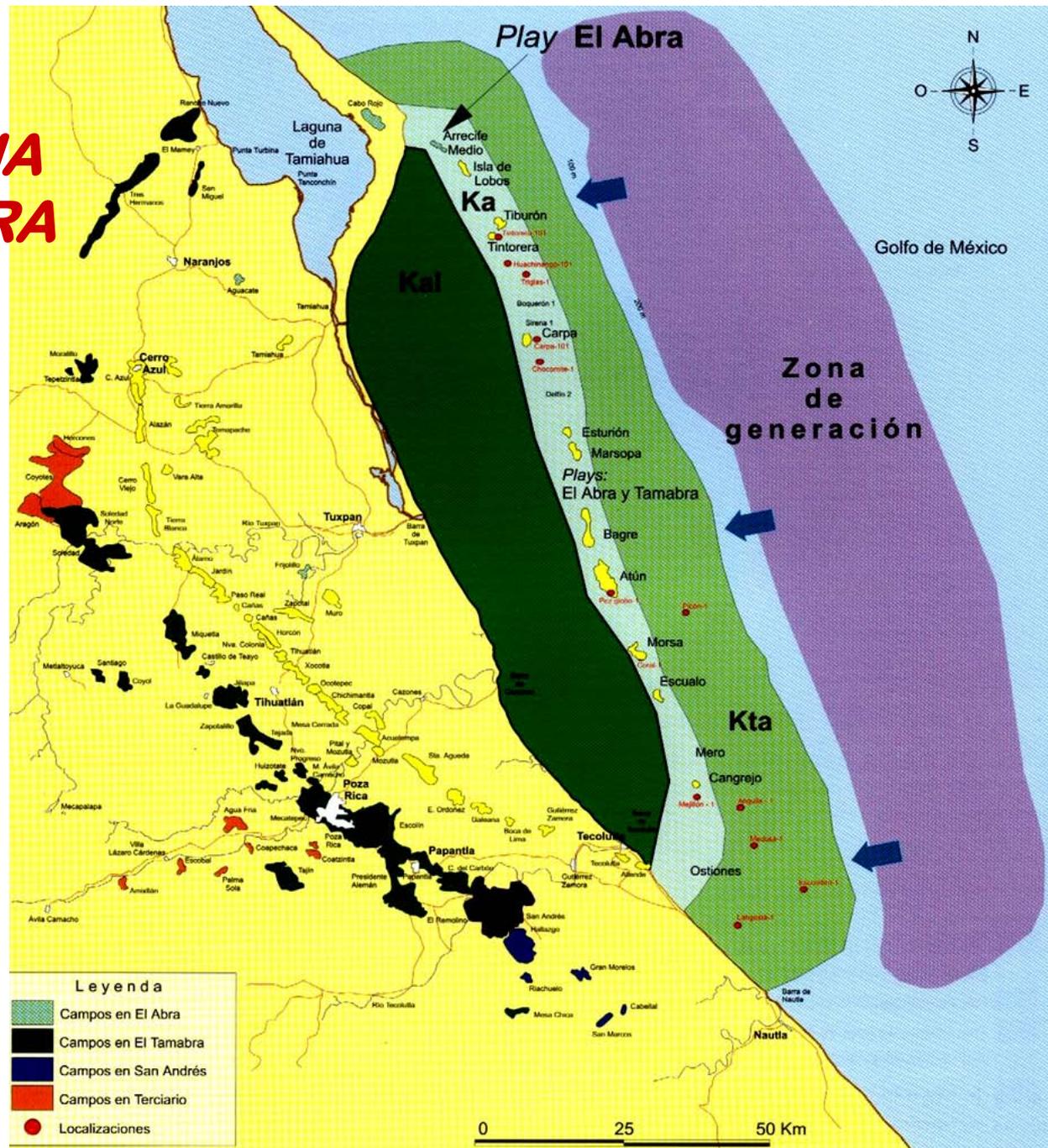


Figure 1. Ku-Maloob-Zaap Complex is located 105 kilometers northwest of Ciudad del Carmen, Campeche.

PROVINCIA PETROLERA

FAJA DE ORO (TAMPICO-MISANTLA)



Para que pueda existir un yacimiento es necesario la existencia de 4 elementos:

Generadora, migración, almacenadora y sello.

Las etapas de formación de un yacimiento petrolero se pueden resumir en cinco:

1. Formación del petróleo
2. Migración primaria (de la roca generadora de grano fino a la roca porosa y permeable que representa la roca almacenadora).
3. Migración secundaria (de la roca almacenadora a la trampa)
4. Entrampamiento
5. Conservación del yacimiento.

La generación del petróleo y la migración primaria del mismo, se efectúan en la roca generadora.

La distribución de este tipo de roca en una cuenca sedimentaria depende de las condiciones del relieve y del clima durante el momento del depósito.

Por lo que es necesario:

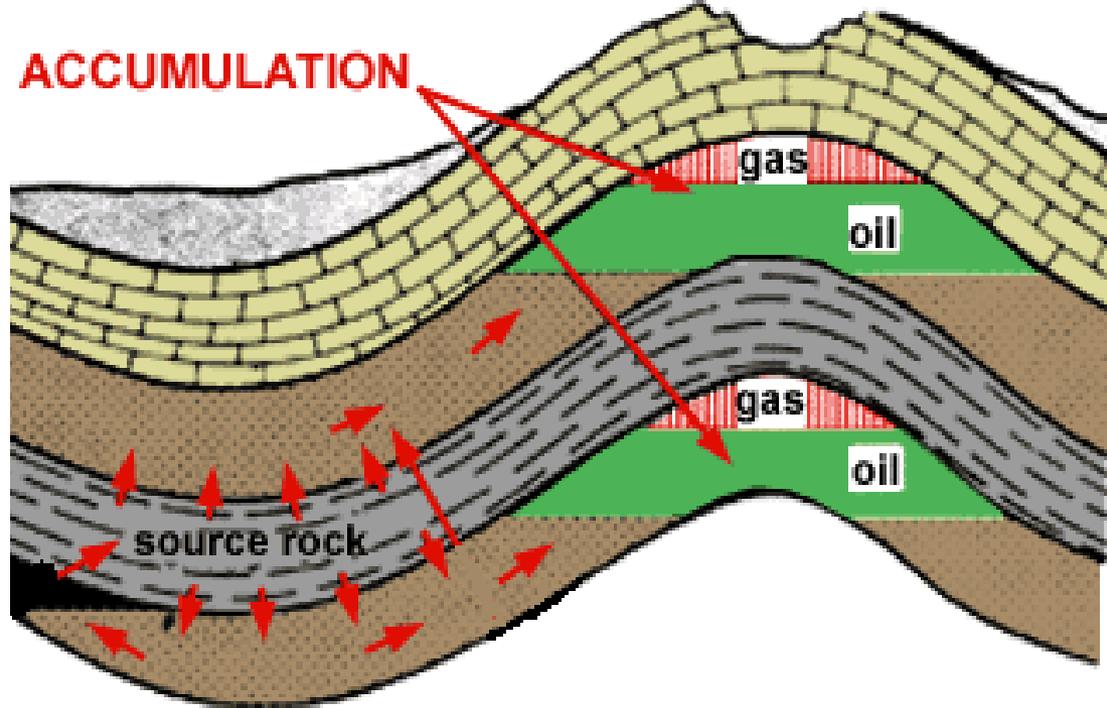
Reconstruir la historia geológica de la cuenca.

Aplicando todos los conocimientos sobre la evolución de la materia orgánica en las rocas, desde su depósito hasta su transformación en petróleo.

La determinación de una roca generadora está basada en:

En el contenido de materia orgánica.

El tipo de materia orgánica.



- El análisis óptico (del residuo palinológico), permite definir cualitativa y cuantitativamente cuatro tipos de materia orgánica:

1) Algáceo
2) Herbáceo

Permite considerar a la roca como generadora de hidrocarburos líquidos.

3) Leñoso
4) Carbonoso

Dan lugar a hidrocarburos gaseosos.

Si el residuo palinológico (polen), contiene materia mixta, entonces podemos considerar a la roca generadora de petróleo y gas.

Una gran variedad de sedimentos derivados de provincias geográficas y estratigráficas han sido estudiadas y han dado datos para deducir varios hechos con respecto a la formación del sedimento rico en materia orgánica.

La concentración de **la materia orgánica** no es inherente a ninguna litología en particular, más bien **tiende a estar asociada con los sedimentos de grano fino**.

Hunt, **demonstró que las partículas más pequeñas, aparentemente debido a su mayor capacidad de absorción**, están asociadas con mayor cantidad de materia orgánica.

Tamaño de Partícula	Promedio % en peso de materia orgánica
Roca de aluvión :	1.79%
Arcilla (2-4)	2.08%
Arcilla (menos de 2)	6.50%
Arenas	0.73%

Variación de materia orgánica con el tamaño de las partículas de la Lutita Viking de Canadá.

Relación del tamaño de las partículas en sedimentos y el promedio en porcentaje en peso de materia orgánica.

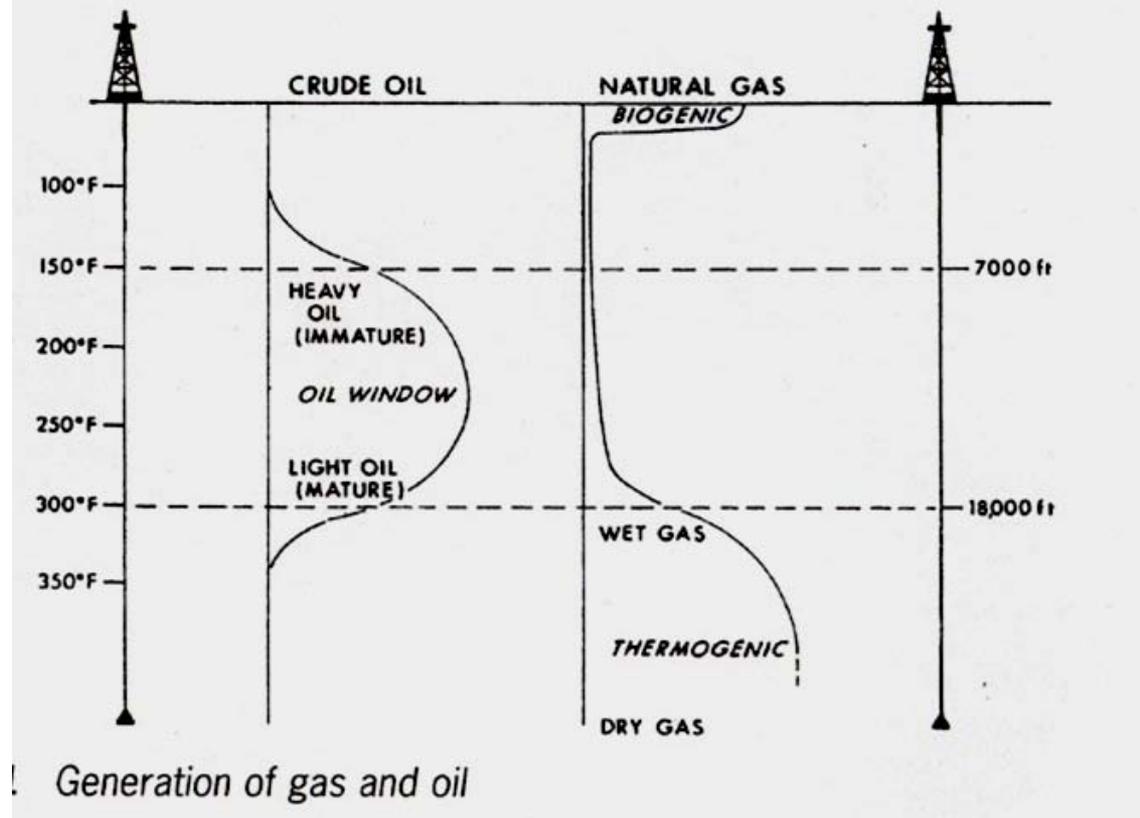
Escala de Udden-Wentworth para los diferentes tamaños de los granos.

Krumbein introduce el (phi)
 $\phi = -\log_2 \text{ mm}$

<i>Longitud de la partícula</i>			<i>Grado</i>	<i>Clase</i>	<i>Fracción</i>		
<i>m</i>	<i>mm</i>	ϕ			<i>Sin litificar</i>	<i>Litificado</i>	
4.1	4096	-12	<i>muy grueso</i>	Bloque	Grava	Conglomerado	
2.0	2048	-11					<i>grueso</i>
1.0	1024	-10					<i>medio</i>
0.5	512	-9					<i>fino</i>
0.25	256	-8	<i>grueso</i>	Guijón			
							<i>fino</i>
			32	-5			<i>muy grueso</i>
<i>grueso</i>							
	<i>medio</i>						
<i>fino</i>							
2	-1		Granulo				
1	0	<i>muy grueso</i>	Arenas	Arenas	Areniscas		
0.50	1	<i>grueso</i>					
0.25	2	<i>medio</i>					
0.125	3	<i>fino</i>					
0.063	4	<i>muy fino</i>	Limo	Lodos o limos	Limolitas o Lutitas		
0.031	5	<i>grueso</i>					
0.015	6	<i>medio</i>					
0.008	7	<i>fino</i>					
0.004	8	<i>muy fino</i>	Arcillas				
0.002	9						
0.001	10						
0.0005	11						
0.0002	12						
0.0001	13						

El factor más importante para la generación de aceites crudos desde la materia orgánica es:

TEMPERATURA



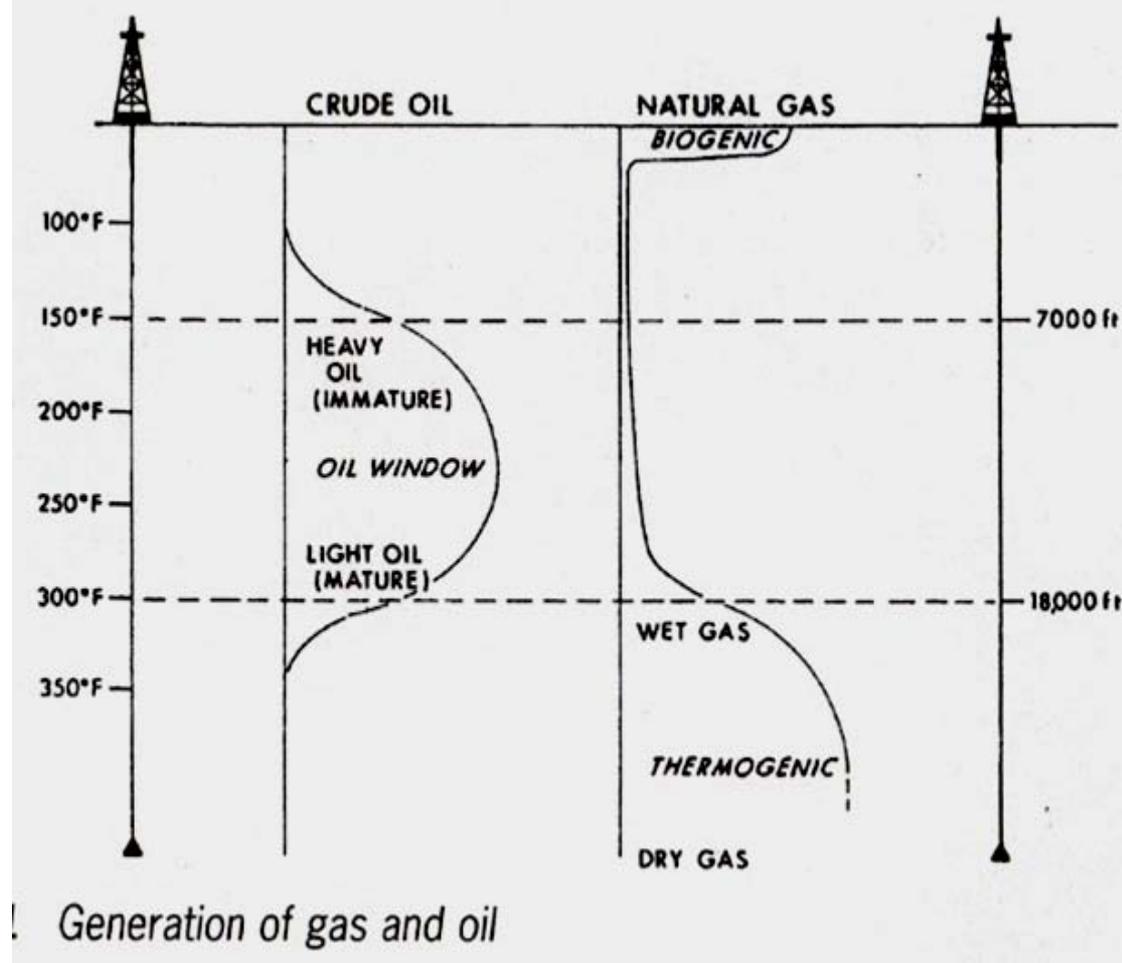
A unos cuantos metros de profundidad la acción bacteriana sobre la materia orgánica **forma grandes volúmenes de gas microbial o biogénico** (metano), gas pantano (swamp o marsh gas).

Por ejemplo los grandes campos de gas en el mundo como el de Urengoy (Siberia), se cree que es producto de gas biogénico atrapado debajo de un terreno permanentemente congelado (Permafrost), contiene 8 Tpc (trillones de pies cúbicos) (Tfc).

La generación de gas biogénico decrece con la profundidad, debido a que la acción bacteriana decrece cuando se incrementa la temperatura.

En una cuenca sedimentaria la generación de aceite comienza 60 a 65 °C y termina a 150 o 175 °C (2100 a los 5500 m).

El gas termogénico es el gas que puede ser atrapado (gas seco o el gas húmedo)



El tiempo también es un factor de generación.

El gas biogénico y termogénico se forma muy rápido, pero al aceite le toma mucho tiempo para su formación. (Las reacciones químicas son muy rápidas cuando se incrementa la temperatura (5.5°C).

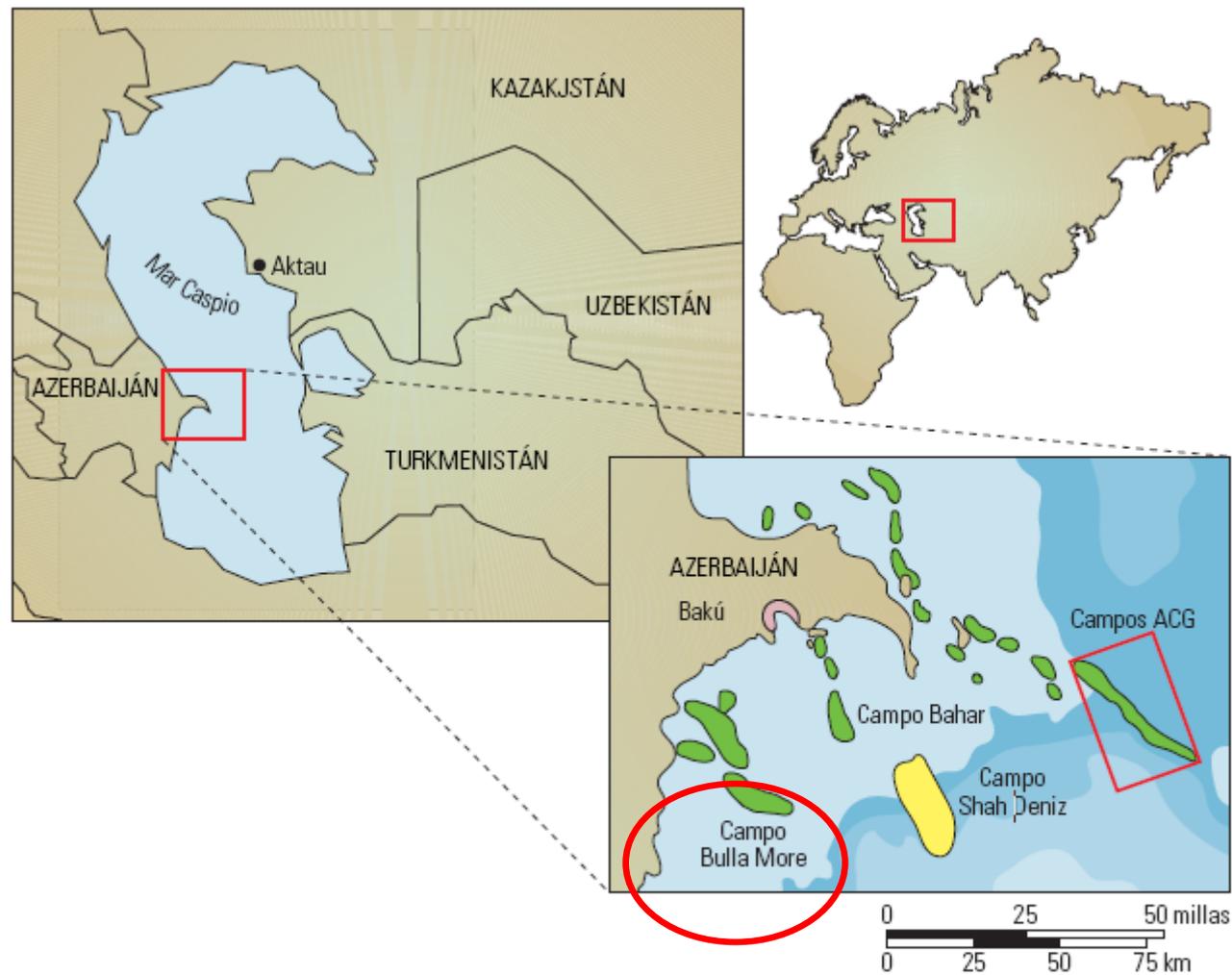
A temperaturas altas (150 °C) el aceite crudo es irreversible y se transforma a grafito (carbón) y gas natural.

El proceso es similar al craqueo en una refinería.

A esta profundidad
se transforma
el aceite a gas.



La mayor profundidad en la que el aceite se ha encontrado es a los 5240 m, en el campo Bulla-More, en el Mar Caspio.



^ Desarrollo de campos de petróleo y gas en Azerbaijón, Mar Caspio. BP posee una participación del 34% en el Campo Chirag, que forma parte del desarrollo de la megaestructura de los campos Azeri-Chirag-Guneshli (ACG). La megaestructura ACG contiene un volumen estimado de 10 mil millones de barriles [1,600 millones de m³] de petróleo en sitio, en un área de aproximadamente 48 km [30 millas] por 4.8 a 8 km [3 a 5 millas]. La producción de petróleo inicial del Campo Chirag constituyó la primera

Para el caso de México

El golfo de México es una de las regiones más importantes en el mundo. Se estima que ésta región contiene:

112.7 billones de barriles de aceite crudo

22.5 billones de barriles de gas natural líquido

523.8 trillones de pies cúbicos de gas natural.

Para un total de **222.5 billones de aceite crudo equivalente (Nehring, 1991)**

Las regiones petroleras localizadas en el Golfo de México, son fundamentalmente productoras de aceite con más del 80% del total de las reservas petroleras de ésta región.



- Estudios de geoquímica indican que el petróleo que se produce en México ha sido generado, principalmente por **lutitas calcáreas y calizas arcillosas** del Jurásico Superior, y en menor proporción por rocas generadoras del Paleógeno y Cretácico.



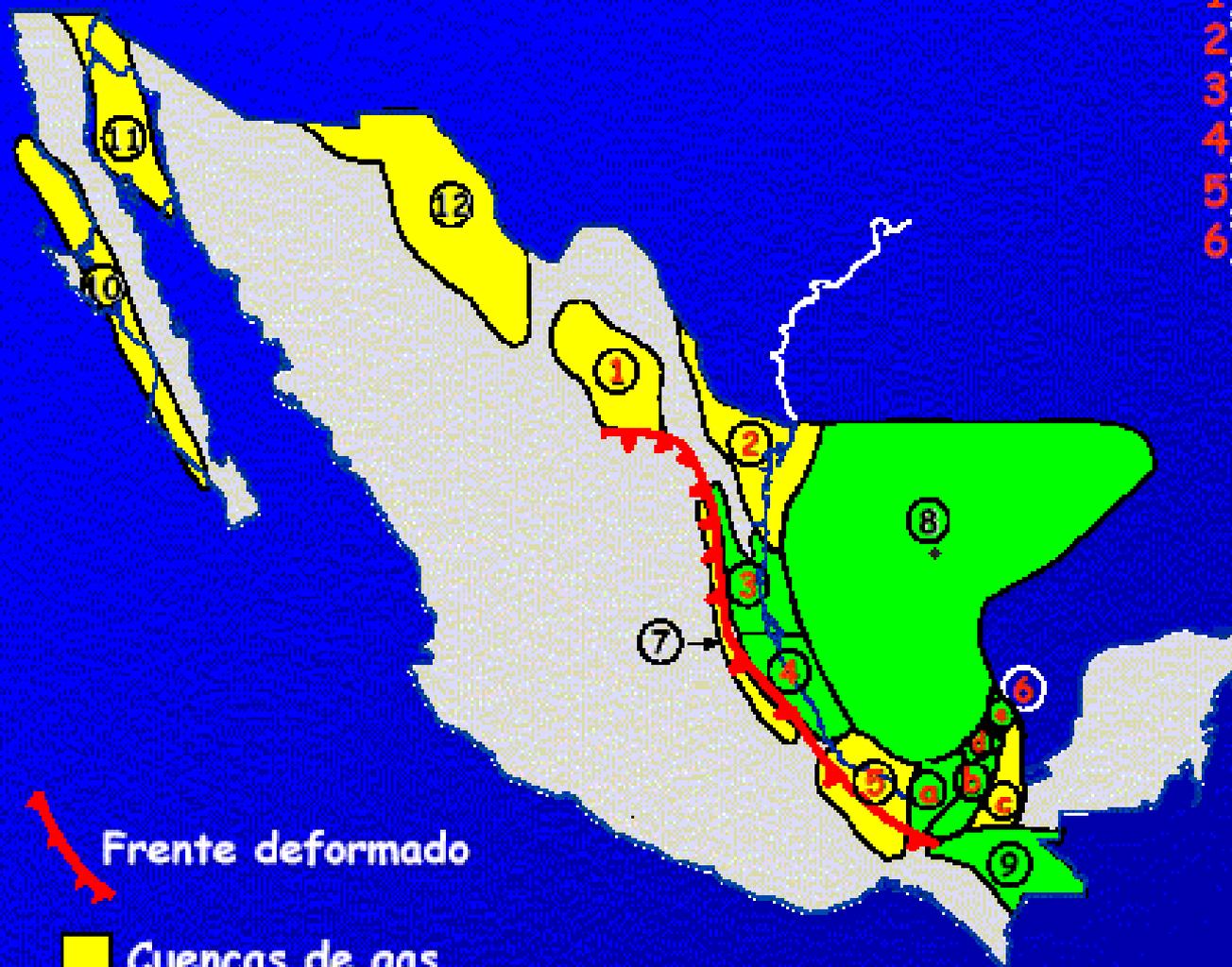
Productoras	Potencial medio-bajo
1. Sabinas-Península de Tamaulipas	7. Plataforma de Yucatán
2. Burgos	8. Sierra de Chiapas
3. Tampico-Misantla	9. Sierra Madre Oriental
4. Veracruz	10. Chihuahua
5. Sureste	11. Golfo de California
6. Golfo de México Profundo	12. Vizcaíno-La Purísima



■ Sin embargo, la mayor producción de petróleo y gas se limita a las **Cuencas de la Planicie Costera del Golfo de México**, a excepción de los yacimientos de gas de la **Cuenca de Sabinas** y de los yacimientos de aceite condensado de la **Sierra de Chiapas y el Golfo de California**.

Figura 1: Provincias petroleras de México.

Cuencas petroleras de México



Productoras

- 1) Sabinas
- 2) Burgos
- 3) Tampico
- 4) Misantla
- 5) Veracruz
- 6) Sureste:
 - a) Salina del Istmo
 - b) Reforma-Comalcalco
 - c) Macuspana
 - d) Litoral de Tabasco
 - e) Sonda de Campeche

No Productoras

Con Potencial medio-alto

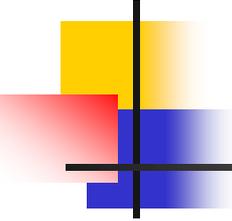
- 7) Sierra Madre Oriental
- 8) Golfo de México Prof.

Con Potencial bajo

- 9) Sierra de Chiapas
- 10) California
- 11) Golfo de California
- 12) Chihuahua

Frente deformado

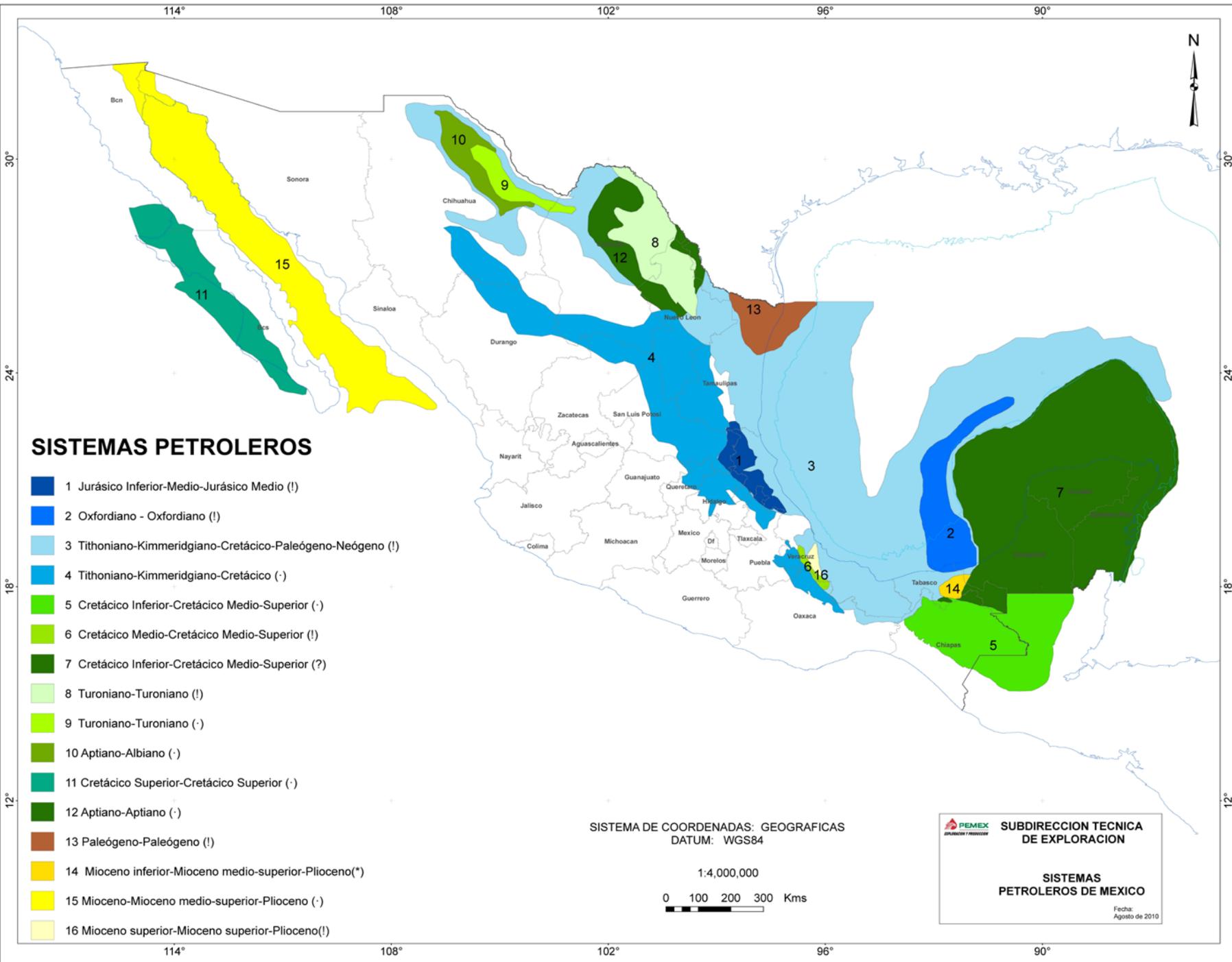
Cuencas de gas no asociado

- 
- Estudios geológicos y geoquímicos han demostrado la existencia de subprovincias de diversas rocas generadoras potenciales depositadas en diferentes ambientes sedimentarios
-

Por ejemplo en la parte suroccidental del Golfo de México, las rocas generadoras más importantes por su producción y reservas, son las rocas del Jurásico superior.

Tampico-Mizantla, Chiapas y Tabasco: Kimmeridgiano-Tithoniano

Sur de México : margas y calizas arcillosas del Tithoniano



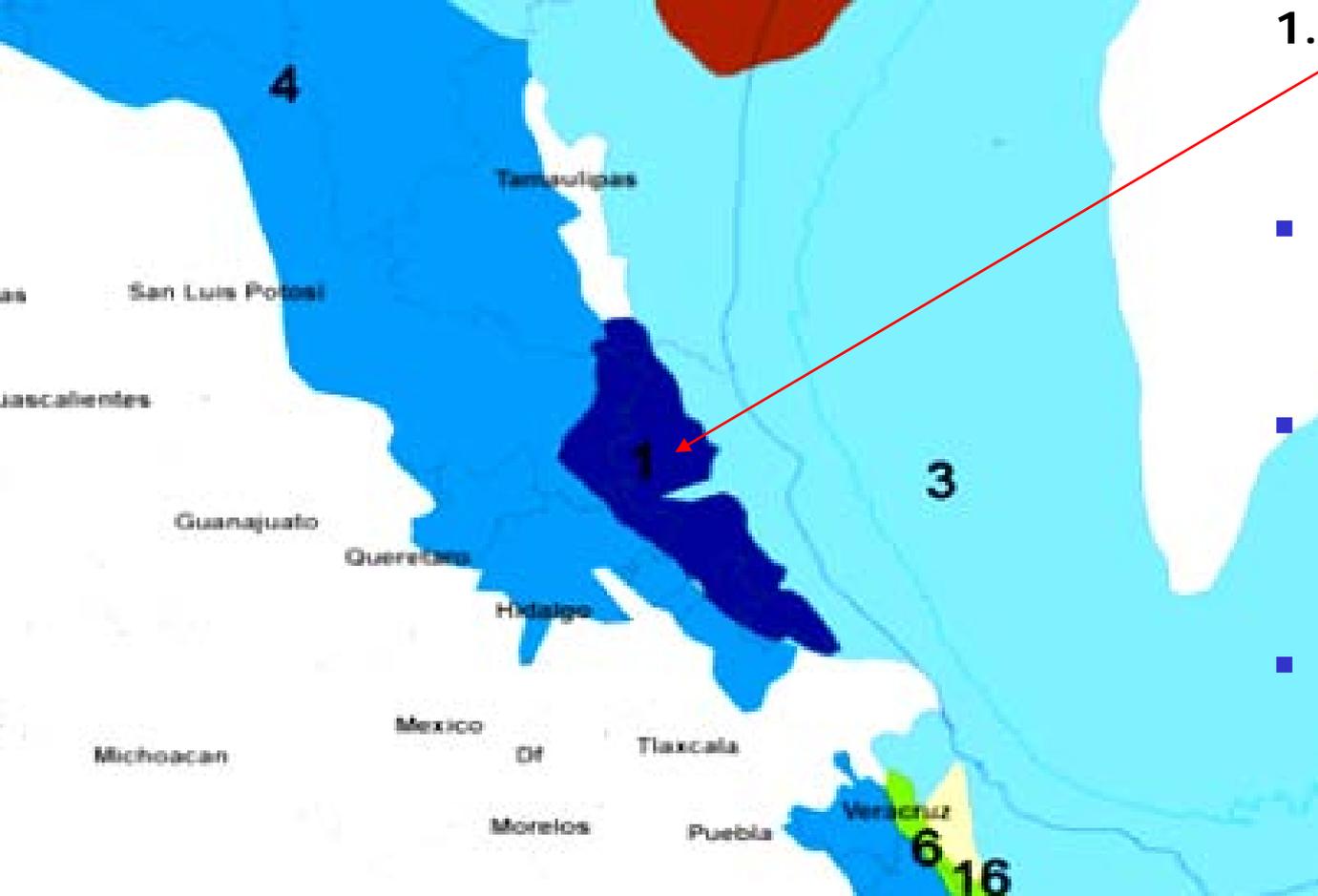
Sistemas Petroleros

1.- Jurásico Inferior-Medio-Jurásico Medio (!)
2.- Oxfordiano-Oxfordiano (!)
3.- Tithoniano-Kimmeridgiano-Cretácico-Paleógeno-Neógeno (!)
4.- Tithoniano-Kimmeridgiano-Cretácico (-)
5.- Cretácico Inferior-Cretácico Medio-Superior (-)
6.- Cretácico Medio-Cretácico Medio-Superior (!)
7.- Cretácico Inferior-Cretácico Medio-Superior (?)
8.- Turoniano -Turoniano (!)
9.- Turoniano -Turoniano (-)
10.- Aptiano-Albiano (-)
11.- Cretácico Superior-Cretácico Superior (-)
12.- Aptiano-Aptiano (-)
13.- Paleógeno-Paleógeno (!)
14.- Mioceno inferior-Mioceno medio-superior-Plioceno (!)
15.- Mioceno- Mioceno medio-superior -Plioceno (-)
16.- Mioceno superior-Mioceno superior-Plioceno (!)

Tabla 1. Tabla de Sistemas Petroleros de México.

Nivel	Símbolo	Criterios
Conocido	(!)	Hay correlaciones de Aceite-Roca o Gas-Roca. Ejemplo: Tamán –Pimienta-San Andrés Poza Rica
Hipotético	(.)	Ausencia de correlaciones, pero hay evidencias del origen del gas o aceite (Rocas Generadoras). Ejemplo: Tamán –Pimienta-Tamaulipas de la Sierra Madre Oriental
Especulativo	(?)	Solo hay postulados geológicos y/o geofísicos.

El sistema petrolero es un sistema natural, que incluye todos los elementos y procesos geológicos esenciales para que un yacimiento de aceite y/o gas exista en la naturaleza.



1.- Jurásico Inferior-Medio-Jurásico Medio (!)

- Roca generadora del Jurásico Inferior y Medio

- La generación y migración abarca desde el Cretácico Inferior al Oligoceno.

- Lutitas carbonosas de ambiente transicional marino-lacustre.

- Materia orgánica es leñosa y amorfa.

- Rocas precursoras de aceite ligero y gas.

- La roca almacén consiste en litarenitas feldespáticas de grano fino, medio a grueso con porciones de aspecto conglomerático y calizas oolíticas y bioclásticas de la Formación Huehuetepic.

- El sello intraformacional son lutitas.

- Las trampas son de tipo combinado asociadas a los bloques del rift del Triásico-Jurásico Temprano.



INTERNATIONAL STRATIGRAPHIC CHART

International Commission on Stratigraphy



eonthem Eon	erathem Era	system Period	Series Epoch	Stage Age	Age Ma	GSSP
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	Holocene			
				Upper	0.0117	▶
			Pleistocene	"Ionian"	0.126	
				Calabrian	0.781	
				Gelasian	1.806	▶
		Neogene	Pliocene	Piacenzian	2.588	▶
				Zanclean	3.600	▶
			Miocene	Messinian	5.332	▶
				Tortonian	7.246	▶
				Serravallian	11.608	▶
	Paleogene	Oligocene	Langhian	13.82	▶	
			Burdigalian	15.97	▶	
			Aquitanian	20.43	▶	
			Chattian	23.03	▶	
			Rupelian	28.4 ± 0.1	▶	
		Eocene	Priabonian	33.9 ± 0.1	▶	
			Bartonian	37.2 ± 0.1	▶	
			Lutetian	40.4 ± 0.2	▶	
			Ypresian	48.6 ± 0.2	▶	
			Thanetian	55.8 ± 0.2	▶	
	Paleocene	Selandian	58.7 ± 0.2	▶		
		Danian	~ 61.1	▶		
		Maastrichtian	65.5 ± 0.3	▶		
		Campanian	70.6 ± 0.6	▶		
		Santonian	83.5 ± 0.7	▶		
	Mesozoic	Cretaceous	Upper	Coniacian	85.8 ± 0.7	▶
				Turonian	~ 88.6	▶
				Cenomanian	93.6 ± 0.8	▶
			Lower	Albian	99.6 ± 0.9	▶
				Aptian	112.0 ± 1.0	▶
Jurassic		Upper	Barremian	125.0 ± 1.0	▶	
			Hauterivian	130.0 ± 1.5	▶	
		Middle	Valanginian	~ 133.9	▶	
			Visean	140.2 ± 3.0	▶	
			Berriasian	145.5 ± 4.0	▶	

eonthem Eon	erathem Era	system Period	Series Epoch	Stage Age	Age Ma	GSSP
Phanerozoic	Mesozoic	Jurassic	Upper	Tithonian	145.5 ± 4.0	▶
				Kimmeridgian	150.8 ± 4.0	▶
			Middle	Oxfordian	~ 155.6	▶
				Callovian	161.2 ± 4.0	▶
				Bathonian	164.7 ± 4.0	▶
		Lower	Bajocian	167.7 ± 3.5	▶	
			Aalenian	171.6 ± 3.0	▶	
			Toarcian	175.6 ± 2.0	▶	
			Pliensbachian	183.0 ± 1.5	▶	
			Sinemurian	189.6 ± 1.5	▶	
	Triassic	Upper	Hettangian	196.5 ± 1.0	▶	
			Rhaetian	199.6 ± 0.6	▶	
			Norian	203.6 ± 1.5	▶	
			Camian	216.5 ± 2.0	▶	
			Ladinian	~ 228.7	▶	
		Middle	Anisian	237.0 ± 2.0	▶	
			Olenekian	~ 245.9	▶	
			Induan	~ 249.5	▶	
			Lopingian	251.0 ± 0.4	▶	
			Changhsingian	253.8 ± 0.7	▶	
	Permian	Wuchiapingian	Wuchiapingian	260.4 ± 0.7	▶	
			Capitanian	265.8 ± 0.7	▶	
			Roadian	268.0 ± 0.7	▶	
			Kungurian	270.6 ± 0.7	▶	
			Artinskian	275.6 ± 0.7	▶	
		Lower	Sakmarian	284.4 ± 0.7	▶	
			Asselian	294.6 ± 0.8	▶	
			Gzhelian	299.0 ± 0.8	▶	
			Kasimovian	303.4 ± 0.9	▶	
			Moscovian	307.2 ± 1.0	▶	
Carboniferous	Pennsylvanian	Upper	Bashkirian	311.7 ± 1.1	▶	
		Lower	Serpukhovian	318.1 ± 1.3	▶	
	Mississippian	Upper	Visean	328.3 ± 1.6	▶	
		Middle	Tournaisian	345.3 ± 2.1	▶	
		Lower	Tournaisian	359.2 ± 2.5	▶	

eonthem Eon	erathem Era	system Period	Series Epoch	Stage Age	Age Ma	GSSP
Phanerozoic	Paleozoic	Devonian	Upper	Famennian	359.2 ± 2.5	▶
				Frasnian	374.5 ± 2.6	▶
			Middle	Givetian	385.3 ± 2.6	▶
				Eifelian	391.8 ± 2.7	▶
				Emsian	397.5 ± 2.7	▶
		Lower	Pragian	407.0 ± 2.8	▶	
			Lochkovian	411.2 ± 2.8	▶	
		Silurian	Pridoli	416.0 ± 2.8	▶	
			Ludlow	418.7 ± 2.7	▶	
			Gorstian	Ludfordian	421.3 ± 2.6	▶
	Homerian			422.9 ± 2.5	▶	
	Wenlock		426.2 ± 2.4	▶		
	Ordovician	Upper	Sheinwoodian	428.2 ± 2.3	▶	
			Telychian	436.0 ± 1.9	▶	
		Middle	Aeronian	439.0 ± 1.8	▶	
			Rhuddanian	443.7 ± 1.5	▶	
			Hirnantian	445.6 ± 1.5	▶	
	Cambrian	Upper	Katian	455.8 ± 1.6	▶	
			Sandbian	480.9 ± 1.6	▶	
		Lower	Darmwilian	488.1 ± 1.6	▶	
			Dapingian	471.8 ± 1.6	▶	
			Floian	478.6 ± 1.7	▶	
	Precambrian	Proterozoic	Neoproterozoic	Tremadocian	488.3 ± 1.7	▶
				Stage 10	~ 492 *	▶
				Stage 9	~ 496 *	▶
			Paleoproterozoic	Paibian	~ 499	▶
				Guzhangian	~ 503	▶
		Archean	Upper	Drumian	~ 506.5	▶
				Stage 5	~ 510 *	▶
			Lower	Stage 4	~ 515 *	▶
Stage 3				~ 521 *	▶	
Stage 2				~ 528 *	▶	
Terreneuvian	Fortunian	542.0 ± 1.0	▶			

eonthem Eon	erathem Era	system Period	Age Ma	GSSP GSSA	
Phanerozoic	Proterozoic	Ediacaran	542		
			~ 635	▶	
			850	▶	
		Mesoproterozoic	Tonian	1000	▶
			Stenian	1200	▶
			Ectasian	1400	▶
		Paleoproterozoic	Calymnian	1600	▶
			Statherian	1800	▶
			Orosinian	2050	▶
		Archean	Rhyacian	2300	▶
			Siderian	2500	▶
			Neoproterozoic	2800	▶
		Archean	Neoproterozoic	3200	▶
			Mesoproterozoic	3600	▶
			Paleoproterozoic	4000	▶
Archean	Eoarchean	~ 4600	▶		
	Hadean (informal)	~ 4600	▶		

Subdivisions of the global geologic record are formally defined by their lower boundary. Each unit of the Phanerozoic (~542 Ma to Present) and the base of Ediacaran are defined by a basal Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP), whereas Precambrian units are formally subdivided by absolute age (Global Standard Stratigraphic Age, GSSA). Details of each GSSP are posted on the ICS website (www.stratigraphy.org).

Numerical ages of the unit boundaries in the Phanerozoic are subject to revision. Some stages within the Cambrian will be formally named upon international agreement on their GSSP limits. Most sub-Series boundaries (e.g., Middle and Upper Aptian) are not formally defined.

Colors are according to the Commission for the Geological Map of the World (www.cgmw.org). The listed numerical ages are from 'A Geologic Time Scale 2004', by F.M. Gradstein, J.G. Ogg, A.G. Smith, et al. (2004; Cambridge University Press) and 'The Concise Geologic Time Scale' by J.G. Ogg, G. Ogg and F.M. Gradstein (2008).

This chart was drafted by Gabi Ogg. Intra Cambrian unit ages with * are informal, and awaiting ratified definitions. Copyright © 2010 International Commission on Stratigraphy

2.- Oxfordiano-Oxfordiano

- Rocas generadoras: **lutitas calcáreas de ambiente de rampa externa.**

- La **generación** y migración de hidrocarburos ocurre desde el **Mioceno al Reciente.**

- **Materia orgánica** de tipo **amorfo sapropélica-herbácea**

- Generan **aceites ligeros y pesados.**

- Los hidrocarburos son almacenados en arenas depositadas en un ambiente eólico y costero en la parte inferior del Oxfordiano.

- Roca sello compuesta por una secuencia de anhidrita del mismo Oxfordiano.

- Trampas: bloques rotados, conformando trampas estructurales con cierres contra falla.



← 10 a 100 km →

MSL

FWWB

SWB

PC

Efectos de escasos
tsunami

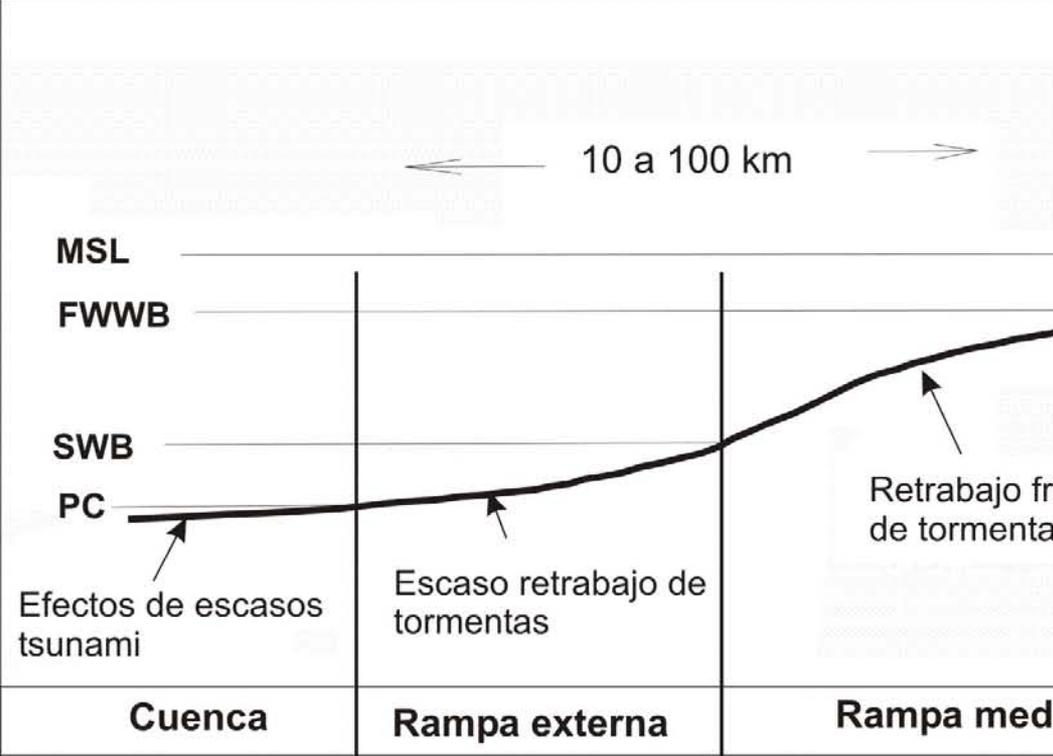
Escaso retrabajo de
tormentas

Retrabajo fr
de tormenta

Cuenca

Rampa externa

Rampa medi



PLATAFORMAS CARBONATADAS

Plataformas carbonatadas bordeadas



Planas, someras y restringidas.
Caracterizadas por un borde que
detiene la acción del oleaje.

Ej. **Sur de La Florida, Plataforma de Belice**
Comunes en áreas con aguas cálidas

Plataformas carbonatadas no bordeadas



Planas, someras y abiertas.
Sin un borde marginal pronunciado.

Ej. **Oeste de La Florida, Yucatán, Brasil**
Comunes en áreas con aguas frías

Rampas Homoclinales

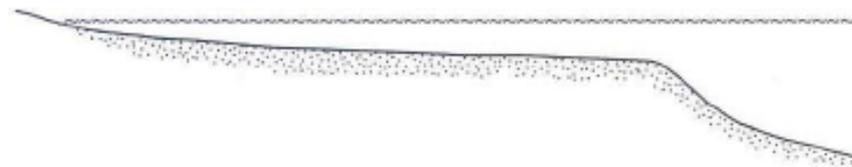


Someras y abiertas.
Con pendientes deposicionales
uniformes y ligeras.

Pasan de facies someras de
alta energía a facies lodosas
profundas sin un rompimiento
en el escarpamiento.

Ej. **Golfo Arábico, Oeste de Australia**
Comunes tanto en aguas cálidas como frías

Rampas Distantemente escarpadas



Igual que la anterior, pero
con un incremento pronunciado
en el escarpamiento
en su parte externa.

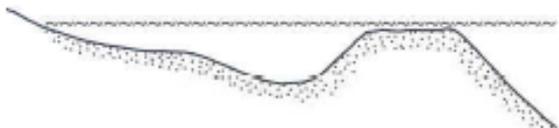
Ej. **Noreste de Yucatán,
Oeste de La Florida**
Comunes tanto en aguas cálidas
como frías

PLATAFORMAS CARBONATADAS

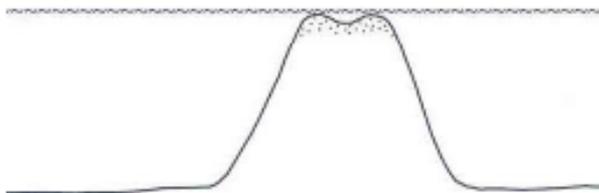
Plataformas Epeiricas



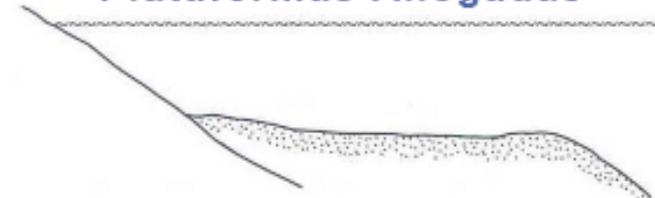
Plataformas Aisladas



Atolones Oceánicos



Plataformas Ahogadas



Áreas cratónicas planas muy extendidas cubiertas por mares muy someros.

El margen oceánico puede ser ligeramente escarpado y bordeado.
Ej. No existen buenos ejemplos actuales
Comúnes en aguas cálidas de los mares epeiricos del Paleozoico y Mesozoico

Plataformas someras aisladas desprendidas del margen continental.
Rodeadas de aguas profundas.
Bordeadas.

Ej. Banco de Bahamas

Plataformas someras aisladas formadas sobre volcanes extintos o subsidentes.
Rodeadas de aguas profundas.
Bordeadas.

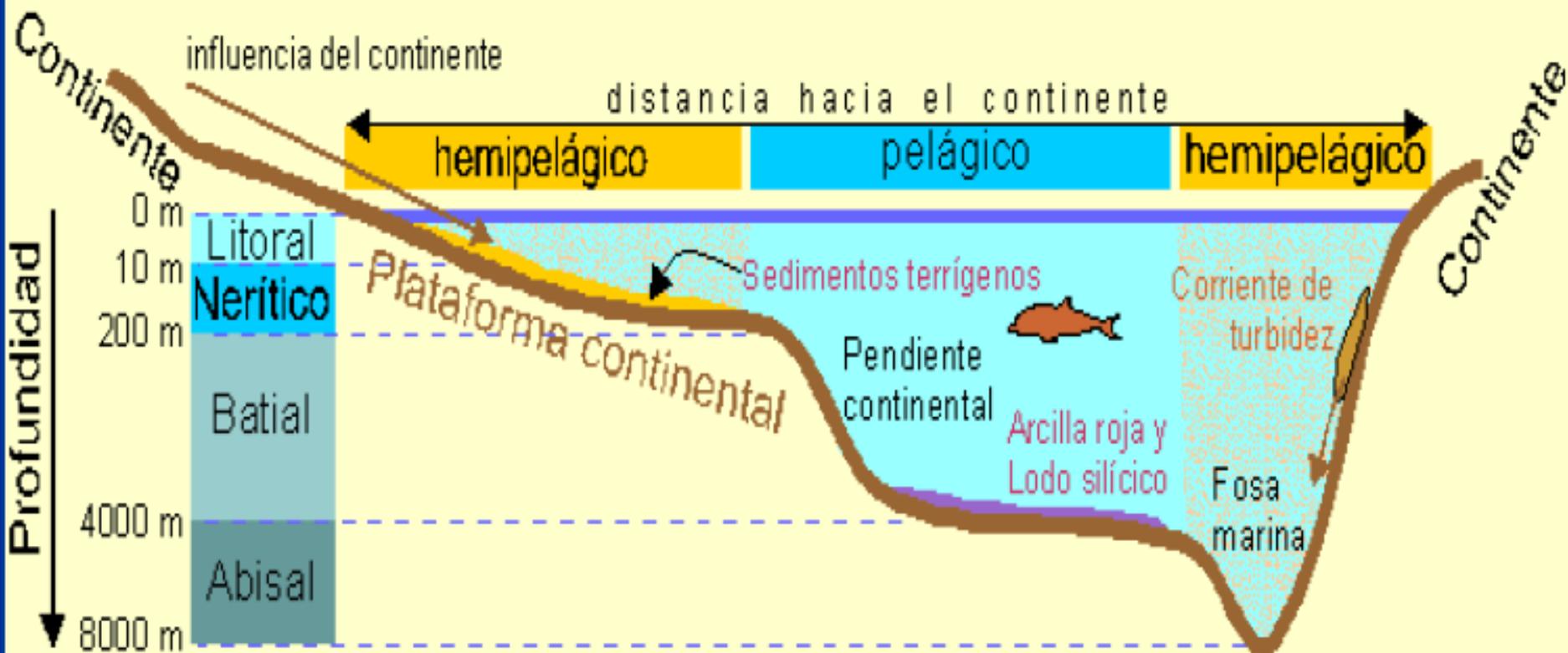
Ej. Islas Maldivas
Comúnes en el oeste y centro del Pacífico

Plataformas sumergidas que representan ancestros de plataformas someras.

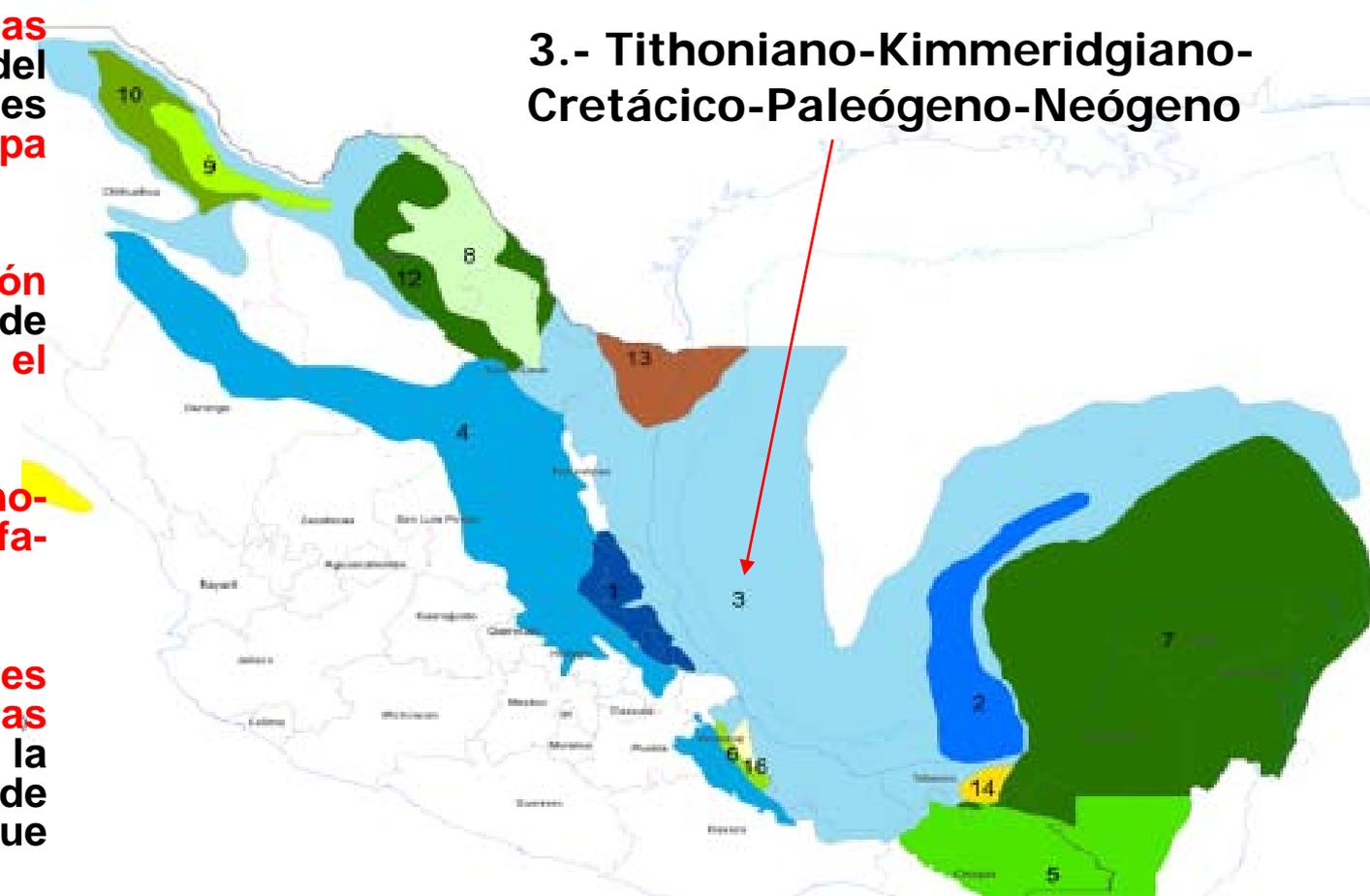
Tres posibles procesos:
1. Aumento rápido en el nivel del mar,
2. Subsistencia extrema,
3. Reducción drástica en la producción carbonatada por estrés ambiental.

Ej. Meseta Blake al norte de Bahamas
Comúnes en el oeste y centro del Pacífico

El ambiente marino



3.- Tithoniano-Kimmeridgiano-Cretácico-Paleógeno-Neógeno



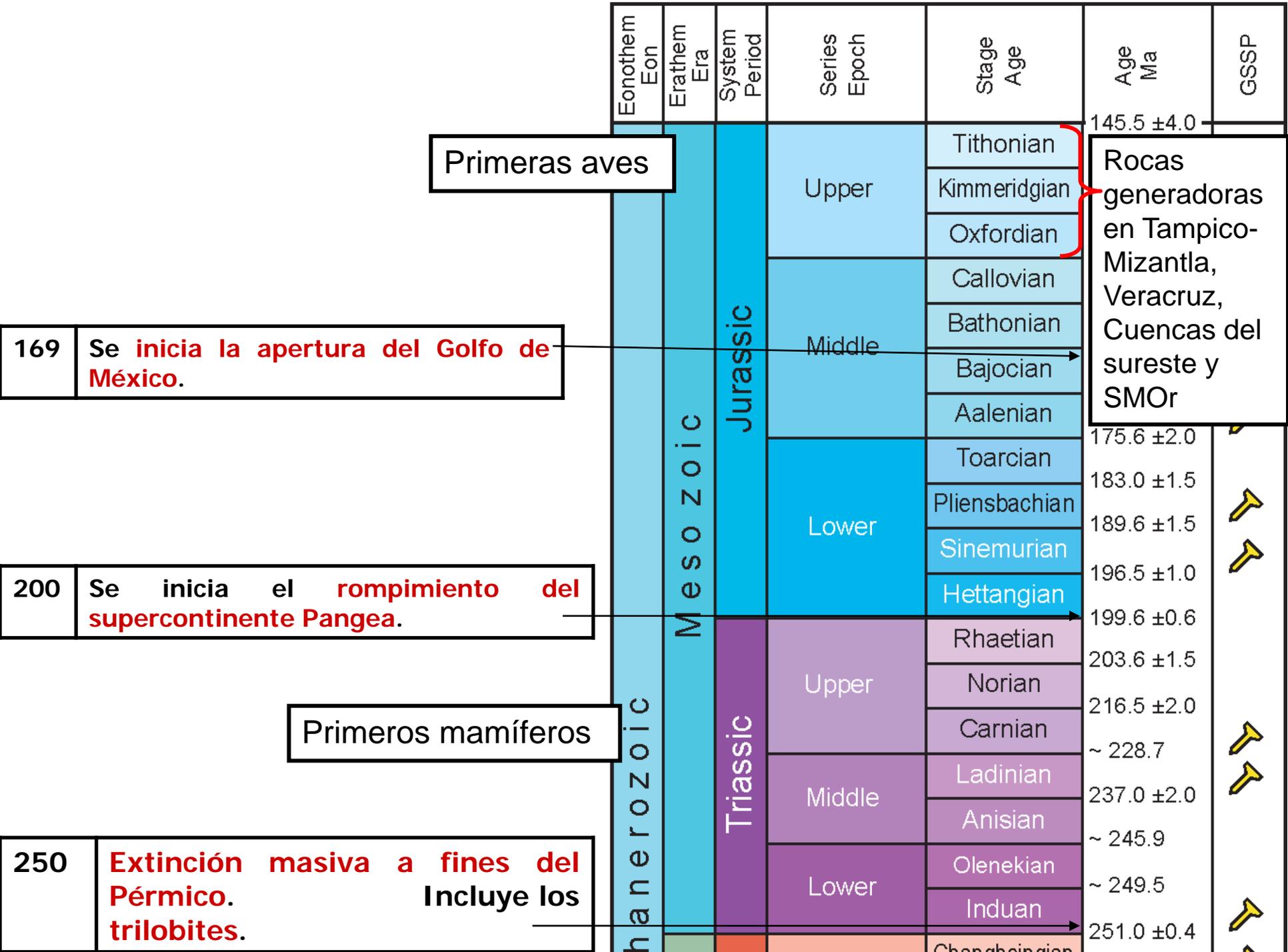
Roca generadora: **lutitas y calizas arcillosas** del **Tithoniano** de ambientes que varían **de rampa externa a cuenca**.

El tiempo de **generación** y migración abarca desde el **Paleógeno hasta el Reciente**.

Materia orgánica ligno-húmica a amorfa-sapropélica.

Precursoras de aceites extra pesados hasta gas seco de acuerdo a la evolución geológica de las provincias en las que se encuentra.

- Las rocas almacenadoras principales consisten de rocas carbonatadas mesozoicas y siliciclásticas cenozoicas.
- Los sellos regionales principalmente corresponden a calizas arcillosas, lutitas y de manera local evaporitas que sobreyacen a las principales rocas almacenadoras. Adicionalmente se tiene sellos intraformacionales arcillosos principalmente en el Cenozoico.
- Los yacimientos se encuentran en trampas principalmente estructurales y combinadas de diversos tipos y orígenes.



Primeras aves

169 Se inicia la apertura del Golfo de México.

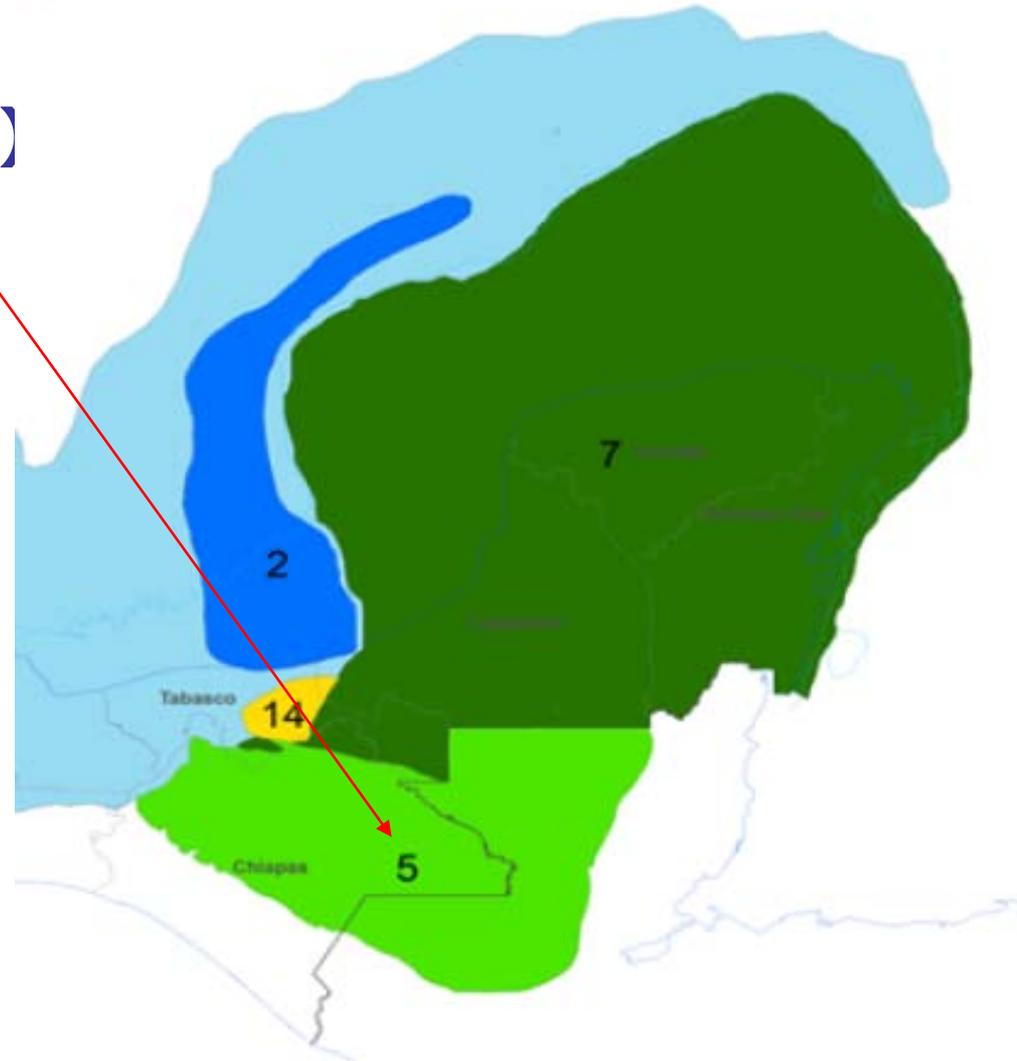
200 Se inicia el rompimiento del supercontinente Pangea.

Primeros mamíferos

250 Extinción masiva a fines del Pérmico. Incluye los trilobites.

5.- Cretácico Inferior- Cretácico Medio-Superior (-)

- Rocas generadoras: **microdolomías laminadas** con intercalaciones de **carpetas de algas y anhidrita** que muestran **cambios de facies evaporíticas a ambientes marinos de plataforma.**
- La **generación** inicia a partir del **Cretácico Medio al Reciente.**
- **Materia orgánica** es de tipo **bacterial y algácea** que es **predecesora de aceite y gas.**
- Las rocas almacén del Cretácico Medio y Superior son rocas carbonatadas de plataforma y parches arrecifales asociados a evaporitas.
- La roca sello está constituida por lutitas y anhidritas intraformacionales.
- Las trampas son pliegues suaves y angostos.



6.- Cretácico Medio-Cretácico Medio-Superior (!)

- Rocas potencialmente generadoras consisten de **alternancias de anhidritas, dolomías y carpetas de algas, depositadas en condiciones carbonatadas-evaporíticas restringidas de aguas someras y calizas arcillosas de rampa interna.**

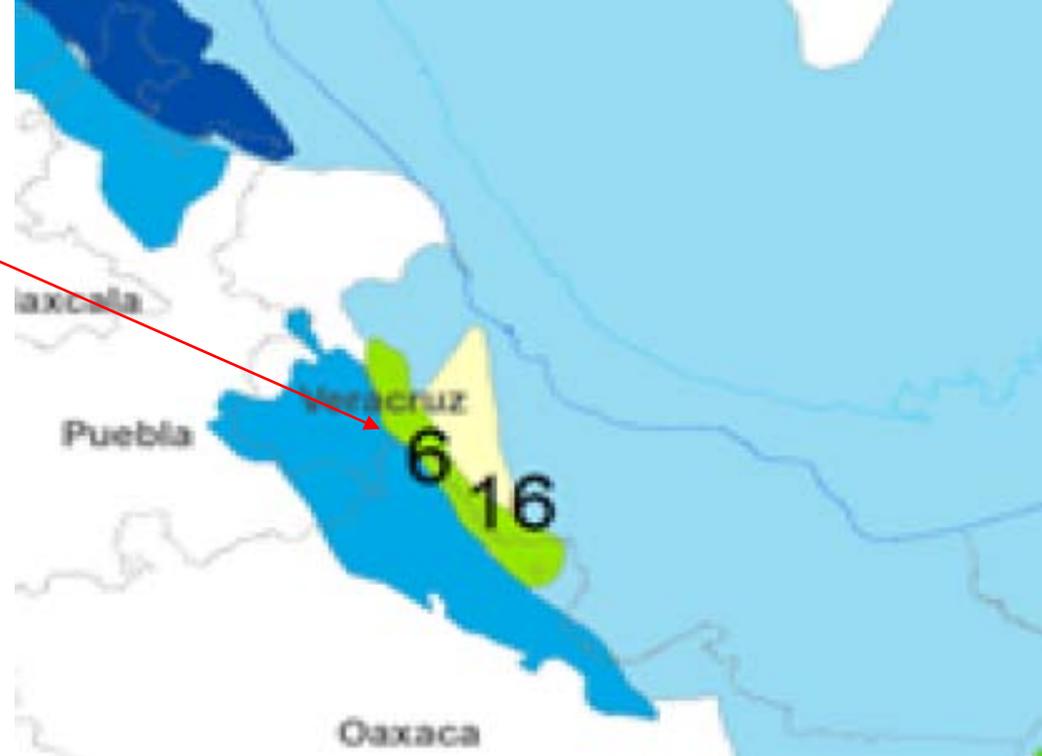
- La **generación** inicia a partir del **Cretácico Medio al Reciente.**

- Materia orgánica **amorfa-algácea y herbácea.**

- Las rocas almacenadoras del Cretácico Medio son calizas y dolomías de plataforma, para el Cretácico Superior son rocas carbonatadas de plataforma y talud.

- Las rocas sello son calizas arcillosas, margas y lutitas de aguas profundas.

- Las trampas son estructurales.



7.- Cretácico Inferior- Cretácico Medio (?)

Se postulan como rocas generadoras a las secuencias de **evaporitas y carbonatos del Cretácico Inferior y probablemente hasta el Cretácico Medio.**

La generación inicia en el **Eoceno** y continúa **hasta la actualidad.**

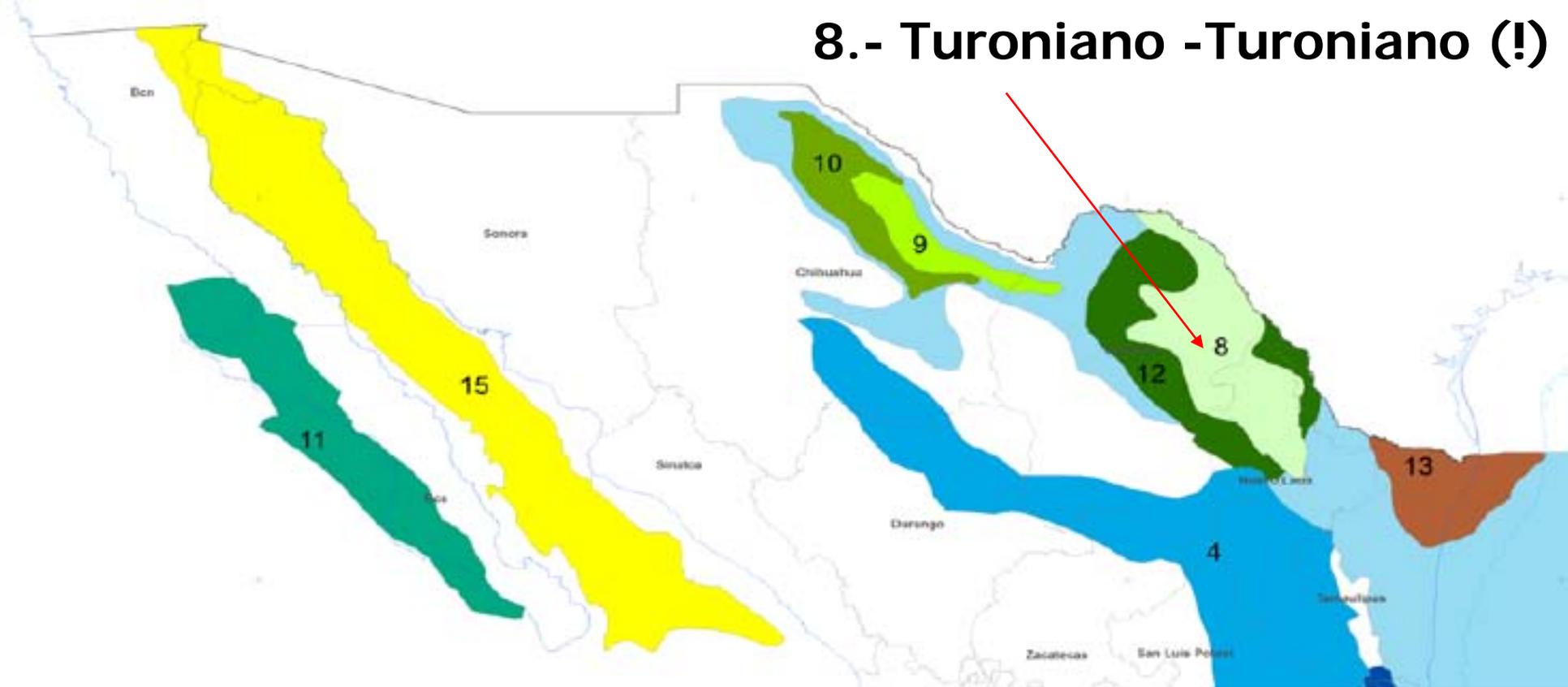
Materia orgánica algácea y lignocelulósica, además se han identificado **bitúmenes sólidos**, se postula que esta sea precursora de **aceite pesado a ligero.**

Las rocas almacenadoras potenciales son calizas y dolomías de plataforma de edad Cretácico Inferior, Medio y Superior.



- El sello potencial en las trampas cretácicas, corresponden a secuencias evaporíticas intercaladas entre las calizas y dolomías.
- Las trampas estructurales son pliegues sutiles debido a la escasa deformación.

8.- Turoniano -Turoniano (!)



Roca generadora: lutitas y calizas arcillosas de ambiente de plataforma externa.
La generación y migración del hidrocarburo ocurre del Paleoceno al Reciente.
Materia orgánica amorfa-sapropélica que favorece la generación de aceite y gas.
Las rocas almacén: carbonatos fracturados de cuenca y areniscas en las facies transicionales.

El sello consiste en los cuerpos arcillosos que se encuentran interestratificados en las facies deltaicas y el sello regional son las lutitas del Terciario inferior.
Las trampas son de tipo estructural y fuertemente fracturadas en sus crestas de posible origen laramídico.

Productoras	Potencial medio-bajo
1. Sabinas-Península de Tamaulipas	7. Plataforma de Yucatán
2. Burgos	8. Sierra de Chiapas
3. Tampico-Misantla	9. Sierra Madre Oriental
4. Veracruz	10. Chihuahua
5. Sureste	11. Golfo de California
6. Golfo de México Profundo	12. Vizcaíno-La Purísima



Figura 1: Provincias petroleras de México



INTERNATIONAL STRATIGRAPHIC CHART

International Commission on Stratigraphy

Eonothem Era	Erathem Era	System Period	Series Epoch	Stage Age	Age Ma	GSSP	
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	Holocene		0.0117	🚩	
			Pleistocene	Upper		0.126	
				"Ionian"		0.781	
				Calabrian		1.806	🚩
				Gelasian		2.588	🚩
						3.600	🚩
		Pliocene	Piacenzian		5.332	🚩	
			Zanclean		7.246	🚩	
		Neogene	Miocene	Messinian		11.808	🚩
				Tortonian		13.82	🚩
				Serravallian		15.97	🚩
				Langhian		20.43	🚩
	Burdigalian				23.03	🚩	
	Aquitanian				26.4 ± 0.1	🚩	
	Oligocene			Chattian		33.9 ± 0.1	🚩
				Rupelian		37.2 ± 0.1	🚩
	Eocene			Priabonian		40.4 ± 0.2	🚩
				Bartonian		48.6 ± 0.2	🚩
		Lutetian		55.8 ± 0.2	🚩		
		Ypresian		58.7 ± 0.2	🚩		
	Paleocene	Thanetian		~ 61.1	🚩		
		Selandian		65.5 ± 0.3	🚩		
		Danian		70.6 ± 0.6	🚩		
				70.6 ± 0.6	🚩		
	Mesozoic	Cretaceous	Upper	Maastrichtian		70.6 ± 0.6	🚩
				Campanian		83.5 ± 0.7	🚩
				Santonian		85.8 ± 0.7	🚩
				Coniacian		88.6	🚩
				Turonian		83.6 ± 0.8	🚩
				Cenomanian		99.6 ± 0.9	🚩
				Albian		112.0 ± 1.0	🚩
				Aptian		125.0 ± 1.0	🚩
Barremian					130.0 ± 1.5	🚩	
Lower			Hauterivian		~ 133.9	🚩	
			Valanginian		140.2 ± 3.0	🚩	
			Berriasian		145.5 ± 4.0	🚩	

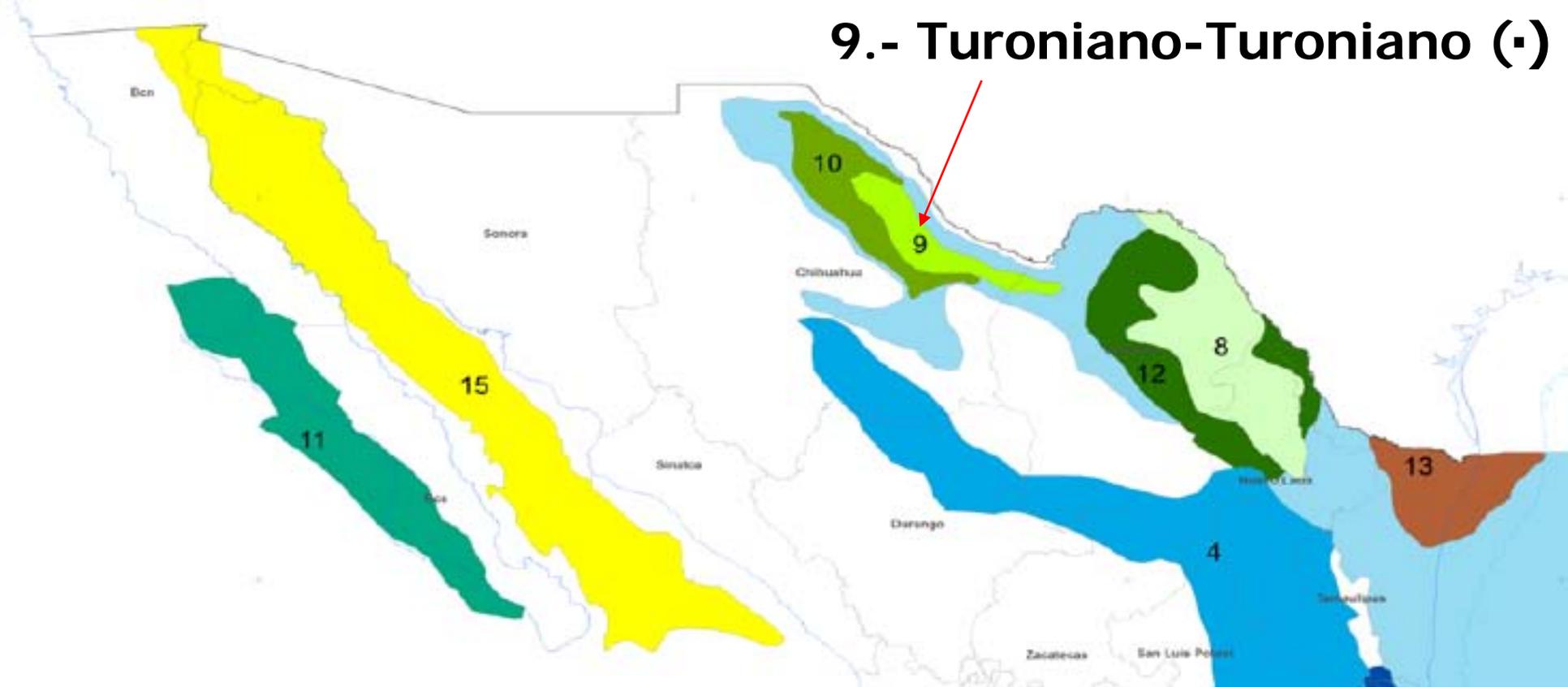
Eonothem Era	Erathem Era	System Period	Series Epoch	Stage Age	Age Ma	GSSP
Phanerozoic	Mesozoic	Jurassic	Upper	Tithonian		145.5 ± 4.0
				Kimmeridgian		150.8 ± 4.0
				Oxfordian		~ 155.6
			Middle	Callovian		161.2 ± 4.0
				Bathonian		164.7 ± 4.0
				Bajocian		167.7 ± 3.5
				Aalenian		171.6 ± 3.0
						175.6 ± 2.0
						183.0 ± 1.5
			Lower	Pliensbachian		189.6 ± 1.5
				Sinemurian		196.5 ± 1.0
				Hettangian		199.6 ± 0.6
		Triassic	Upper	Rhaetian		203.6 ± 1.5
				Norian		216.5 ± 2.0
				Carnian		~ 228.7
			Middle	Ladinian		237.0 ± 2.0
				Anisian		~ 245.9
			Lower	Olenekian		~ 249.5
	Paleozoic	Permian	Lopingian	Changhsingian		251.0 ± 0.4
				Wuchiapingian		253.8 ± 0.7
						260.4 ± 0.7
						265.8 ± 0.7
			Guadalupian	Wordian		268.0 ± 0.7
				Roadian		270.6 ± 0.7
						275.6 ± 0.7
			Cisuralian	Kungurian		284.4 ± 0.7
				Artinskian		294.6 ± 0.8
				Sakmarian		299.0 ± 0.8
				Asselian		303.4 ± 0.9
				Gzhelian		307.2 ± 1.0
				Kasimovian		311.7 ± 1.1
						318.1 ± 1.3
Carboniferous	Pennsylvanian	Upper		328.3 ± 1.6		
		Middle		345.3 ± 2.1		
Mississippian	Upper		352.8 ± 2.5			
	Lower		358.2 ± 2.5			

Eonothem Era	Erathem Era	System Period	Series Epoch	Stage Age	Age Ma	GSSP	
Phanerozoic	Paleozoic	Devonian	Upper	Famennian		358.2 ± 2.5	
				Frasnian		374.5 ± 2.6	
				Givetian		385.3 ± 2.6	
			Middle	Eifelian		391.8 ± 2.7	
						397.5 ± 2.7	
						407.0 ± 2.8	
			Lower	Pragian		411.2 ± 2.8	
				Lochkovian		416.0 ± 2.8	
						418.7 ± 2.7	
			Silurian	Ludlow	Ludfordian		421.3 ± 2.6
					Gorstian		422.9 ± 2.5
					Homerian		426.2 ± 2.4
		Wenlock		Sheinwoodian		428.2 ± 2.3	
				Telychian		436.0 ± 1.9	
				Aeronian		439.0 ± 1.8	
		Llandovery	Rhuddanian		443.7 ± 1.5		
			Hirnantian		445.6 ± 1.5		
			Katian		455.8 ± 1.6		
	Ordovician	Upper	Sandbian		460.9 ± 1.6		
			Darriwilian		468.1 ± 1.6		
			Dapingian		471.8 ± 1.6		
		Middle	Floian		478.6 ± 1.7		
			Tremadocian		488.3 ± 1.7		
					~ 492 *		
	Cambrian	Furongian	Stage 10		~ 496 *		
			Stage 9		~ 499		
			Palbian		~ 503		
		Series 3	Guzhangian		~ 506.5		
			Drumian		~ 510 *		
			Stage 5		~ 515 *		
		Series 2	Stage 4		~ 521 *		
			Stage 3		~ 528 *		
Stage 2				542.0 ± 1.0			
Terreneuvian	Fortunian						

This chart was drafted by Gabi Ogg. Intra Cambrian unit ages with * are informal, and awaiting ratified definitions.

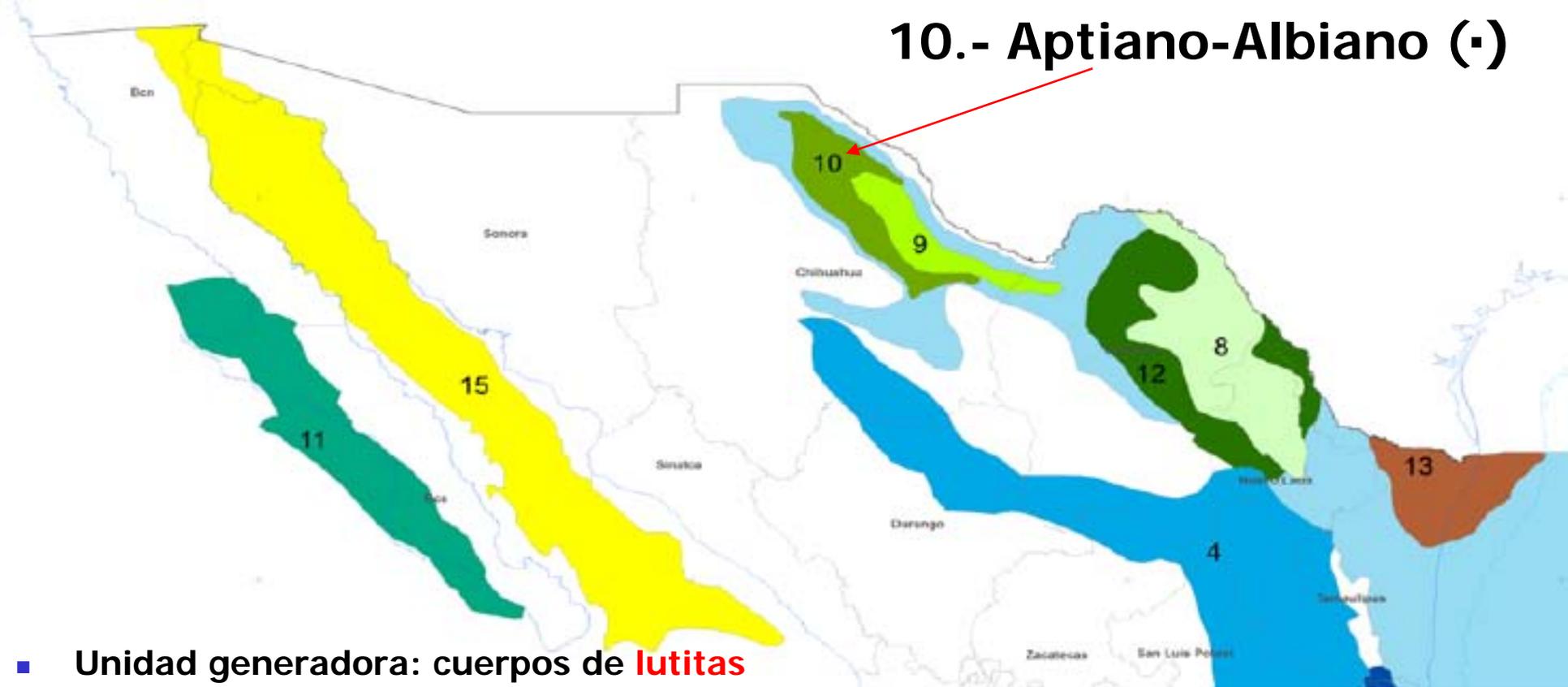
Copyright © 2010 International Commission on Stratigraphy

9.- Turoniano-Turoniano (-)



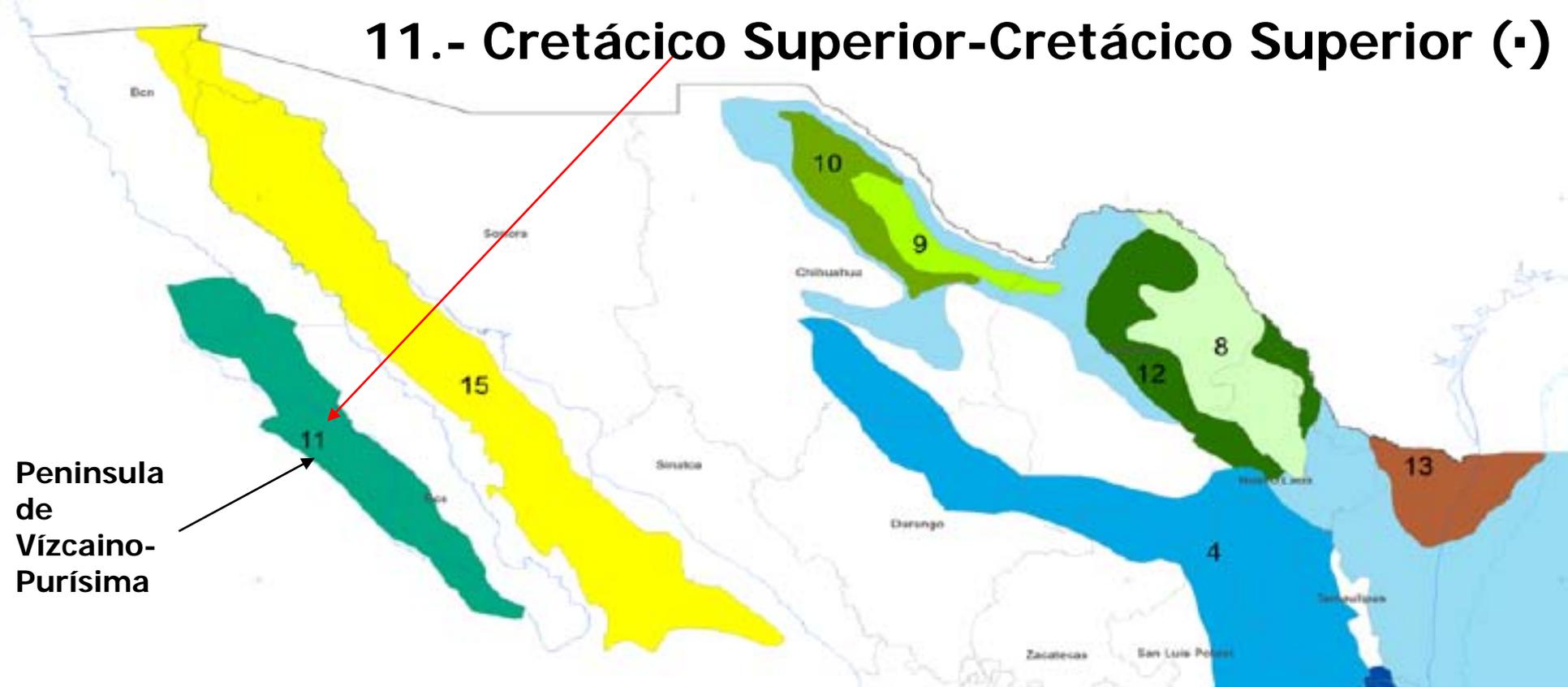
- Roca generadora: lutitas del Turoniano.
- La generación y migración del hidrocarburo va del Paleoceno al Oligoceno.
- Rocas almacenadoras: areniscas asociadas a los sistemas deltaicos.
- El sello son las rocas arcillosas.
- Las trampas potenciales son estructurales, anticlinales asociados a fallas inversas, conformados principalmente durante la compresión laramídica.

10.- Aptiano-Albiano (-)



- Unidad generadora: cuerpos de **lutitas**
- La **generación** y migración del hidrocarburo va del **Paleoceno al Oligoceno**.
- Por su madurez genera principalmente **gas seco**.
- La roca almacén son carbonatos de plataforma y de talud.
- El sello son las lutitas del Cretácico Superior.
- Las trampas potenciales son estructurales, anticlinales y anticlinales asociados a fallas, conformados principalmente durante la compresión laramídica.

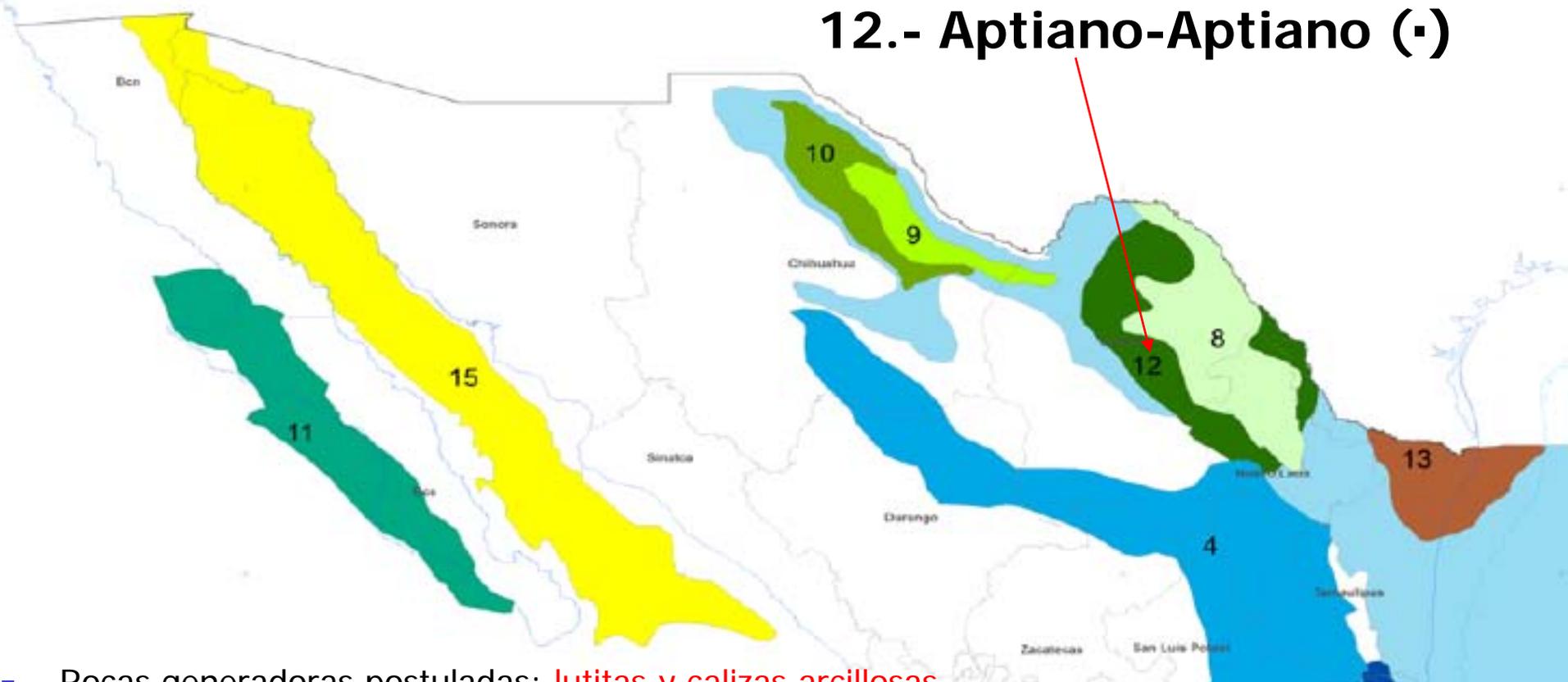
11.- Cretácico Superior-Cretácico Superior (-)



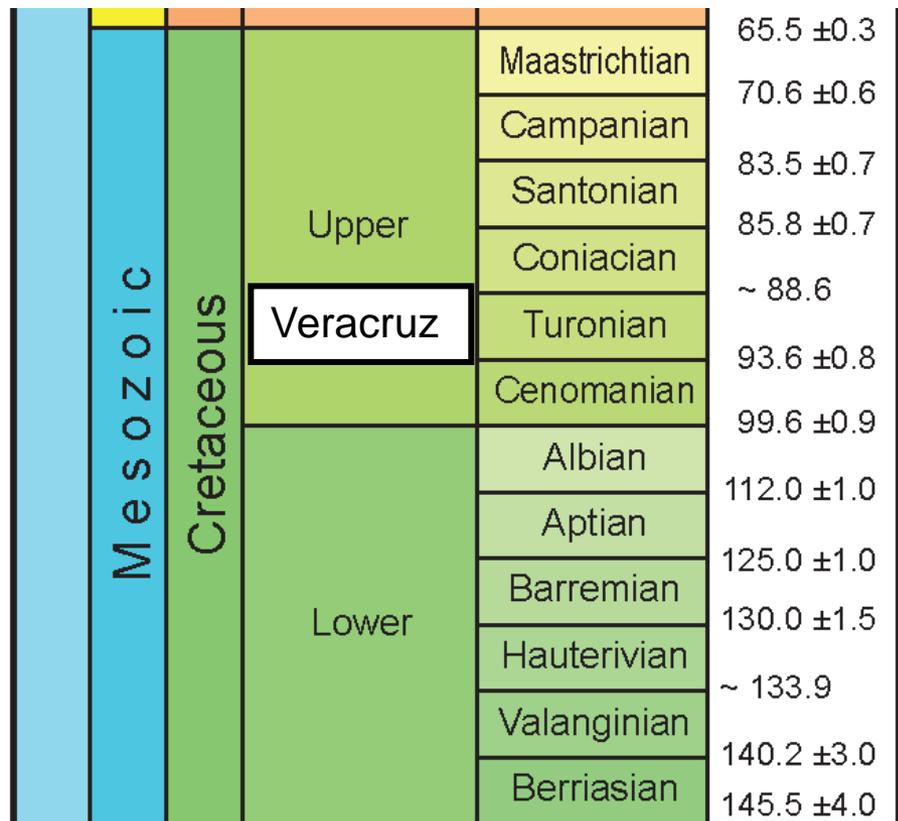
Península de Yucatán-Purísima

- Rocas potencialmente generadoras: **lutitas carbonosas depositadas en ambiente nerítico y batial.**
- La **generación** y expulsión del hidrocarburo inicia a partir del **Paleoceno hasta el Reciente.**
- Las areniscas siliciclásticas son roca almacén.
- Las lutitas intraformacionales suprayacentes son la roca sello.
- Las trampas son principalmente estratigráficas, son acuíferos arenosos contra altos de basamento.

12.- Aptiano-Aptiano (·)



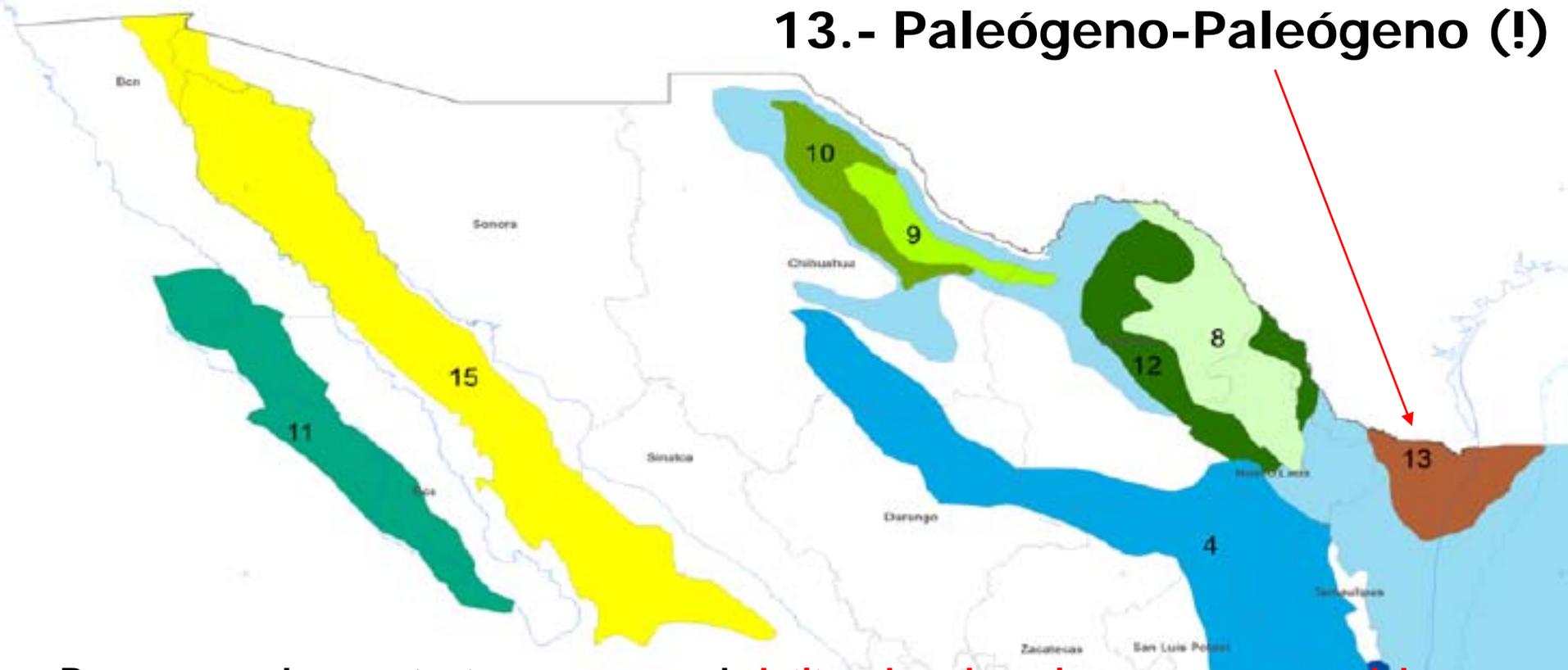
- Rocas generadoras postuladas: **lutitas y calizas arcillosas**.
- La **generación** y migración del hidrocarburo ocurre del **Cretácico Superior al Reciente**.
- **Materia orgánica es de tipo herbáceo, amorfo y leñoso**.
- Las rocas almacén son calizas de plataforma.
- El sello son los desarrollos arcillosos intraformacionales.
- Las trampas se caracterizan por ser de tipo estructural, nucleadas por sal con zonas plegadas y fuertemente fracturadas en sus crestas o con participación del basamento.



Primeras plantas con flor

Rocas generadoras en cuencas de
 Chiapas,
 Veracruz,
 Península de Yucatán,
 Sabinas,
 Chihuahua,
 Baja California

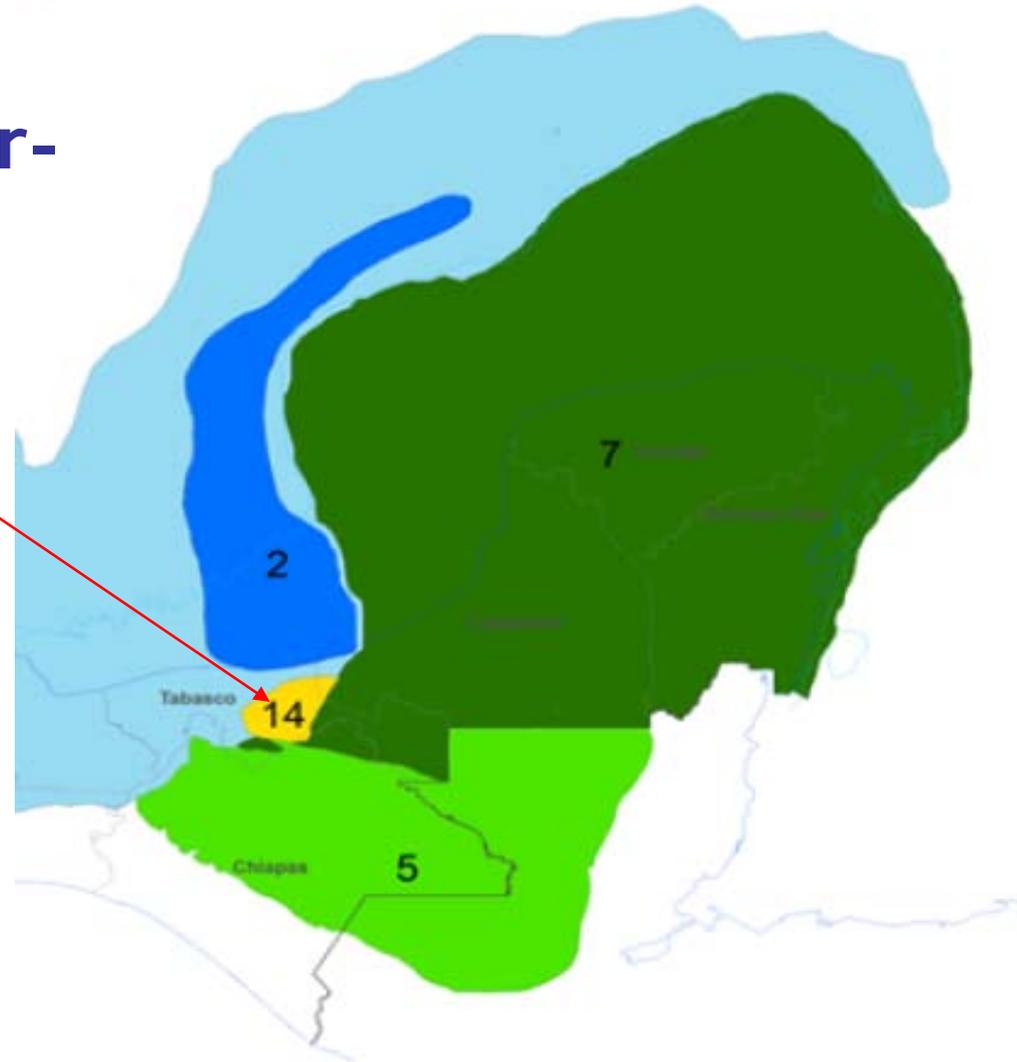
13.- Paleógeno-Paleógeno (!)



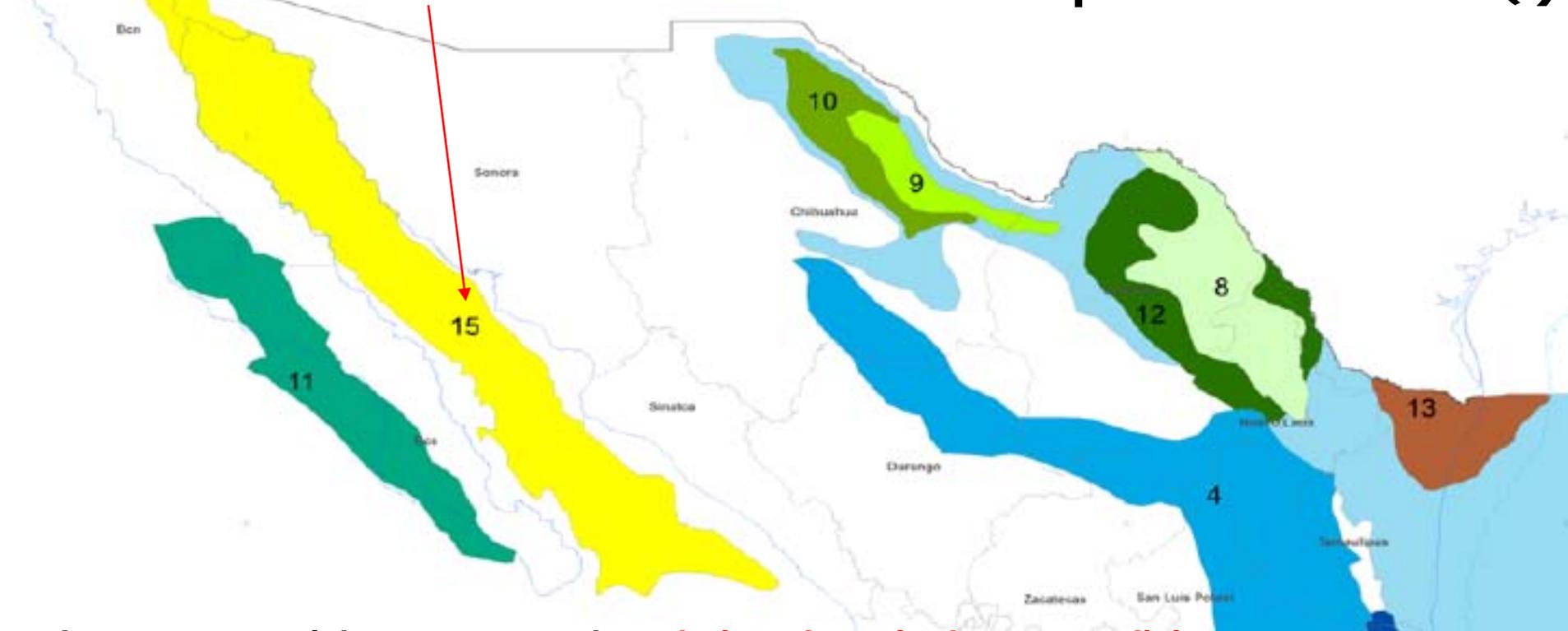
- Roca generadora: potentes espesores de lutitas de color gris oscuro a negro del Paleoceno, Eoceno y Oligoceno que abarcan desde facies marginales-plataforma -talud.
- La generación y migración del hidrocarburo ocurre desde el Eoceno al Reciente.
- La materia orgánica es principalmente herbácea, amorfa y maderácea precursoras de gas y condensado.
- Las rocas almacenadoras son areniscas de grano fino a medio depositadas en una plataforma somera de ambientes fluviodeltaicos y de barras costeras.
- Los sellos consisten de gruesos cuerpos arcillosos que están interestratificados con los cuerpos de areniscas.
- Las trampas son combinadas y consisten en bloques afectados por fallas normales y estructuras “roll-over” con cierre contra falla, asociadas a fallas de crecimiento de bajo ángulo de extensión regional.

14.- Mioceno Inferior- Mioceno Medio-Superior- Plioceno (!)

- Las **lutitas carbonosas de ambiente euxínico** del Mioceno inferior conforman a las rocas generadoras de este sistema
- La **generación** y expulsión de los hidrocarburos ocurre a partir del **Mioceno superior al Reciente.**
- **Materia orgánica es amorfa/leñosa**, a partir de esta se producen principalmente **gases húmedos, gas secos, y en menor cantidad aceite ligero y condensados.**
- Las rocas almacenadoras son las calizas de plataforma del Mioceno medio y las areniscas de ambientes transicionales y de aguas marinas someras del Mioceno medio, superior y Plioceno.
- Las rocas sello son capas de lutitas intercaladas entre las areniscas almacenadoras.
- Las trampas son combinadas asociadas a estratos de crecimiento con fallas normales, estructuras "roll-over" y pliegues provocados por inversión de fallas normales además de trampas estratigráficas.



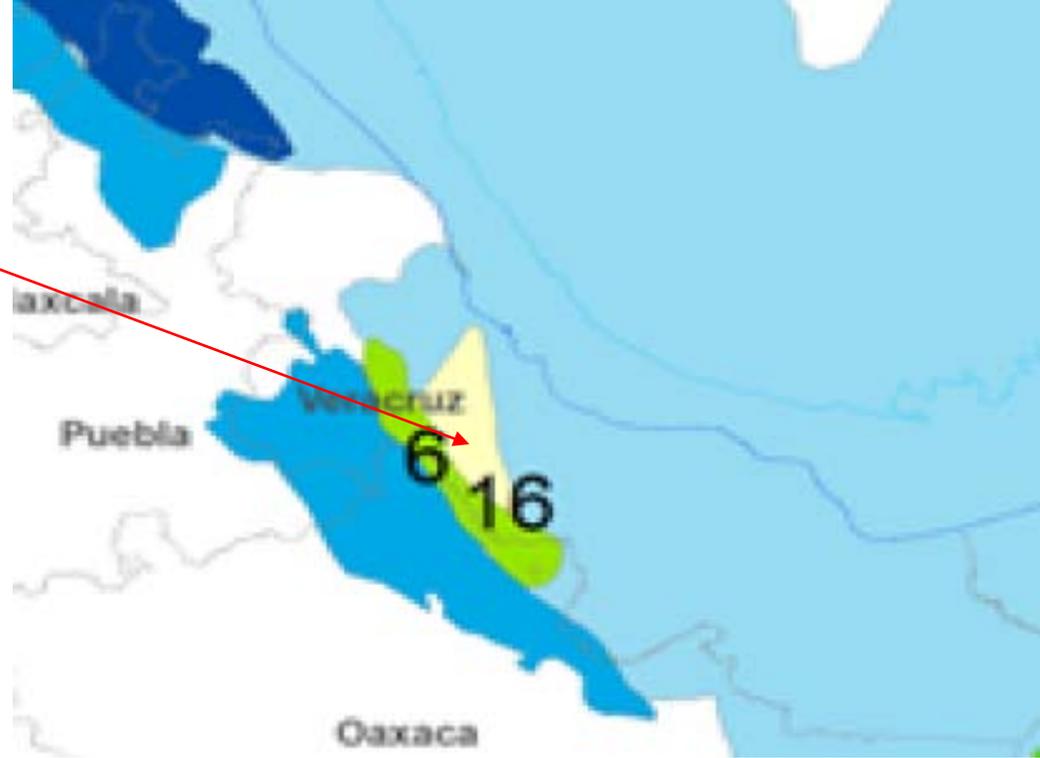
15.- Mioceno- Mioceno Medio-Superior-Plioceno (-)

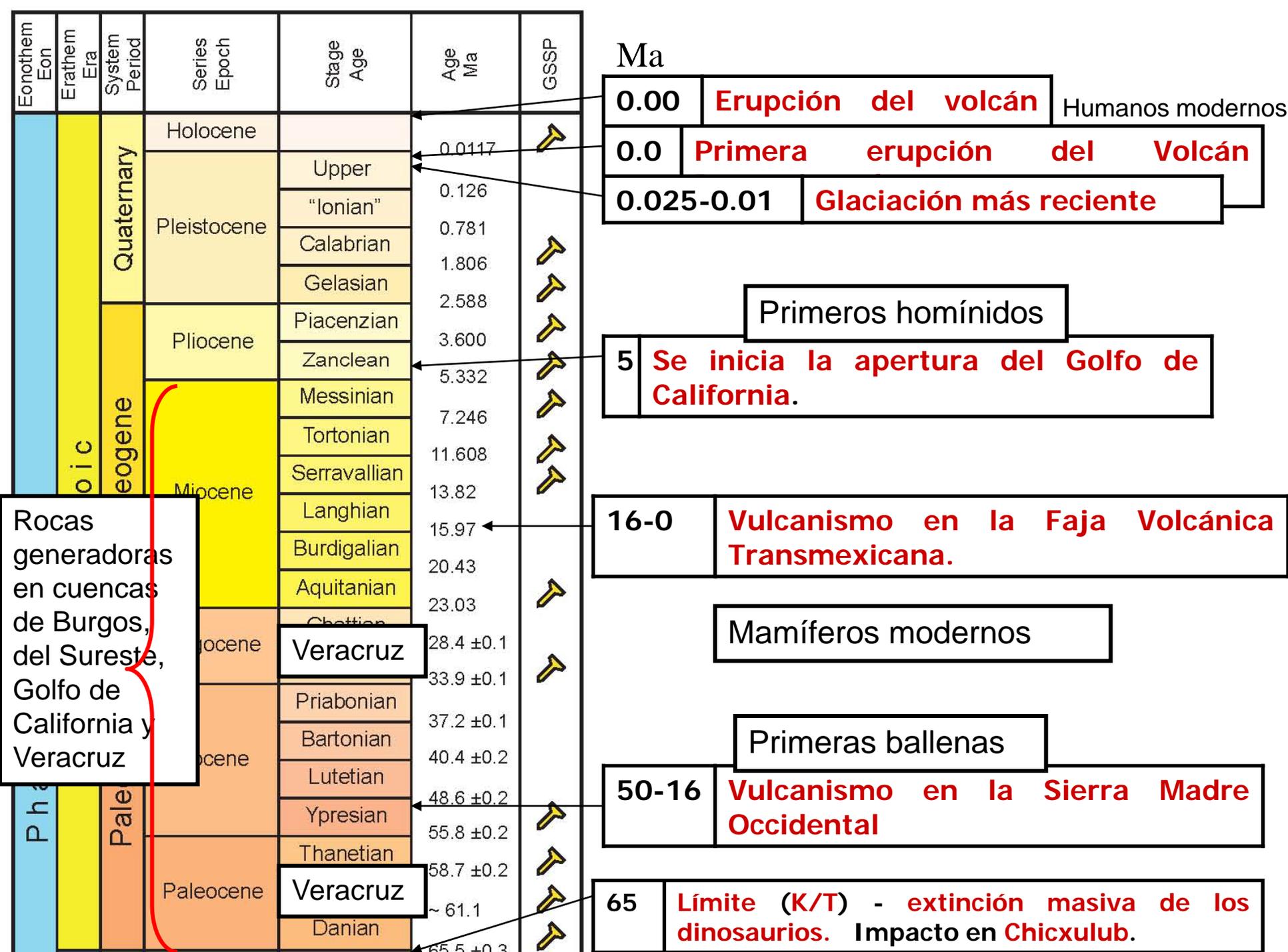


- La roca potencialmente generadora: **lutitas depositadas en condiciones someras**, con **algunos intervalos delgados** que corresponden a un **ambiente más profundo o bien restringido con alto contenido de materia orgánica**.
- La sincronía entre la **generación** de hidrocarburos y la formación de las trampas está limitada a un periodo corto del **Plioceno al Reciente**.
- Los intervalos de arenisca del Mioceno medio-Mioceno superior, y posiblemente Plioceno inferior, constituyen la principal roca almacén.
- Los sellos son las mismas lutitas interestratificadas en los sedimentos del Mioceno medio al Plioceno.
- Las trampas son principalmente de tipo combinado estratigráfica-estructural con cierre contra falla.

■ 16.- Mioceno Superior- Mioceno Superior-Plioceno

- Roca generadora del Mioceno superior constituida por gruesos paquetes de **lutitas**.
- La **generación** y migración del hidrocarburo se considera que ocurrió del **Plioceno al Reciente**.
- **Materia orgánica inmadura de tipo amorfo-leñoso precursor de gas biogénico.**
- Las rocas almacenadoras son areniscas de grano medio-grueso asociadas a canales y abanicos de piso de cuenca.
- Los sellos son las lutitas intraformacionales de varias decenas de metros asociados a facies de piso de cuenca.
- Las trampas son combinadas con fuerte componente estructural, su componente estratigráfica se considera como un abanico de piso de cuenca en facies de canales y desbordes.





Rocas generadoras en cuencas de Burgos, del Sureste, Golfo de California y Veracruz

0.00 Erupción del volcán Humanos modernos

0.0 Primera erupción del Volcán

0.025-0.01 Glaciación más reciente

Primeros homínidos

5 Se inicia la apertura del Golfo de California.

16-0 Vulcanismo en la Faja Volcánica Transmexicana.

Mamíferos modernos

Primeras ballenas

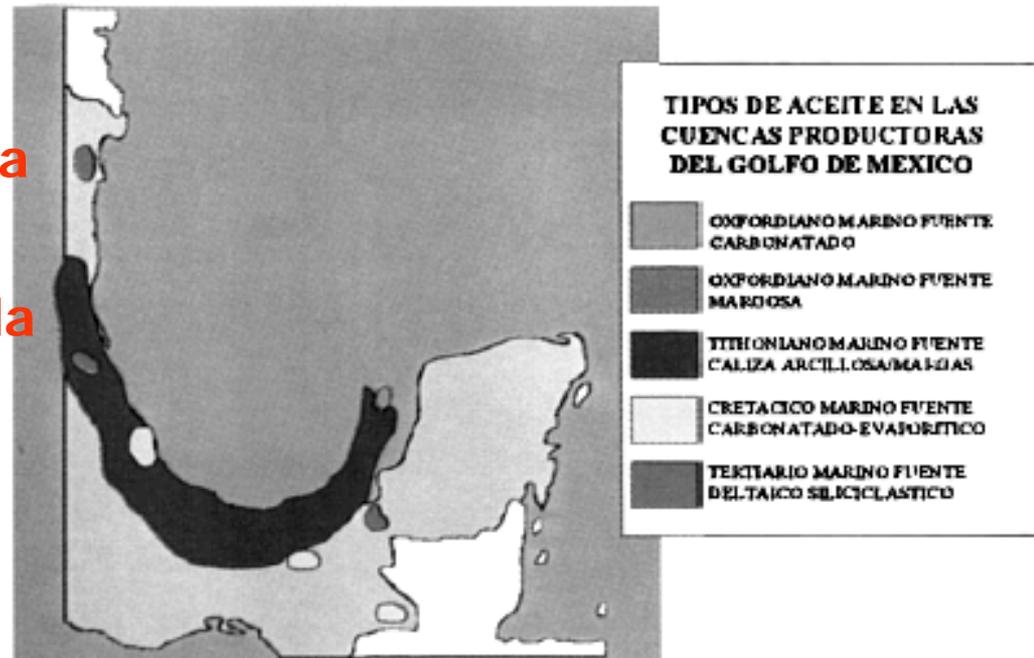
50-16 Vulcanismo en la Sierra Madre Occidental

65 Límite (K/T) - extinción masiva de los dinosaurios. Impacto en Chicxulub.

Cinco familias generadoras

El estudio geoquímico e isotópico de muestras de aceite y extractos orgánicos provenientes de todas las provincias petroleras del Golfo de México permite reconocer cinco familias mayores de aceites:

1. **Oxfordiana marina:** dominada por carbonatos.
2. **Oxfordiana marina:** litología dominada por margas.
3. **Tithoniana marina:** dominada por calizas arcillosas-margas.
4. **Cretácica marina:** dominada por carbonato-evaporítica.
5. **Terciaria marina deltaica:** dominada por sedimentos siliciclásticos.



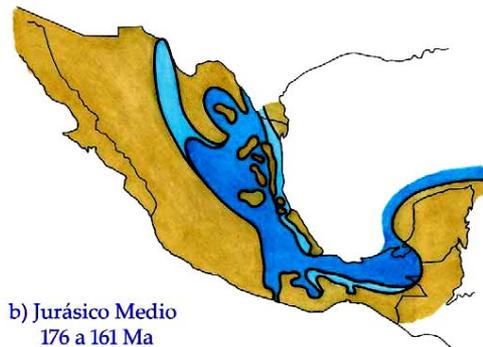
Guzman Vega et.al., 2001, El origen del petróleo en las subprovincias mexicanas del Golfo de México. Bol. AMGP, Vol XLIX. No. 1-2, pag. 31-46

TABLA 1
DATOS GLOBALES PARA ACEITES REPRESENTATIVOS DE LAS CUENCAS MEXICANAS DEL GOLFO DE MEXICO

<u>Familia de aceite</u>	<u>Suprovincia</u>	<u>Prof (m)</u>	<u>Edad del yacimiento</u>	<u>Litología del Yacimiento</u>	<u>δ13C (‰)</u>	<u>Gravedad API</u>	<u>S (%)</u>	<u>V (ppm)</u>	<u>Ni (ppm)</u>	<u>V/Ni</u>
Oxfordiano marino dominantemente carbonatado	Campeche	4400-4428	Oxfordiano	Calizas	-25.4	25.8	2.2	18	13	1.4
Oxfordiano marino dominantemente carbonatado	Campeche	4540-4565	Oxfordiano	Calizas	-25.7	26.0	2.6	15	12	1.3
Oxfordiano marino dominantemente margoso	Tampico-Misantla	2275-2345	Kimmeridgiano	Calizas	-28.6	24.7	2.8	30	21	1.4
Oxfordiano marino dominantemente margoso	Tampico-Misantla	1958-2005	Kimmeridgiano	Calizas	-28.4	23.5	2.6	11	4	2.75
Tithoniano marino predominantemente margoso (Grupo A)	Tampico-Misantla	1330-1340	Cretacico Inferior	Calizas	-27.57	13.3	1.8	114	33	3.5
Tithoniano marino predominantemente margoso (Grupo A)	Veracruz	2544-2553	Mioceno Medio	Areniscas	-27.8	16.3	6.0	-	-	-
Tithoniano marino predominantemente margoso (Grupo A)	Salina	385-390	Mioceno Superior	Areniscas	-27.3	23.9	2.2	49	23	2.1
Tithoniano marino predominantemente margoso (Grupo A)	Chiapas-Tabasco	4035-4047	Cretacico Medio	Calizas	-26.4	35.5	0.8	>5	1	-
Tithoniano marino predominantemente margoso (Grupo A)	Campeche	4317-4400	Cretacico Superior	Calizas	-27.4	24.7	1.5	75	19	3.9
Tithoniano marino predominantemente arcilloso (Grupo B)	Salina	620-627	Plioceno Superior	Areniscas	-27.2	15.5	2.1	36	19	2
Tithoniano marino predominantemente arcilloso (Grupo B)	Campeche	5820-5860	Cretacico Inferior	Calizas	-27.3	20.7	3.6	-	5	-
Cretacico marino carbonatado- evaporitico	Veracruz	2921-2931	Cretacico Superior	Calizas	-23.9	31.5	1.4	>5	>1	-
Cretacico marino carbonatado- evaporitico	Chiapas-Tabasco	2787-2805	Cretacico Inferior	Calizas	-24.3	22.1	2.8	48	11	4.4
Cretacico marino carbonatado- evaporitico	Sierra de Chiapas	3389-3375	Cretacico Inferior	Calizas	-22.9	18.4	2.9	21	38	0.6
Terciario marino delataco siliclastico	Burgos	2134-2142	Mioceno Superior	Areniscas	-25.7	46.2	0.2	>5	3	-
Terciario marino delataco siliclastico	Burgos	1299-1306	Mioceno Superior	Areniscas	-27.14	32.5	0.1	>5	>1	-
Terciario marino delataco siliclastico	Macuspana	1585-1590	Plioceno	Areniscas	-22.5	45.4	0.1	>5	6	-
Terciario marino delataco siliclastico	Macuspana	1496-1499	Plioceno	Areniscas	-23.7	45.1	0.1	>5	4	-

Conclusiones

- Las rocas generadoras **Jurásico-Cretácicas** son de ambientes carbonatados sin embargo se pueden distinguir diferencias químicas en los aceites que **permiten inferir variaciones en la salinidad, contenido de arcillas y el nivel de oxigenación de las rocas generadoras de estos aceites.**



- El subsistema **generador del Tithoniano** es el **más importante** en la parte occidental y sur del Golfo de México, por su amplia distribución geográfica.
- Las diferencias **en la evolución de sepultamiento de las rocas generadoras del Terciario** incluye **diferentes escenarios de expulsión**, lo que explica la variedad de propiedades físicas y químicas de los aceites del Tithoniano.

- Los hidrocarburos de aguas profundas en la parte sur del Golfo de México presentan características Tithonianas.
- Se supone un Sistema Petrolero Tithoniano-Neógeno-Cuaternario, similar a los yacimientos gigantes en aguas profundas costa-afuera del Norte del Golfo de México.



Figura 5.1 El pozo Lalail-1 se encuentra en la Cuenca del Golfo de México Profundo, en un tirante de agua de 806 metros, y a 93 kilómetros del puerto de Coatzacoalcos, Veracruz.

- La persistencia de estas emanaciones permite sugerir que los sistemas petroleros estén activos.

Guzman Vega et.al., 2001, El origen del petróleo en las subprovincias mexicanas del Golfo de México. Bol. AMGP, Vol XLIX. No. 1-2, pag. 31-46

- **Bibliografía**

- **Magoon, Leslie B., and E. A. Beaumont, 1999**, in Exploring for Oil and Gas Traps, Edward A. Beaumont and Norman H. Foster, eds., Treatise of Petroleum Geology, Chapter 3, "Petroleum Systems," Handbook of Petroleum Geology, p. 3-1, 3-34.

Guzman Vega et.al., 2001, El origen del petróleo en las subprovincias mexicanas del Golfo de México. Bol. AMGP, Vol XLIX. No. 1-2, pag. 31-46