

INTRODUCCIÓN A LA PETROLOGÍA SEDIMENTARIA

Tema 10.- Rocas químicas y orgánicas

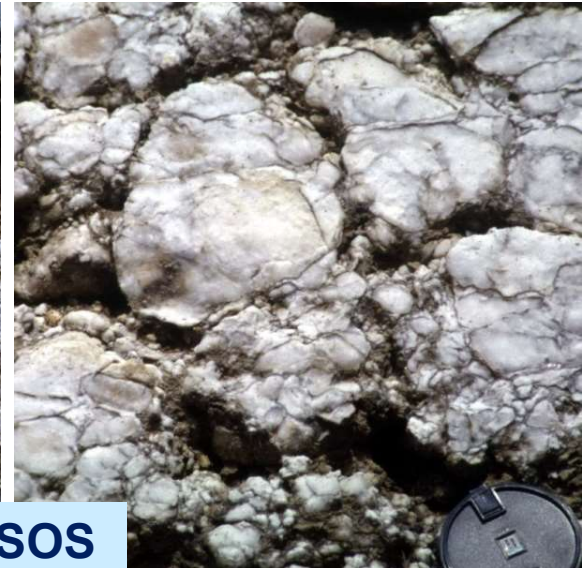


<https://www.rocasym minerales.net/lignito/>

EVAPORITAS



YESOS

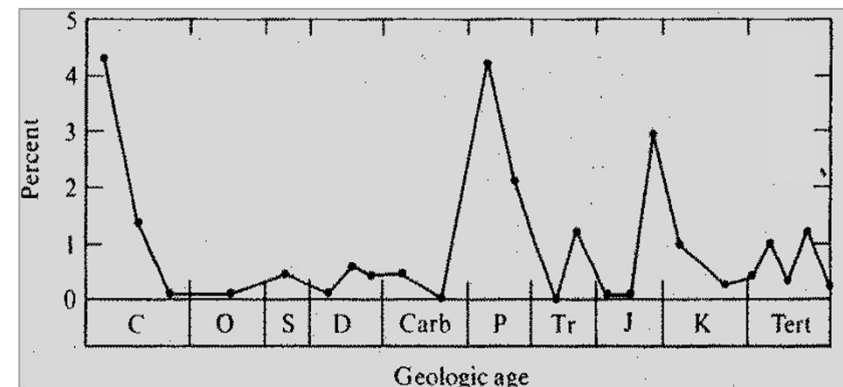


SALES



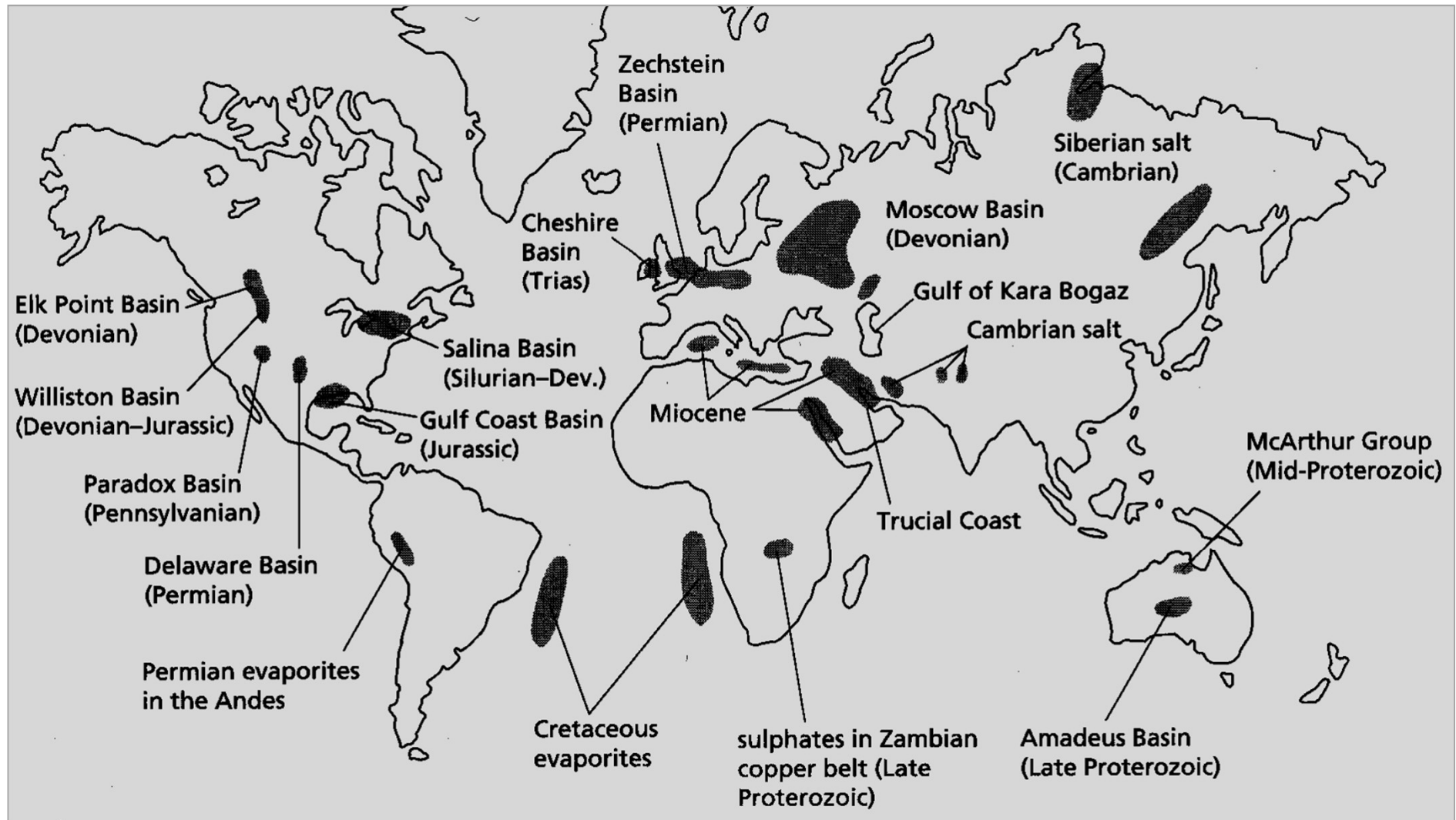
EVAPORITAS

- **Sales precipitadas a partir de salmueras, origen químico**
⇒ notable variación en composición y textura
- **Aspecto cristalino, masivo a laminado, baja dureza y densidad**
⇒ ± deformaciones plásticas, formación de domos
- **Asociadas a rocas bioquímicas, calizas micríticas, arcillas rojas...**
- **Distribución: irregular (Cámbrico ↑, Pérmico ↑, actuales ↓)**
⇒ 3 % de las rocas sedimentarias
⇒ facies de origen climático: ambientes áridos
⇒ relacionadas con etapas regresivas
⇒ depósitos actuales escasos
- **Interés económico**



Blatt (1982), 346 p.

DEPÓSITOS



Tucker (2001), 167 p.



EVAPORITAS

MINERALOGÍA:

➤ MINERALES EVAPORÍTICOS (sales solubles):

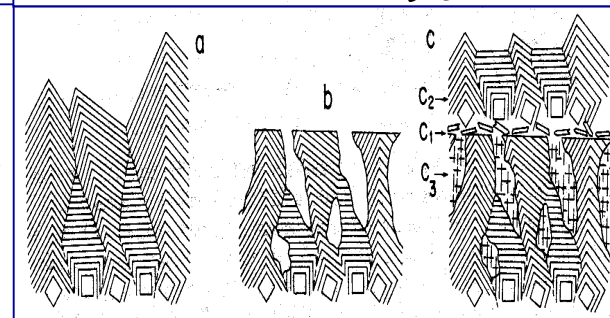
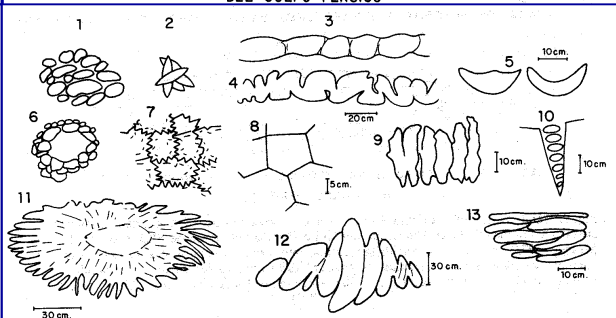
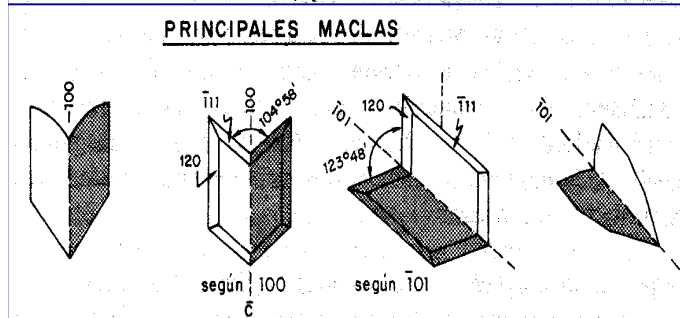
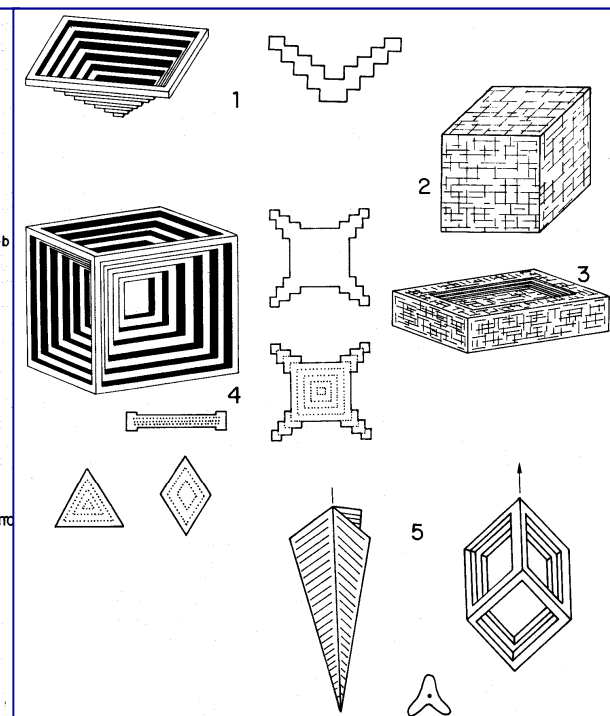
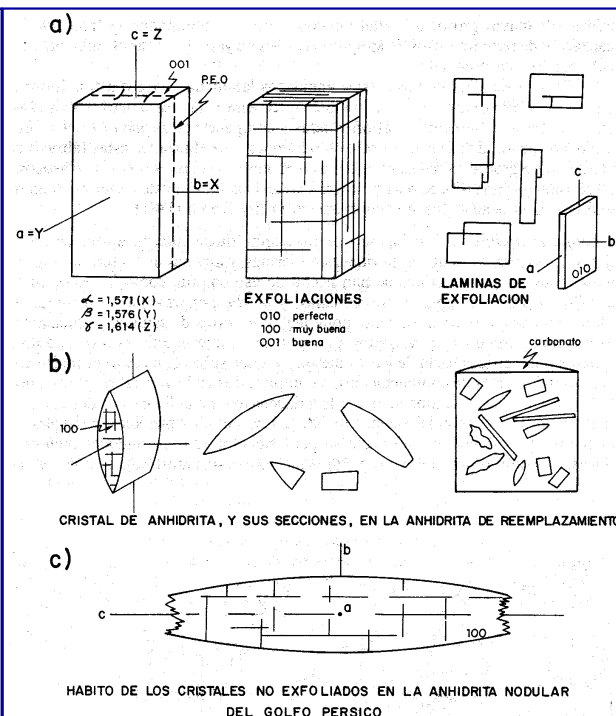
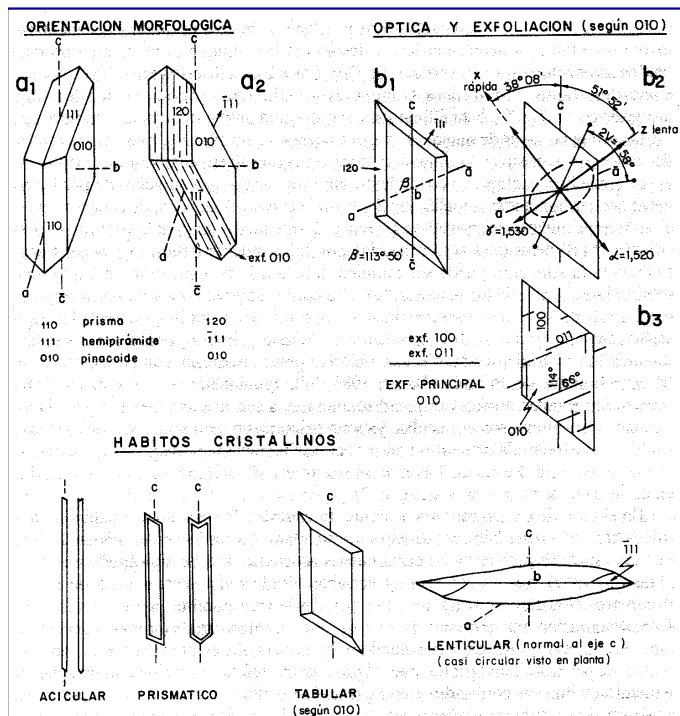
Comunes	Otros minerales (sales amargas)	
- Sulfatos: YESO (Ca,H ₂ O) ANHIDRITA (Ca)	- Sulfatos <u>marinos</u>: POLIHALITA (Ca, Mg, K, H ₂ O) KIESERITA (Mg, H ₂ O) LANGBEINITA (K, Mg)	- Sulfatos <u>continentales</u>: THENARDITA (Na) MIRABILITA (Na,H ₂ O) EPSOMITA (Mg, H ₂ O) BLOEDITA (Na, Mg, H ₂ O) GLAUBERITA (Ca,Na)
	- Sulfato + cloruro <u>marino</u>: KAINITA (K, Mg, H ₂ O)	
- Cloruros: HALITA (Na)	- Cloruros <u>marinos</u>: SILVINA (K) CARNALITA (K, Mg, H ₂ O)	- Carbonatos <u>continentales</u>: GAYLUSSITA (Ca, Na, H ₂ O) TRONA (Na, H ₂ O) NATRON (Na, H ₂ O) ...

➤ MIN. ACCESORIOS: **terrígenos:** arcillas... **carbonatos:** dolomita, magnesita...

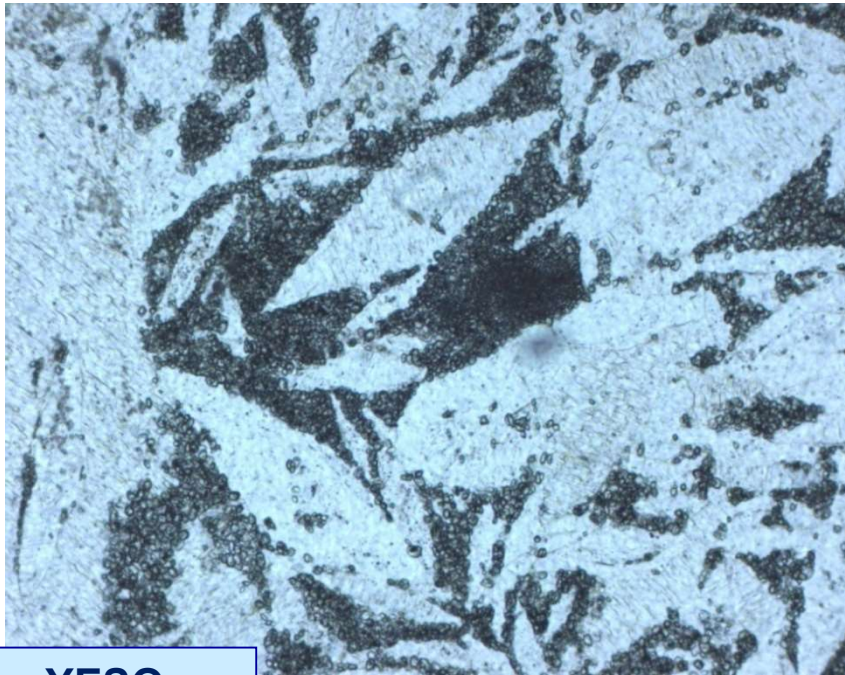
YESO

ANHIDRITA

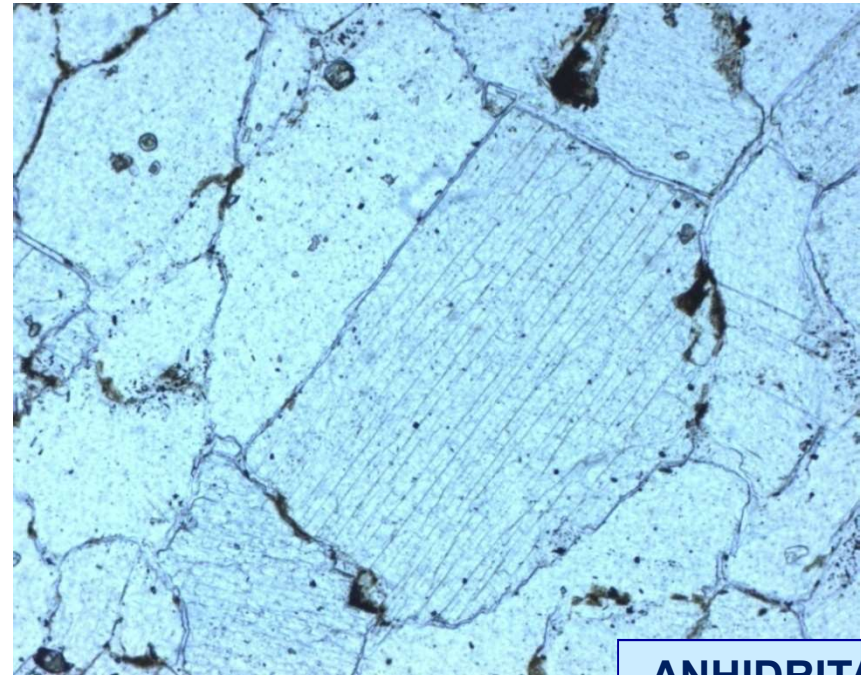
HALITA



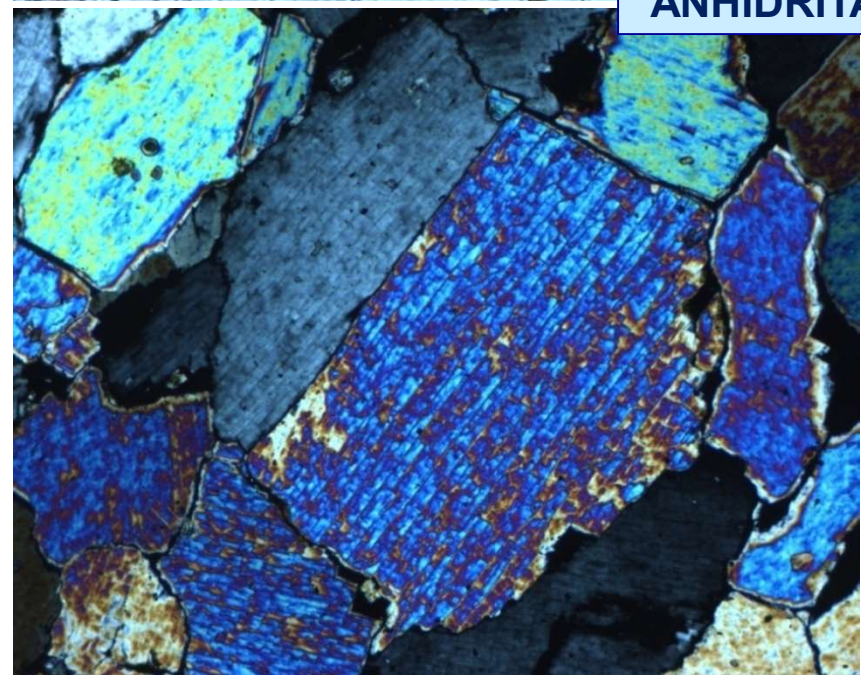
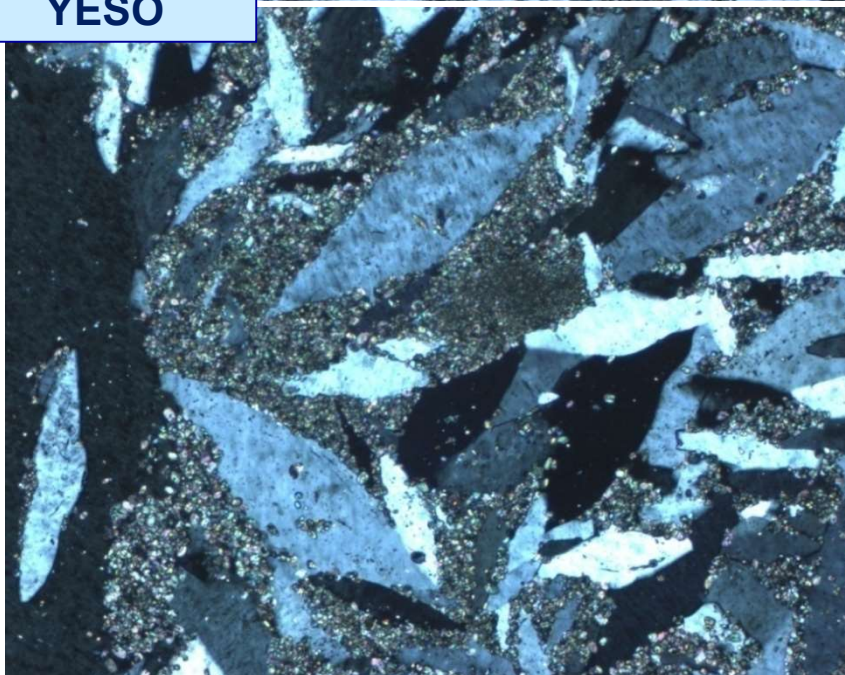
Arche (1989), 110-121 p.



YESO

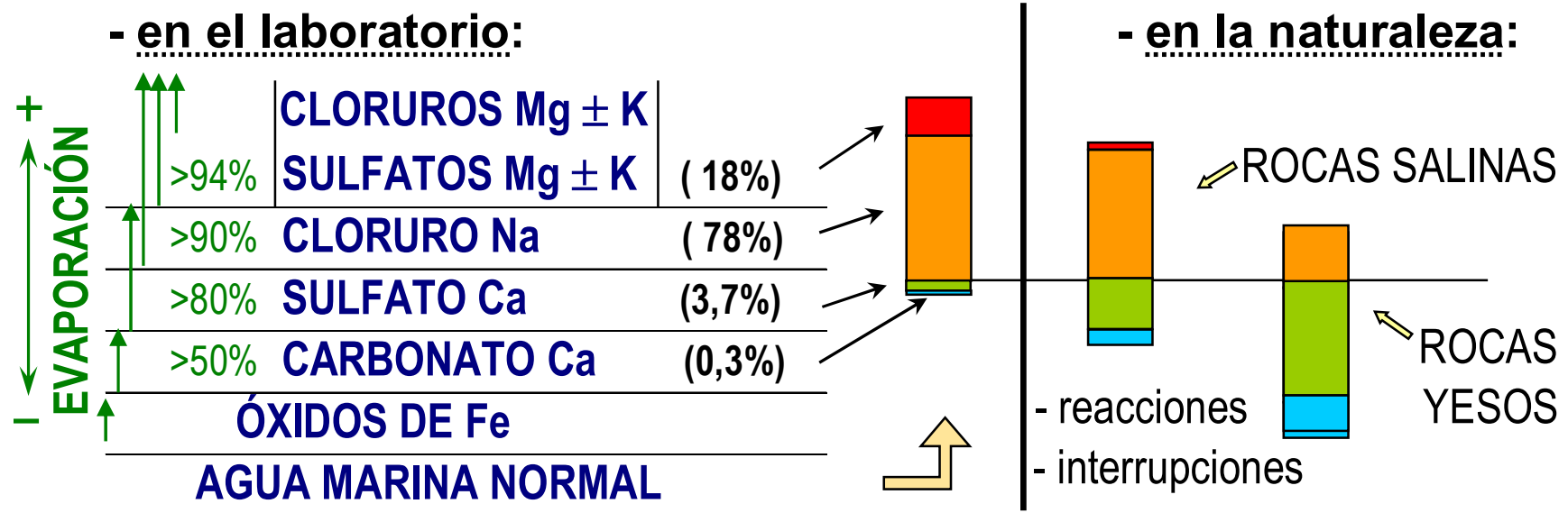


ANHIDRITA



EVAPORITAS

EVAPORACIÓN DE SALMUERAS → precipitación de minerales:



Salinidad de agua de mar → constante desde el Cámbrico

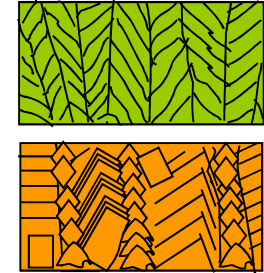
Contenido en sales del agua marina: 35.000 ppm
1000 m de agua → 16,5 m de solutos

EVAPORITAS

TEXTURA

CRISTALINA → mosaico de cristales

⇒ variaciones de tamaño, forma, orientación, inclusiones



FORMACIÓN DE LOS CRISTALES:

- **PRIMARIA** ⇒ precipitado en la salmuera (**TEXTURA SECUENCIAL**)
 - ♦ en superficie → crecimiento rápido: CRISTALES SUCIOS
 - ♦ en el fondo → crecimiento “in situ”: CRISTALES ORIENTADOS
- **CUASIPRIMARIA** ⇒ precipitado en el sedimento empapado en salmuera
 - ♦ crecen desplazando sedimentos blandos: DEFORMACIÓN DEL ENTORNO
 - ♦ crecen incorporando sedimento: CRISTALES CON INCLUSIONES
 - ♦ crecen libremente en espacios vacíos: CRISTALES LIMPIOS IDIOMÓRFICOS
- **DIAGENÉTICA** ⇒ transformación (**TEXTURA GRANOBLÁSTICA**)
 - ♦ reprecipitación (disolución previa): CRISTALES LIMPIOS
 - ♦ recristalización (± deformación): CRISTALES SUCIOS
 - ♦ reemplazamiento: YESO → ANHIDRITA → YESO...

EVAPORITAS

GÉNESIS

- **Origen de los depósitos: Proceso de precipitación**

⇒ evaporación en salmueras → concentración de sales → pdo.

- clima árido: temperatura ↑, humedad ↓, viento seco ↑
- aportes de agua: dulce ↓, marina ↑ → alimentación
- geometría de la cuenca: aislada del mar abierto

- **Depósitos marinos, litorales, de plataforma estable ± subsidente**

⇒ modelos de cuencas:

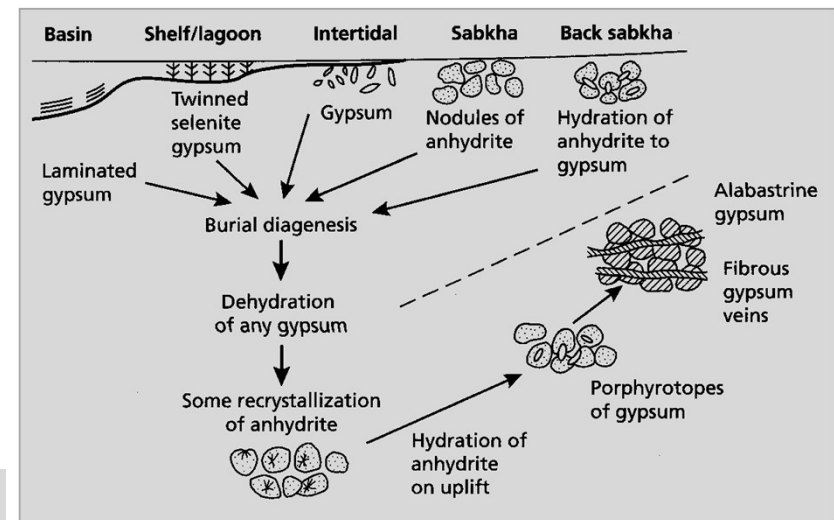
- para explicar los depósitos antiguos

⇒ ambientes evaporíticos:

- lagoon, laguna: precipitación subacuática
- playas y salinas: precipitación subaérea
- sabkhas: precipitación subterránea

- **Diagénesis ↑↑ y precoz**

- disolución
- recristalización
- sustitución



Tucker (2001), 170 p.



EVAPORITAS

TIPOS ROCOSOS

- **YESO**: se presenta en superficie, fácil de precipitar

- **PRIMARIOS**:

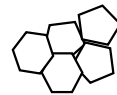


ARENITAS Y LUTITAS DE YESO

SELENITAS: cristales grandes, zonados

LENTICULARES: cristales lenticulares

- **SECUNDARIOS**:

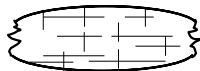


PORFIROBLASTOS: euhedrales

ALABASTROS: grano fino

FIBROSOS: en vetas

- **ANHIDRITA**: en profundidad, transformación de yeso



LAMINADAS: grano muy fino, alternancias

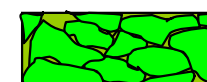
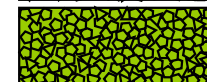
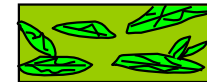
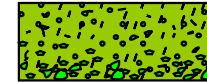


NODULOSAS: nódulos aplastados, compuestos

- **HALITAS**



- **SALES AMARGAS**: sales de K, Mg
 - últimas en formarse; primeras en transformarse



Bibl.: TUCKER (167-181); BLATT (316-351); CAROZZI (209-229); GREENSMITH (217-238)

<http://www.revistareduca.es/index.php/reduca-geologia/article/view/266/289>

<http://www.revistareduca.es/index.php/reduca-geologia/article/view/1543/1581>



ROCAS ORGÁNICAS

CARBÓN



Capas de carbón en el sector La Ternera, Región Atacama, Chile. (W.Griem)

PETRÓLEO



<https://gestion.pe/mundo/venezuela-hay-derrames-petroleo-partes-251147-noticia/>



La Lora (Burgos) <https://sargentedelalora.com/presentacion-museo-del-petroleo/>



ROCAS ORGÁNICAS

- Generadas por los seres vivos
- Compuestas por materia orgánica transformada
 - materia orgánica: ubicua en los sedimentos, dispersa
 - materia orgánica: muy inestable → poco en las rocas

PRESENCIA EN: (% en peso)

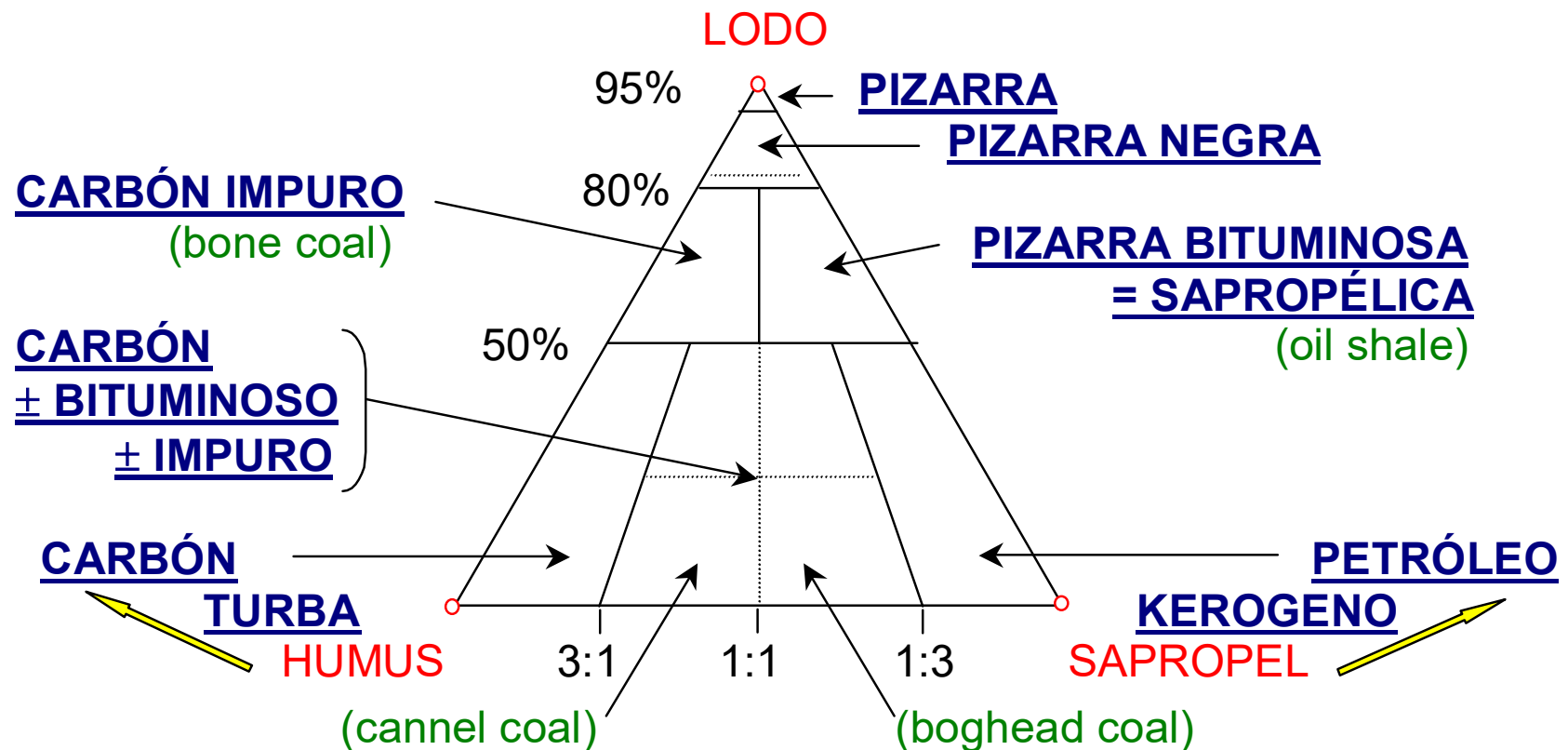
- agua naturales: 0,001 %
- sedimentos: 1 a 0,25 %
- rocas: 1,5 %
 - . lutitas: 2,1 %
 - . calizas: 0,25-0,30 %
 - . areniscas: 0,05 %
 - . pizarras negras: 10 %

⇒ **concentraciones excepcionales**



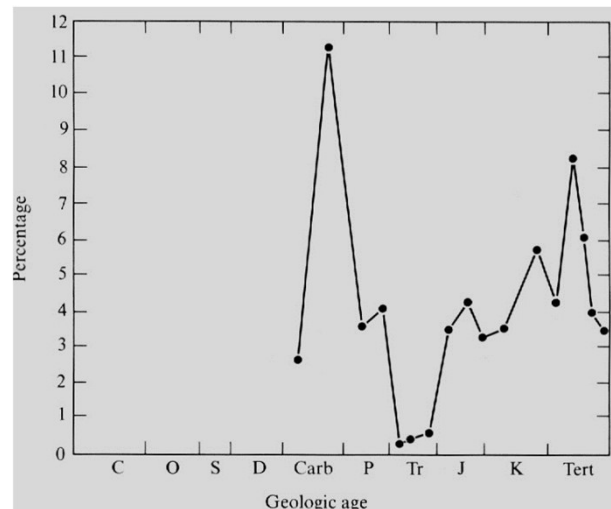
ROCAS ORGÁNICAS

DENOMINACIÓN: → f (tipo de materia orgánica; % impurezas)



CARBÓN

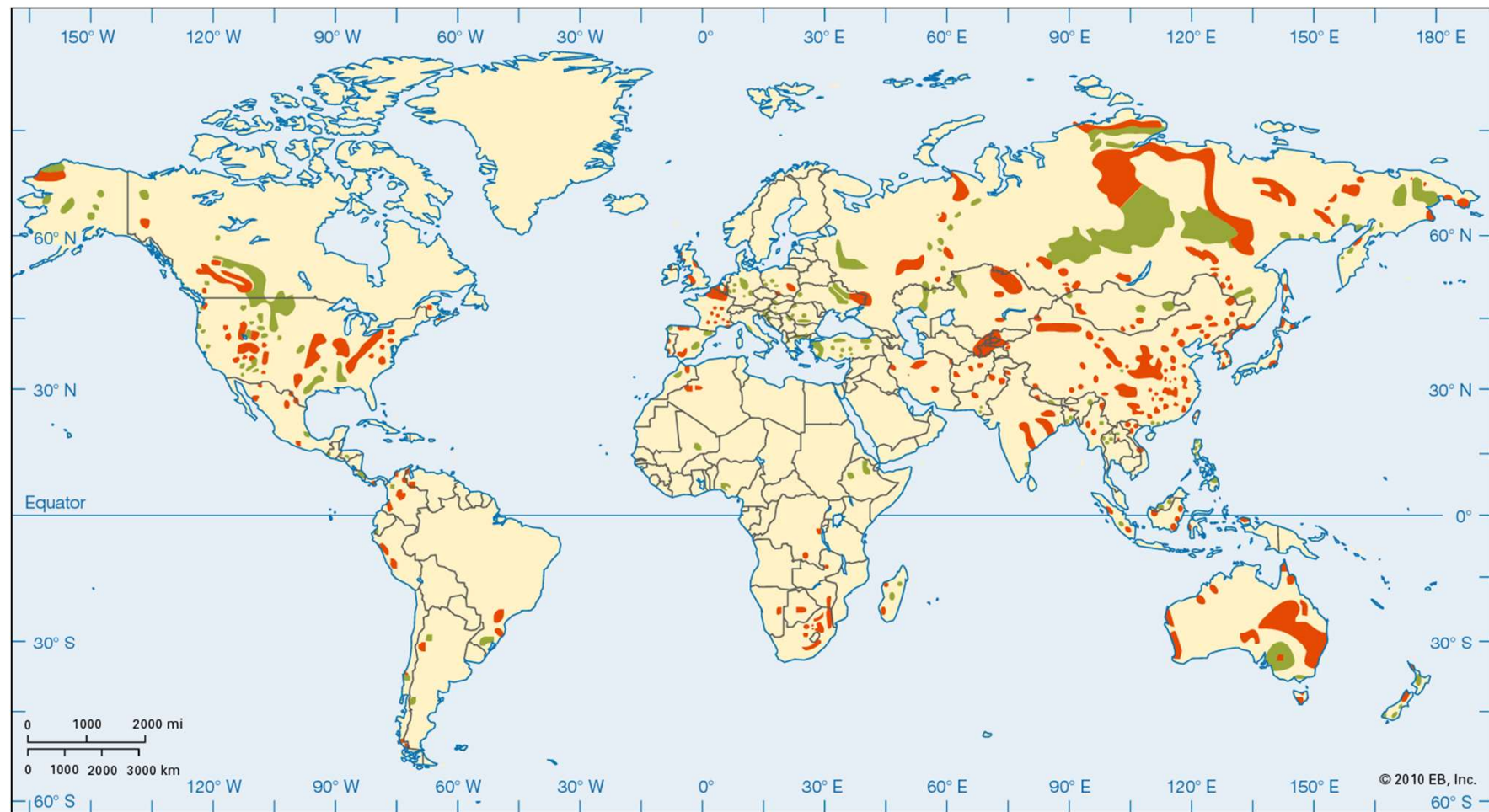
- Roca sedimentaria organoclastica (humus ↑), ± metamorfozada
- Estratificado, con rocas detríticas siliclásticas ↑, de grano fino ↑
- Sedimentación rítmica, secuencias periódicas: “ciclotemas”
- Color pardo a negro, aspecto mate a brillante, a veces tizna
- Distribución: Carbonífero y Pérmico (rango alto: hulla) → 40 %
Cretácico y Terciaria (rango bajo: lignito) → 50 %



⇒ relacionado con etapas transgresivas

Blatt (1982), 446 p.

CARBÓN



Major Coal Deposits of the World



Anthracite and Bituminous Coal



Lignite

<https://petrografiicarbon.es/wp-content/uploads/2015/07/CoalMap.gif>



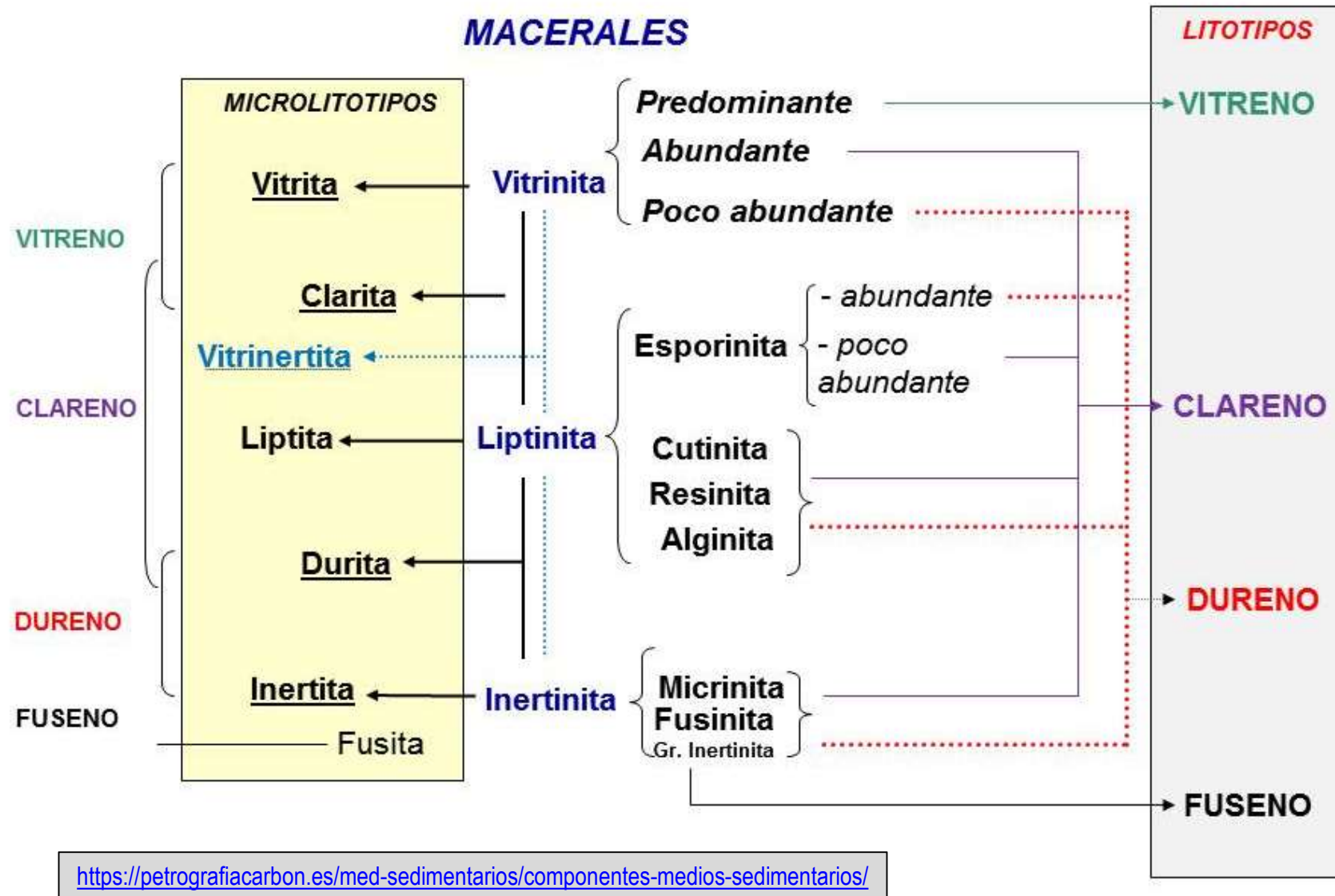
CARBÓN

PETROGRAFÍA:

← composición de carbones húmicos

- **Composición química:** **C** = 65-95%; **H** = 10-3%; **O** = 25-2%; **N** = 2-1%
- **Componentes microscópicos: MACERALES**
 - **VITRINITA:** Gris. Gel de tejidos vegetales, pared de células (telinita, collinita...)
 - **INERTINITA:** Claro. Tejidos leñosos oxidados ≈ carbón vegetal (fusinita, micrinita..)
 - **EXINITA o LIPTINITA:** Oscuro. Esporas, cutículas, resinas, algas... (cutinita, resinita...)
- **Componentes macroscópicos: LITOTIPOS**
 - **VITRENO:** Negro vítreo, duro, brillante, frágil, concoideo. Vitrinita ↑. Abundante (12%)
 - **FUSENO:** Negro mate, blando, muy frágil, fibroso, tizna. Fusinita ↑. Escaso (2%)
 - **DURENO:** Gris o pardo mate, muy duro, terroso. Exinita + inertinita. Abundante (35%)
 - **CLARENO:** Semibrillante, sedoso, laminado. Vitrinita + exinita. Abundante (50%)
- **IMPUREZAS (cenizas): terrígenos, autógenos**
- **HUMEDAD**

CARBÓN



CARBÓN

GÉNESIS:

- **Origen:** materia vegetal descompuesta y compactada
 - sustancias húmicas (celulosa, lignina, ceras, resinas, esporas...)
 - variación en el tiempo (teridofitas, coníferas, gimnospermas)
- **Depósitos someros:** lagos (*límnicos*), marismas (*parállicos*)
 - ⇒ clima húmedo y $\pm$ frío → producción vegetal elevada
 - ⇒ cuencas $\pm$ cerradas, aguas $\pm$ estancadas → ambiente reductor
 - ⇒ cuencas $\pm$ subsidentes → enterramiento $\pm$ rápido
- **Depósitos cíclicos** (sedimentación rítmica: 15 m - 200 ciclos):
CICLOTEMA: arenas, limos, suelos, carbón, arcillas, calizas
- **Diagénesis** ↑: *compactación* (20 m → 1 m); reacciones químicas:
 - bioquímicas (microorganismos): vegetales → turba
 - geoquímicas: *carbonificación* (temperatura, tiempo); T:100-200°C
 - ⇒ rocas autógenas (metamorfismo de la materia orgánica)

CARBÓN

TIPOS ROCOSOS

- CARBONES HÚMICOS:

	Carbono (%)	Volátiles (%)	Humedad (%)	Poder cal. (Kcal/Kg)	Rango	
TURBA: ligera, fibrosa, reciente (Peat) Terciario					—	
→	< 50	> 50	> 75	4000		
LIGNITO: pardo mate, ± blando (Lignite) (Sub-bituminous) Mesozoico						
→	75	33	< 10	7000		
HULLA: negro mate, dura, ± tizna (Bituminous) (Semianthracite) Carbonífero						
→	90	5		8500		
ANTRACITA: negro brillante, duro (Anthracite) (Meta-anthracite)						
GRAFITO:	> 95					
	}		Metamórficos		+	

<https://iesmatutetra.bajo.wordpress.com/tipos-de-carbon/>

⇒ Diagénesis (temperatura, tiempo: edad) ↑ —————→ Rango ↑



CARBÓN

TIPOS ROCOSOS

- CARBONES SAPROPÉLICOS: (= carbones bituminosos)

- Masivos, barros más profundos, volátiles ↑

Cannel coal: - masivo, mate, compacto, textura fina, fractura concoidea
- esporas ↑, restos de plantas no leñosas

Boghead coal: - aceitoso, blando, fina pizarrosidad, arde fácilmente
(= Torbanita) - algas ↑, hongos

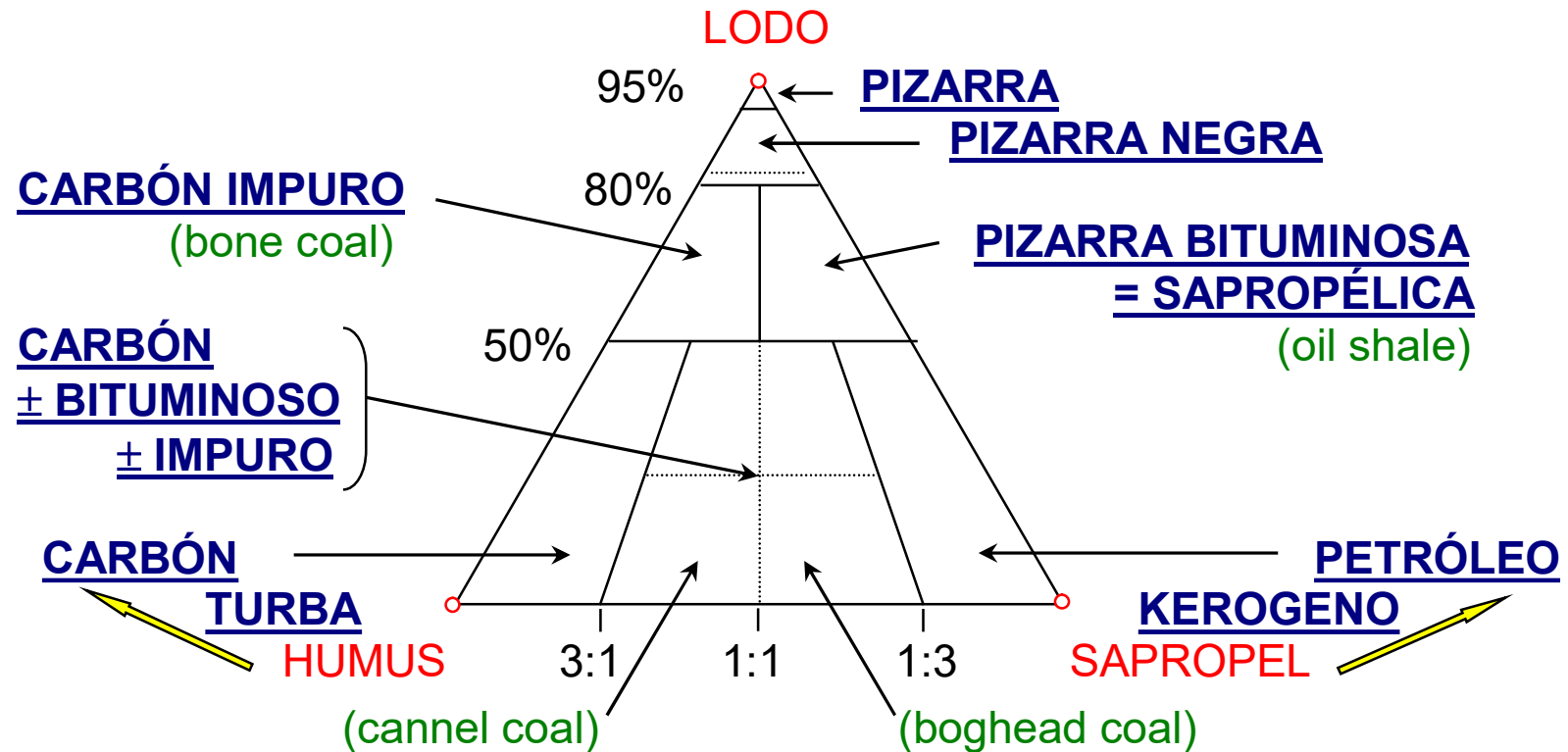


Bibliografía: TUCKER (200-206); BLATT (421- 439); GREENSMITH (182-193)

<http://campus.usal.es/~delcien/doc/GCP.pdf>

ROCAS ORGÁNICAS

DENOMINACIÓN: → f (tipo de materia orgánica; % impurezas)



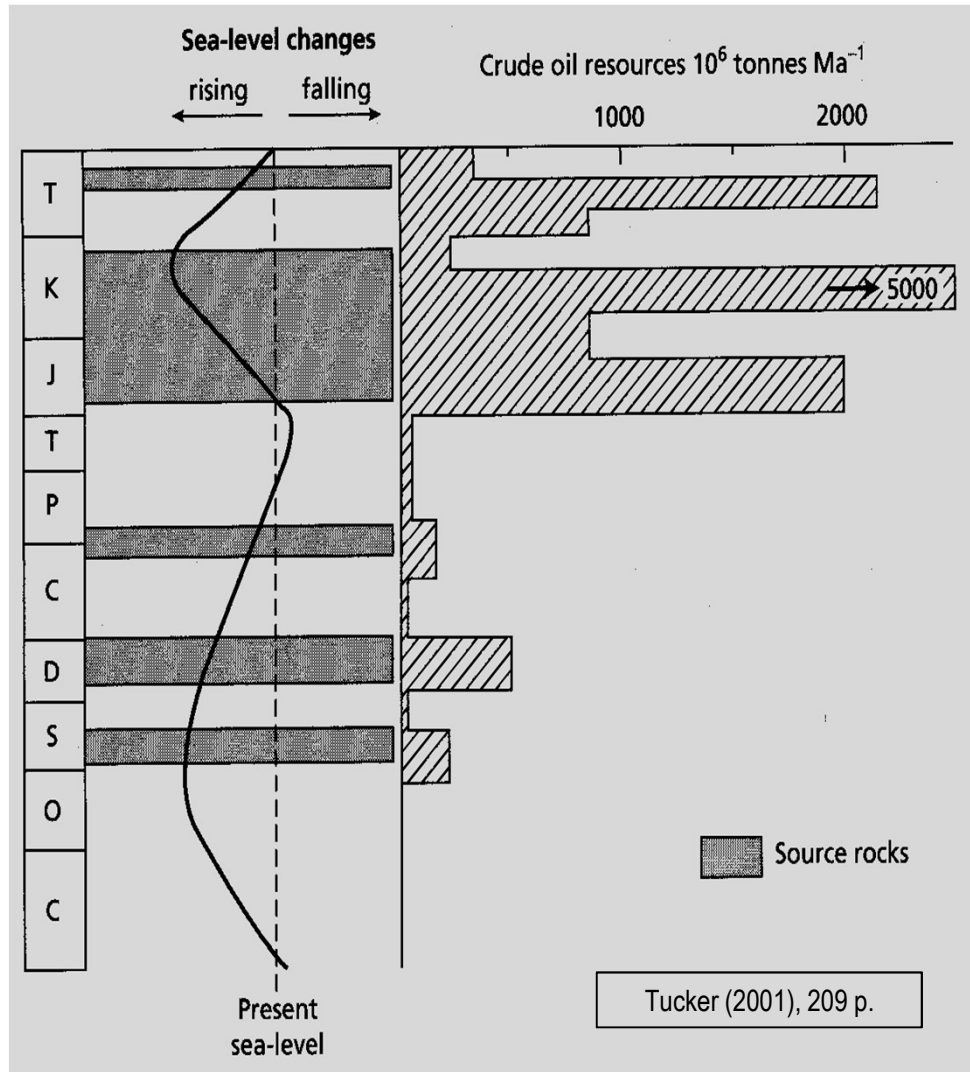
PETRÓLEO

- Mezcla natural de hidrocarburos (con $\pm$ azufre, nitrógeno y oxígeno)
- Líquido aceitoso, oscuro, oloroso (acompañado de sólidos y gases)
- Procede de rocas de grano fino (***Roca Madre***), evoluciona, migra y se concentra en rocas porosas (***Roca Almacén***)
- Evolución: **Sapropel** (biopolímero) → **Kerógeno** (geopolímero) →
→ **Petróleo** (líquido) + **Asfalto, Betún** (sólido) + **Metano** (gas)
- Distribución: Mesozoico (Cretácico ↑) y Cenozoico // Gas: Pérmico

⇒ relacionado con etapas de subsidencia



PETRÓLEO



<http://eltrabajonohacelibres.blogspot.com/2012/10/principales-reservas-de-petroleo.html>

PETRÓLEO

COMPOSICIÓN:

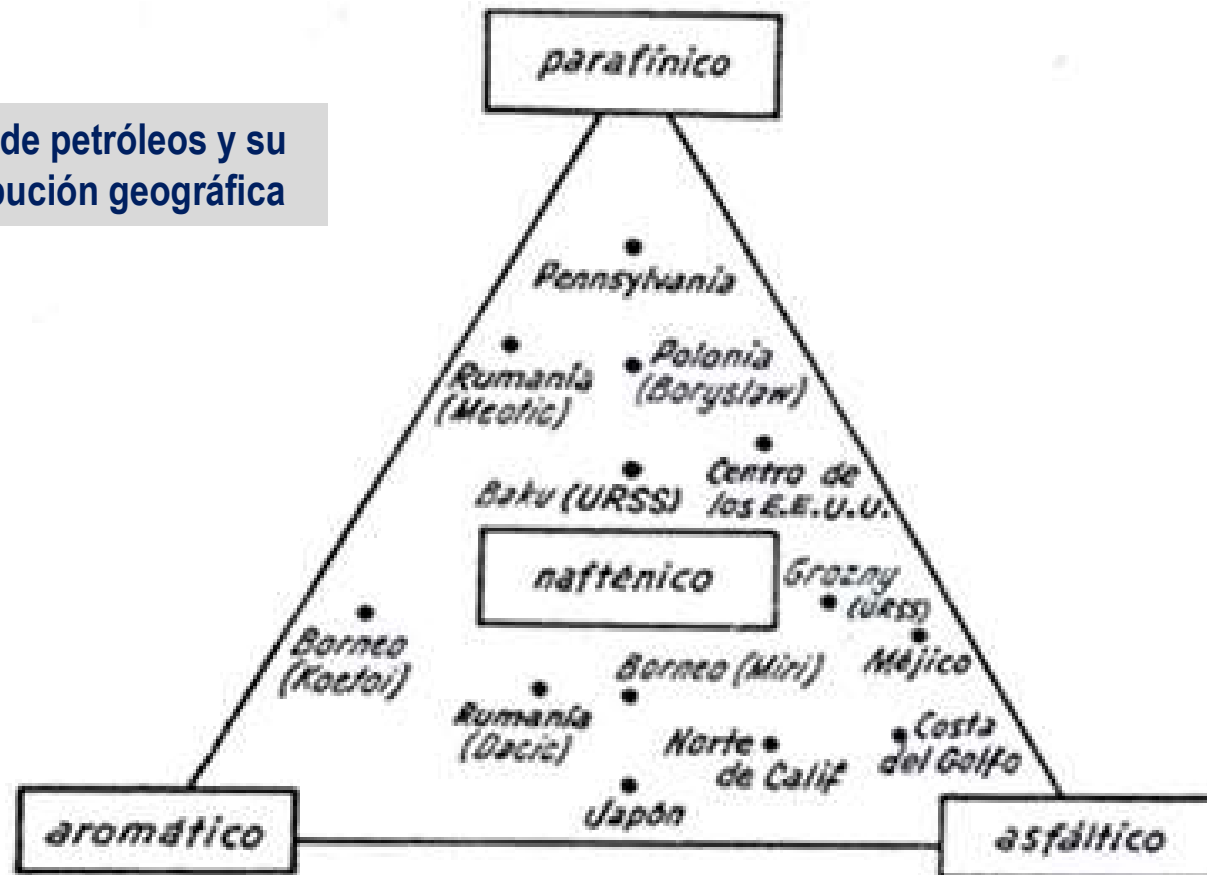
→ f(edad, temperatura, medio sedimentario)

- **Elementos químicos:** **C** $\approx 85\%$; **H** $\approx 12\%$; **O** $\approx 2\%$; **N** $< 2,5\%$; **S** $< 8\%$
- **Compuestos: HIDROCARBUROS**
 - **ALIFÁTICOS = ALCANOS = PARAFINAS** (C_nH_{2n+2}),
[ej.: petróleo americano]
 - **CICLOALIFÁTICOS = CICLOALCANOS = NAFTENOS** (C_nH_{2n})
[ej.: petróleo ruso]
 - **AROMÁTICOS = BENCÉNICOS** (C_nH_{2n-6})
[ej.: petróleo indonesio]



PETRÓLEO

Tipos de petróleos y su distribución geográfica



— Clases de petróleos crudos de algunos campos conocidos. (Según GRUSE y STEVENS.)

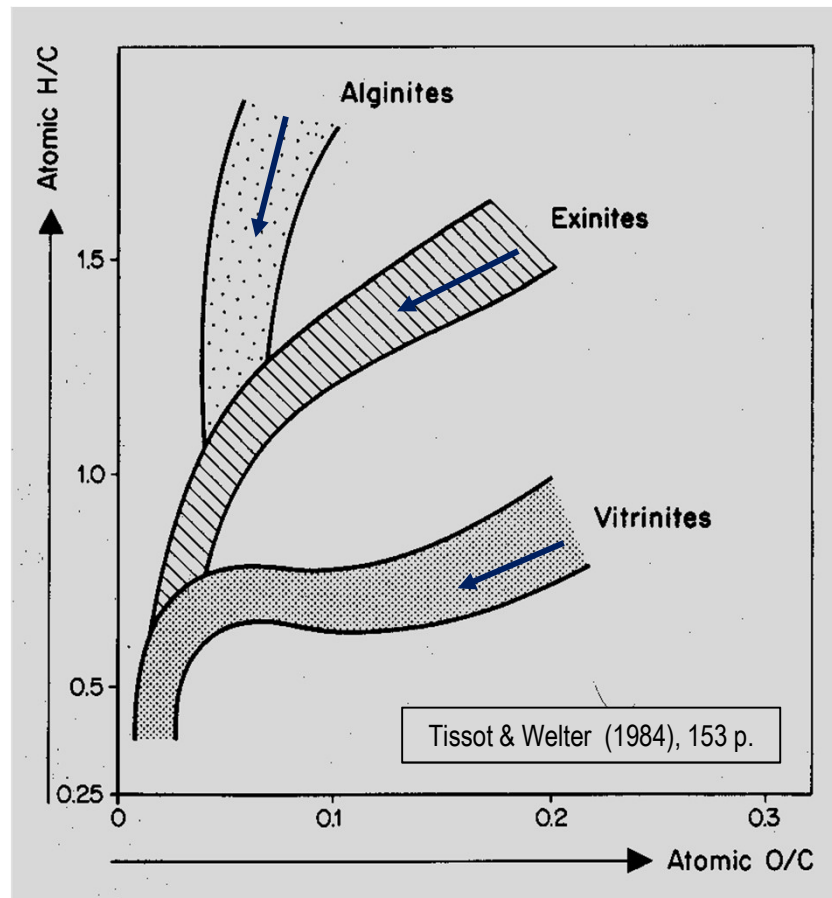
https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Caracteristicas-del-petroleo.html

PETRÓLEO

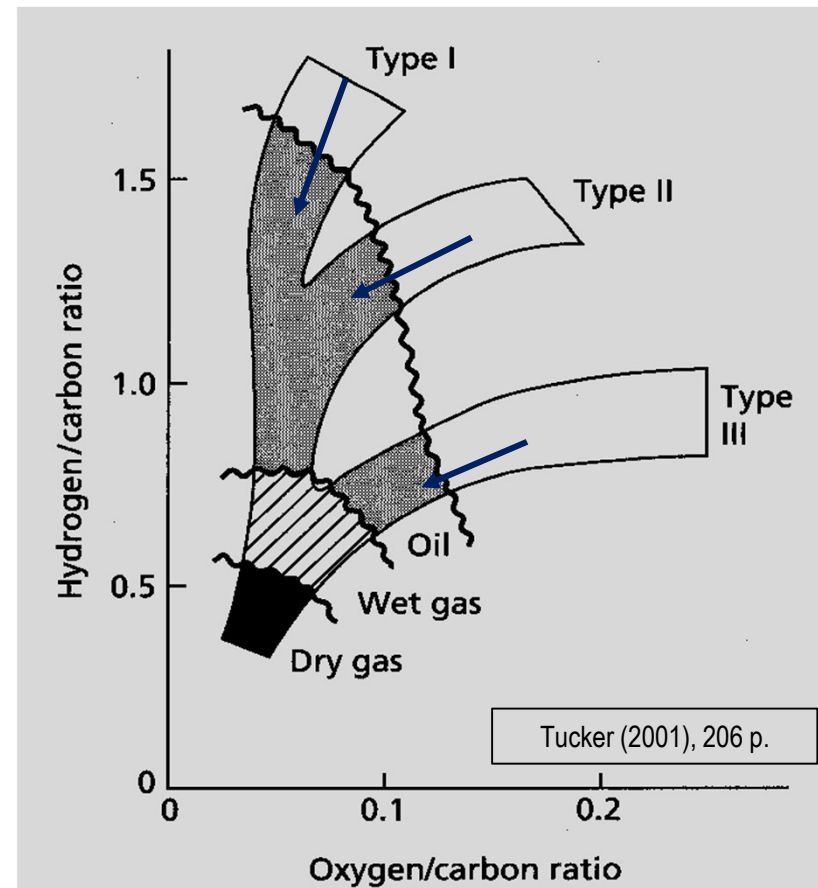
TIPO DE PETRÓLEO → f(tipo de kerógeno) → f(materia orgánica de partida)

- la materia algal más favorable a producir petróleo líquido
- las cutículas de plantas más favorables a producir gas

Evolución de los macerales



Tipos de kerógeno y su evolución



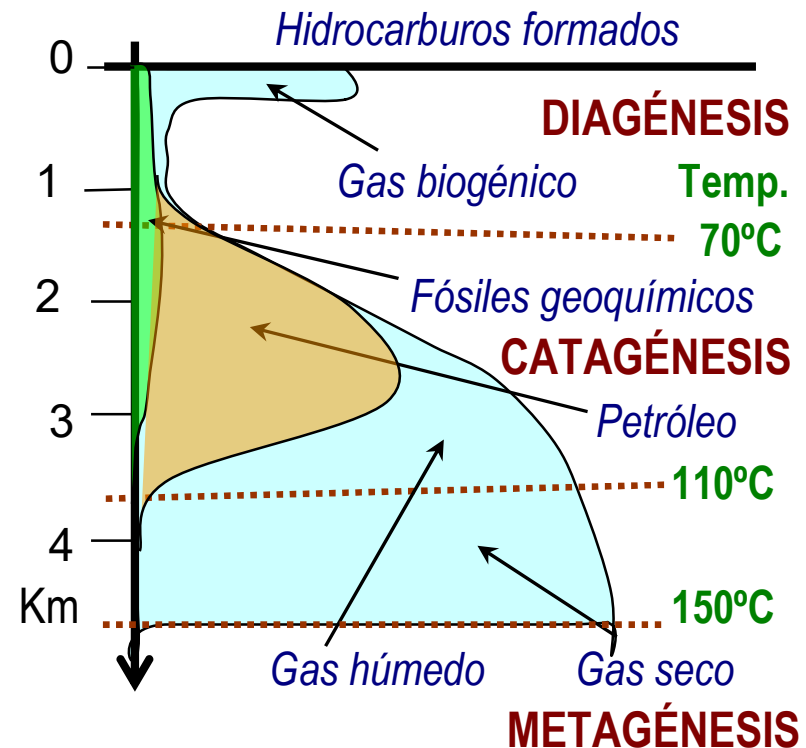
PETRÓLEO

GÉNESIS:

- Origen: materia orgánica → zoo / fitoplancton (algas, foraminíferos...)
- Depósitos: marinos, marismas; en grandes cuencas subsidentes:
 - en superficie, oxigenadas → gran productividad orgánica
 - por debajo, anóxicas → se conserva la materia orgánica
- Diagénesis, favorecida por:
 - sedimentación: ± rápida
 - gradiente geotérmico: ± alto
 - tipo de materia orgánica

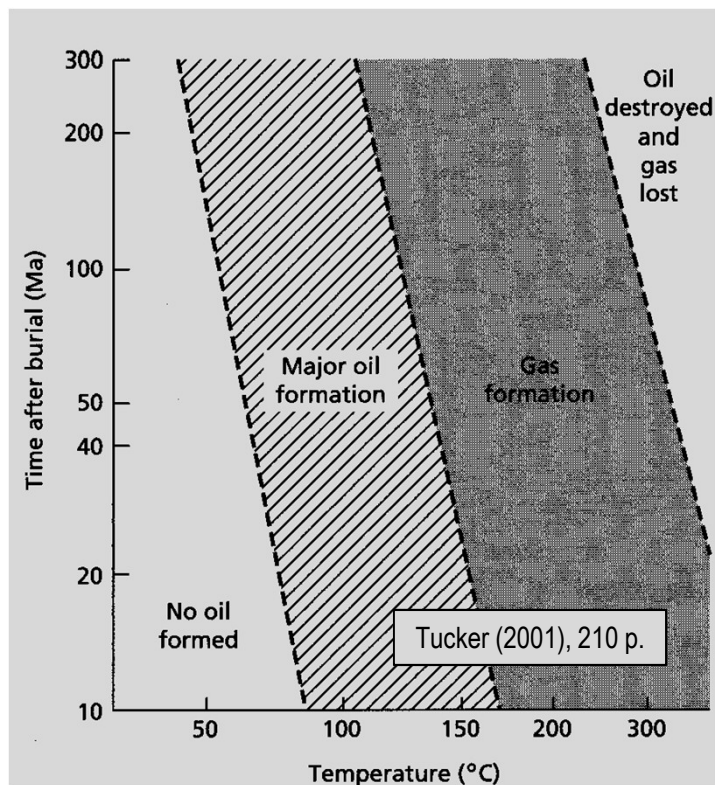
Etapas:

- *Diagénesis temprana*
 - Kerógeno
- *Catagénesis*
 - Petróleo
- *Metagénesis*
 - Gas natural (Metano)

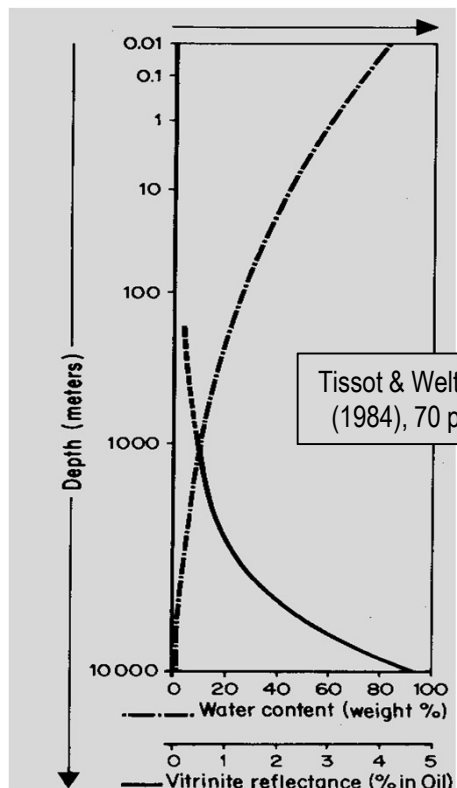


PETRÓLEO

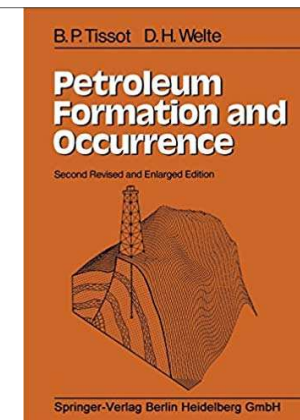
Formación de gas y petróleo en función de la edad de la roca y la temperatura alcanzada en el soterramiento



Evolución del contenido en humedad y de la reflectancia de la vitrinita con la profundidad de soterramiento



Tissot B.P. & Welte D.H.
(1984, 2ª Ed.). Petroleum
Formation and Occurrence.
Springer-Verlag, Berlín, 699 p.



<https://raregeologybooks.files.wordpress.com/2014/12/b-p-tissot-and-d-h-welte-petroleum-formation-and-occurrence.pdf>

Bibliografía: TUCKER (206); GREENSMITH (193-201)

<http://campus.usal.es/~delcien/doc/GCP.pdf>

<http://revistareduca.es/index.php/reduca-geologia/article/view/267/290>

