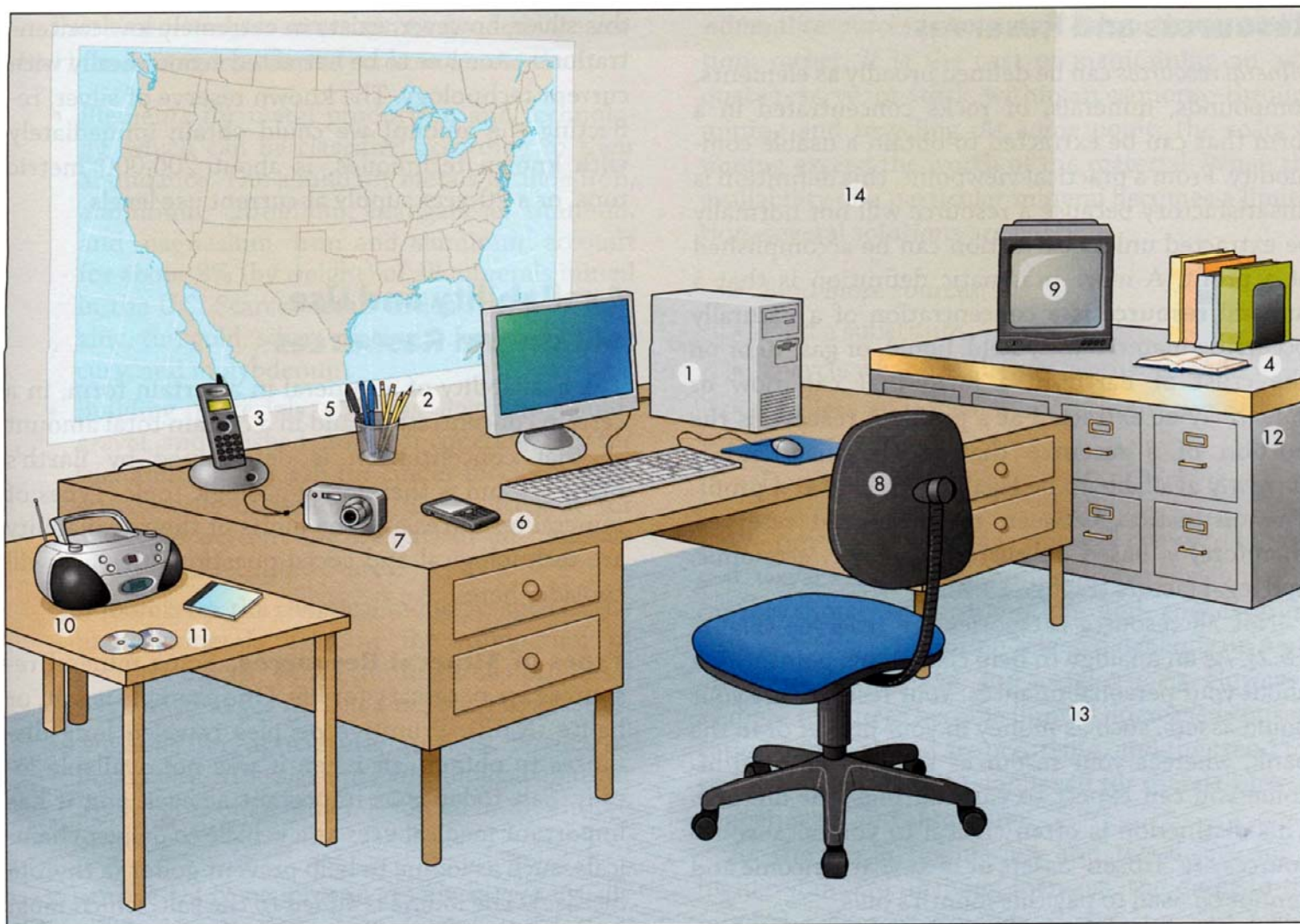

RECURSOS NATURALES **de la** **Geosfera**

Cecilia I. Caballero Miranda

Introducción a Ciencias de la Tierra
Lic. Ciencias de la Tierra Fac. Ciencias - UNAM

RECURSOS NATURALES						
		<u>NO METALICOS</u>				
		<u>METALICOS</u> (YACIMIENTOS MINERALES)				
		<u>Con</u> Fe	<u>Sin</u> Fe	Combustibles (RECURSOS ENERGÉTICOS)	<u>No</u> Combustibles	
NO R E N O V A B L E S	Fe (6% en peso de la corteza)	Abundantes Al (8%), Mg (3%); Escasos Au (0.000,000,4%), Ag (0.000,007%), Cu (0.005,8%), Pb (0.001,5%), Ni (0.007%), Zn (0.008%), Hg (0.000,01%), Pt, Mb, etc		de origen orgánico * <u>Fósiles</u> + Petróleo, Gas ($\geq 70\%$ energía mundial) + Carbón + Hidrocarburos sólidos en sedimentos [bitumen, asfalto o kerógeno] * <u>Geometano e Hidratos de metano</u> [¿Explotables?] .	De Ornato: + Gemas y piedras preciosas Para la <u>I.</u> Química Sal, sosa, bórax, flúor. Para la <u>I.</u> de la Construcción Canteras, agregados de roca y ligeros. Cal, cemento, concreto. Yeso; Asbesto. Ladrillos y productos cerámicos, Vidrios, refractarios y fundentes	Suelo Fertilizantes nitratos, fosfatos, potasa, azufre; Sílice, Mn Agua superficial Distribución y aprovechamiento. Agua subterránea Distribución, acuíferos, explotación y aprovechamiento
	R E N O V A B L E S			Renovables + <u>E. Nuclear y Uranio</u> + <u>E. Alternativas:</u> Geotermia hidroelectricidad. E. solar, eólica, mareas, oleaje, oceánica. Hidrógeno. + <u>E. Orgánica:</u> Leña, estiércol, composta		



1. Computer—Includes gold, silica, nickel, aluminum, zinc, iron, petroleum, products and about thirty other minerals.
2. Pencil—Includes graphite and clays
3. Telephone—Includes copper, gold, and petroleum products.
4. Books—Includes limestone and clays.
5. Pens—Includes limestone, mica, petroleum products, clays, silica, and talc.
6. Blackberry—Includes gold, nickel, silica, zinc, and petroleum products.
7. Camera—Includes silica, zinc, copper, aluminum, and petroleum products.
8. Chair—Includes aluminum and petroleum products.
9. Television—Includes aluminum, copper, iron, nickel, silica, rare earth, and strontium.
10. Stereo—Includes gold, iron, nickel, beryllium, and petroleum products.
11. Compact Disc—Includes aluminum and petroleum products.
12. Metal Chest—Includes iron and nickel. The brass trim is made of copper and zinc.
13. Carpet—Includes limestone, petroleum products, and selenium.
14. Drywall—Includes gypsum clay, vermiculite, calcium carbonate, and micas.

FIGURE 15.1 Minerals found in a typical office (Modified after U.S. Geological Survey Circular 1289–2006)

Recursos Metálicos

Ocurren como: Yacimientos Minerales (Ore)

Son concentraciones o depósitos naturales de minerales metálicos de importancia económica

Mena (ore), es el material de interés e importancia económica para su explotación

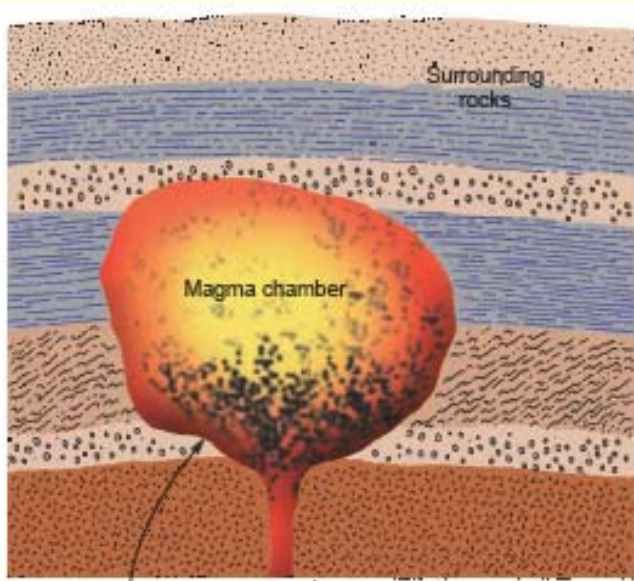
Ganga, es la roca encajonante sin interés económico con la que se mezcla la mena

Al proceso para separar mena de ganga se le llama: **Beneficio**
los **jales** son los residuos del beneficio

Reservas: Depósitos minerales localizados, de extensión conocida y potencialmente explotables con la tecnología existente "[disponibles, probadas, probables y posibles]"

Recursos: Incluye las Reservas más todos los depósitos conocidos pero que no son económicamente explotables y los no determinados pero que las evidencias geológicas indican su presencia





A dense mineral like chromite or magnetite may settle out of a crystallizing magma to be concentrated at the bottom of the chamber.

Concentración en cuerpos ígneos.- Segregación magmática. Por incompatibilidad de elementos a “combinarse” en minerales formadores de roca, se forman minerales que se precipitan al fondo de la cámara magmática al cristalizarse debido a su elevada densidad.

Pt, Cu, Ni, Cr, sulfuros de Fe

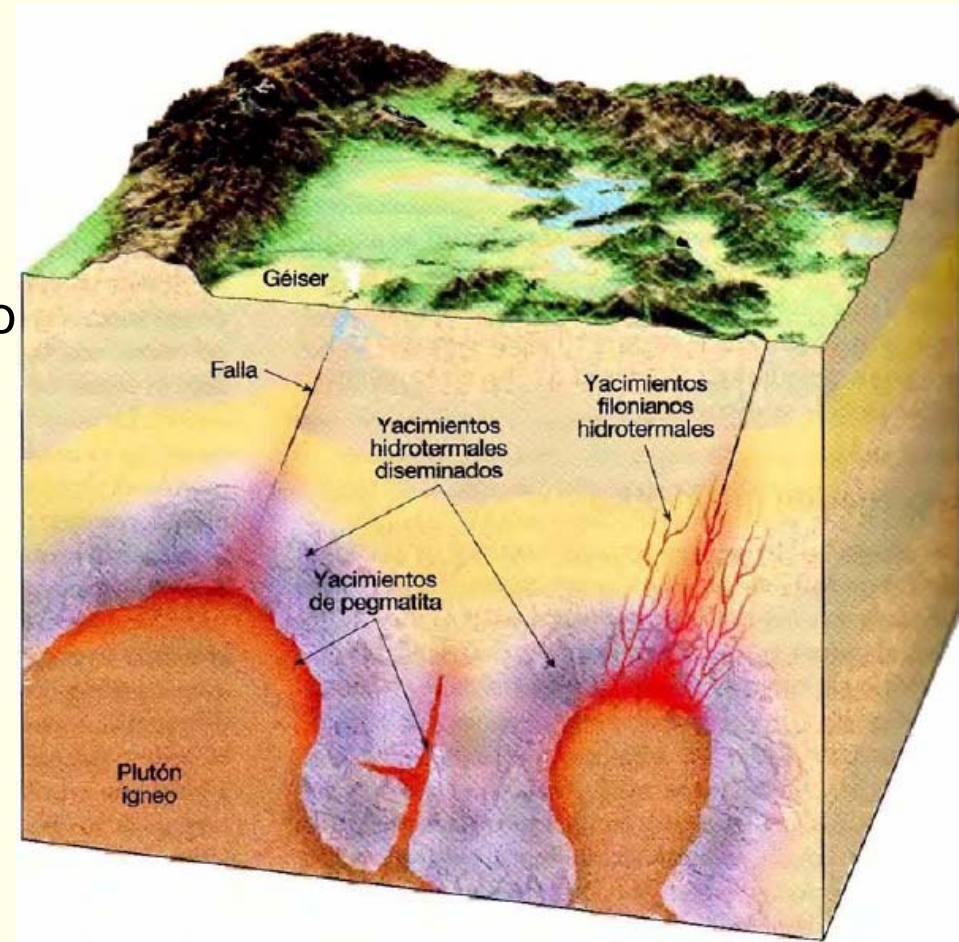
Concentración en rocas encajonantes.

Soluciones hidrotermales: reemplazamiento metasomático_ (formación de nuevos minerales por reacción).

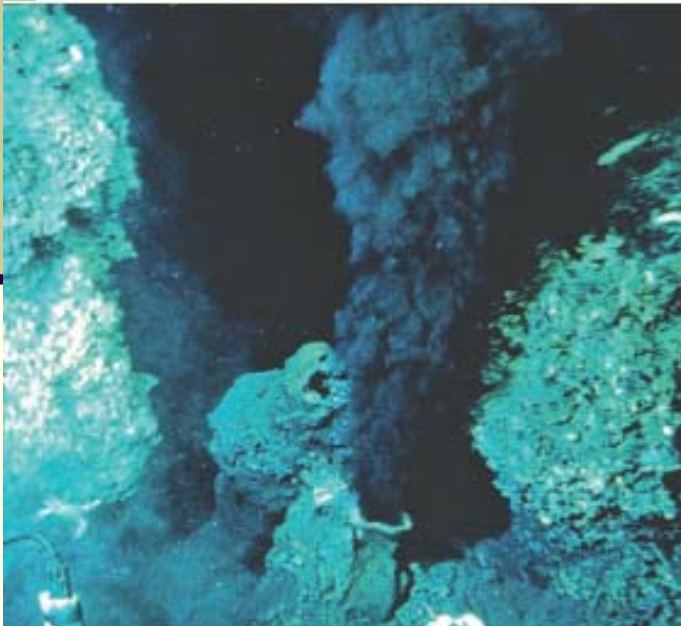
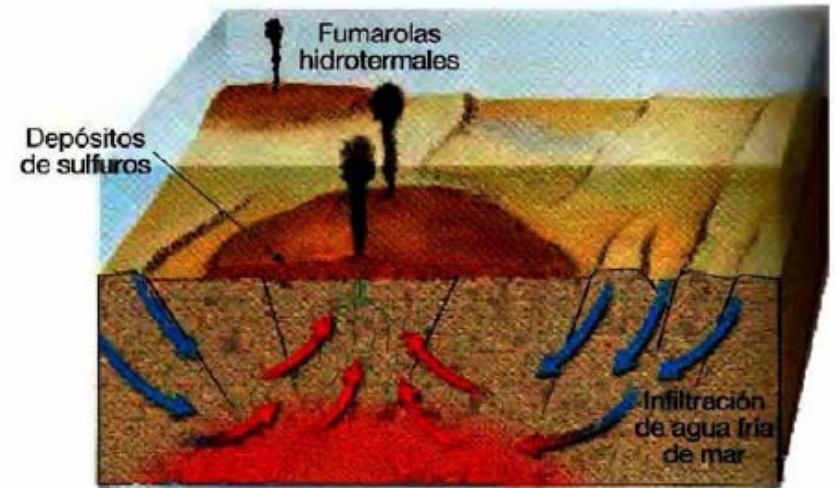
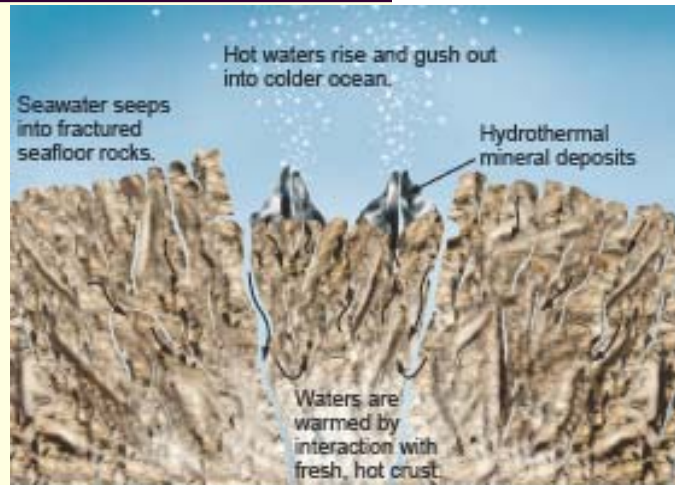
Sulfuros de Cu, Pb, Zn, Ag, Ni, Fe

Depósitos diseminados (venas rellenas con pegmatitas);

Li, Bo, Nb, Tantalum y tierras raras (no. atóm. 57 a 71)



Soluciones hidrotermales: sulfuros masivos

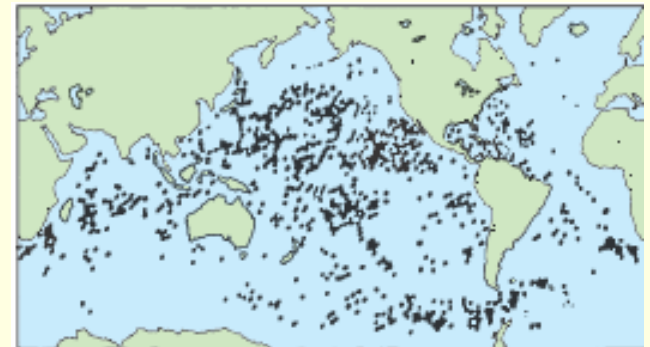


Enriquecimiento **por Intemperismo**.- Enriquecimiento supergénico
movilidad de materiales a zonas preferenciales de concentración (varios sulfuros se enriquecen de esta manera), Oxidación (hematita, hidroxidos Al)

Concentraciones **por aluvión y actividad eólica**.- Depósitos de Placer: por peso específico



Concentraciones **por procesos marinos**.-
Depósitos de sulfuros, nódulos de manganeso y Co



Enriquecimiento **por procesos geológicos No vigentes**.- Banded iron formation (atmósfera reductora)

Tabla 21.3 Aparición de minerales metálicos

Metal	Menas principales	Contexto geológico
Aluminio	Bauxita	Producto residual de la meteorización
Cinc	Esfalerita	Yacimientos hidrotermales
Cobre	Calcopirita Bornita Calcosina	Yacimientos hidrotermales; metamorfismo de contacto; enriquecimiento por procesos de meteorización
Cromo	Cromita	Segregación magmática
Estaño	Casiterita	Yacimientos hidrotermales; depósitos de placeres
Hierro	Hematites Magnetita Limonita	Formaciones bandeadas sedimentarias; segregación magmática
Magnesio	Magnesita Dolomita	Yacimientos hidrotermales
Manganeso	Pirolusita	Producto residual de meteorización
Mercurio	Cinabrio	Yacimientos hidrotermales
Molibdeno	Molibdenita	Yacimientos hidrotermales
Níquel	Pentlandita	Segregación magmática
Oro	Oro nativo	Yacimientos hidrotermales; depósitos de placeres
Plata	Plata nativa Argentita	Yacimientos hidrotermales; enriquecimiento por procesos de meteorización
Platino	Platino nativo	Segregación magmática, depósitos de placeres
Plomo	Galena	Yacimientos hidrotermales
Titanio	Ilmenita Rutilo	Segregación magmática; depósitos de placeres
Uranio	Uraninita (Petchblenda)	Pegmatitas; depósitos sedimentarios
Wolframio	Wolframita Scheelita	Pegmatitas; yacimientos de metamorfismo de contacto; depósitos de placeres



▲ **Figura 21.20** La bauxita es la mena de aluminio y se forma como consecuencia de procesos de meteorización bajo condiciones tropicales. Su color oscila entre el rojo o el marrón y el casi blanco. (Foto de E. J. Tarbuck.)

Minerales para el teléfono celular

Metal	Grams per Cell Phone*	Commodity Price**	Weight in 250 Million Cell Phones	Value in 250 Million Cell Phones
Copper	16	\$ 3.24/lb	4400 tons	\$ 28.5 million
Silver	0.35	\$15.85/oz	2.8 million oz	44.5 million
Gold	0.034	\$ 900/oz	270,000 oz	245 million
Palladium	0.015	\$ 370/oz	120,000 oz	44.5 million
Platinum	0.00034	\$1680/oz	2700 oz	4.6 million

*From USGS Fact Sheet 2006-3097

**From Mineral Commodity Summaries 2009, U.S. Geological Survey

All weights reported in ounces are troy ounces, as is customary for precious metals.

Recursos no metálicos
Recursos NO METÁLICOS



Materiales de la Industria de la Construcción y Uso Industrial

Recursos en volumen, más ampliamente explotados, casi inagotables por su abundancia, su valor se incrementa con el transporte al sitio donde se requieren.

Con ningún o sencillos procesos de elaboración:

+ Roca de Construcción (Cantera).-

Caliza, Travertino, Mármol, Onix, Onix mexicano, Arenisca, Pizarra, Granito

+ Agregados de Roca:

- Roca triturada. - Arena y Grava (Depósitos fluviales, glaciares y piroclásticos)

Usos: Como roca construcción, mampostería, pavimentos, acabados. Como agregado del concreto y relleno en terraplenes y basamentos (para dar sostén, protección y obtener pendientes).

Con procesos de poca elaboración:

+ Agregados ligeros: - Arenas de expansión, vermiculita y perlita procesamiento incluye calentamiento para aumentar su volumen (de 4 hasta 30 veces original).

- Piedra pómez, escoria, diatomita.

Usos: agregados ligeros en concreto, bloques construcción, aislantes térmicos y acústicos, filtros

Con procesos elaborados de manufacturación:

Caliza.- Para fabricación de: cemento, cal y concreto. Cemento es para unión de bloques de construcción, elaborar concreto con agregados de roca, ligeros o de acero (concreto armado).

Yeso: para acabados, revestimientos y placas (tablaroca)

Asbesto.- Aislantes térmicos, eléctricos, resistentes al desgaste, corrosión, tenaces. Trenzado en industria del motor para resistir fricción y como agregado en concreto, cartón, papel.

Ladrillos, productos cerámicos y de arcillas.- Adobes, adoquines, mosaicos, azulejos, tuberías. Arcilla para cargas y pigmentos (dan cuerpo, textura, color en diversos productos).

Arenas (sílice) con/sin arcillas.- vidrio, fibra de vidrio, fundentes, refractarios.

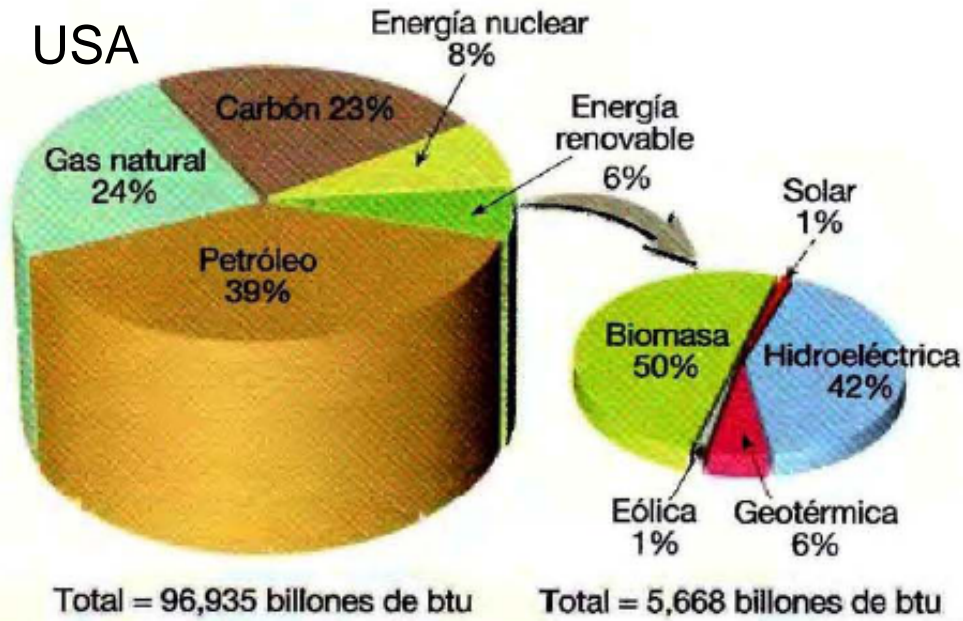
Asfaltos.- para pavimentos y como impermeabilizantes

Tabla 21.4 Lugares donde aparecen y usos de los minerales no metálicos

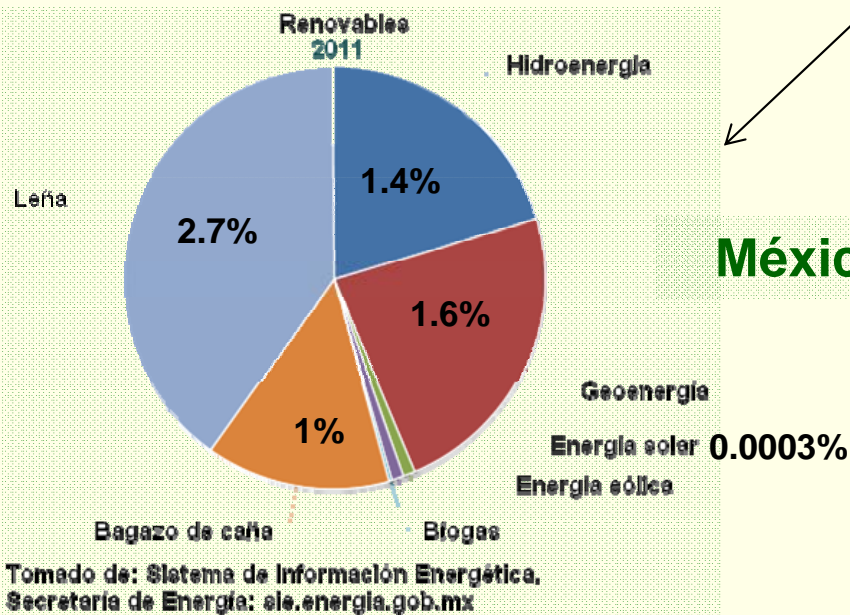
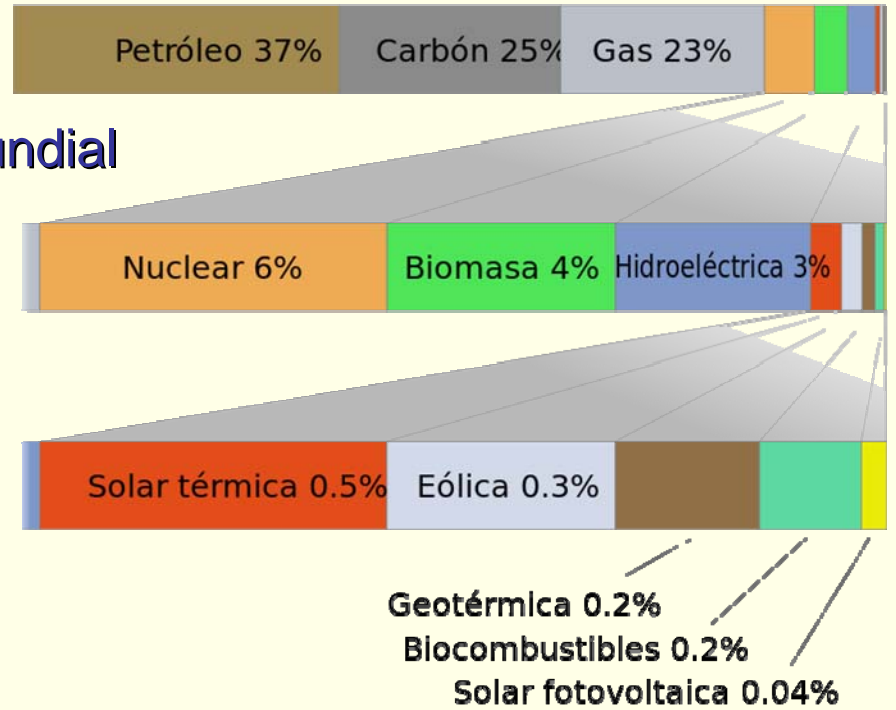
Mineral	Usos	Lugares de aparición
Apatito	Fertilizantes fosfatados	Depósitos sedimentarios
Asbestos	Fibras incombustibles	Alteración metamórfica
Azufre	Productos químicos; fabricación de fertilizantes	Depósitos sedimentarios; yacimientos hidrotermales
Calcita	Agregados; fabricación del acero; acondicionamiento del suelo; productos químicos; cemento; piedra de construcción	Depósitos sedimentarios
Corindón	Gemas; abrasivos	Yacimientos metamórficos
Cuarzo	Ingrediente principal del vidrio	Intrusiones ígneas; depósitos sedimentarios
Diamante	Gemas; abrasivos	Pipas de kimberlita; depósitos de placeres
Fluorita	Fabricación de acero; purificación del aluminio; vidrio; productos químicos	Yacimientos hidrotermales
Grafito	Mina de los lápices; lubricantes; refractarios	Yacimientos metamórficos
Granate	Abrasivos; gemas	Yacimientos metamórficos
Halita	Sal de mesa; productos químicos; control del hielo	Depósitos de evaporitas; domos de sal
Minerales de la arcilla	Cerámica; porcelana	Producto residual de la meteorización
Moscovita	Aislante en aplicaciones eléctricas	Pegmatitas
Silvina	Fertilizantes de potasio	Depósitos de evaporitas
Talco	Polvo utilizado en las pinturas, los cosméticos, etc.	Yacimientos metamórficos
Yeso	Yeso blanco	Depósitos de evaporitas

Combustibles (RECURSOS ENERGÉTICOS)

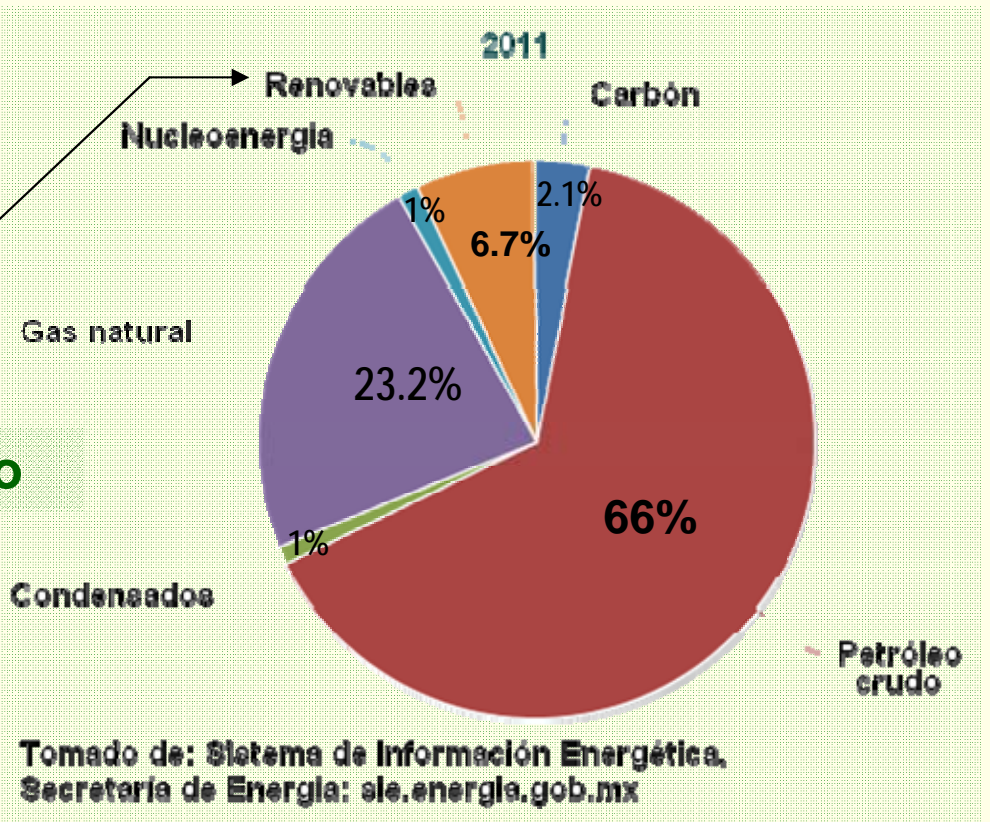
USA

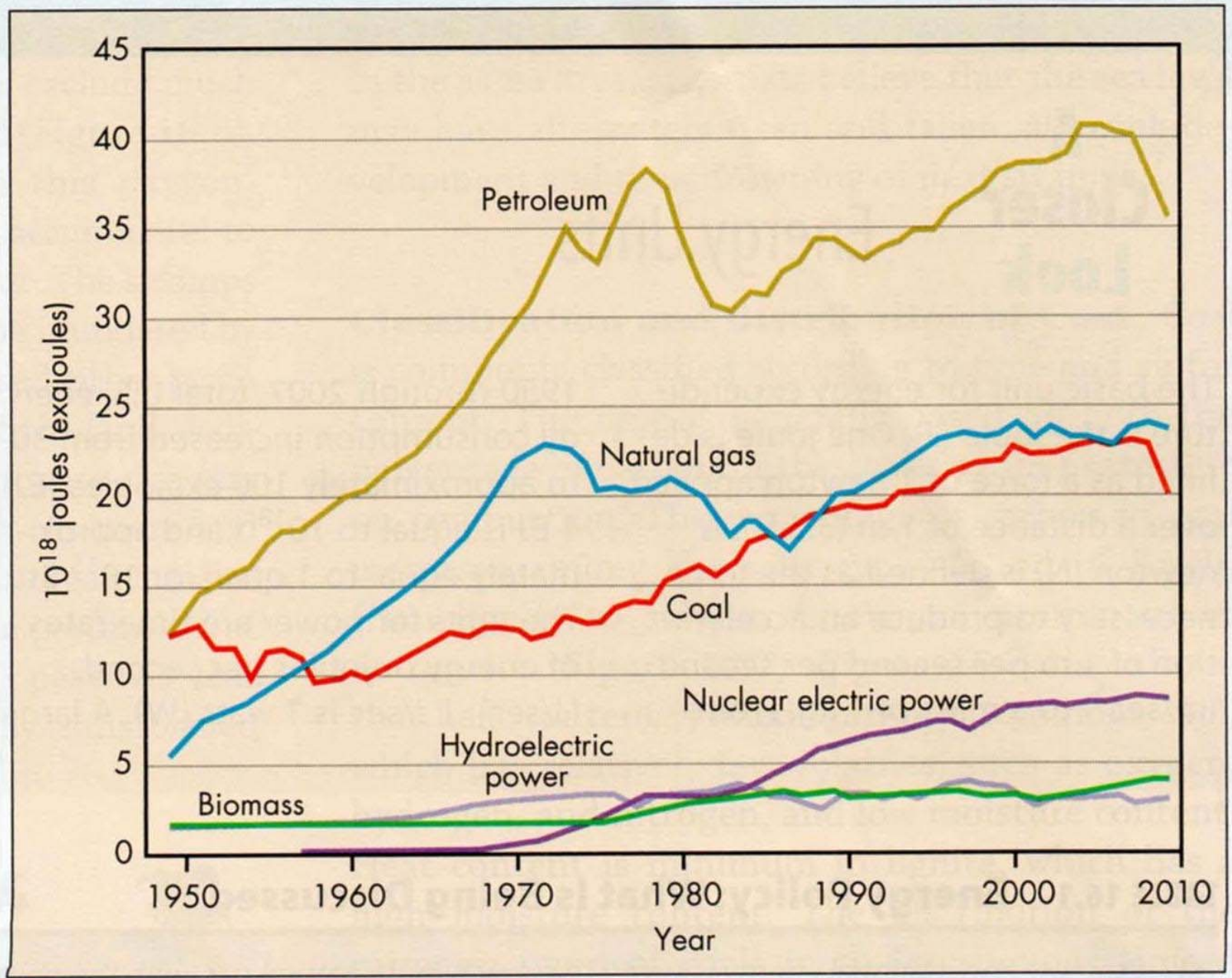


mundial



México





(a)

Combustibles orgánicos Fósiles

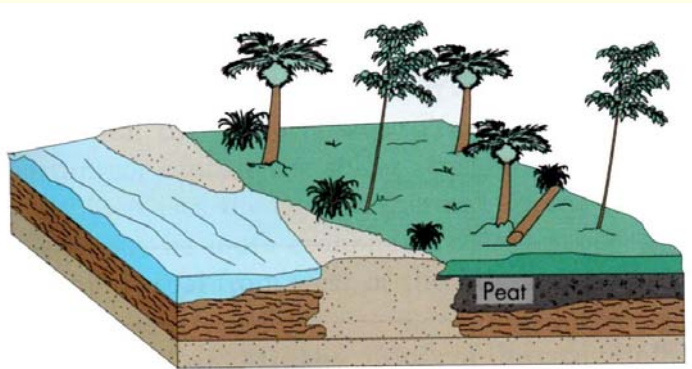
Carbón.- Roca compuesta principalmente por **C**, formada por acumulaciones orgánicas constituidas por restos de plantas (tejidos, madera), depositadas en pantanos carentes de O_2 (Swamp) con procesos retardados de descomposición por hongos y bacterias (pH bajos):

Aguas ácidas, alejadas del intemperismo de rocas carbonatadas y del agua de mar

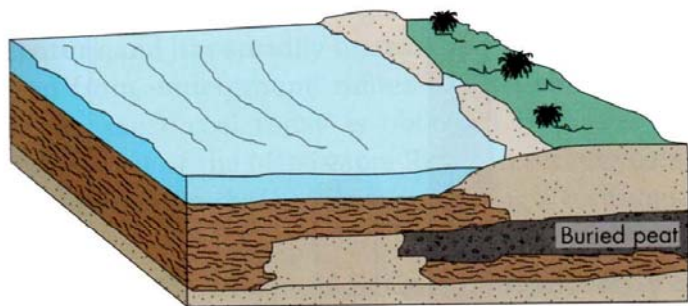
Enterramiento de depósitos por subsidencia, continuando el depósito con iguales características.

Los procesos de compactación reducen espesores depositadas hasta en un 90% (1 m de carbón requiere 10 m de acumulación)

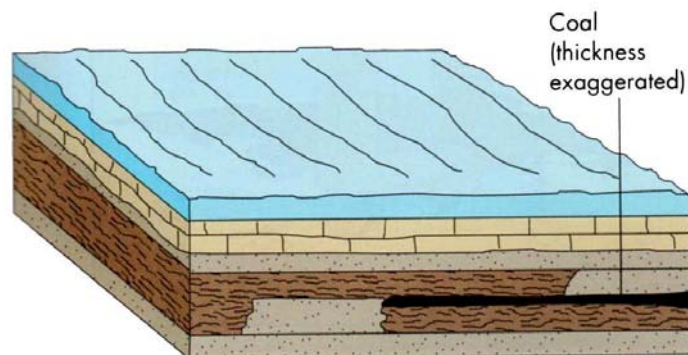
Los procesos de diagénesis requieren para su conservación $^{\circ}T < 150^{\circ}C$, si sube la $^{\circ}T$, se volatiliza el **C**



(a) Coal swamp forms.



(b) Rise in sea level buries swamp in sediment.

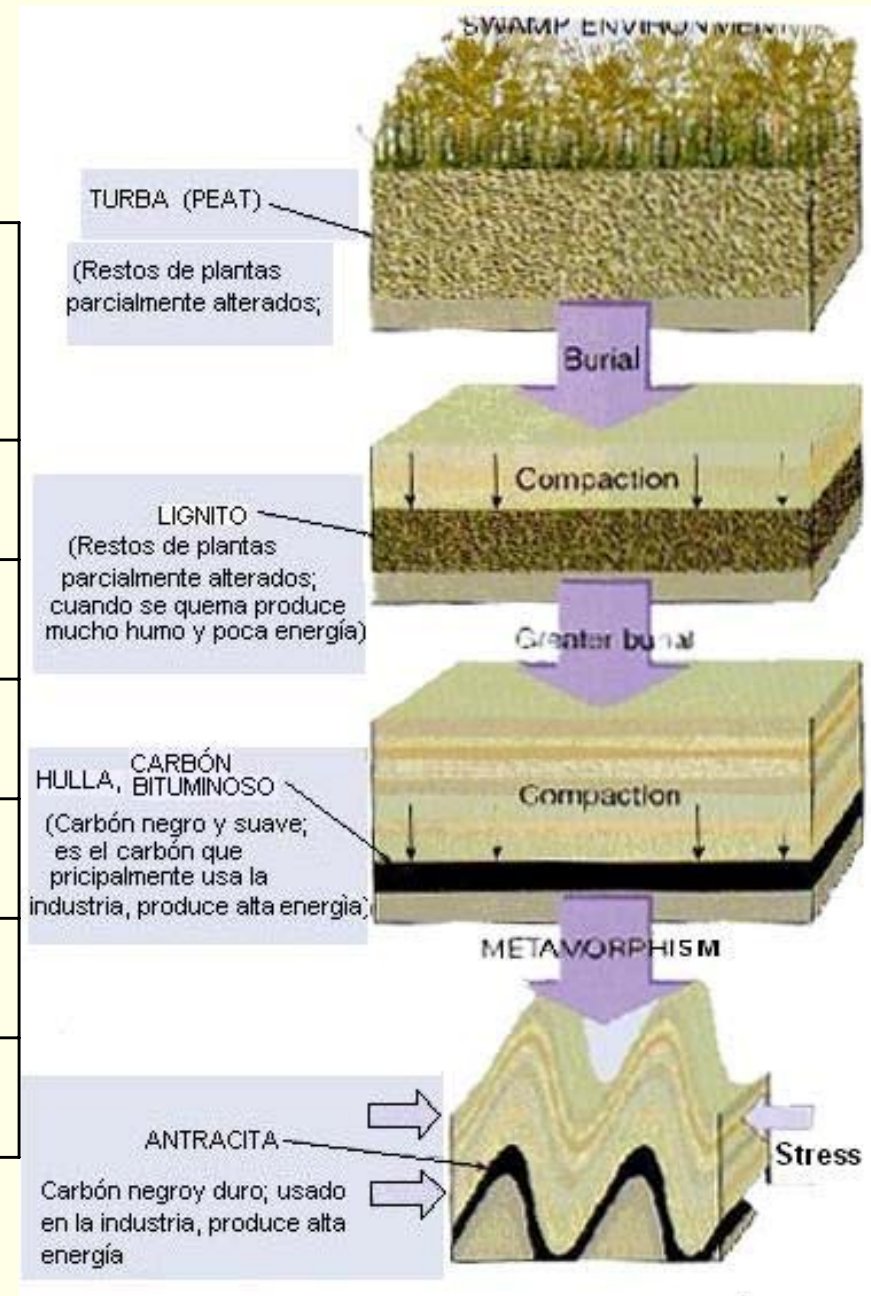


(c) Compression of peat forms coal.

FIGURE 16.6 How coal forms The processes that convert buried plant debris, or peat, into coal. Considerable lengths of geologic time must elapse before the transformation is complete.

Combustibles orgánicos Fósiles

Rango	Tipo de Carbón	% en peso de carbón seco libre de cenizas (lím superior)	Poder calorífico en (BTU/lb) (lím superior)
bajo	Turba (peat)	60	
	Lignito (carbón café)	71	9,900
	Sub-bituminoso	77	12,600
	Bituminoso	91	15,500
	Antracita (carbón negro)	> 91	> 15,500
alto	Grafito (negro)	Carbón puro	



Petróleo

Aceite oscuro, pegajoso y viscoso (petróleo líquido) constituido por cientos de componentes químicos orgánicos, que puede tener en solución hidrocarburos gaseosos (crudos ligeros), o sólidos (crudos pesados). Se refina para producir propano, gasolina y otros combustibles; el poder calorífico es mayor para los crudos ligeros que para los pesados. Es usado también para la manufactura del plástico, nylon y materiales petroquímicos diversos. Los petroquímicos se emplean en productos alimenticios, farmacéuticos, cosméticos y textiles, entre otros.

Origen.-

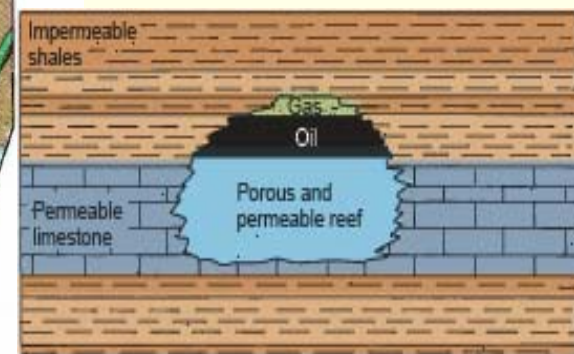
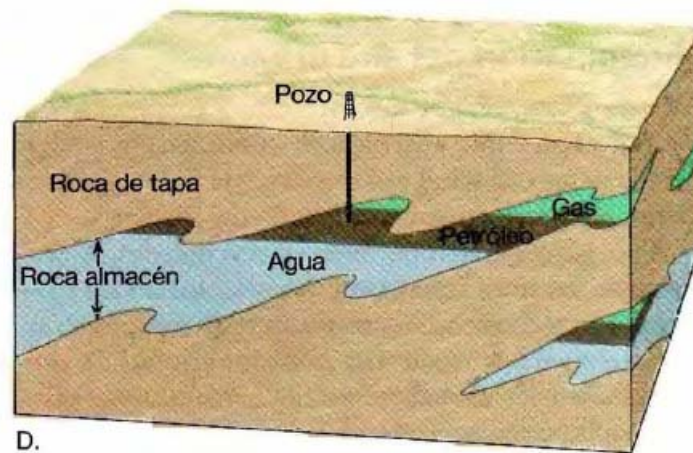
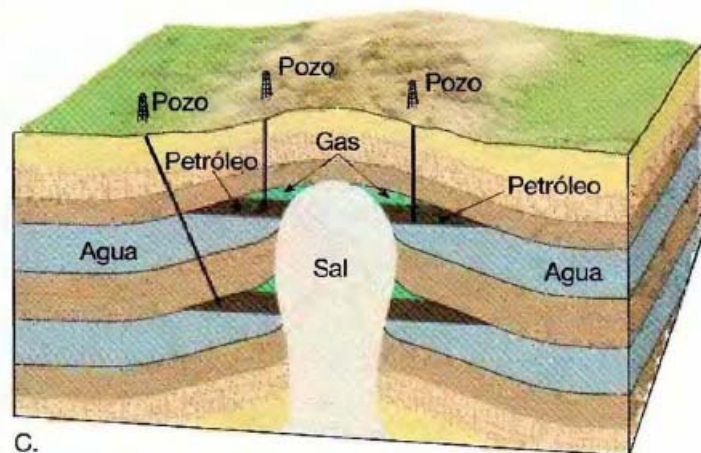
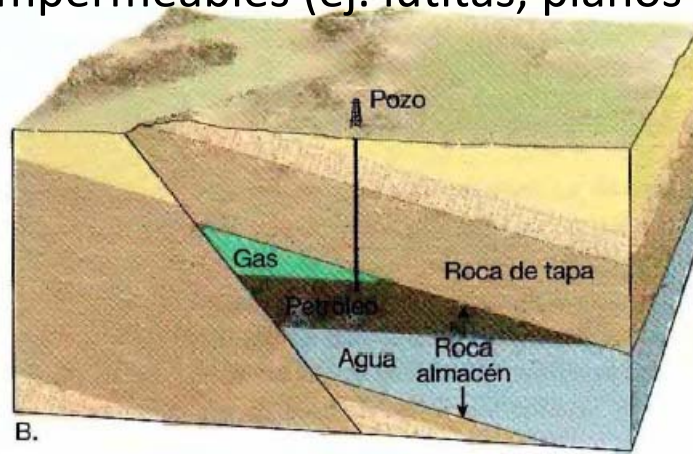
Está formado por el decaimiento de materiales orgánicos acarreados de los continentes y por la acumulación de restos de microorganismos marinos (la diferencia con el carbón es la celulosa de las plantas), preservados en fondos oceánicos en condiciones altamente reductoras y cuyo enterramiento incrementa la presión y temperatura de estos sedimentos ricos en materia orgánica. La acumulación de grandes cantidades de material orgánica puede ser importantemente favorecida en climas cálidos al momento del depósito, la actividad de bacterias puede también incrementar la formación de petróleo.

Rocas Productoras o Generadoras.-

El sedimento (lodos) transformado en roca (lutitas) en el que se produce el petróleo se conoce como "*roca generadora*".

Rocas acumuladoras o reservorios, Trampas y Rocas confinantes.-

Una vez formado el petróleo tiende a migrar hacia la superficie (zonas de menor presión) por efectos de la presión litostática de las rocas sobreyacentes y la propia densidad del petróleo. En este camino queda atrapado en *trampas* estratigráficas (bajo o entre capas impermeables), tectónicas (pliegues anticlinales, fallas) y de domos salinos. Trampas en las cuales generalmente queda concentrado en las capas porosas ó "*rocas almacenadoras*" de las cuales es más fácilmente extraíble. La acumulación en las rocas almacenadoras (porosas) es posible por la geometría de las trampas en las cuales se encuentran confinadas las rocas almacenadoras: bajo o entre rocas impermeables (ej. lutitas, planos de fallas, sal)



Las rocas impermeables son rocas "*sello*" ó *confinantes*.

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

Sedimentos ricos en Hidrocarburos Sólidos.- Sedimentos que contienen cantidades variables de mezclas naturales muy densas y viscosas de hidrocarburos sólidos pesados (bitúmen, asfalto, kerógeno).

Arenas asfálticas (18% - 20% es bitumen), **Pizarras bituminosas** (ricas en kerógeno, pobres en bitumen)

Bitumen Mezcla altamente viscosa de líquidos orgánicos, de molécula muy pesada y productos sulfurosos minoritarios. Es negra y pegajosa y completamente soluble en sulfuro de carbono (CS₂). Se compone principalmente por hidrocarburos aromáticos policíclicos. Los hidrocarburos semirrefinados que se extraen de los bitúmenes reciben el nombre de crudos sintéticos.

Asfalto mezcla de bitumen con minerales.

Kerógeno.- Sustancia orgánica precursora de hidrocarburos, sólida y untuosa ó cerosa (cerosa). Se explota y convierte en petróleo al calentarse en presencia de agua. Solamente son explotables las rocas que tienen grandes cantidades de kerógeno, de otra forma se gasta más energía en extraer y transformar el kerógeno a petróleo que la energía que el petróleo transformado puede proporcionar. Existen al menos 4 tipos diferentes de kerógeno en función de las proporciones del C e H y del C y O y de la presencia de S.

Su origen es la acumulación de material orgánico en lagos u océanos en condiciones reductoras: hipóxicas a anóxicas (poco a nada de O). El carbón puede contener kerógeno. También se encuentra material semejante al kerógeno en meteoritos carbonáceos (condritas carbonáceas) y en nubes interestelares alrededor de estrellas.

Otros Combustibles Orgánicos

Metano.- Es el hidrocarburo alcano más sencillo. Con él se puede producir biogás. Producto final de la putrefacción anaeróbica de plantas, por lo que ocurre principalmente en pantanos y fondos de lagos [23% del metano]; forma parte del 97 % del gas natural asociado a combustibles fósiles [20% del metano]; producto de digestión y defecación de animales (ej ganado) [17%]; derivado de la actividad de bacterias del arroz [12%]; producto de digestión anaeróbica y biomasa. El 60% del metano es antropogénico.

Hidratos de metano.- Mezcla de hidratos de gas (hielo con gas encerrado en su estructura molecular) y metano. Se puede encontrar bajo las capas de lodo marinas y en suelos de zonas polares. Se encuentra en forma sólida gracias a que el metano ha sido "encerrado" dentro del agua congelada.

Energía Nuclear y Uranio

La Energía Nuclear es la obtenida por la fisión nuclear controlada por bombardeo de electrones

Fisión nuclear **núcleos atómicos grandes se dividen** en más pequeños \Rightarrow se libera energía en forma de calor

Fusión nuclear los **núcleos** atómicos más **pequeños** – *como los de H, se combinan y forman átomos más grandes como los de He*, con lo que se libera energía en forma de calor

Reacción en cadena. Cadena de reacciones de fisión nuclear, consecuencia del bombardeo inicial de electrones a átomos de elementos “fisionables”, como el Uranio: Ej.: la fisión del U-235 libera:

tres neutrones, fragmentos de fisión y energía (calor),

Los neutrones liberados bombardean a otros átomos de U-235, liberando a su vez más neutrones, fragmentos de fisión y energía.

En una bomba atómica esta reacción es incontrolada llevando rápidamente a una explosión.

Las reacciones estables sostenidas efectuadas en los reactores nucleares son usadas para proporcionar calor para la generación de electricidad.

Uranio.- Presente naturalmente en la corteza terrestre en concentraciones de 2 ppm. Existen 3 tipos (isótopos) de Uranio en la naturaleza

U-238 = 99.3% del Uranio natural, **U-235** = 0.7% del U natural y
U-234 = 0.005% del U natural

El **Uranio-235** es el único material natural “fisionable”, por lo que su obtención es esencial para la generación de energía nuclear.

El **Uranio enriquecido** es el resultado del procesar el U natural para incrementar la cantidad de U-235 del 0.7% al 3%

El **Plutonium-239** es un material fisionable obtenido a partir del Uranio-238, mediante al bombardeo de neutrones

Energía Alternativa

Geotermia.- Empleo del calor interno de la Tierra para obtención de energía de consumo humano. El calor interno es producido de forma natural por la energía liberada debido al decaimiento de elementos radioactivos y es acumulado de forma excepcional debido a procesos geológico-tectónicos en zonas selectas. Si el uso de la energía fuese mayor de lo que la Tierra es capaz de reponerla sería recurso no renovable. La energía para el consumo humano se recupera por medio de agua caliente y vapor de pozos perforados en zonas de gradiente geotérmico excepcionalmente alto. En algunos sitios esto sucede de forma natural: géiseres y fuentes termales.

Hidroelectricidad.- Generación de energía mediante el empleo de corrientes de agua para mover turbinas. No produce contaminación, pero sí un impacto ambiental debido a la interrupción de las corrientes fluviales que son derivadas para generar la energía.

Energía Solar.- Conversión de los rayos solares en energía. Se emplea para calentar hogares o agua y para producir electricidad mediante células fotovoltaicas.

Vientos ó Energía Eólica.- Usada desde tiempos remotos para mover barcos y molinos. Actualmente se genera electricidad con aerogeneradores de forma muy localizada, los aerogeneradores se colocan de manera de cubrir determinadas áreas o “campos eólicos”. Tienen un fuerte impacto visual.

Energía de Mareas.- Generada por las bajadas y subidas regulares que provoca la fuerza gravitacional de la Luna sobre los océanos. Se usa localmente para generar electricidad mediante principios similares a las hidroeléctricas al guardar el agua de marea alta en reservorios y liberarla para hacer mover turbinas durante la marea baja. Los costos de mantenimiento son elevados debido al ambiente marino de corrosión.

Energía por Oleaje.- Generada por el viento que produce las olas, las cuales tienen más energía que el viento de igual velocidad. Los mecanismos de recuperación de energía son variados con múltiples prototipos. El ambiente marino de corrosión y tormentas es limitante para su empleo.

Energía Oceánica.- Generada en plantas piloto aprovechando el gradiente de temperatura oceánico.

Hidrógeno.- Importante fuente potencial de energía para el futuro debido a su abundancia. Arde sin contaminar y puede usarse en motores de combustión convencionales en celdas de combustible. Sin embargo, la generación y distribución de hidrógeno como combustible plantea grandes desafíos.

Suelo

Capa más superficial de la superficie terrestre que **sostiene a la vegetación**,

Recurso primordial para la agricultura y actividades pecuarias.

Es el resultado de diferentes procesos de intemperismo y erosión.

Está caracterizado por un **perfil de horizontes** con rasgos distintivos e identificables,

Vocabulario:

Edafización.- procesos de intemperismo y erosión mediante los cuales las rocas o sedimentos se convierten en suelo.

REGOLITO.- Restos disgregados y heterogéneamente intemperizados o sin intemperizar del material parental (roca original).

DEPÓSITOS RESIDUALES.- Depósitos **in situ** por disgregación del material parental debido a un “**intenso**” **intemperismo** (particularmente disolución), los cuales no han sido removidos por los agentes erosivos . “terra rosa”, humus

Cuando **Intemperismo** (Químico y/o Mecánico) > **Erosión**

→ hay mayor desarrollo de los procesos formadores de Suelo.

FACTORES que intervienen en la formación del suelo:

Solubilidad /estabilidad; superficie expuesta al intemperismo.

Material parental,

Composición, textura, estructura

Mayor humedad y temperatura generalmente favorecen mayor intemperismo.

Clima,

Topografía,

En **altas pendientes** hay **más erosión**, menor acumulación de humedad y consecuentemente **menos intemperismo**.

Vegetación y organismos,

Tiempo.

Suelos **delgados y jóvenes** tienen **poca vegetación**.
A **mayor vegetación y organismos**, mayor grado de **intemperismo**.

tiempo de exposición a la intemperie y agentes.

Más tiempo: más intemperismo, suelos más desarrollados;

menos tiempo: menos intemperismo, suelos menos desarrollados

Perfil del suelo

A
horizon

Topsoil (rich in organic matter)

Soil leached of soluble minerals;
rich in clay and insoluble minerals

B
horizon

Little organic matter;
dissolved minerals from
A-horizon precipitated

Bedrock cracked and weathered

C
horizon



Horizonte A.- Es el más superficial, único indispensable para que un suelo sea considerado suelo. Con materia orgánica (MO), minerales insolubles y arcilla. Estructura de granular.

Horizonte B.- Abajo del A, con muy poca MO, con minerales solubles lavados del A y precipitados en el B. Estructura de terrones grandes.

Horizonte C.- Debajo del B y arriba de la roca sana o regolito. Es roca disgregada con procesos incipientes de intemperismo.

1.- Suelos de climas húmedos

Intemperismo intenso, rápido intemperismo químico, suelos gruesos. El CaCO_3 se disuelve y se lava, el feldespato y silicatos se alteran completamente y se van, dejando Al y Fe e hidróxidos.

No son productivos dado que la extrema humedad lava las bases, su aspecto de fértiles es por la materia orgánica de la vegetación que sostienen.

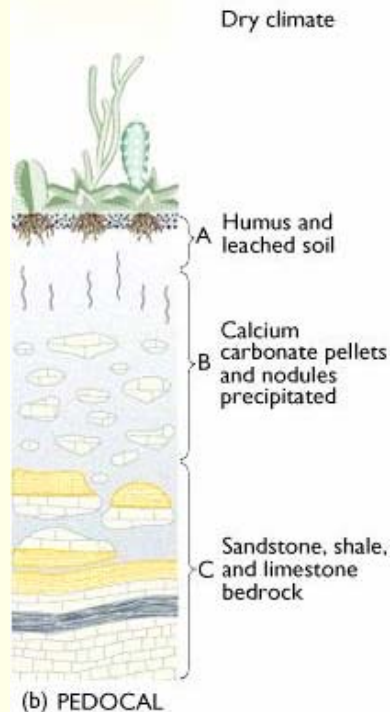


Tipos de suelo

2.- Suelos de climas secos

Delgados, intemperismo lento, influencia importante del material parental, incluso en horizonte A puede haber minerales originales de la roca madre. El CaCO_3 puede permanecer en el suelo y acumularse en horizontes B, poca materia orgánica.

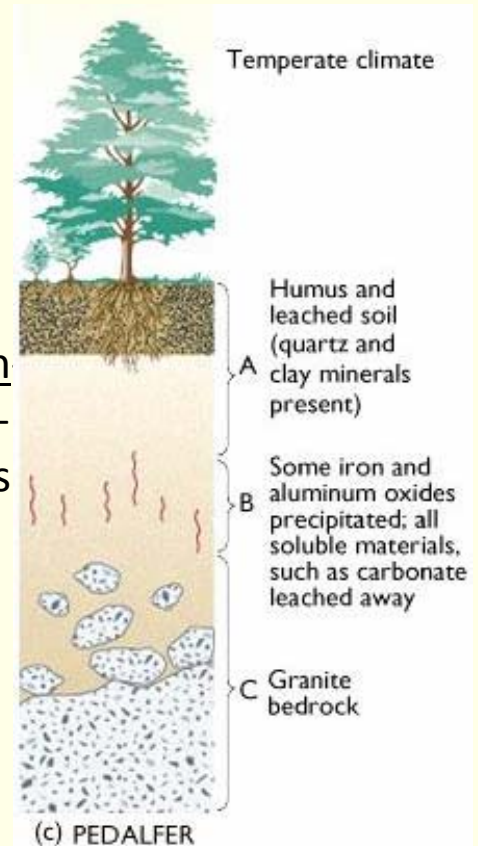
Son poco fértiles.



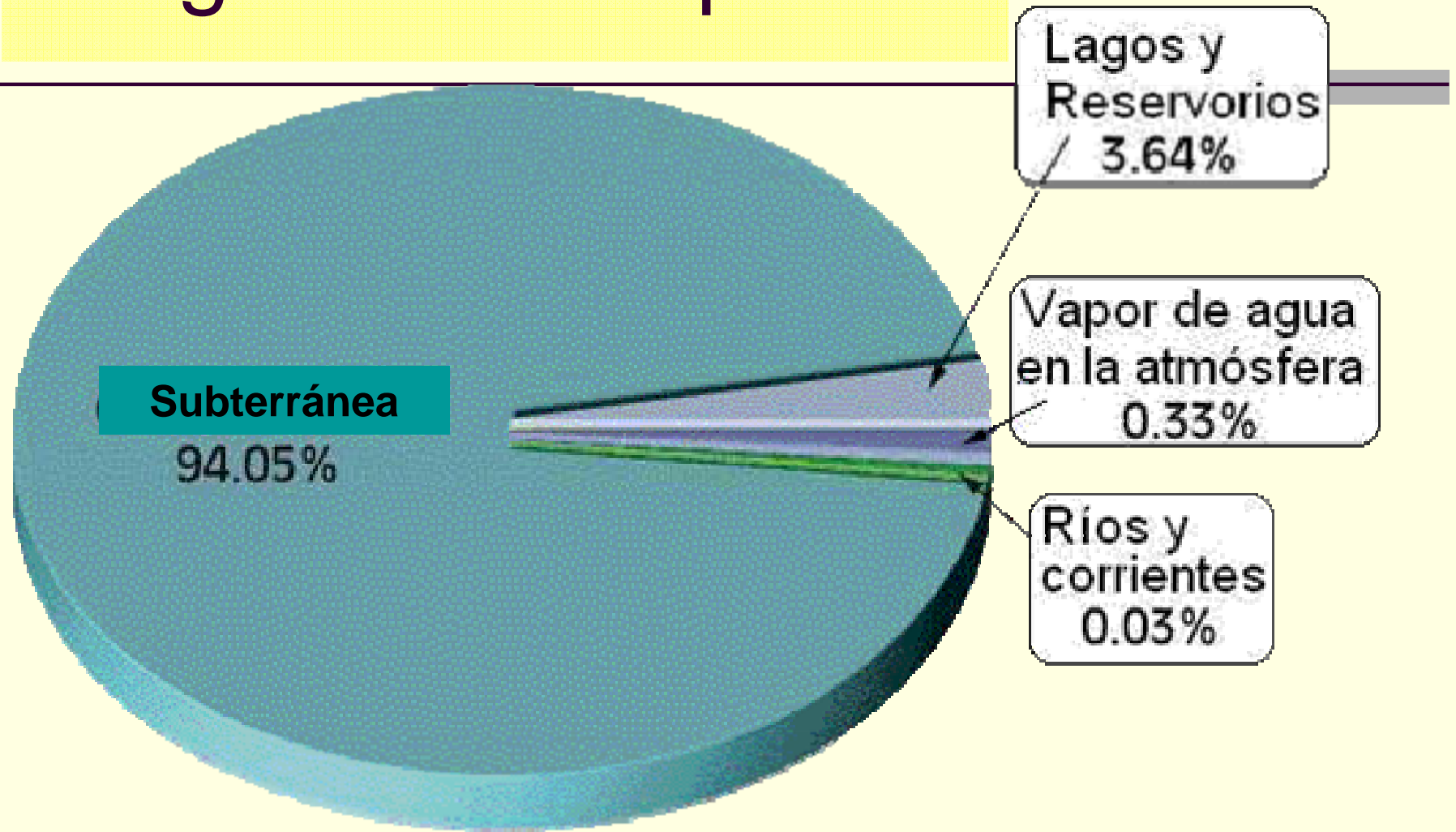
3. Suelos de climas templados

A mayor intemperismo decrece la influencia del material parental. Entre menos intemperismo más diferentes serán los suelos derivados de por ej. un granito y una caliza, si el intemperismo es mayor, menos diferencias habrá entre ellos: ambos habrán

perdido los minerales solubles de los hztes superiores (hzte A) e irán perdiendo progresivamente los minerales insolubles también.



Agua dulce líquida

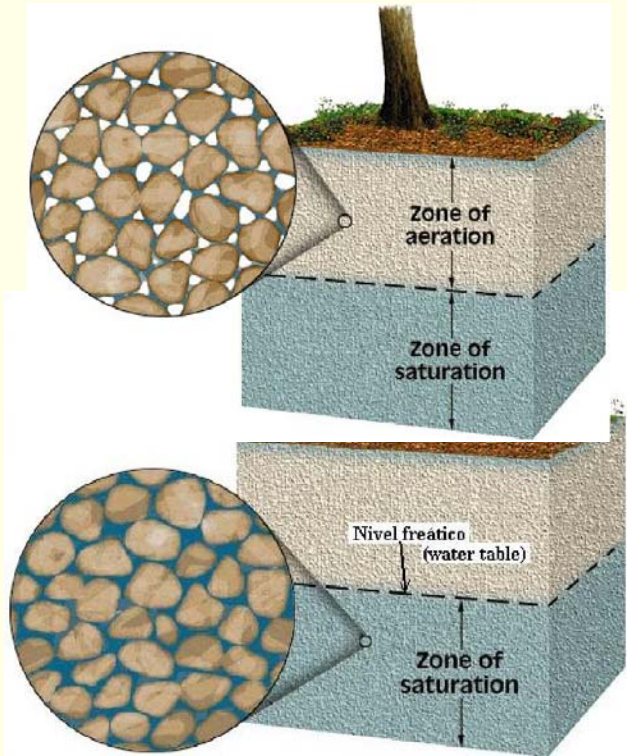


Agua dulce líquida en la Tierra

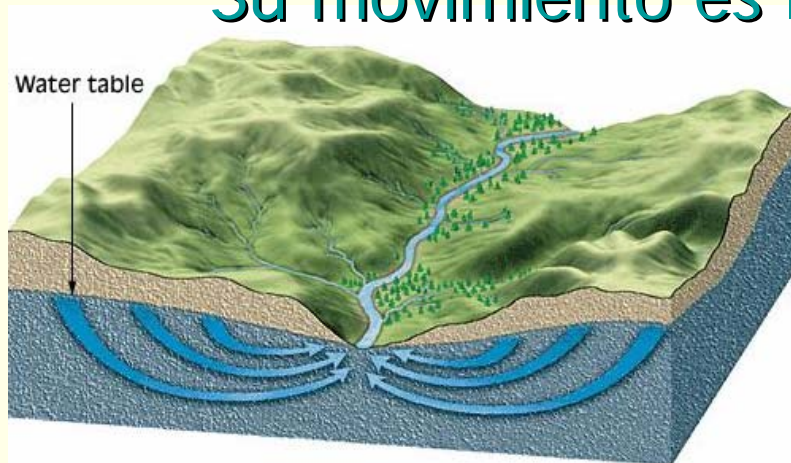
Agua del Subsuelo

Se encuentra en los poros de las rocas rellenándolos parcial (zona de aereación) a totalmente (zona saturada, acuíferos).

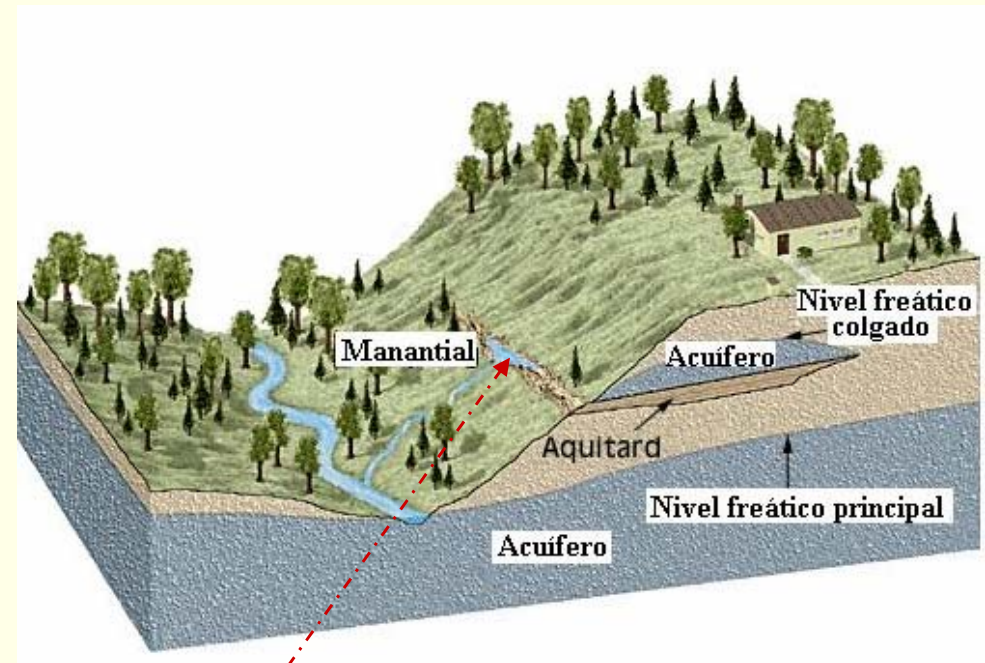
Límite entre ambas zonas: nivel freático



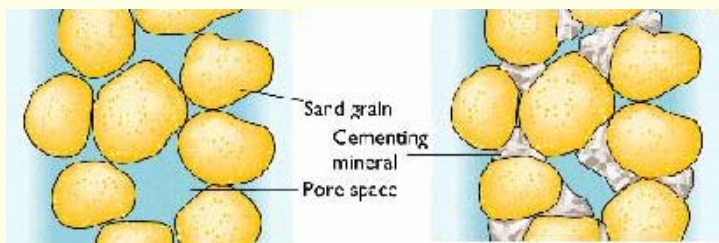
Contribuye a las corrientes
Su movimiento es lento



El agua del subsuelo contribuye al flujo de las corrientes



Manantial

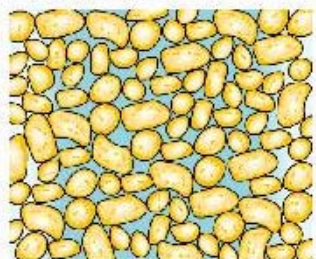


(a) Porous sandstone

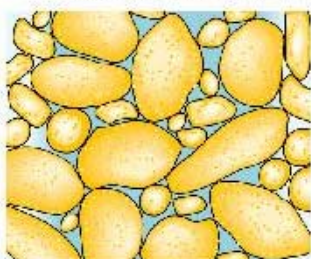
(b) Cemented sandstone

Rocas permeables: dejan pasar el agua

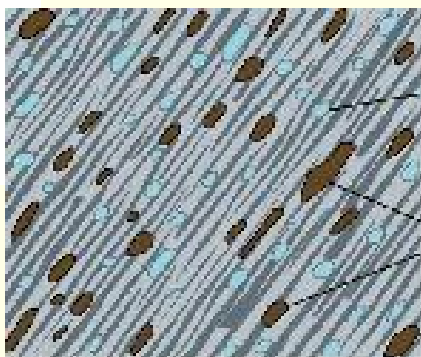
Rocas porosas: generalmente permeables debido a sus poros interconectados



(c) Fine-grained sandstone



(d) Sandstone with irregular shapes

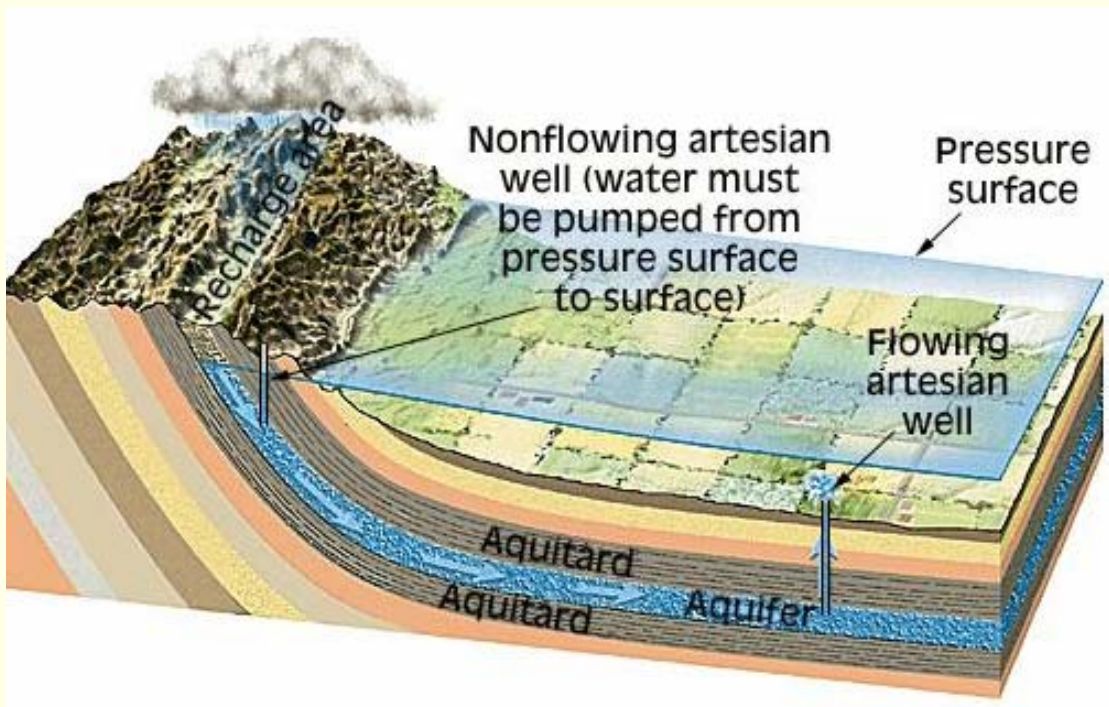


(e) Unfractured shale



(f) Fractured shale

Rocas impermeables: no dejan pasar el agua



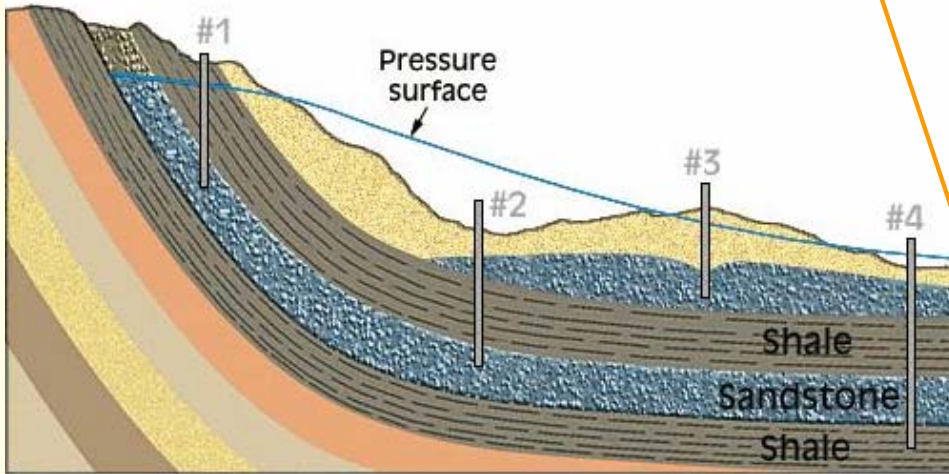
Acuíferos

Acuitardos (=acuicludos)

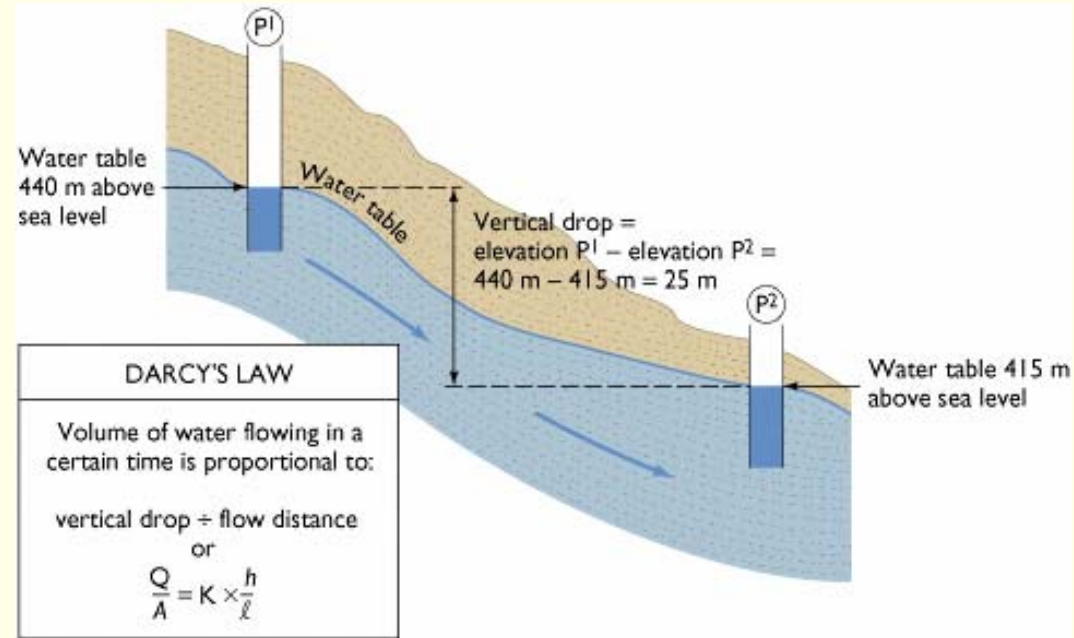
Acuíferos confinados

Pozos artesianos y de bombeo

Flujo (Q) del agua en el subsuelo por unidad de área (A) depende de la porosidad y las distancias H y V

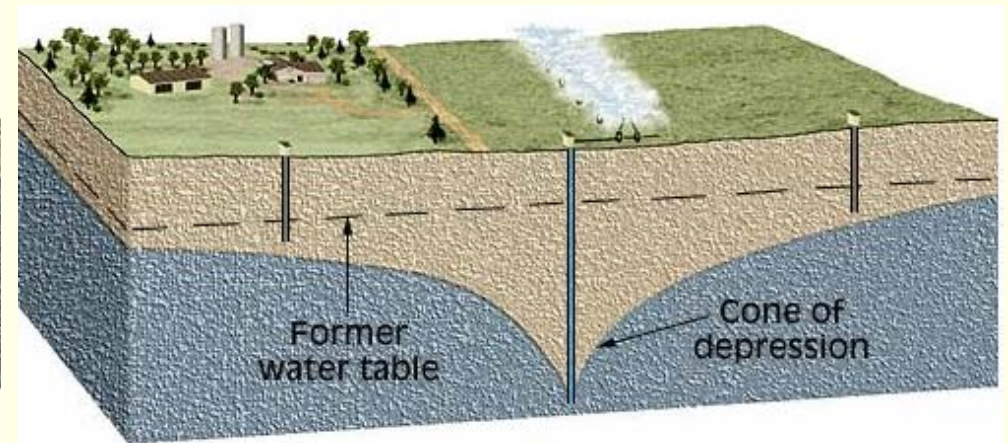
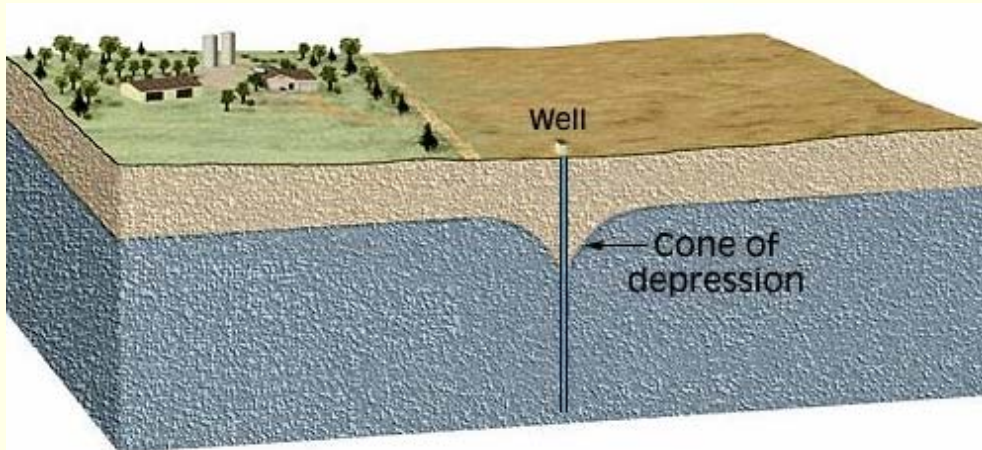


¿Cuál de estos es un pozo artesiano?



- Q: Volume of water flowing in a given time
- A: Cross-sectional area through which water flows
- K: Hydraulic conductivity (a measure of permeability)
- h: Vertical drop between two points
- ℓ: Distance the flow travels

Explotación de acuíferos



Contaminación de acuíferos

