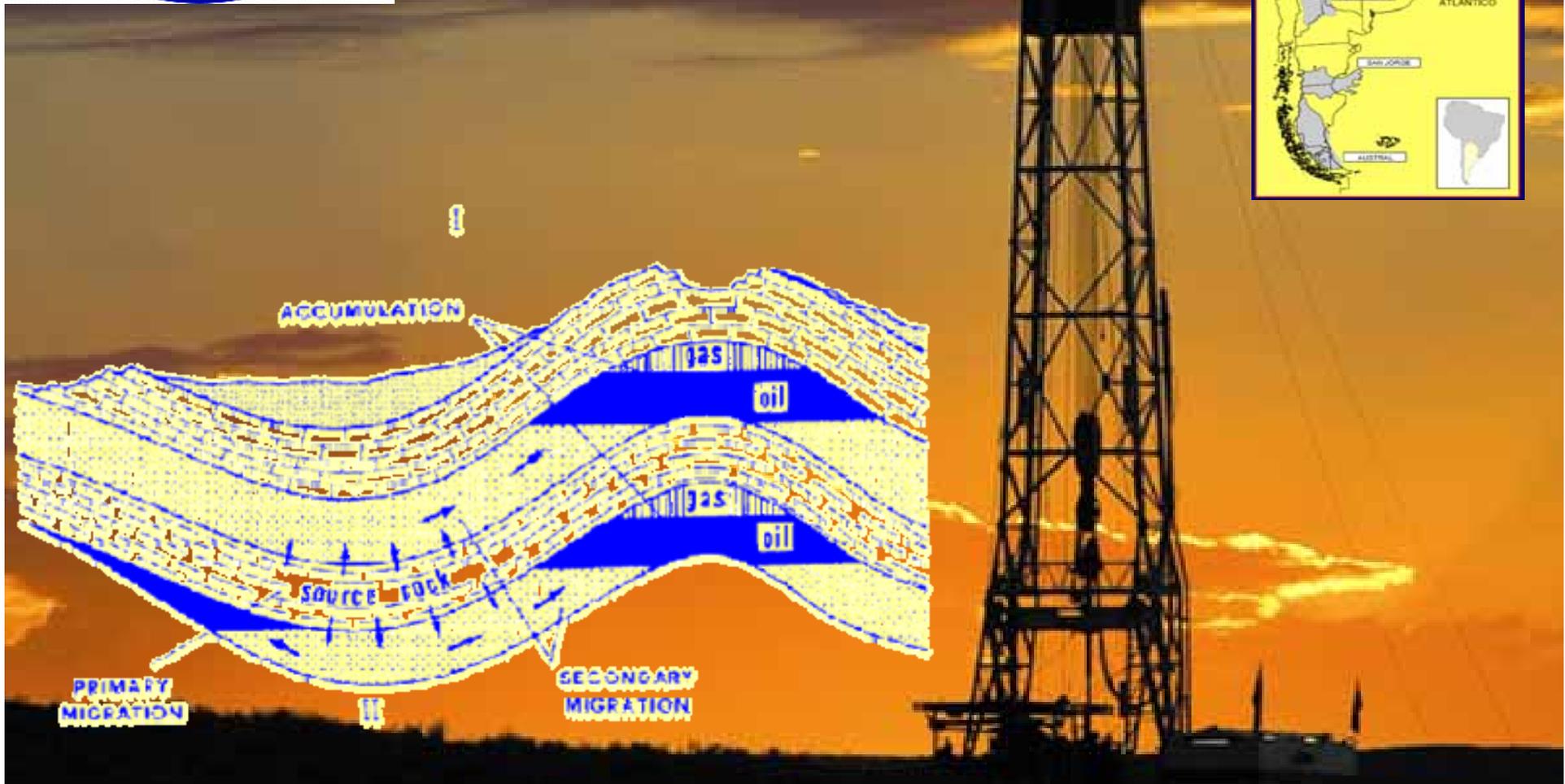




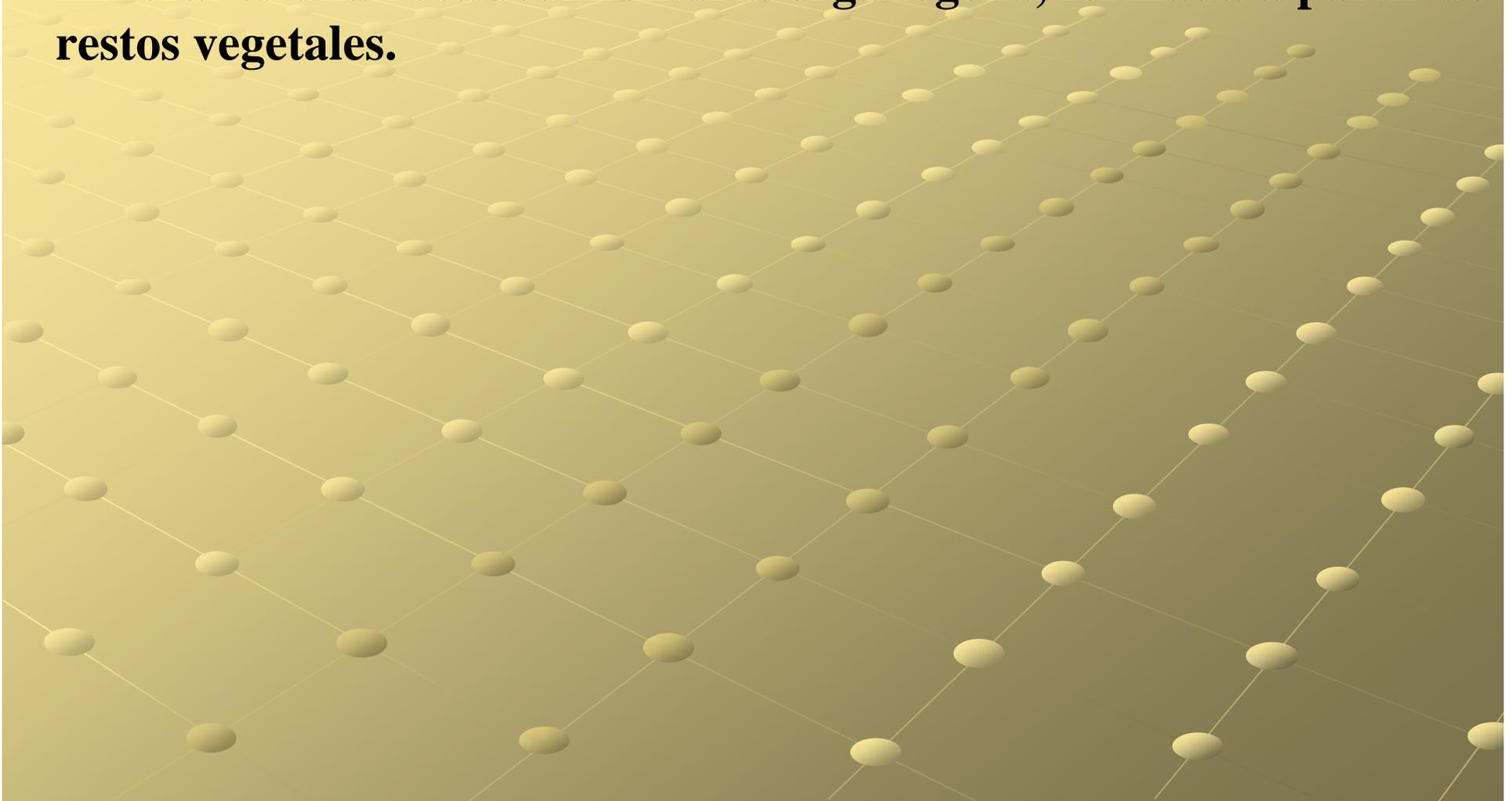
# UNIDAD XIX: LOS COMBUSTIBLES FÓSILES



# CARBÓN

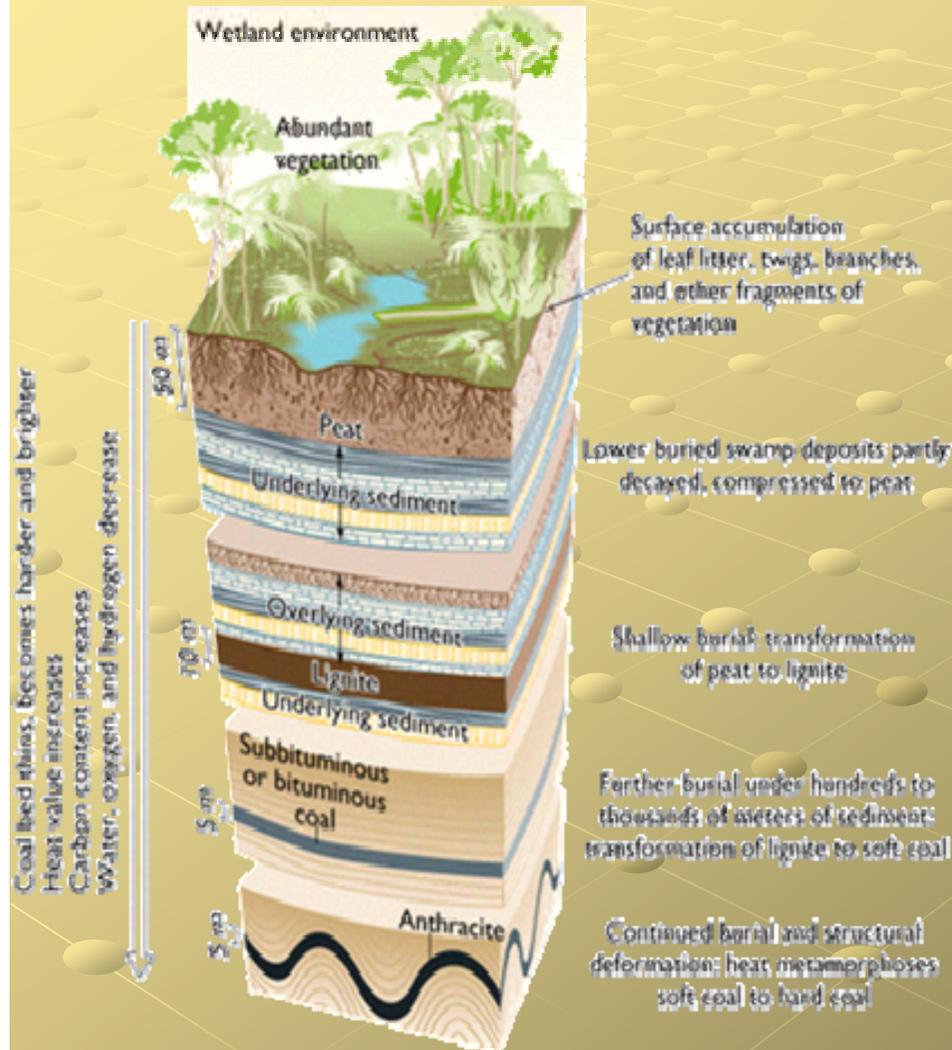
## ¿QUÉ ES EL CARBÓN?

**Materia orgánica fosilizada en condiciones reductoras. El carbón mineral es una roca sedimentaria organogena, formada a partir de restos vegetales.**



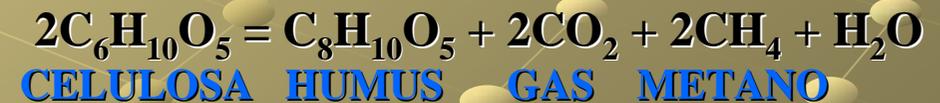
# CARBÓN

## ¿COMO SE FORMA?



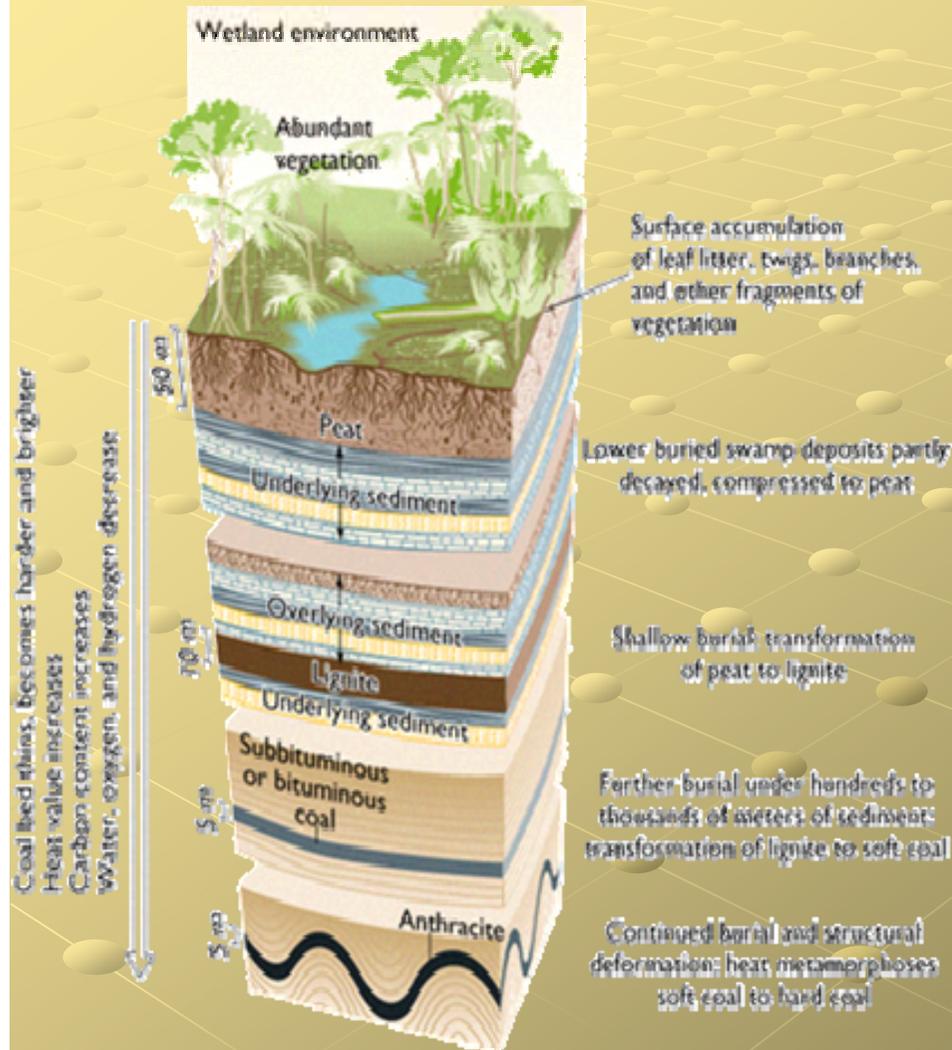
Etapas de formación:

1) Acumulación de materia orgánica (MO) en forma de **TURBA** (Peat). Esto ocurre en zonas adecuadas (siempre húmedas calidos o fríos, y el crecimiento vegetal supere la destrucción): pantanos, charcas, ciénagas, o albuferas +- colmatadas. La MO se conserva debido a condiciones de bajo O<sub>2</sub> que inhiben la actividad de bacterias y hongos que generan la putrefacción. La MO pasa a un forma gelatinosa denominada **HUMUS** enriquecida en C:



# CARBÓN

## ¿COMO SE FORMA?



Etapas de formación:

2) La MO se va cubriendo de sedimentos compactándola. De esta manera aumenta la densidad y se pierden gases y agua. Se genera un tipo de Carbón

(5 cm de Turba → 1 cm de Carbón)

**EL PERIODO CARBONIFERO FUE UNA EPOCA EXEPCIONAL DE FORMACION DE CARBÓN.**

Condiciones para la formación de Carbón:

1- crecimiento continuo de vegetación por mucho tiempo, acumulándose en forma de TURBA.

2- Subsistencia continua que permita la acumulación de sedimentos sobre la Turba.

3- Profundización continua.

# CARBÓN

## TIPOS DE CARBÓN

Dependen de la cantidad de % C, volátiles y humedad.

El tipo de carbón depende principalmente de la profundidad de enterramiento, el aumento de la presión y temperatura que permiten la expulsión de volátiles, dejando una mayor proporción de carbono fijo (el material combustible sólido restante).

TIPOS:

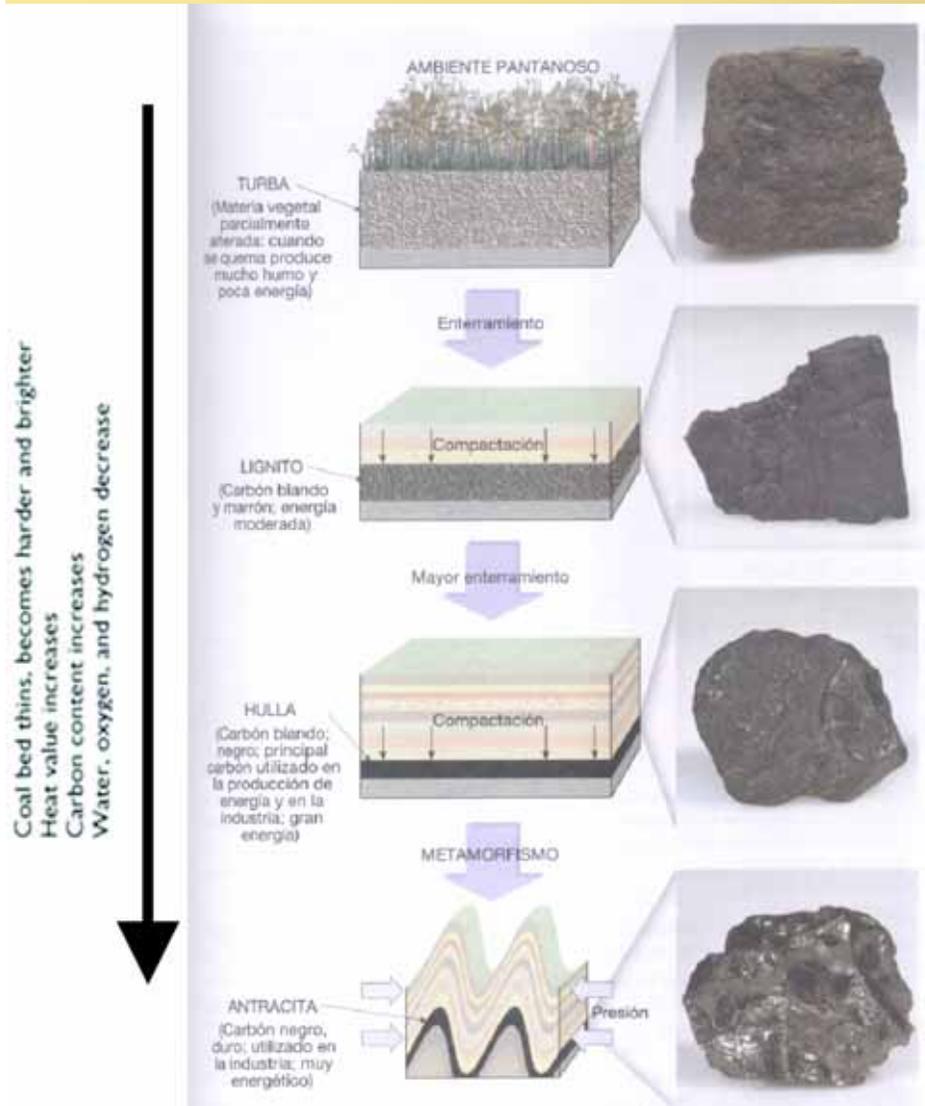
**LIGNITO:** parecido a la Turba con 65-70% C. No consolidado.

**CARBONES BITUMINOSOS:** tres tipos

1- HULLA: 70-80% C

2- ANTRACITA: 93-98% C (muy diagenizado a metamórfico)

3- GRAFITO: 98-100 % C (metamórfico)



# CARBÓN



## Diagénesis

Descomposición por bacterias aeróbicas

Descomposición por bacterias anaeróbicas

Desprendimiento de ácidos húmicos hasta pH 4

Acumulación de restos vegetales bajo el agua

Enterramiento bajo capas de sedimentos

FORMACIÓN DE LA TURBA

LIGNITO

## Metamorfismo

Carqueo geotérmico

Desprendimiento de gases y aceites

500 m 100 °C  
1.000 m 125 °C  
2.000 m 170 °C  
3.000 m 210 °C  
5.000 m 300 °C

Aumento de la temperatura y comienzo de la carbonificación a 100 °C

Aumento de la presión y la temperatura prosigue la carbonificación

CARBÓN SUB-BITUMINOSO

CARBÓN BITUMINOSO

ANTRACITA

# CARBÓN

## COMPONENTES DEL CARBÓN

El carbón no es una masa homogénea y uniforme sino que se reconocen distintas sustancias:

**VITRINA:** muy frágil y brillante, similar al vidrio negro. Se reconocen las estructuras de las células leñosas.

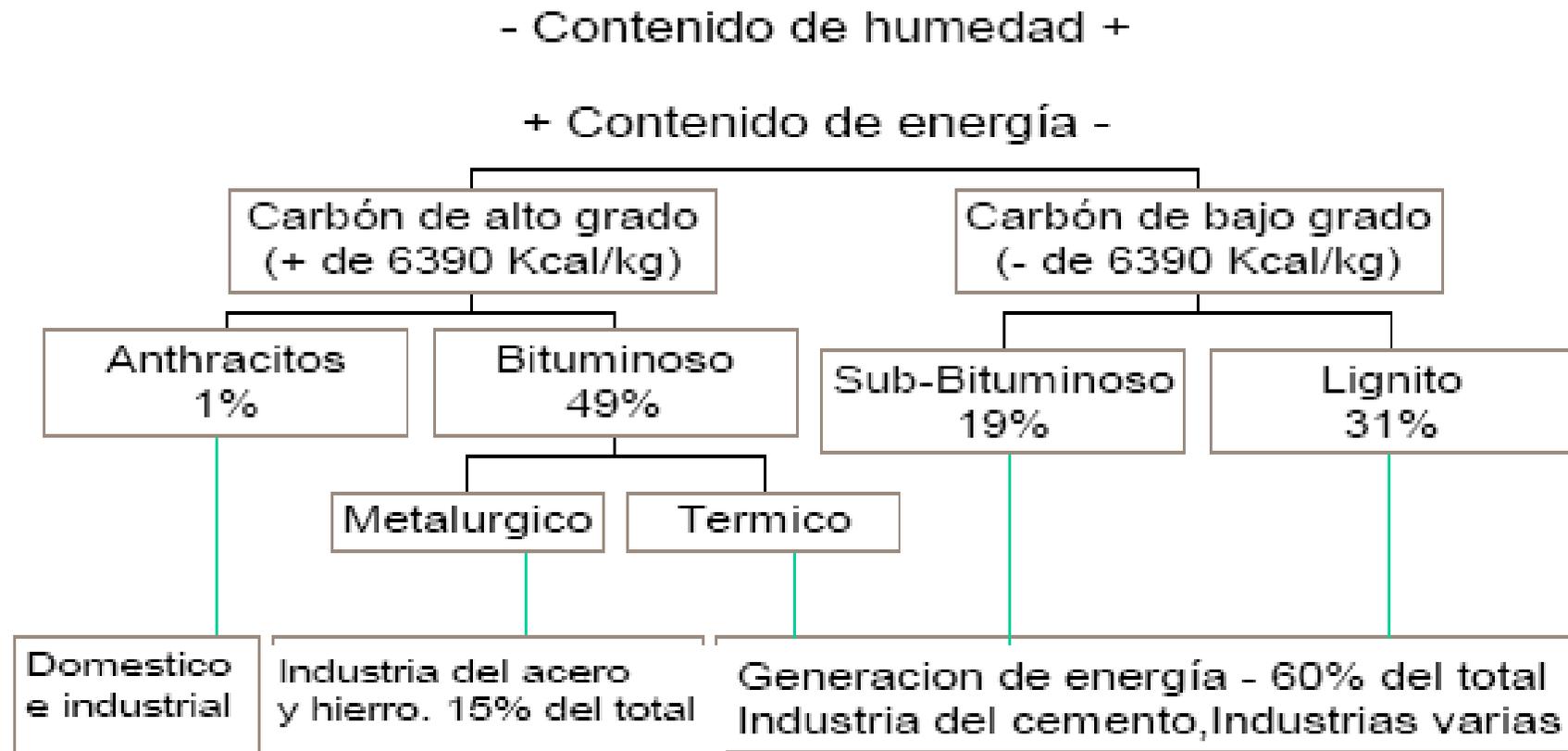
**CLARITA:** se asocia a la vitrina y forman bandas alternantes entre ellas VC-VC.

**DURITA:** forman franjas de carbón negro mate relativamente duras, similar al limo orgánico.

**FUSITA:** escamoso a lentes de carbonilla normalmente muy friable que generalmente mancha los dedos.

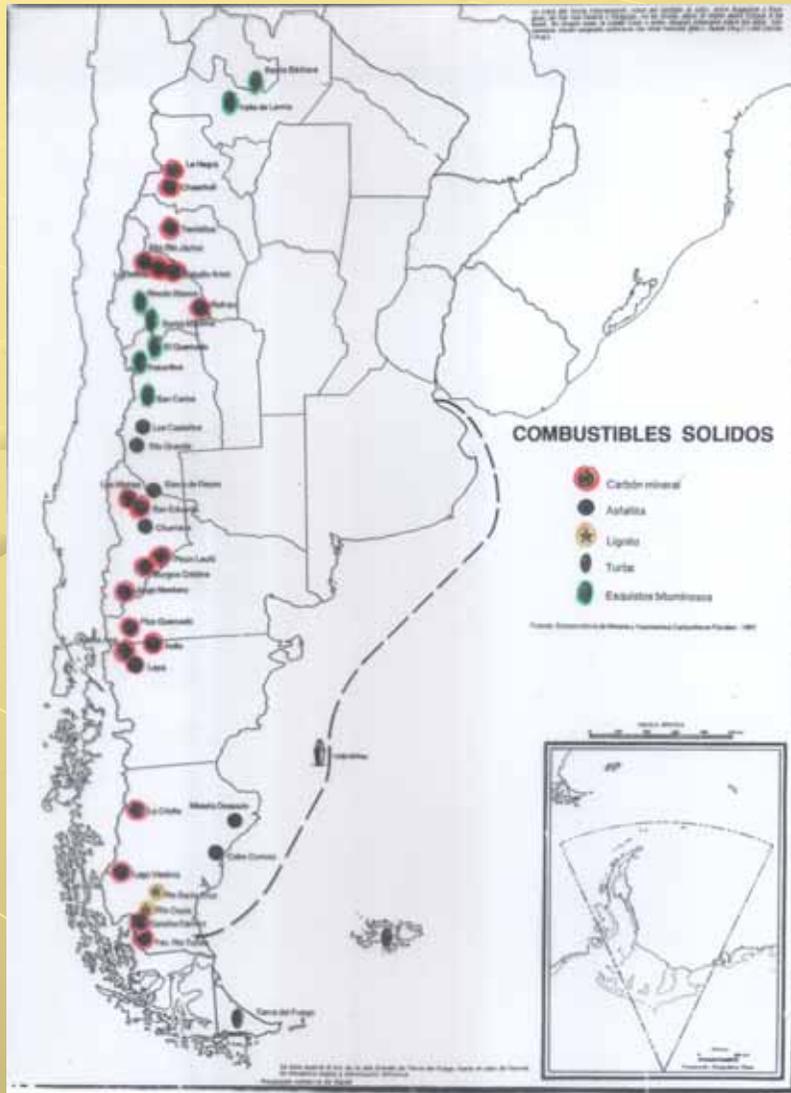
# CARBÓN

## USO DEL CARBON



# CARBÓN

## YACIMIENTOS EN ARGENTINA



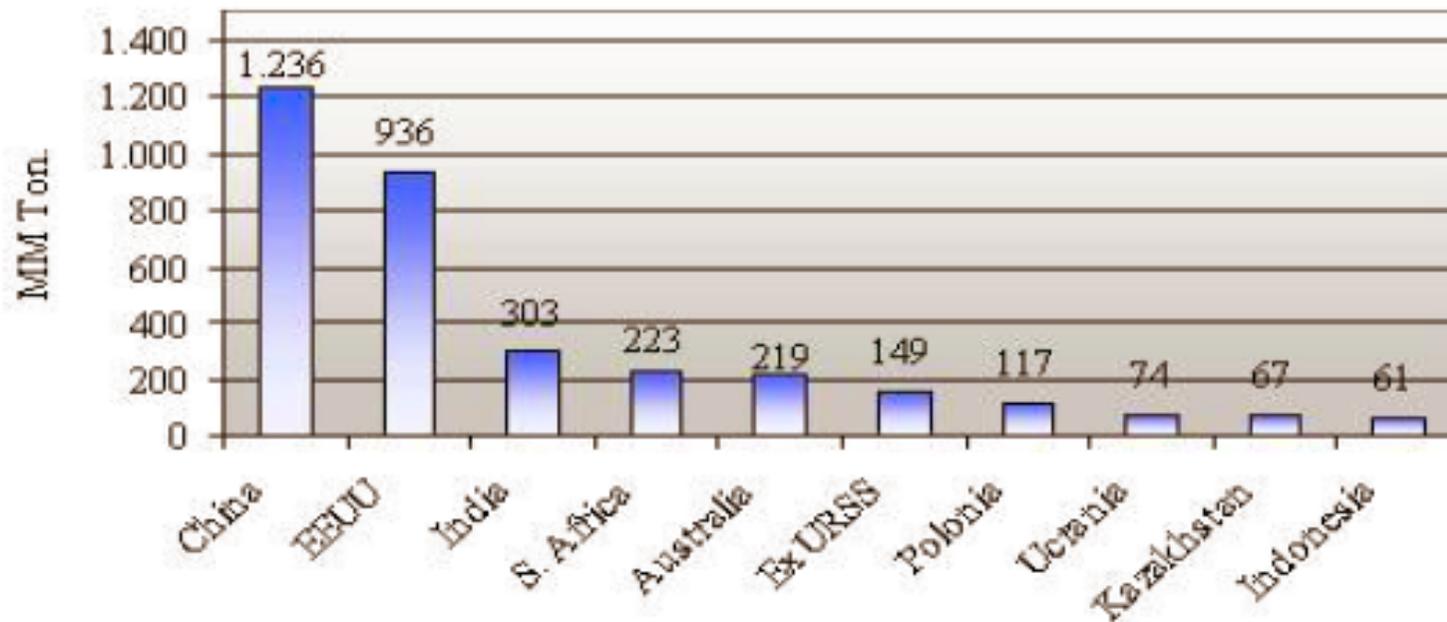
El carbón se explotó intensamente durante la era industrial, siendo el principal combustible fósil que permitía la expansión industrial. Hoy en día su explotación es relativamente escasa.

En Argentina no existen grandes yacimientos de carbón, salvo el de Río Turbio (Santa Cruz) de edad Cretácico Superior – Terciario. Consiste de Lignitos de zonas marinas costeras.

# CARBÓN

## EXPLORACION MUNDIAL

- Producción anual: 3656 millones de toneladas.
- Actualmente el 40% de la electricidad generada mundialmente es producida por carbón.
- El 26,2% de energía primaria generada proviene del carbón.
- Producción rentable en 50 países.



# PETROLEO

## ¿QUE ES EL PETROLEO?

Mezcla muy compleja de diferentes de diferentes hidrocarburos naturales en estado liquido (mineral liquido). Este liquido es menos denso que el agua y de color oscuro.

Junto al liquido que forma el petróleo, se encuentran gases (por ejemplo: Metano, Acetileno, y Butano) y fases sólidas (por ejemplo: Asfaltos y Betunes).

Además existe N, Zn, O<sub>2</sub> y ciertas derivados de la clorofila.

La presencia de compuestos orgánicos hace que el petróleo tenga una polarización rotatoria de la luz.

# PETROLEO

## TIPOS DE PETROLEOS

**PARAFINICOS:**  $C_nH_{2n+2}$  compuestos por gases livianos y metano. Forman las ceras minerales. De color claro, fluidos y de baja densidad (0,75-0,85 gr/ml)

**ASFALTITAS:** Contienen una elevada proporción de hidrocarburos de la serie naftenica.  $C_nH_{2n}$ . Son negros y viscosos, y elevada densidad (0.95 gr/ml). Al destilarlo genera menos Nafta que los parafínicos y deja un residuo asfáltico.

**VARIEDADES MIXTAS**

# PETROLEO

## ORIGEN DEL PETROLEO

1. El petróleo es de origen orgánico evidenciado por la polarización típica de la materia orgánica.
2. La presencia de porfirina (que se forma a partir de la clorofila) revela que el petróleo se formó en condiciones reductoras, ya que la porfirina se destruye rápidamente en presencia de oxígeno.
3. La presencia de petróleo en rocas de edad Carbonífera a Devónica, y la falta de conexión clara entre los yacimientos de Carbón y Petróleo indican que estos no derivan de plantas terrestres fosilizadas sino de microorganismos marinos que al morir caen al fondo (principalmente plancton).

El petróleo se forma a partir de materia orgánica acumulada en condiciones anaeróbicas y por la acción de bacterias que actúan sobre estos restos vegetales y minerales durante un tiempo muy prolongado.

# PETROLEO

## FACTORES QUE INTERVIENEN EN SU ORIGEN

**1. BIOLÓGICOS:** presencia de MO y bacterias anaeróbicas.

**MO + Bacterias = Sapropel → Kerogeno**

**Kerogeno + Presión + Temperatura = Petróleo**

**Sapropel:** sedimentos granulares oscuros que se forman a partir de restos vegetales y animales transformados bioquímicamente sin contribución del oxígeno.

**Kerogeno:** materia orgánica dispersa de las rocas sedimentarias insoluble en bases y ácidos no oxidantes y en disolvente orgánicos.. Bajo condiciones de presión y temperatura, el kerógeno empieza a ser inestable y se produce reagrupamiento en su estructura con objeto de mantener el equilibrio termodinámico. La generación de petróleo es una consecuencia natural del ajuste del kerógeno a condiciones de incremento de temperatura y presión.

# PETROLEO

## FACTORES QUE INTERVIENEN EN SU ORIGEN

TABLE 3. Kerogen: main sub-groups with different classification and terminologies

Origin	Terminologies					
	(macerales)					
Aquatic	Liptinite (Bituminita)	Type I	Algal Amorphous (Sapropel)	Amorphous (sapropélicos)	Amorphous debris	Exinite
	Exinite	Type II	Herbaceous			
Terrestrial	Vitrinite	Type III	Woody	Humic	Structured Plant Debris	Vitrinite
	Inertinite	Type IV Or III b	Coaly Inertinite			

(Cortesía de los Drs. R. Astini y F. Davila. Cátedra de Estratigrafía y Geol. Histórica)

Cuando se calienta, el querógeno sapropélico produce petróleo y gas, y el querógeno húmico produce principalmente gas.

# PETROLEO

## FACTORES QUE INTERVIENEN EN SU ORIGEN

### 2. FÍSICO-QUÍMICOS:

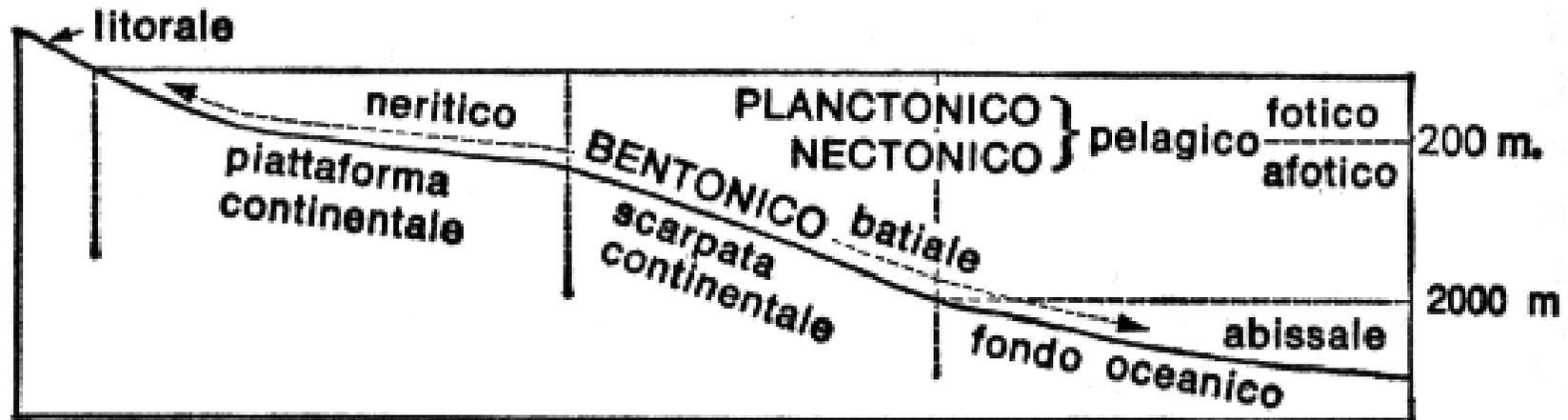
- I. Temperatura de formación:  $\pm 100^{\circ}\text{C}$ . (A  $>200^{\circ}\text{C}$  se destruye la Porfirina).
- II. Potencial Redox: se requieren valores bajos de redox.
- III. Catalizadores: La presencia de ciertas arcillas, como la Montmorillonita, es fundamental para la formación de petróleo. La calidad del tipo de petróleo se relaciona con el tipo de arcilla presente.

# PETROLEO

## FACTORES QUE INTERVIENEN EN SU ORIGEN

### 3. GEOLÓGICOS:

- I. CUENCA SEDIMENTARIA: de grandes dimensiones que permita el desarrollo de un ciclo completo.
- II. AMBIENTE: Paralico, salobre y nerítico.



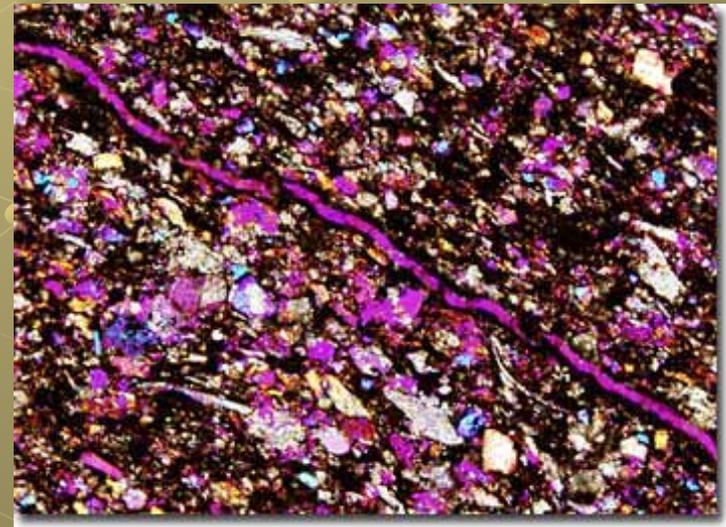
# PETROLEO

## ROCA MADRE

Se denomina así a todo cuerpo de roca sedimentaria que se ha formado en condiciones adecuadas para generar hidrocarburos. Generalmente son rocas de grano fino (por ejemplo: arcillas, margas, o calizas finas) con elevado contenido de MO, de colores oscuros, formadas en ambientes reductores.



**Pelitas bituminosas  
en afloramiento y al  
microscopio**

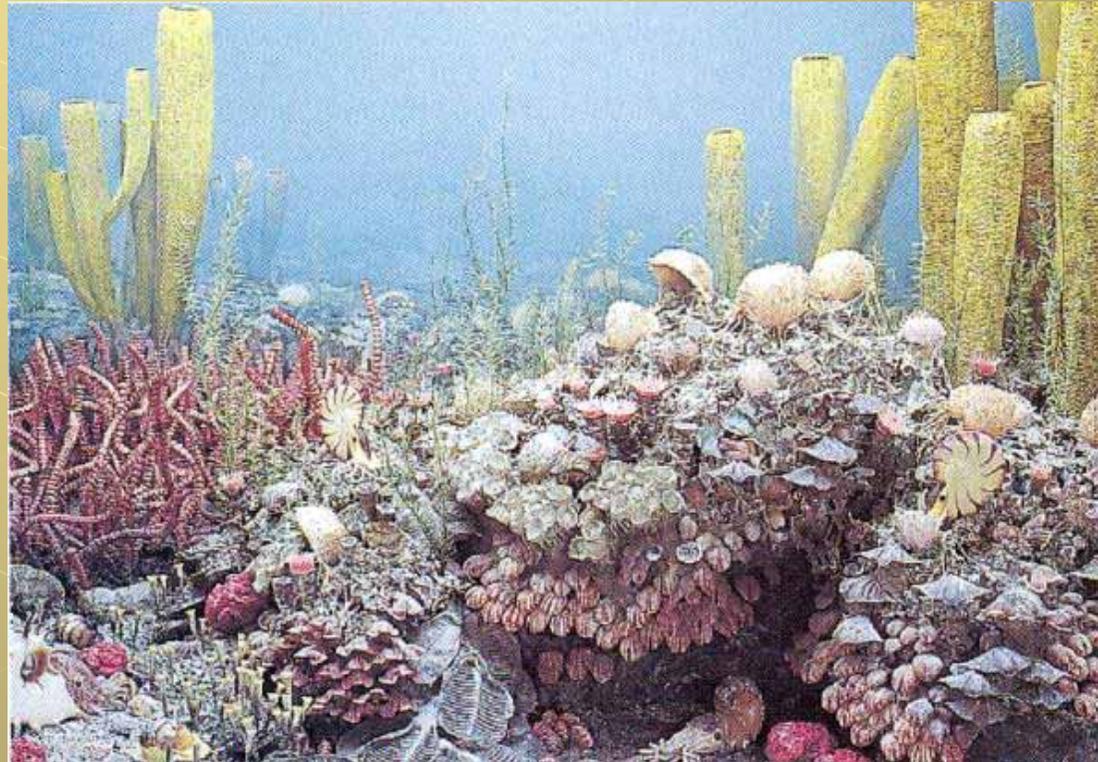


(Cortesía de los Drs. R. Astini y F. Davila. Cátedra de Estratigrafía y Geol. Histórica)

# PETROLEO

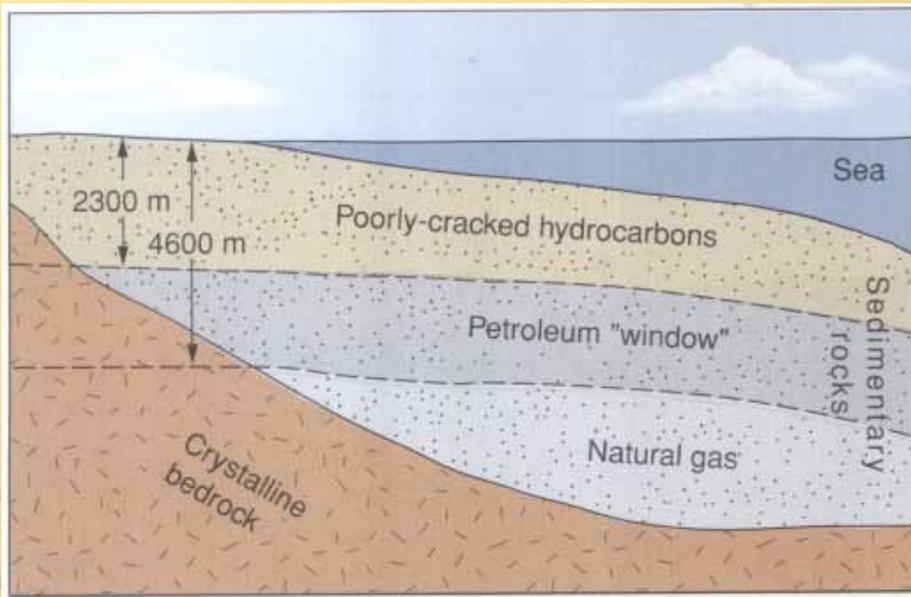
## ROCA ALMACÉN O RESERVORIO

Estas rocas presentan las características adecuadas para acumular el petróleo. Es decir, el petróleo migra de la roca madre a la roca almacén. Son rocas porosas y permeables (por ejemplo: areniscas, conglomerados, calizas de arrecifes).

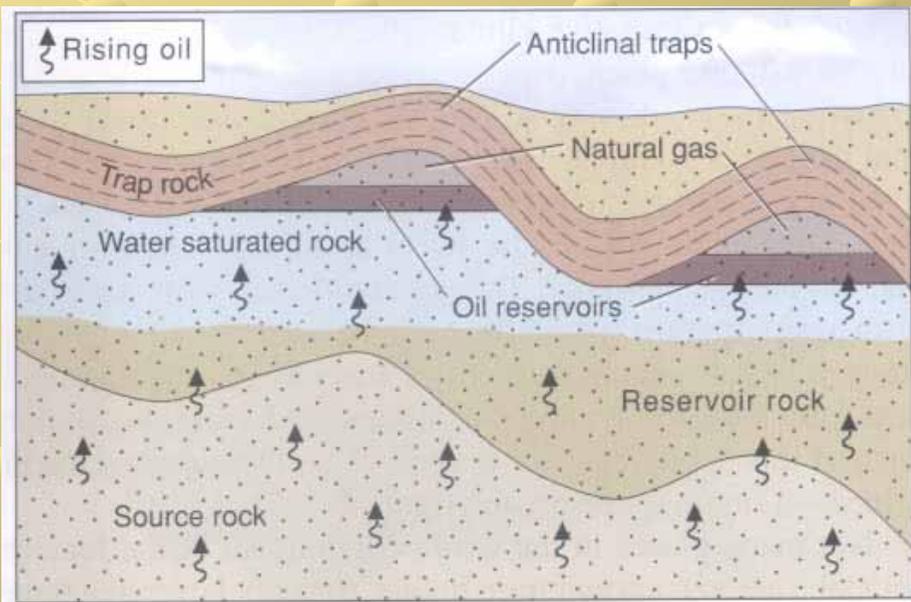


# PETROLEO

## ROCA SELLO



Estas rocas presentan una baja permeabilidad impidiendo que se escape el petróleo y los gases. Generalmente son rocas ricas en arcillas, también pueden ser sello: rocas volcánicas, calizas poco permeables, etc.



# PETROLEO

## MIGRACION

Cuando la roca madre se somete a presiones de tipo Tectónico o litostática, los hidrocarburos se movilizan hacia zonas de menor presión y se entrapan en la roca almacén.

## ALMACENAMIENTO

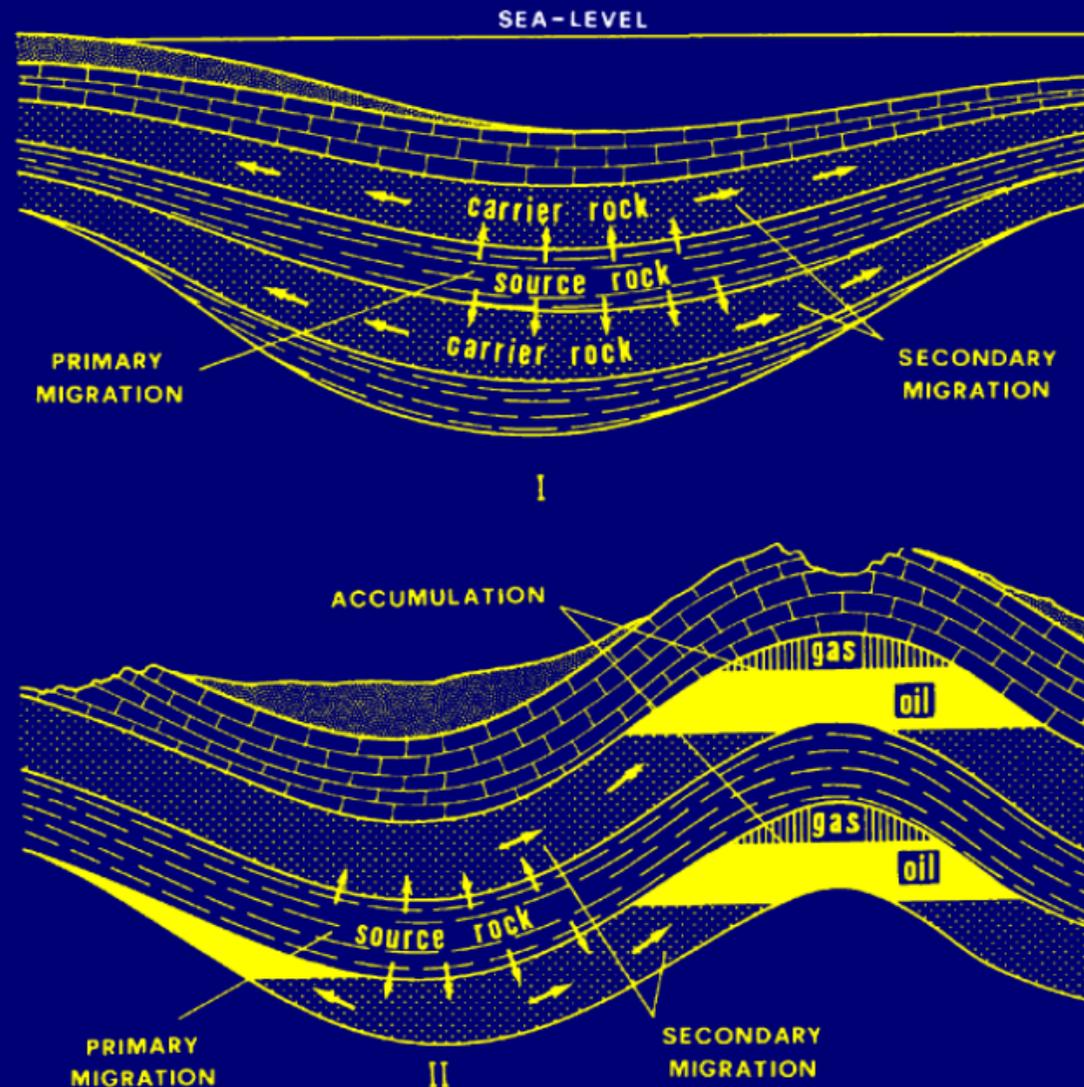
Si en la movilización el petróleo encuentra algún obstáculo o barrera impermeable, comenzara a acumularse y generar un yacimiento. Los lugares que causan que el petróleo se acumule se llaman **TRAMPAS PETROLIFERAS**.

# PETROLEO

## Migración primaria y secundaria del petróleo

Extraído de Tissot y Welte (1978, 1984)

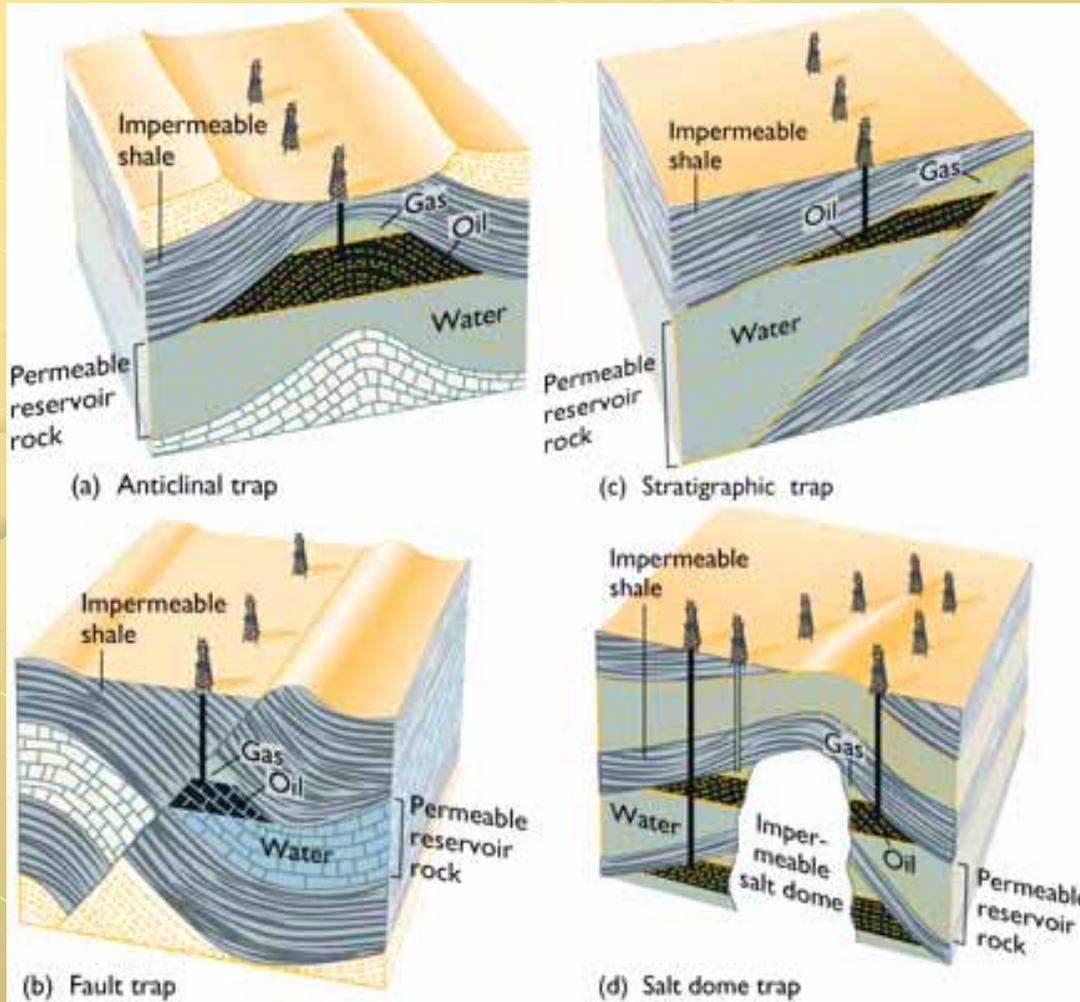
Formación de acumulaciones de petróleo y gas: presentación esquemática de la migración primaria y secundaria en los estados inicial y avanzado de la evolución de la cuenca.



(Cortesía de los Drs. R. Astini y F. Davila. Cátedra de Estratigrafía y Geol. Histórica)

# PETROLEO

## TRAMPAS PETROLIFERAS

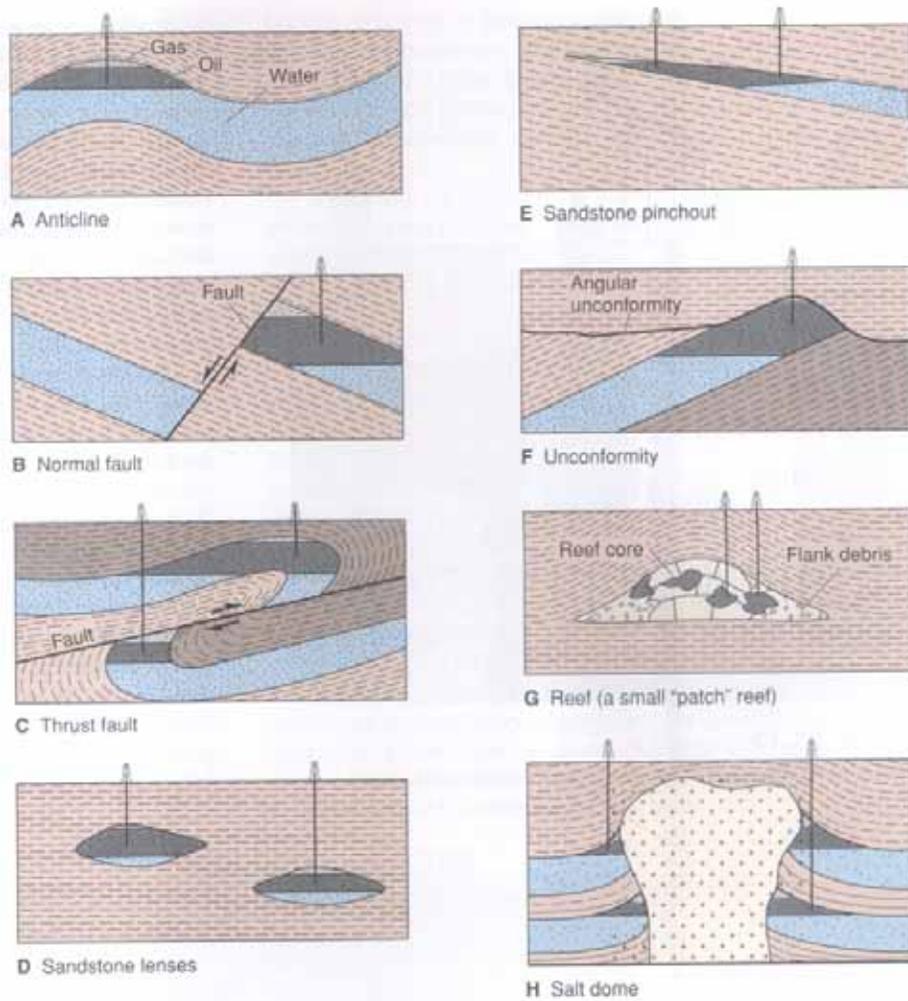


Pueden ser de tres tipos principales:

- 1- ESTRATIGRAFICAS
- 2- ESTRUCTURALES
- 3- MIXTAS

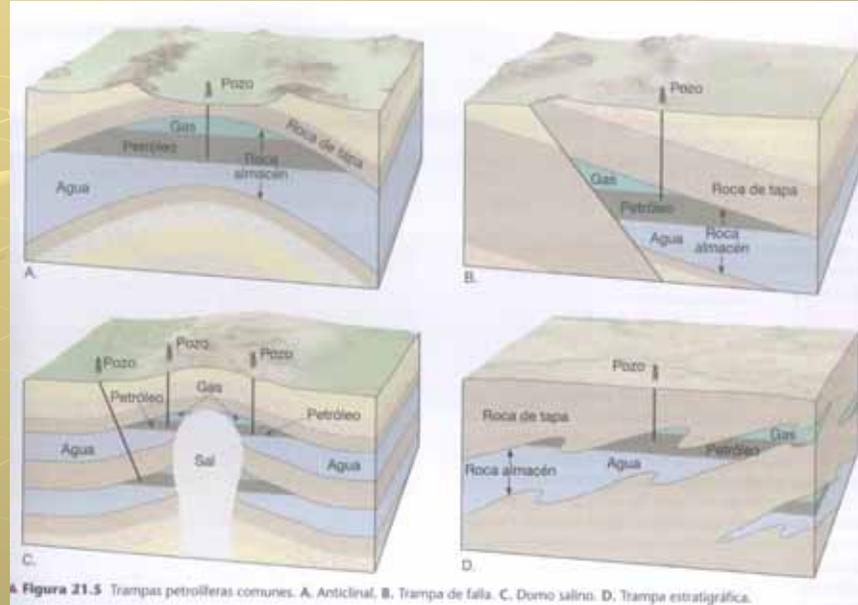
# PETROLEO

## TRAMPAS PETROLIFERAS

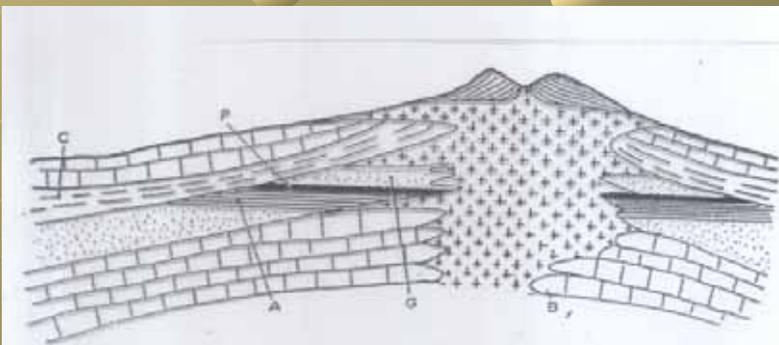


**FIGURE 21.11**

Major types of petroleum traps. In all cases, impermeable rock encloses or caps the petroleum.



**Figura 21.5** Trampas petrolíferas comunes. A. Anticlinal. B. Trampa de falla. C. Domo salino. D. Trampa estratigráfica.

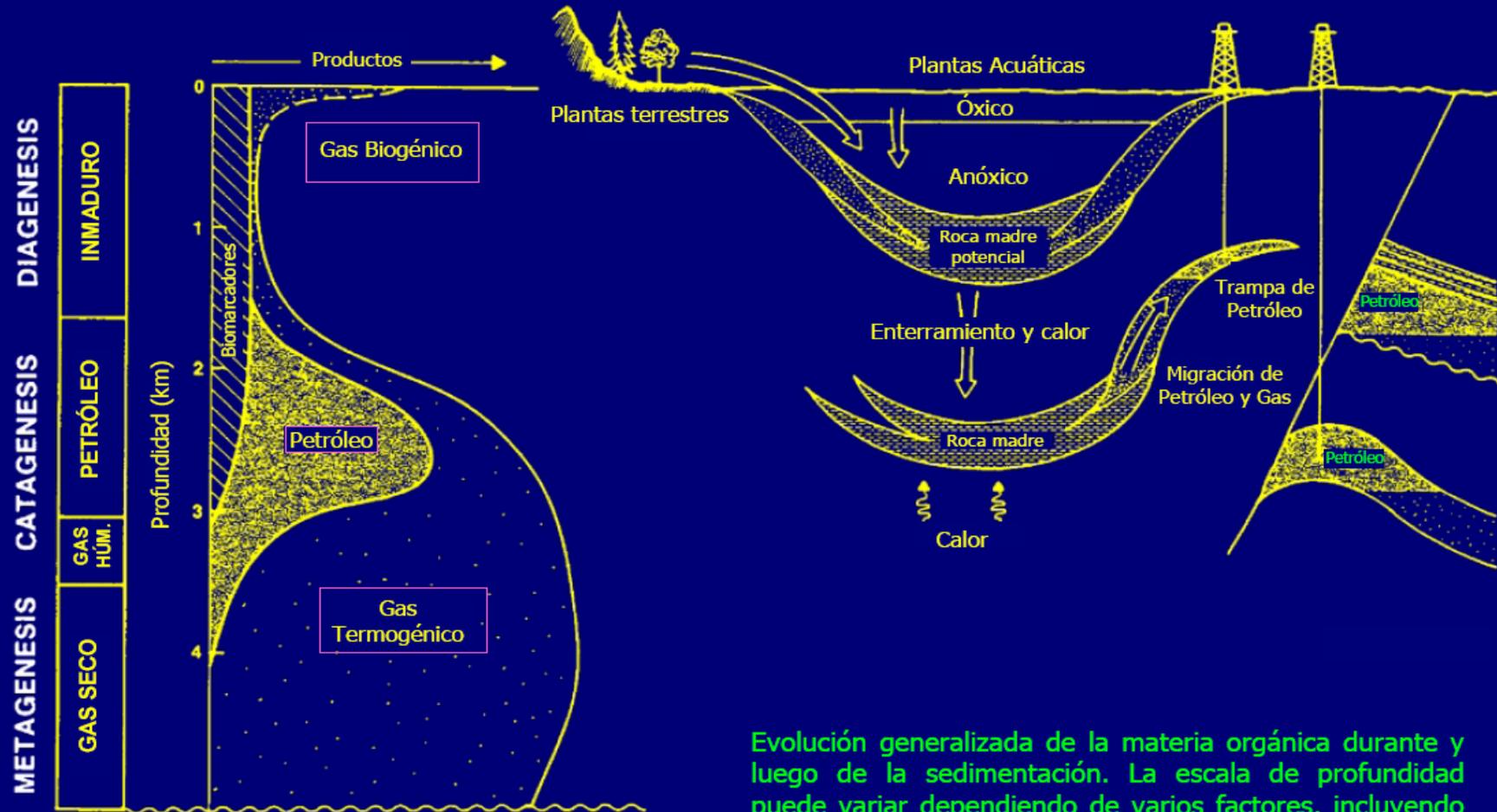


**Fig. XII-7.**—Tipo especial de yacimiento petrolífero, asociado a una erupción volcánica, en el que la roca eruptiva, al atravesar los estratos, ha formado una "trampa", en la que posteriormente se ha acumulado el petróleo. (P, petróleo; G, gas; A, agua; C, cobertura impermeable de arcillas; B, basalto.)

# PETROLEO

## Evolución de la materia orgánica

Extraído de Peters y Moldowan (1993)



Evolución generalizada de la materia orgánica durante y luego de la sedimentación. La escala de profundidad puede variar dependiendo de varios factores, incluyendo el gradiente geotérmico y el tipo de materia orgánica.

(Cortesía de los Drs. R. Astini y F. Davila. Cátedra de Estratigrafía y Geol. Histórica)

# PETROLEO

## SISTEMA PETROLERO

...conjunto de variables geológicas y procesos necesarios para generar y acumular hidrocarburos...

Incluyendo

- a) una cuenca sedimentaria
- b) un intervalo geológico productivo

### Requisitos:

• existencia de una roca madre o fuente de generación

c/ alto contenido de materia orgánica (TOC > 0,5%; óptimo > 1%)

• maduración térmica apropiada (T°C)

Historia de hundimiento

generación de hidrocarburos

ventana oleogénica (del petróleo, del gas)

(200/250-350°C → 475°C)

• expulsión y migración

• que exista una buena roca reservorio → > 10% porosidad

Calidad del reservorio

productividad

recuperación

• desarrollo de un buen entrapamiento y sello

trampas

estratigráficos

geométricos o estructurales

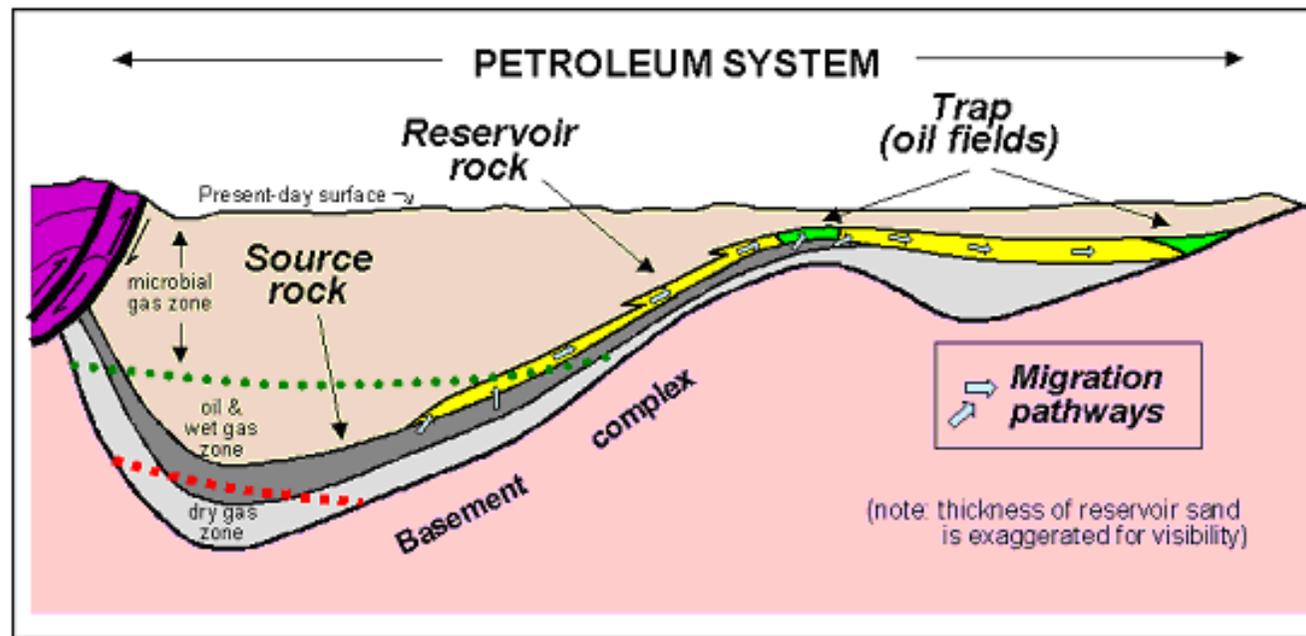
**¡Secuencia temporal y yuxtaposición espacial apropiados!**

**-Condiciones que deben cumplirse todas para el éxito de un proyecto-**

(Cortesía de los Drs. R. Astini y F. Davila. Cátedra de Estratigrafía y Geol. Histórica)

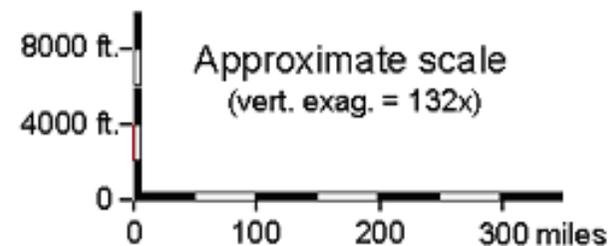
# PETROLEO

## SISTEMA PETROLERO



Main lithology	
	sandstone
	shale (organic-rich)
	shale (organic-poor)
	crystalline/volcanic

Onset depth of thermal generation   
Onset depth of dry gas generation 



(Cortesía de los Drs. R. Astini y F. Davila. Cátedra de Estratigrafía y Geol. Histórica)

# PETROLEO

## PROSPECCIÓN PETROLERA

En la primera etapa el geólogo busca a escala regional evidencias de posibles rocas madres, rocas almacén, y la existencia de trampas.

### ETAPAS:

1- Búsqueda de un medio geológico antiguo favorable: una cuenca marina, poco profunda, contenido de restos orgánicos, sedimentación continua y prolongada.

2- Búsqueda de roca porosa y permeable (roca almacén).

3- Búsqueda de trampas petrolíferas (estructuras tectónicas y/o trampas estratigráficas).

4- Elección del lugar del sondeo

5- Del éxito de los sondeos prospectivos depende la realización de sondeos extractivos.

Los estudios requeridos en los puntos 3 y 4 pueden ser de dos tipos:

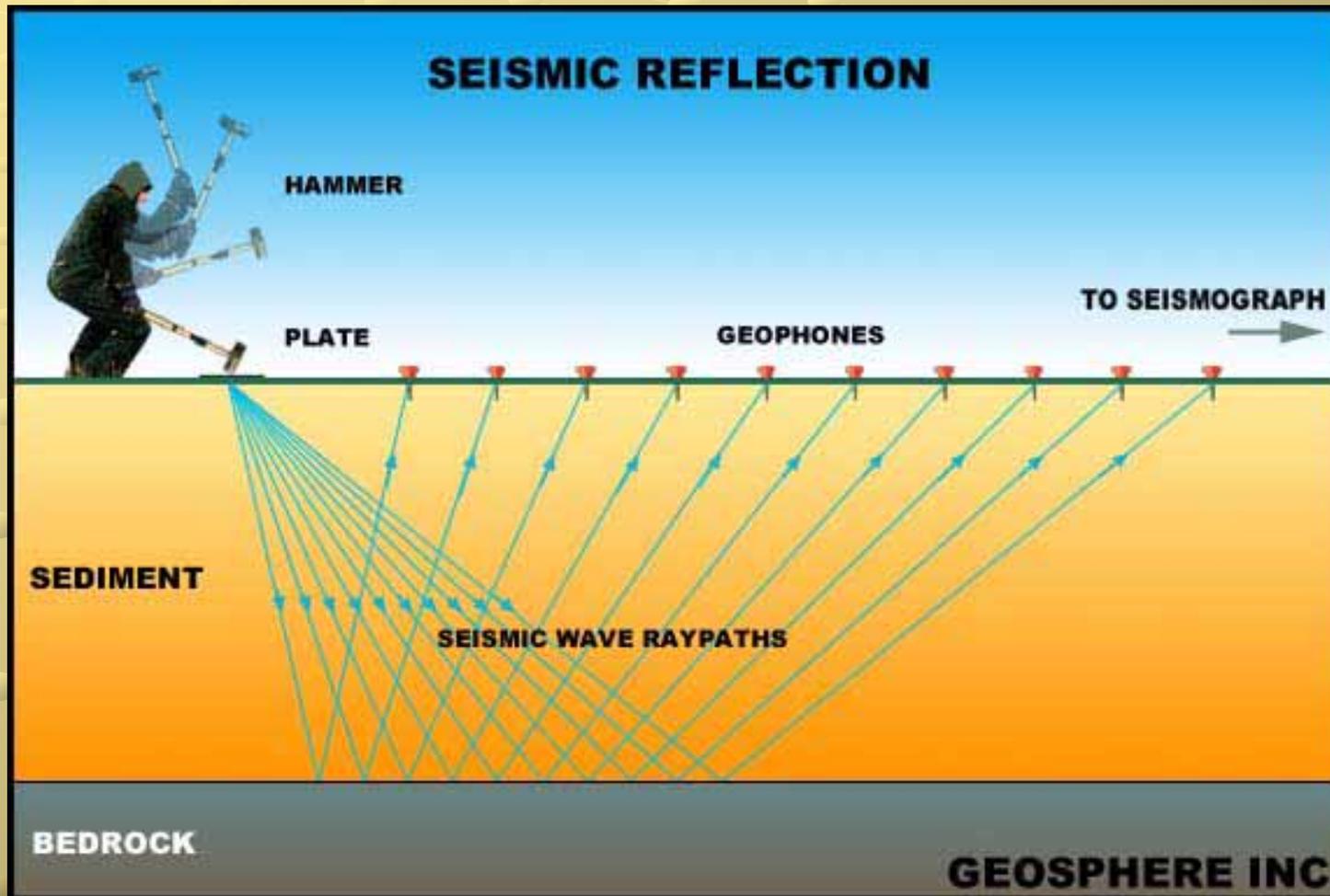
1- Directos (geología de campo)

2- Indirectos (métodos de prospección geofísica y geoquímica).

# PETROLEO

## PROSPECCIÓN: MÉTODOS INDIRECTOS

### REFLEXIÓN SÍSMICA

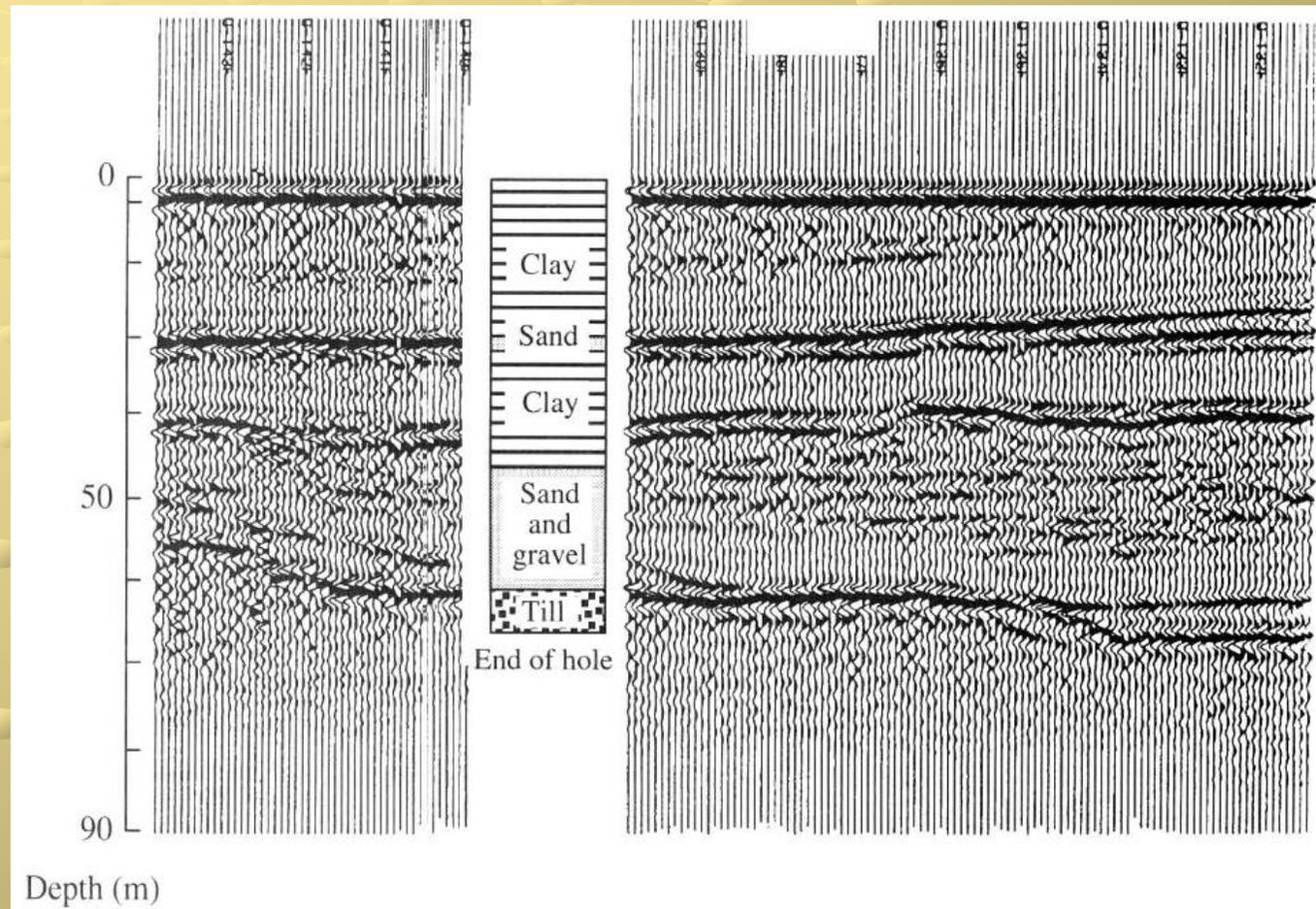


(Cortesía de los Drs. R. Astini y F. Davila. Cátedra de Estratigrafía y Geol. Histórica)

# PETROLEO

## PROSPECCIÓN: MÉTODOS INDIRECTOS

### REFLEXIÓN SÍSMICA

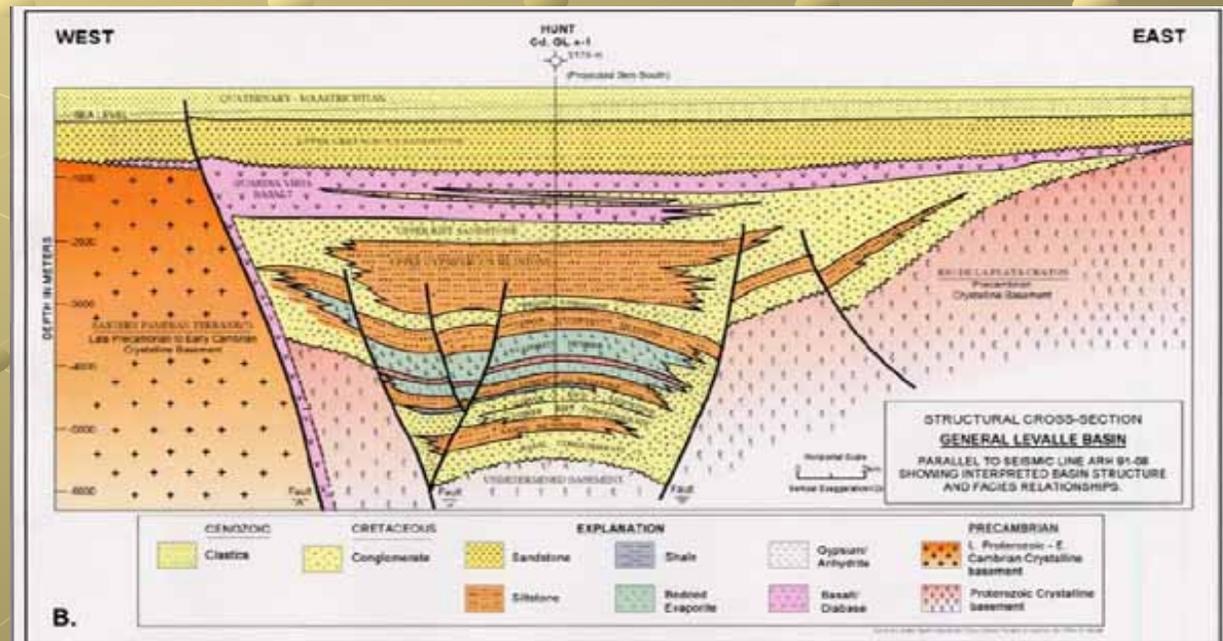
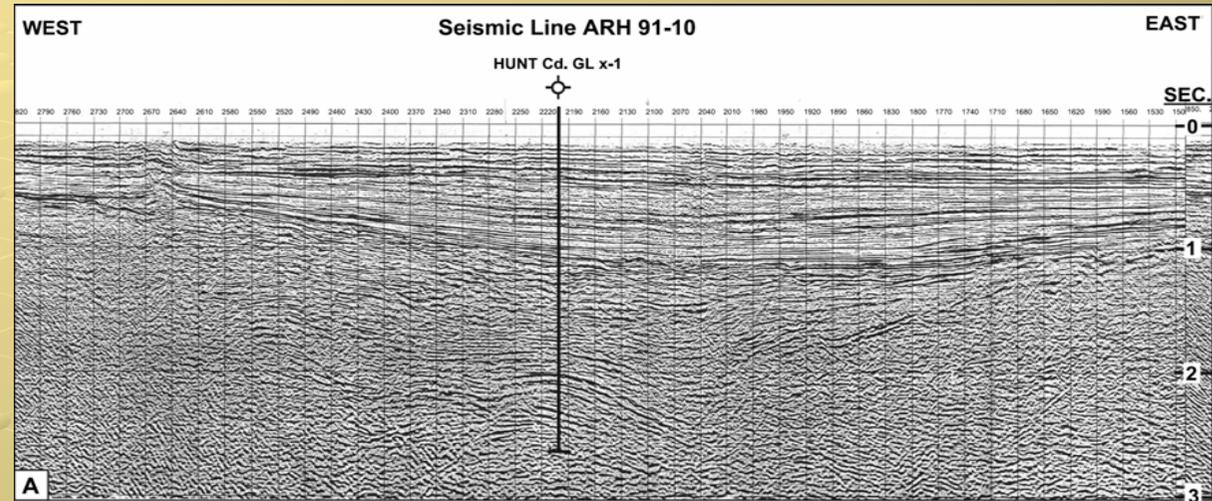


(Cortesía de los Drs. R. Astini y F. Davila. Cátedra de Estratigrafía y Geol. Histórica)

# PETROLEO

## PROSPECCIÓN: MÉTODOS INDIRECTOS

### REFLEXIÓN SÍSMICA



(Cortesía de los Drs. R.  
Astini y F. Davila.  
Cátedra de Estratigrafía y  
Geol. Histórica)

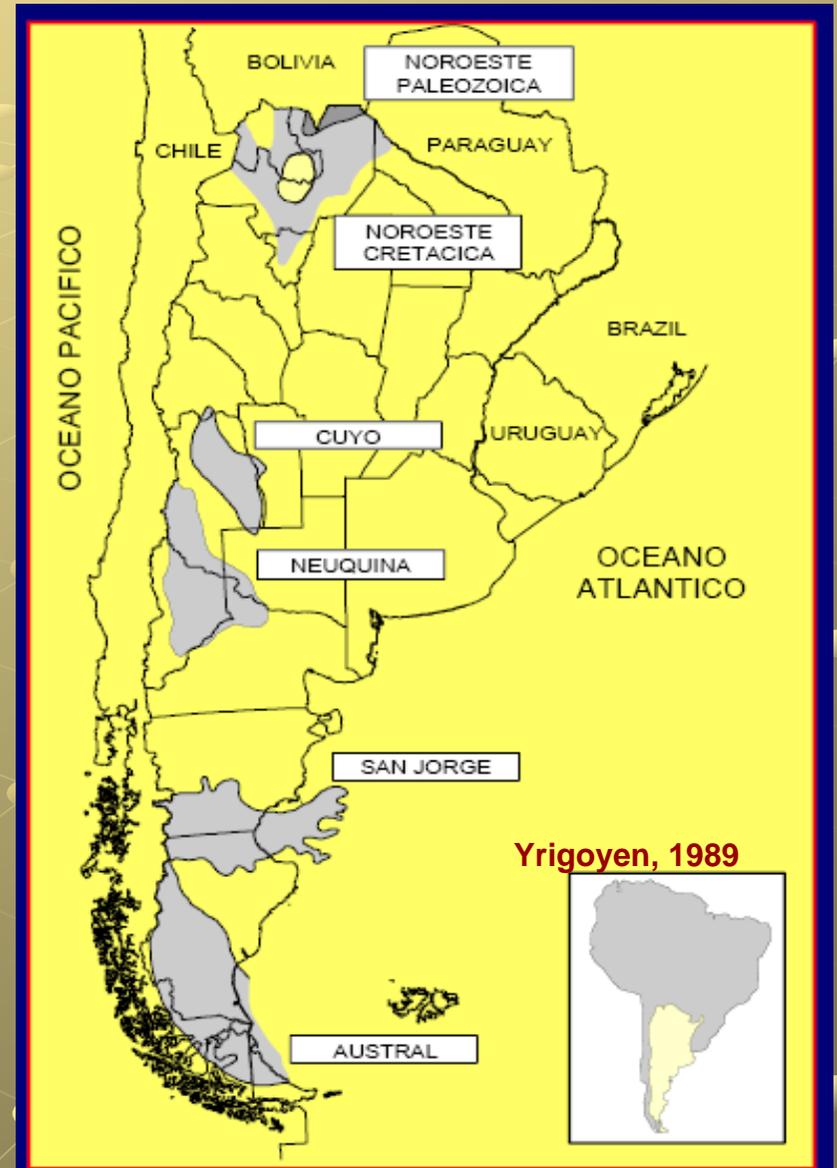
# PETROLEO

## EL PETROLEO EN ARGENTINA

### CUENCAS PETROLIFERAS DE ARGENTINA

CUENCA	ROCA MADRE
<i>NOROESTE (Pz)</i>	<i>Devónico Tardío</i>
<i>CUYANA</i>	<i>Triásico Tardío</i>
<i>NEUQUINA</i>	<i>Jurásico (3) y Cretácico T. (2)</i>
<i>SAN JORGE</i>	<i>Cretácico Temprano (2)</i>
<i>AUSTRAL</i>	<i>Cretácico Temprano</i>
<i>NOROESTE (K)</i>	<i>Cretácico Tardío</i>

(Cortesía de los Drs. R. Astini y F. Davila.  
Cátedra de Estratigrafía y Geol. Histórica)



# PETROLEO

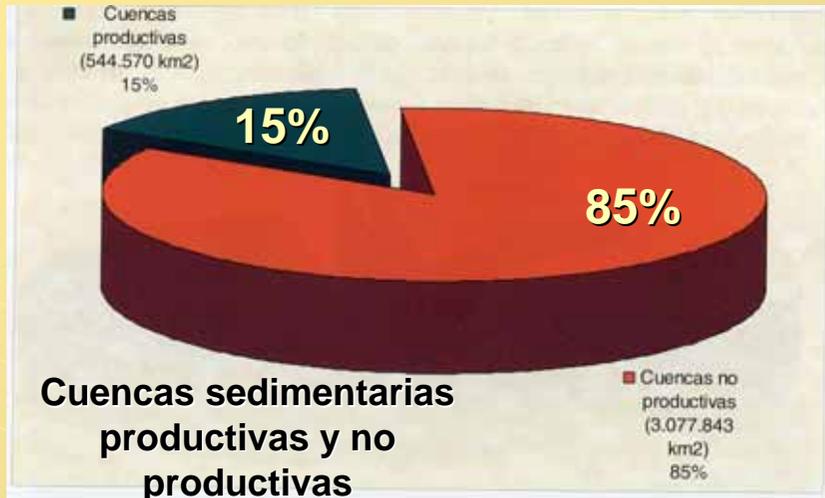


Figura 2: Argentina. Superficie cubierta por las cuencas sedimentarias productivas y no productivas (fuente: IHS Energy).

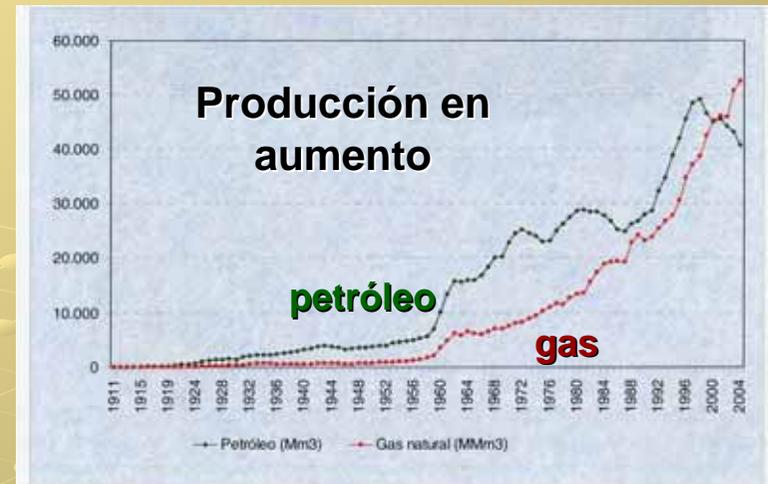


Figura 5: Argentina. Producción anual histórica de hidrocarburos para el período 1911-2004 (fuente: SE).



Figura 8: Argentina. Distribución porcentual por década de las reservas totales de petróleo y gas incorporadas entre 1907 y 2004 (fuente: IHS Energy).

## ACTIVIDAD PETROLERA EN ARGENTINA

(Cortesía de los Drs. R. Astini y F. Davila. Cátedra de Estratigrafía y Geol. Histórica)

# PETROLEO

## Disminución de reservas de petróleo

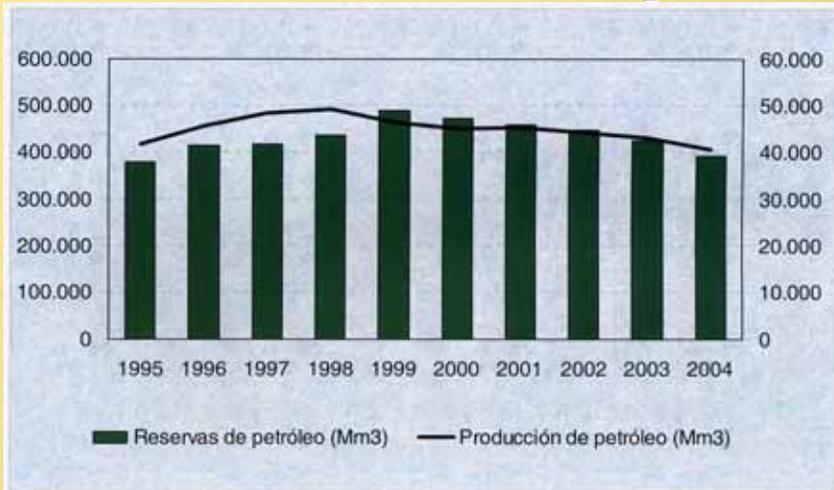


Figura 14: Argentina: reservas probadas y producción de petróleo anuales para el período 1995-2004 (fuente: SE e IAPG).

## Disminución de reservas de gas

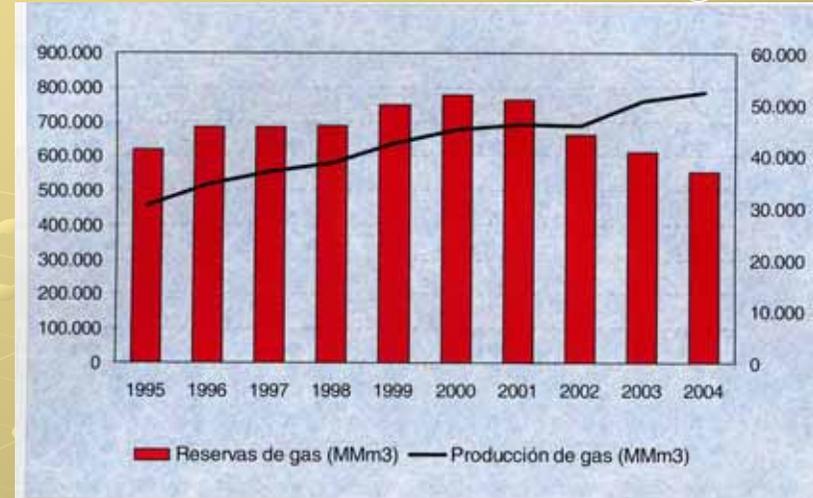


Figura 15: Argentina: reservas probadas y producción de gas anuales para el período 1995-2004 (fuente: SE e IAPG).

## Disminución de actividad exploratoria

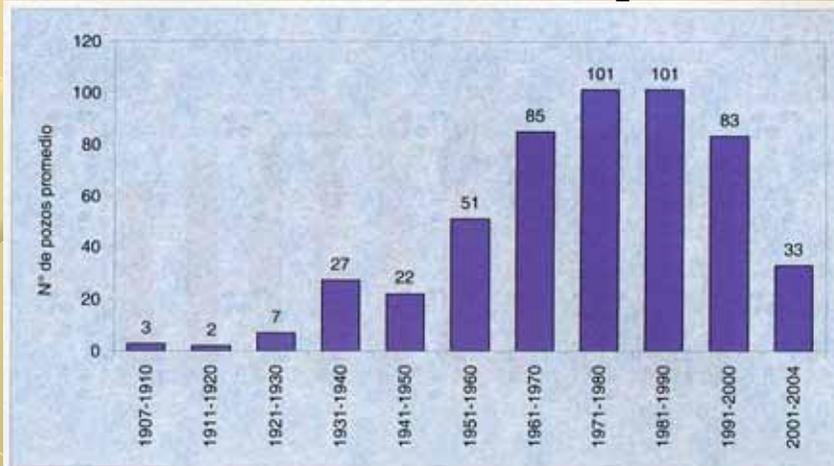


Figura 13: Argentina. Promedio anual de pozos exploratorios perforados por década (fuente: IHS Energy).

## ACTIVIDAD PETROLERA EN ARGENTINA

(Cortesía de los Drs. R. Astini  
y F. Davila. Cátedra de  
Estratigrafía y Geol.  
Histórica)

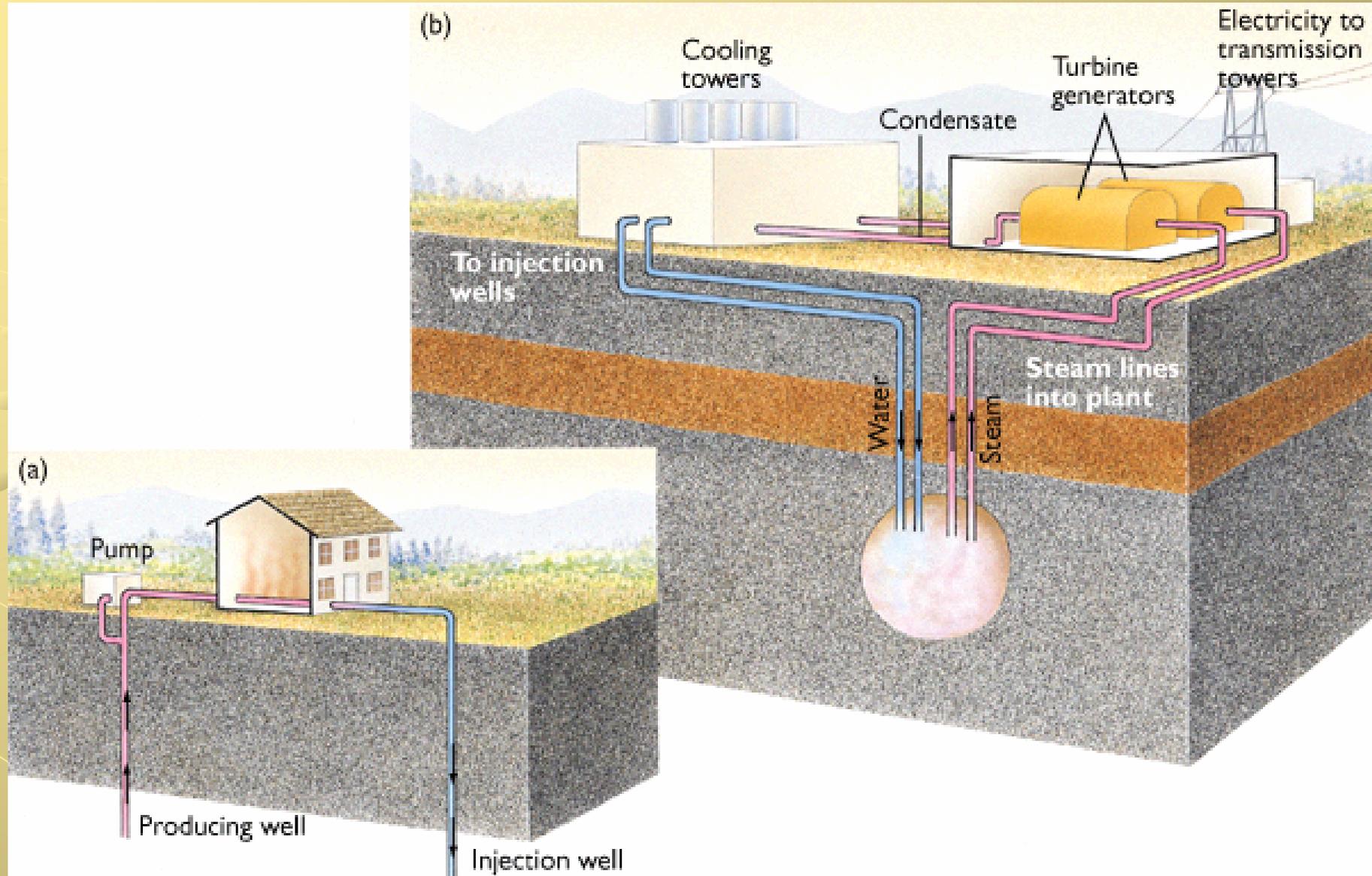
# ENERGÍA SOLAR



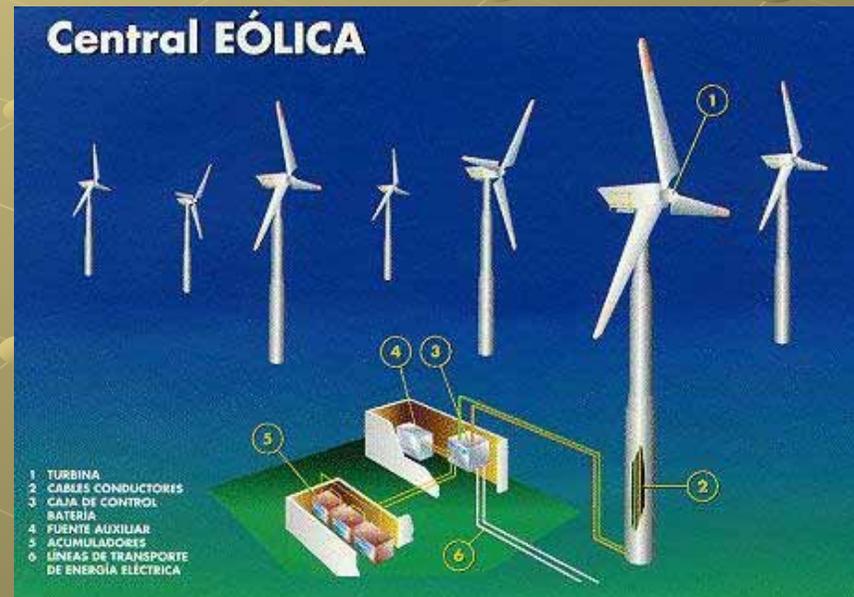
# ENERGÍA GEOTÉRMICA



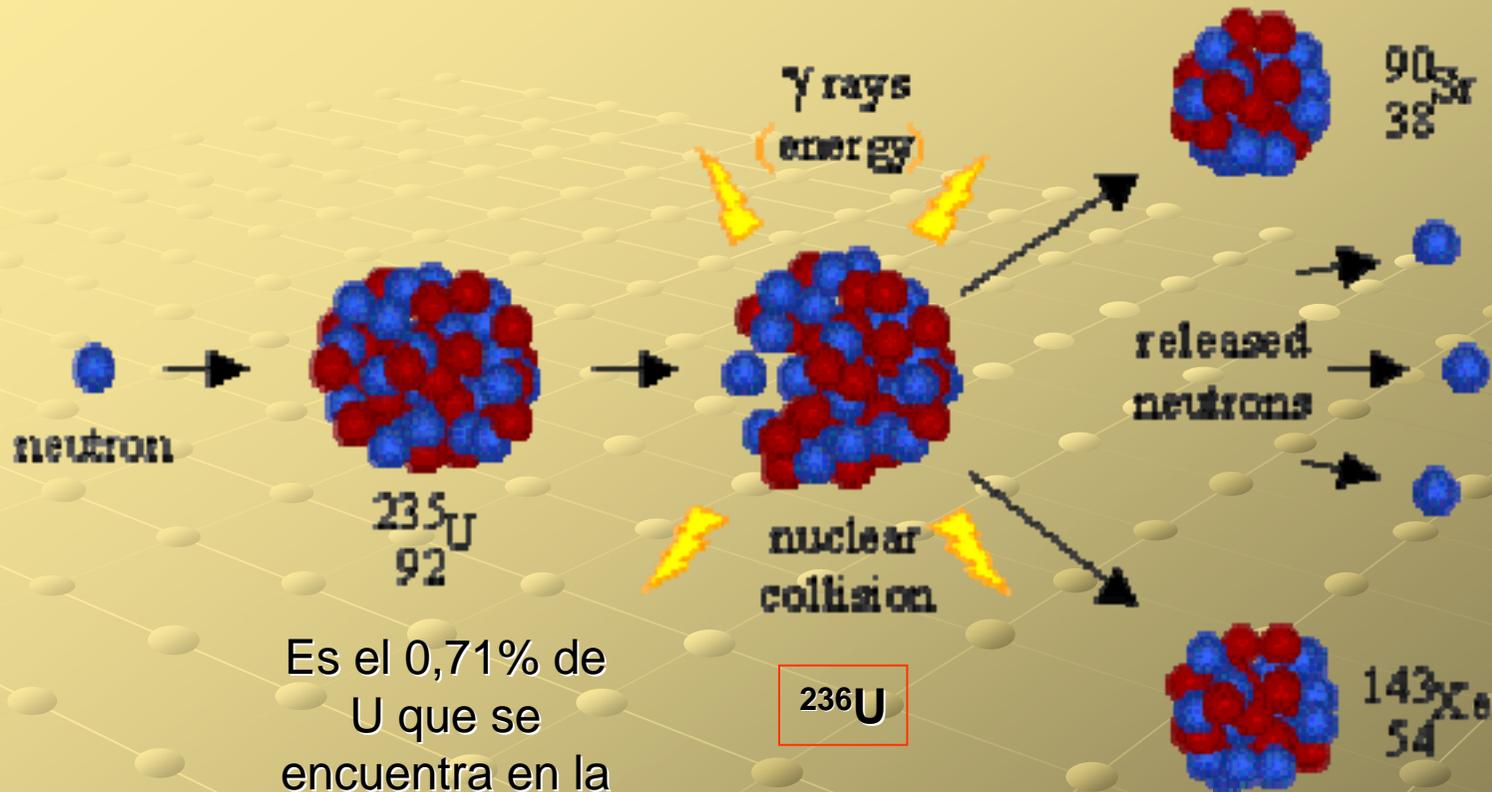
# ENERGÍA GEOTÉRMICA



# ENERGÍA EÓLICA



# ENERGÍA NÚCLEAR

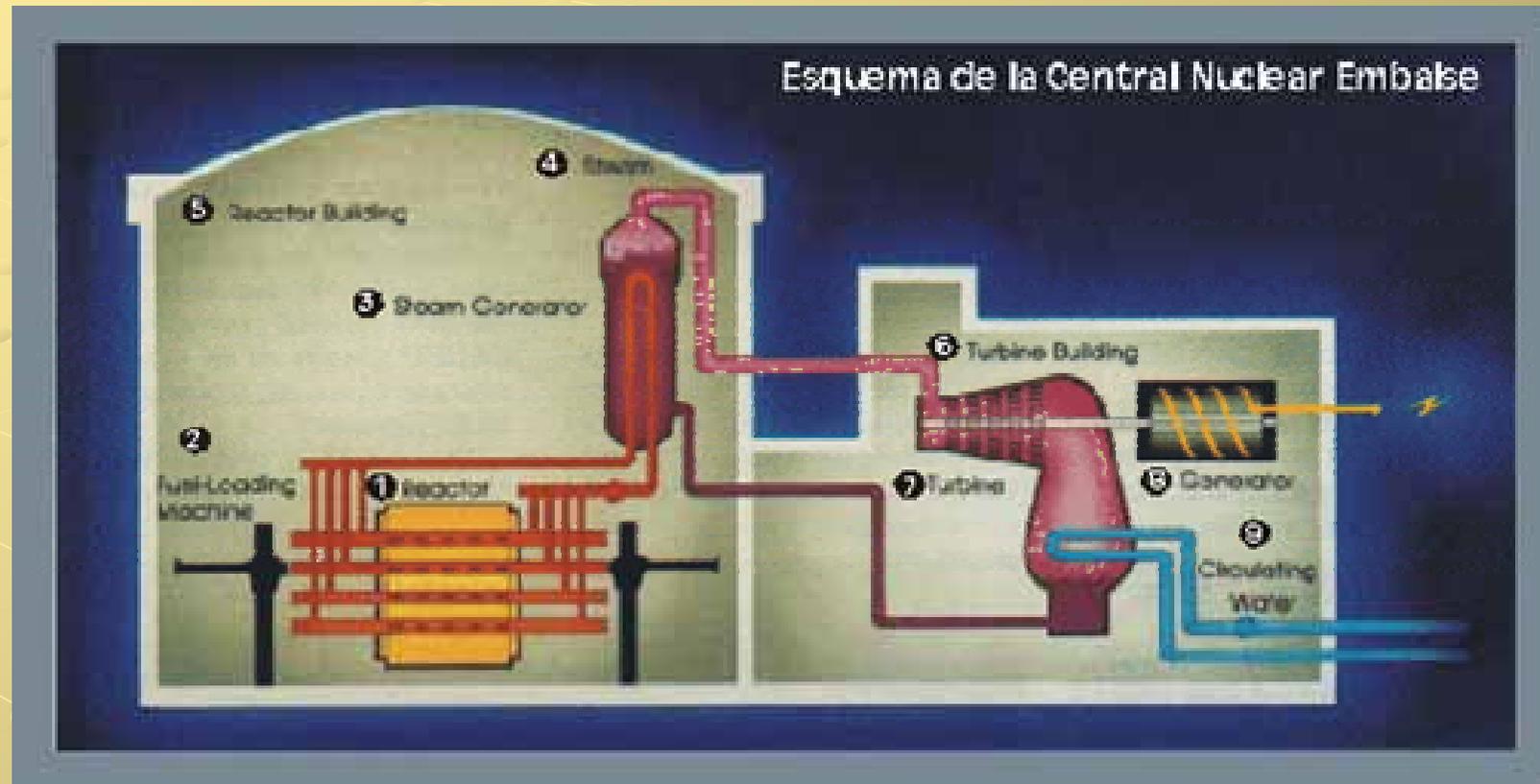


Es el 0,71% de U que se encuentra en la naturaleza

La fisión es un proceso nuclear, lo que significa que ocurre en el núcleo del átomo. La fisión ocurre cuando el núcleo se parte en dos o más núcleos pequeños, más algunos subproductos. Estos subproductos incluyen los neutrones libres y la emisión de fotones (generalmente rayos gamma) asociada, que supone cantidades substanciales de energía.

# ENERGÍA NÚCLEAR

## EMBALSE RÍO TERCERO

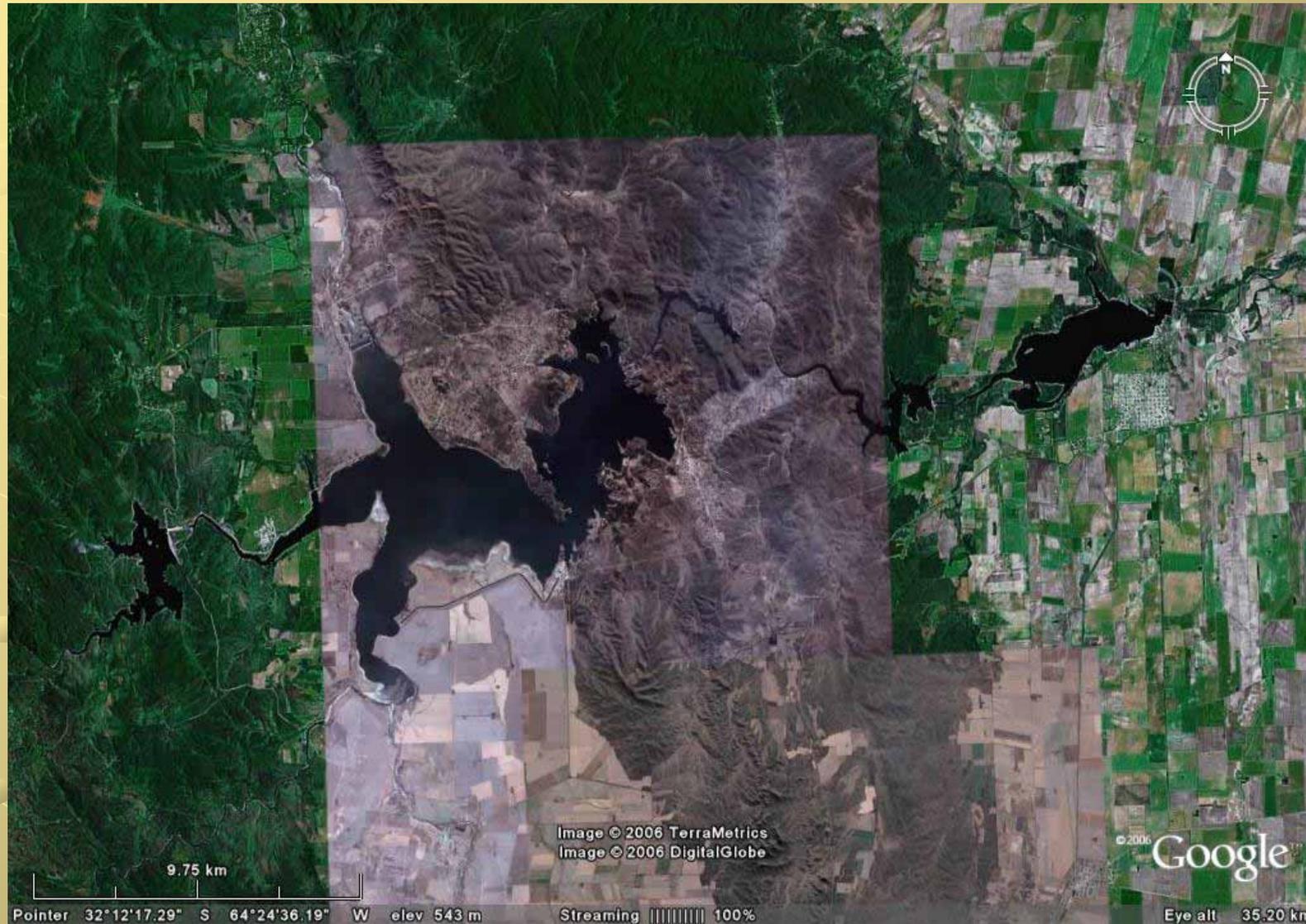


- 1- Reactor nuclear
- 2- Máquina de recambio del combustible
- 3- Generador de vapor
- 4- Vapor
- 5- Edificio del reactor o isla nuclear
- 6- Edificio de turbinas o parte convencional
- 7- Turbina
- 8- Generador eléctrico o dinamo
- 9- Agua del lago

[http://www.cnea.gov.ar/xxi/divulgacion/reactores/c\\_reactores\\_fii.html](http://www.cnea.gov.ar/xxi/divulgacion/reactores/c_reactores_fii.html)

# ENERGÍA NÚCLEAR

## EMBALSE RÍO TERCERO



# ENERGÍA NÚCLEAR

## EMBALSE RÍO TERCERO



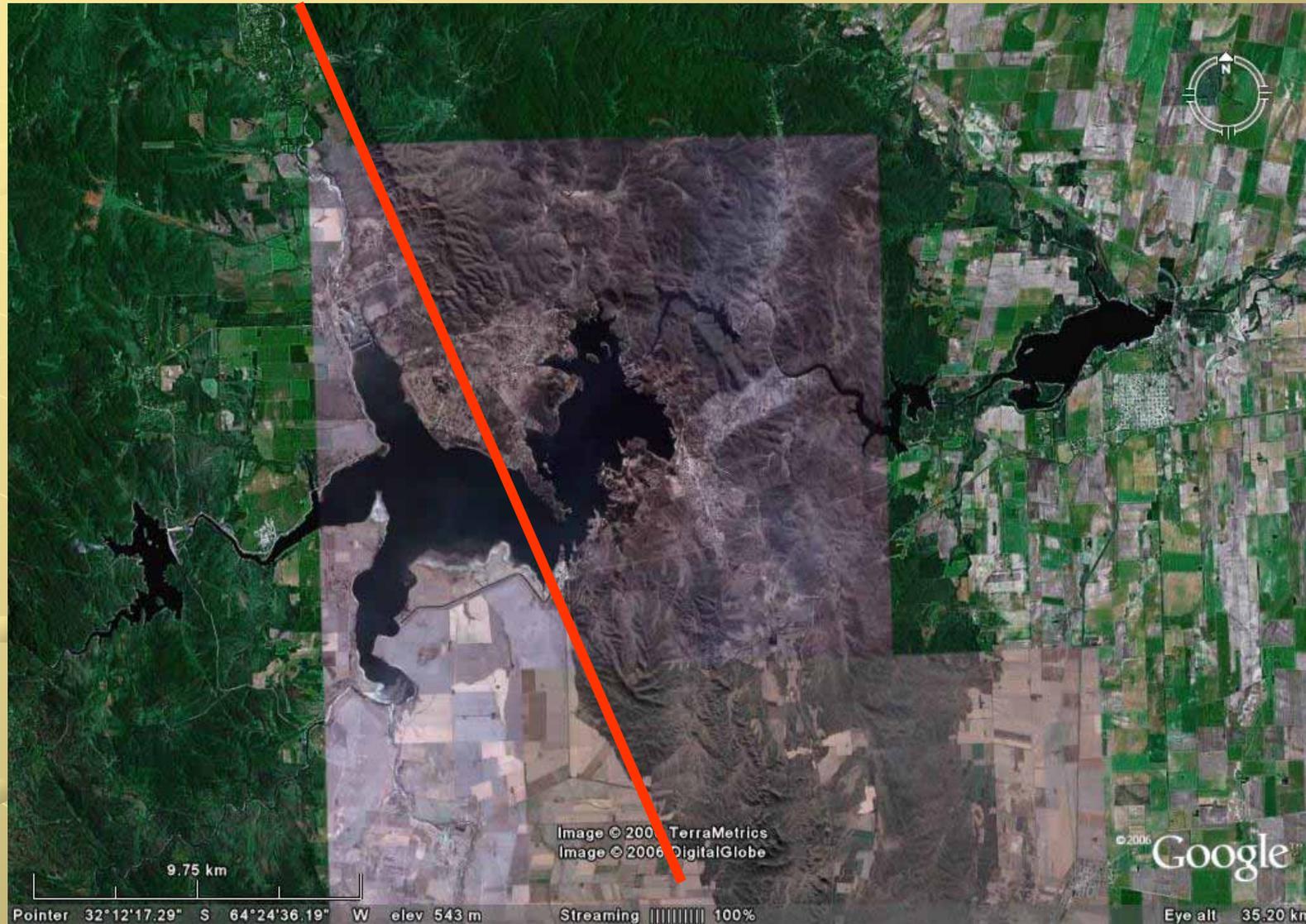
# ENERGÍA NÚCLEAR

## EMBALSE RÍO TERCERO



# ENERGÍA NÚCLEAR

## EMBALSE RÍO TERCERO



# ENERGÍA NÚCLEAR

## URANIO EN ARGENTINA

Tabla V: Recursos recuperables del mineral explotable en toneladas de uranio

YACIMIENTO COSTO POR KG. EXTRAÍDO	INFERIDO I			
	RECURSOS RAZONABLEMENTE ASEGURADOS		RECURSOS ADICIONALES ESTIMADOS I	
	<80 U\$/kg U	<130 U\$/kg U	<80 U\$/kg U	<130 U\$/kg U
SIERRA PINTADA	2600	4300	-	-
CERRO SOLO	2540	3080	1100	2450
LAGUNA COLORADA	-	100	-	-
TOTALES	5140	7480	1100	2450

FUENTE CNEA:

[http://caebis.cnea.gov.ar/IdEN/CONOC\\_LA\\_ENERGIA\\_NUC/CAPITULO\\_6\\_Difusion/CICLO\\_COMB\\_NUCL/Recursos\\_uranio\\_arg.htm](http://caebis.cnea.gov.ar/IdEN/CONOC_LA_ENERGIA_NUC/CAPITULO_6_Difusion/CICLO_COMB_NUCL/Recursos_uranio_arg.htm)