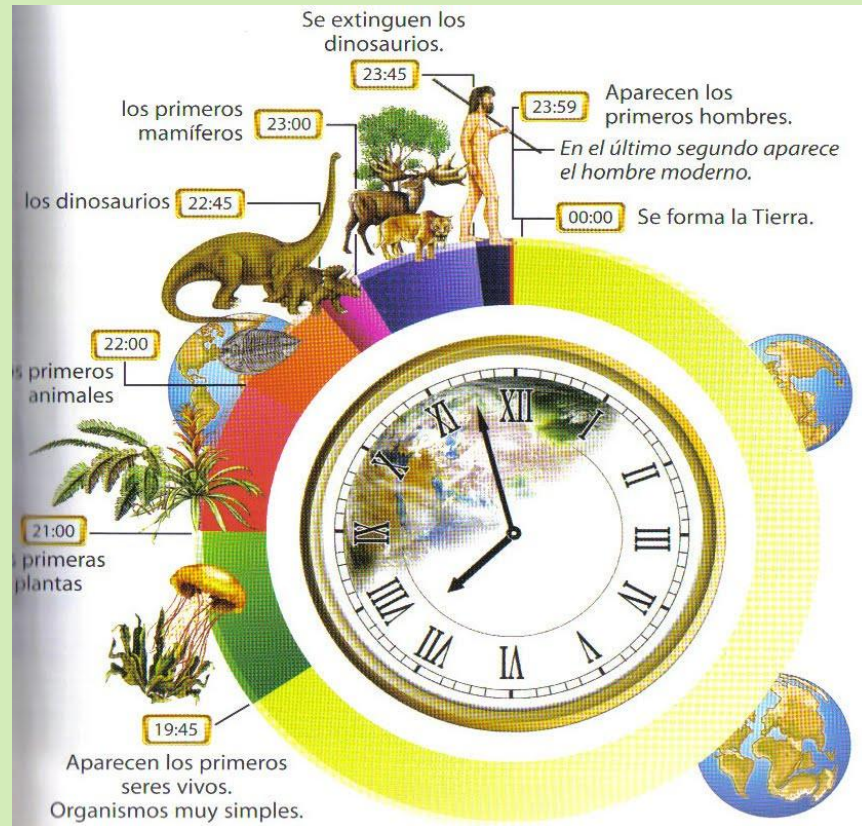


BLOQUE 6. TIEMPO GEOLÓGICO Y GEOLOGÍA HISTÓRICA

1. EL TIEMPO EN GEOLOGÍA

- Es difícil precisar cuál es la edad de una roca o de un fósil.



- Para situar elementos geológicos en la historia de la Tierra es necesario emplear métodos físicos y químicos.



A. EL DEBATE SOBRE LA EDAD DE LA TIERRA

- **Siglo XVII**



- Interpretación literal del libro del Génesis por parte de la Iglesia. La creación de la Tierra ocurrió en el año 3929 AEC (antes de la era común).
- Combinación de la astronomía y las Sagradas Escrituras por parte de algunos científicos (entre ellos Newton). Determinaron que la edad de la Tierra variaba entre los años 3993 AEC y 3998 AEC.

ARZOBISPO JAMES USSHER (siglo XVII)

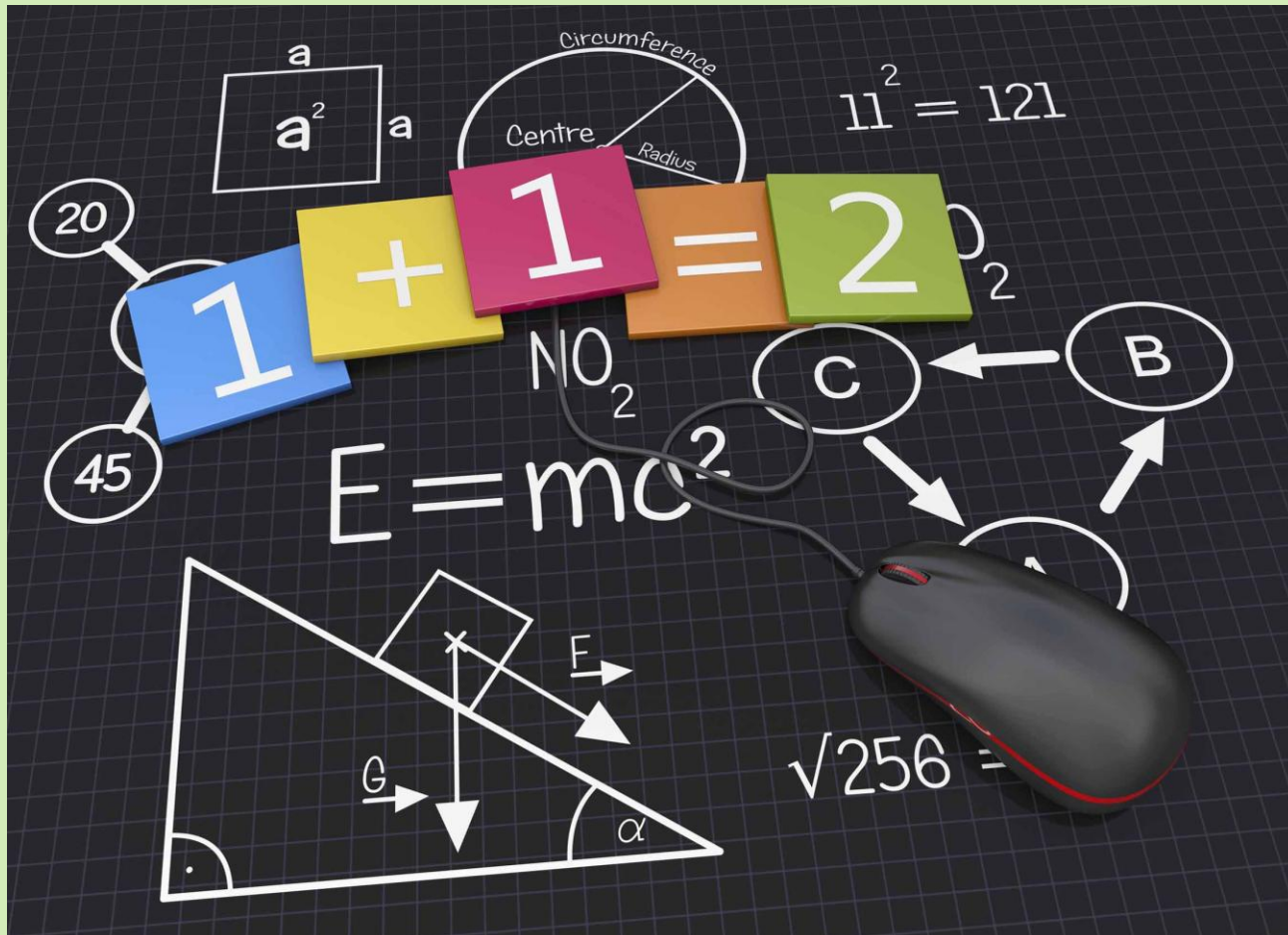
Basándose en la biblia, **sumó las edades de los patriarcas del antiguo testamento** y llegó a la conclusión de que la Tierra había sido “creada” en el **4004 a.C.**

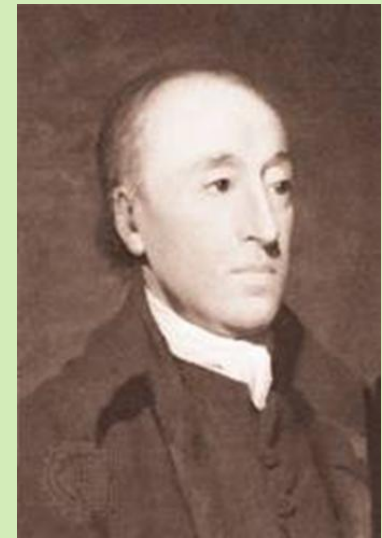
Este argumento se alineaba con las **IDEAS FIJISTAS Y CREACIONISTAS** a las que se enfrentó Darwin en su día.



- **Siglo XVIII**

- Los naturalistas se dedicaron a la experimentación y a los cálculos matemáticos.





JAMES HUTTON (1795)

Publicó un tratado de Geología, donde por primera vez se utilizaban métodos científicos para medir la edad de rocas y procesos geológicos como la erosión o el vulcanismo.

Sin llegar a dar un dato concreto, **Hutton defendió que haría falta una escala de cientos o miles de millones de años para explicar los fenómenos geológicos.**

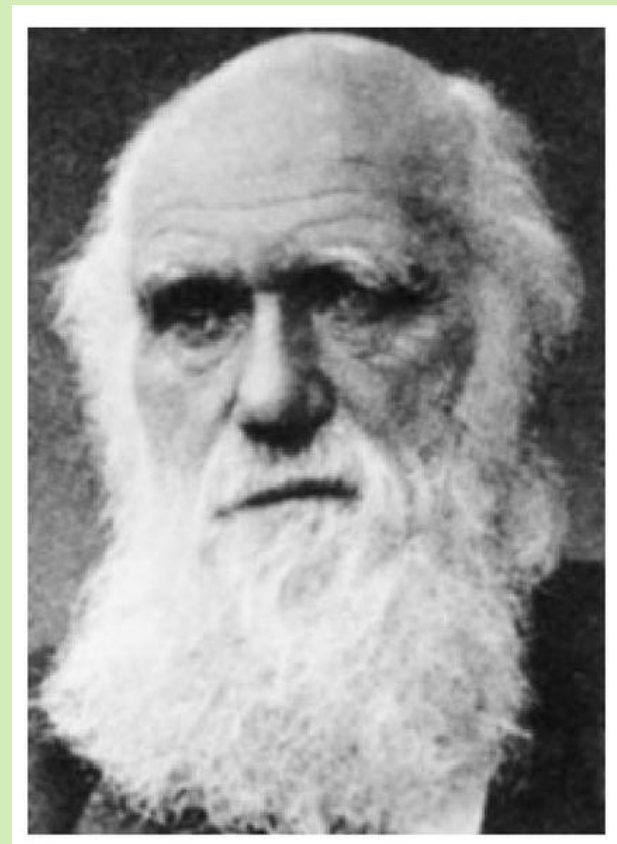
Este tratado de geología impresionó a muchos, entre ellos, a un tal Charles Darwin.

- **Siglo XIX**

- Se rompe el vínculo religión-ciencia.
- Se sientan las bases de la geología moderna.

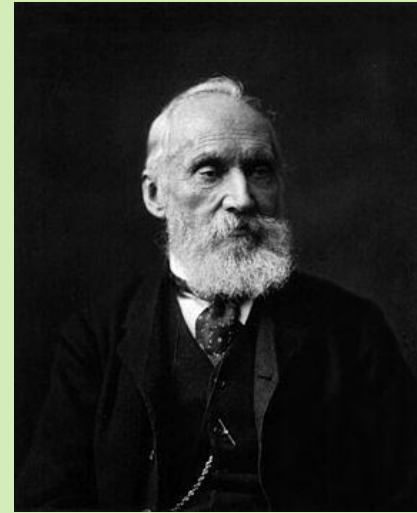


Charles Lyell

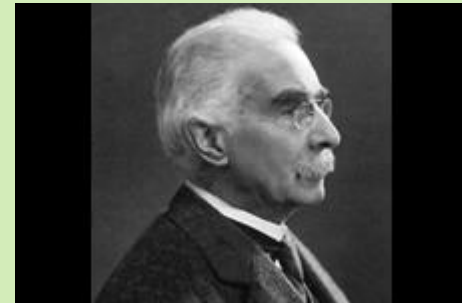


Charles Darwin

Lord Kelvin (En 1862, William Thomson).
Supuso que la Tierra se había enfriado desde
un estado inicial fundido, hace 20 -90 m.a.



John Joly (finales del siglo XIX). Postuló que en su
origen (hace 100 m.a.) el agua de los océanos era
dulce y que se había salinizado con el tiempo. Se
basó en estudios de radiactividad.



- **Siglo XX:**

- Descubrimiento de la radiactividad, propiedad que podía emplearse para calcular la edad de las rocas.



Gracias al descubrimiento de la radiactividad por Marie CURIE, P. Curie y H. Becquerel, en el S. XX se ha logrado la datación precisa de las rocas de la corteza terrestre y de los meteoritos que caen sobre la Tierra.





- **2010**

- Último cálculo de la edad de la Tierra.
- Datación basada en el decaimiento del hafnio 182 en wolframio 182 en rocas del manto y en meteoritos.
- La edad de la Tierra se redujo en 83 m. a. de los 4550 m. a. que se suponía tenía.

B. UNIFORMISMO FRENTE A CATASTROFISMO

a. CATASTROFISMO:

- Los fenómenos geológicos (plegamiento de rocas, cambios de especies fósiles) eran consecuencia de “grandes catástrofes”.
- La Tierra al enfriarse y contraerse se arrugó, originando las cordilleras.
- Los cambios eran repentinos y violentos.

Georges Cuvier



b. UNIFORMISMO:

- Los procesos geológicos ocurridos en el pasado son los mismos que tienen lugar en la actualidad.
- “El presente es la clave del pasado”.



Charles Lyell

El **gradualismo**, propuesto por el geólogo británico Charles Lyell, sostenía que procesos lentos, graduales y casi imperceptibles actuando durante millones de años podían producir cambios enormes.

Los movimientos isostáticos, el desplazamiento de los continentes, la erosión de las cordilleras o el retroceso de los acantilados constituyen ejemplos de cambios graduales.



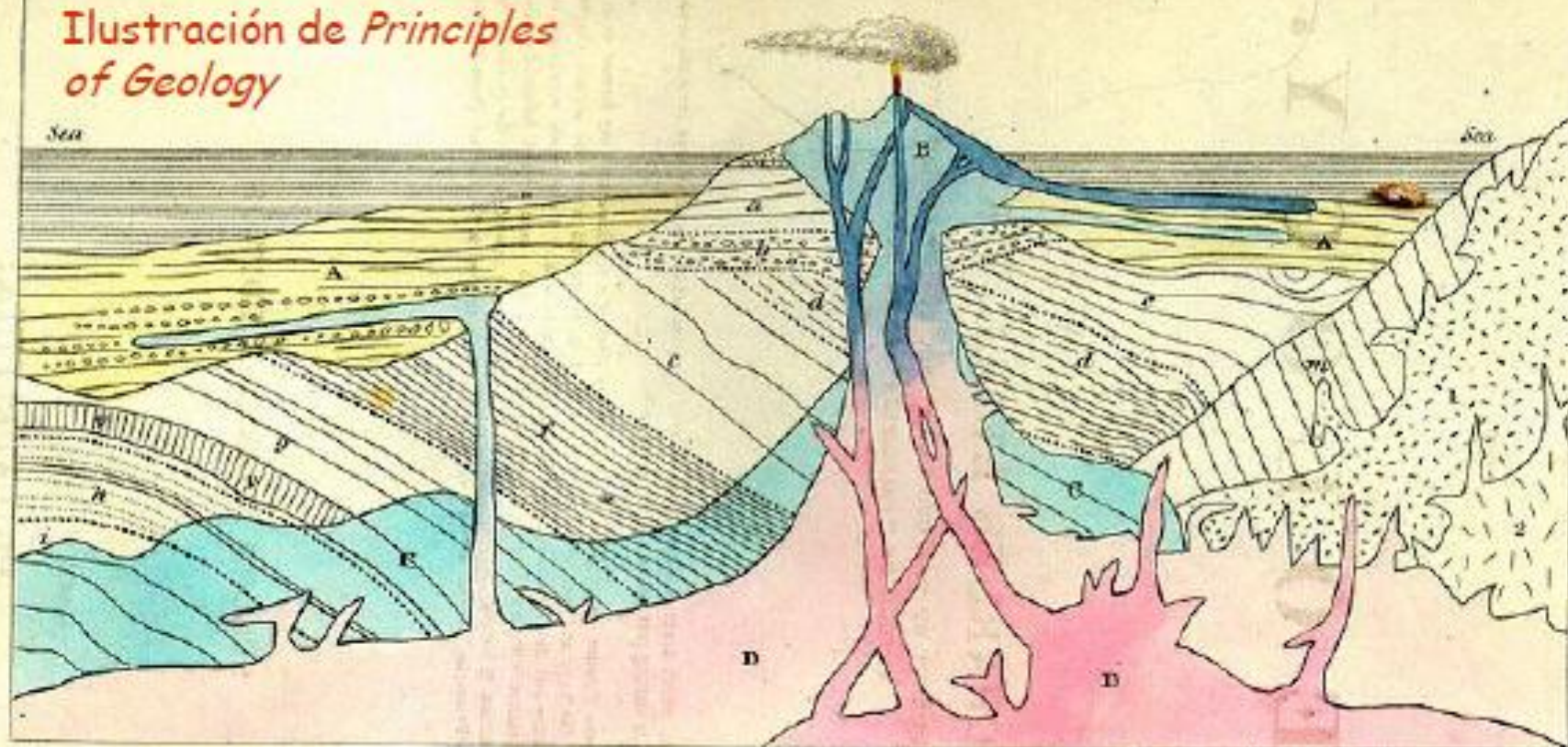
**Charles Lyell
(1797-1875)**



Estas “chimeneas de hadas” son consecuencia de un lento proceso erosivo.

Principios de geología (Principles of Geology), publicada entre 1830 y 1833 en varios volúmenes, es la obra más destacada de Charles Lyell

Ilustración de *Principles of Geology*



IDEAL SECTION of part of the Earth's crust explaining the theory of the contemporaneous origin of the four great classes of rocks... see Chap. I.

A Aqueous

B Volcanic.

C Metamorphic.
(Gneiss, mica-schist, &c.)

D Plutonic.
(Granite, &c.)

All the rocks older than A.B.C.D. are left uncoloured.

El gradualismo se impuso durante casi todo el siglo XIX y buena parte del siglo XX pero, actualmente, cobra fuerza una posición intermedia: el NEOCATASTROFISMO, según el cual, en la superficie, actúan continuamente procesos lentos y graduales a los que se superponen cambios bruscos y catastróficos, mucho más espaciado en el tiempo.



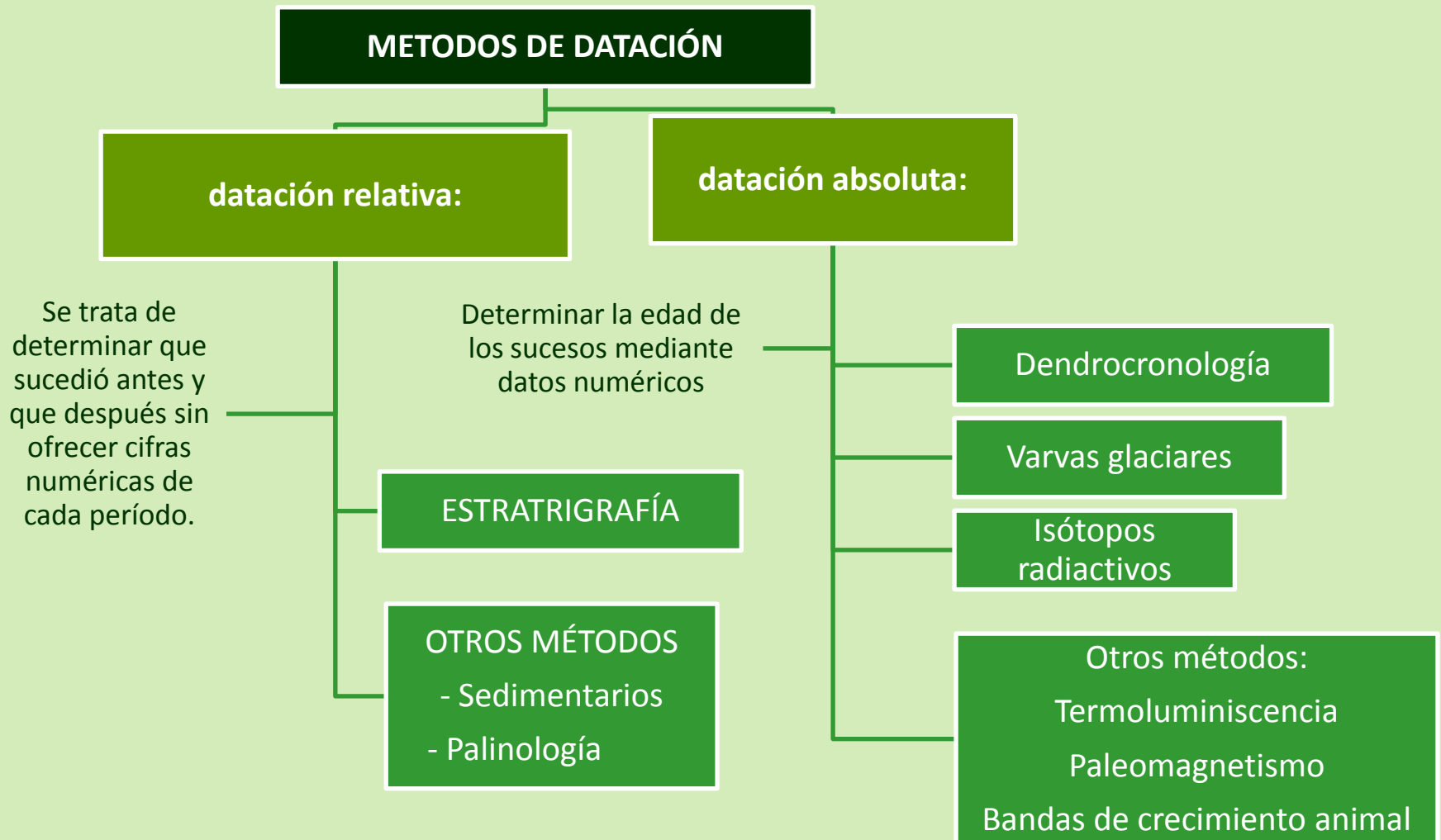
Neocatastrofismo

2. MÉTODOS DE DATACIÓN

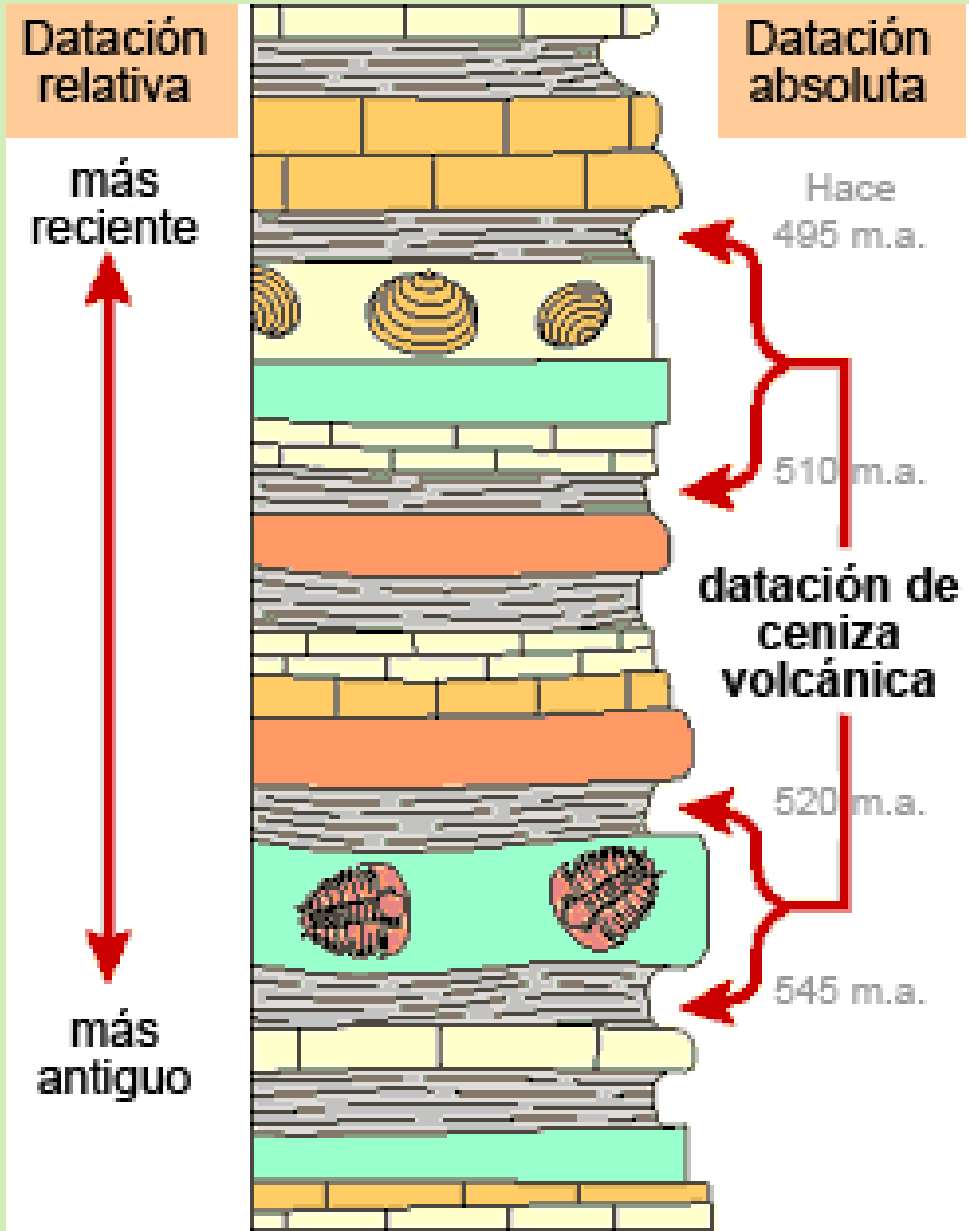
- Datar es poner fecha en el tiempo de un suceso o un objeto determinado.



Los sucesos geológicos se pueden ordenar cronológicamente de dos formas distintas:



DATACIÓN



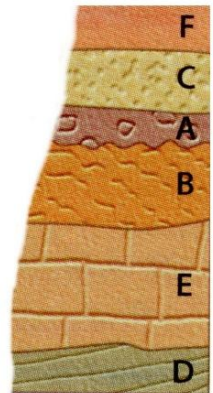
2. 1. DATACIÓN RELATIVA

Se llama datación relativa a la forma de datar las rocas basadas en las relaciones entre ellas con los fósiles.

Esta ordenación es de tipo puramente secuencial, indicando que acontecimiento sucedió antes y cual después sin atender a una escala cronológica que los fije en el tiempo.

Columna estratigráfica:

En esta representación de los estratos o capas de rocas sedimentarias, el más antiguo es el D y el más moderno el F

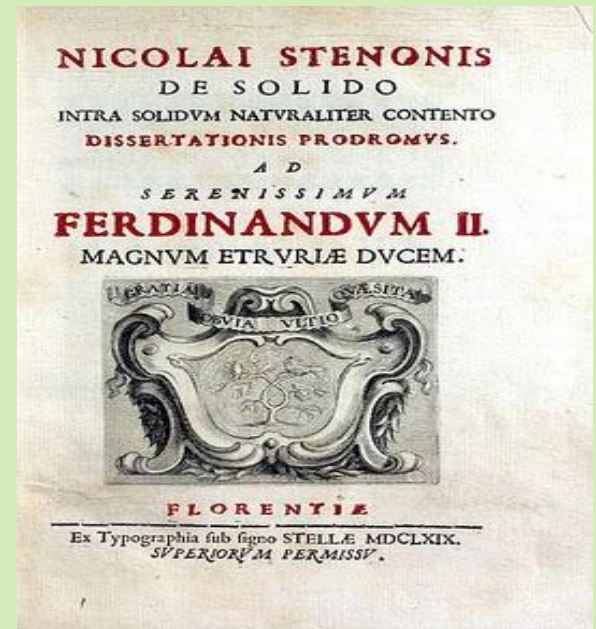


2.1.1. DATACIÓN RELATIVA: ESTRATIGRAFÍA



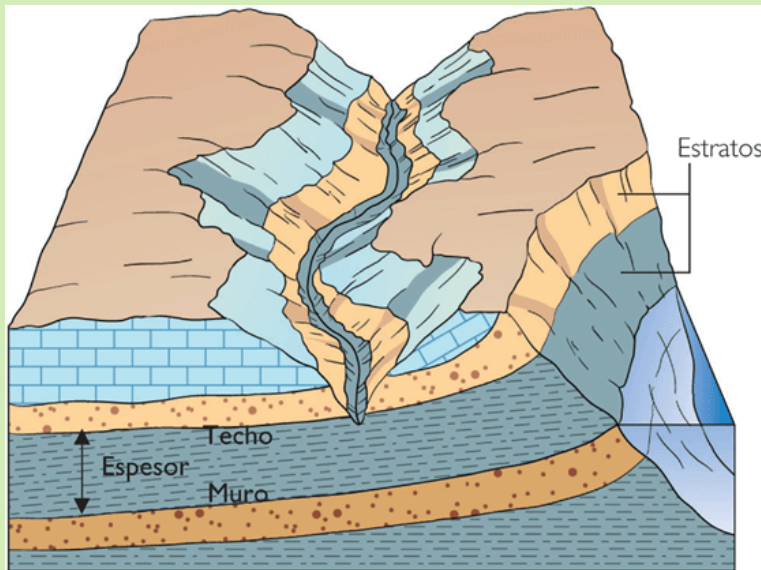
La estratigrafía, parte de la geología que estudia los estratos, nace con Nicolás Steno en el siglo XVII que enunció tres principios fundamentales, a los que se han añadido nuevos principios mas recientemente.

Se trata de hechos de muy fácil comprobación, que se verifican en todos los conjuntos de estratos y que nos permiten tanto establecer su antigüedad relativa como comprender algunas de las condiciones vigentes en el medio en el momento de la deposición de los sedimentos y de la consolidación de las rocas.

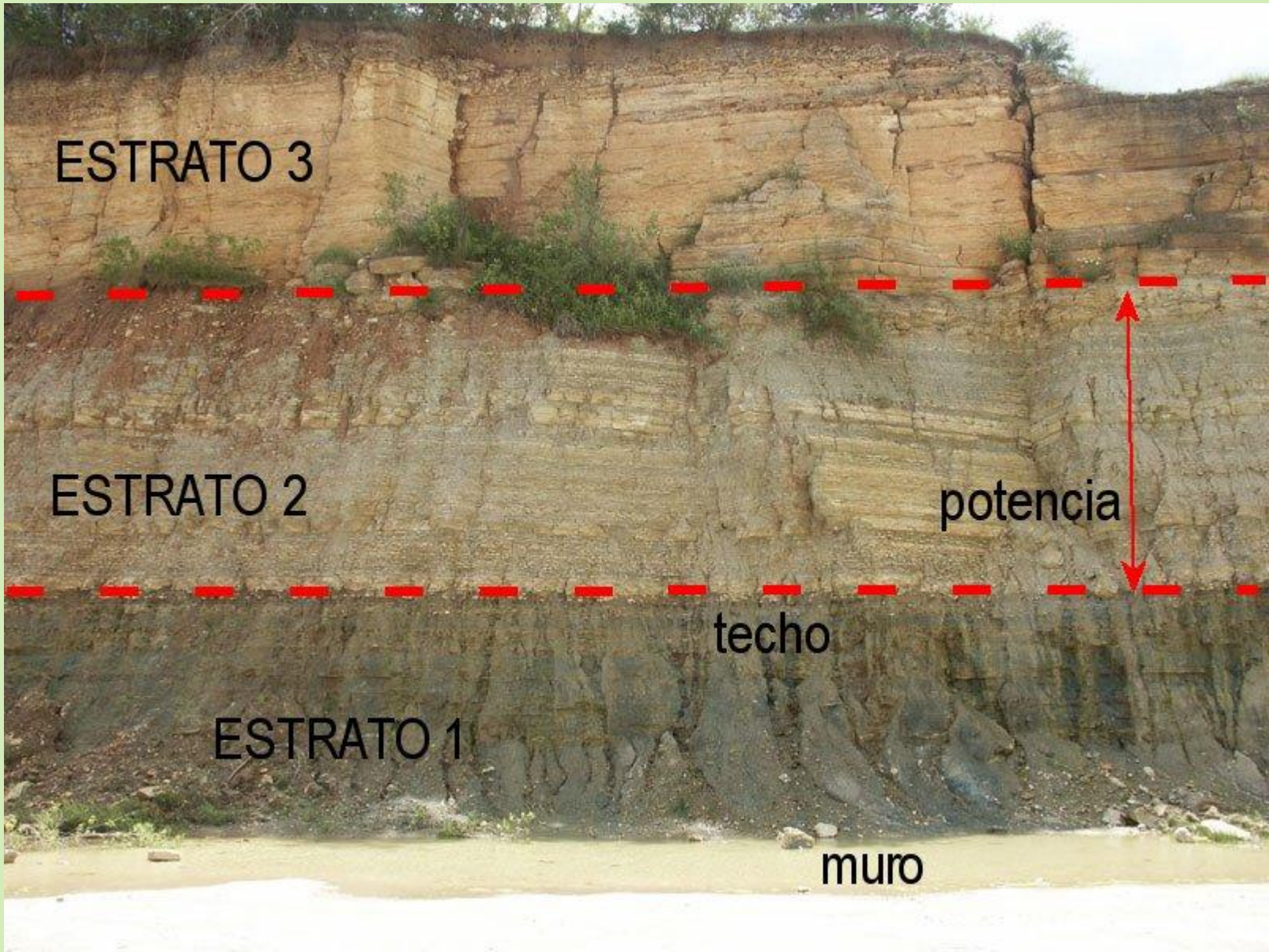


Un **estrato** es una **capa** más o menos espesa de sedimentos acumulados durante un espacio de tiempo continuo. Esta delimitado por una base o **muro** y un **techo** y se identifica por sus diferencias con las capas colindantes. El espesor también se denomina **potencia**

Los materiales se ordenan cronológicamente en una **columna estratigráfica**, indicando los tipos de roca, los fósiles, las estructuras...



Es engañoso mirar los estratos en término de tiempo, porque un espesor importante puede corresponder a un acontecimiento sedimentario potente pero muy corto, y a la inversa, una capa delgada puede indicar un período muy largo de sedimentación lenta



ESTRATO 3

ESTRATO 2

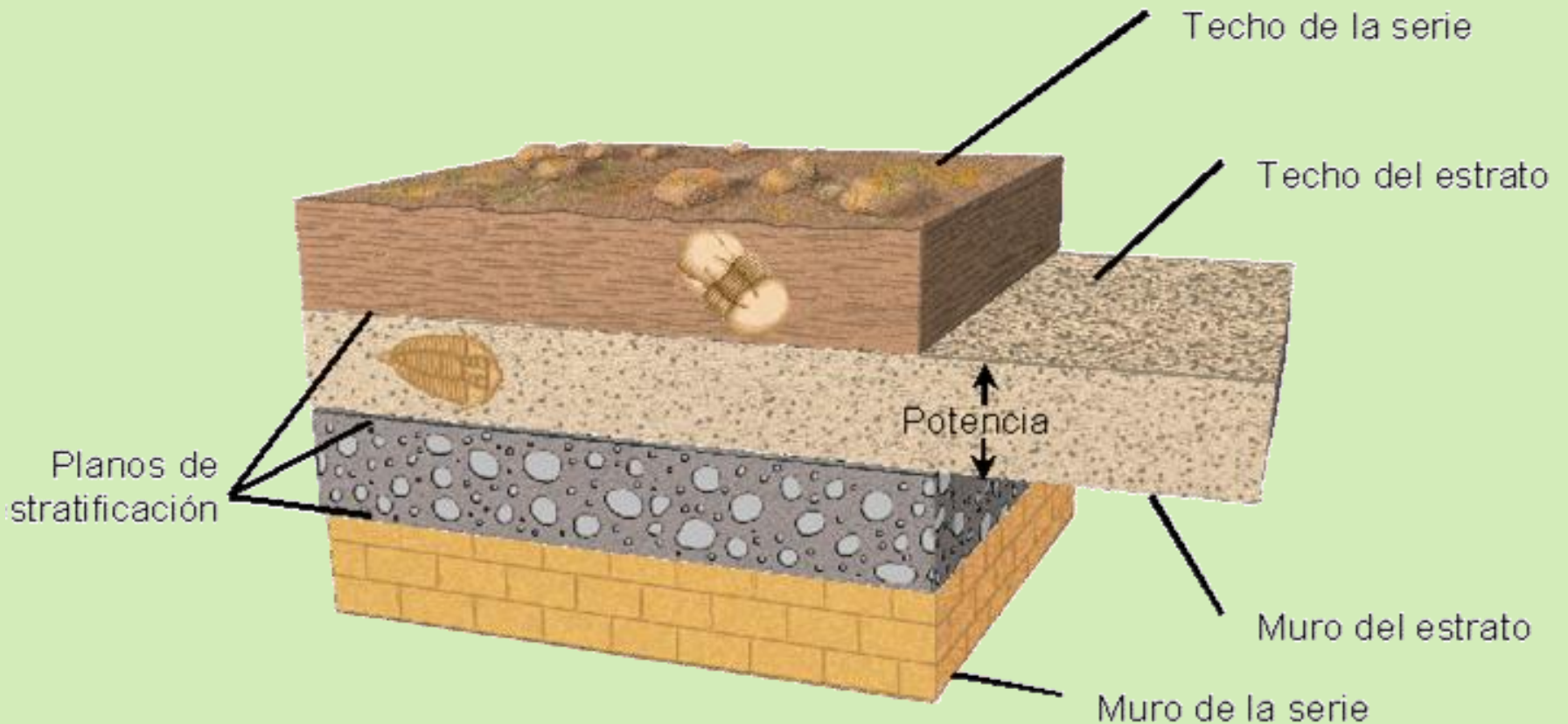
ESTRATO 1

potencia

techo

muro

Las superficies que limitan un estrato reciben el nombre de planos de estratificación y tanto en la base como el muro es muy frecuente la aparición de estructuras sedimentarias, que serán de gran importancia a la hora de establecer la polaridad de los estratos



PRINCIPIOS BÁSICOS DE ESTRATIGRAFÍA

1.Principio del uniformismo o actualismo: Las leyes que rigen los procesos geológicos han sido las mismas y producen los mismos efectos durante toda la historia de la Tierra. (ya visto)

2.Principio de la horizontalidad original: Los estratos se depositan siempre de forma horizontal o subhorizontal y permanecen horizontales si no actúa ninguna fuerza sobre ellos. (Steno, 1669)

3.Principio de la superposición de estratos: los niveles superiores serán más recientes que los inferiores. (Steno, 1669)

4.Principio de la continuidad lateral: un estrato tiene la misma edad a lo largo de toda su extensión horizontal. (Steno, 1669)

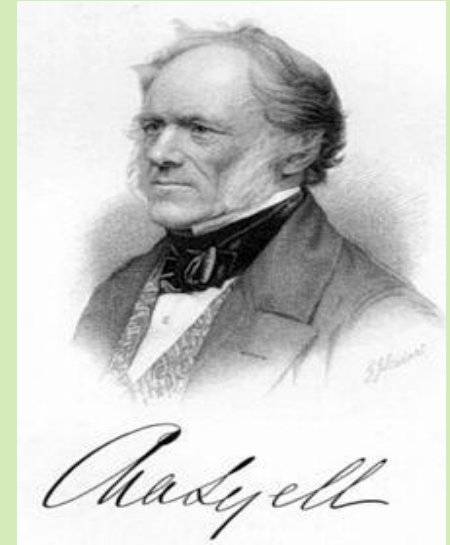
5.Principio de sucesión faunística: Los estratos que se depositaron en diferentes épocas geológicas contienen distintos fósiles. De igual manera las capas que contienen fósiles pertenecientes a los mismos taxones, aunque sean de diferente litología, serán de la misma edad. (Smith (1778)

6.Principio de la sucesión de eventos: Todo acontecimiento que afecte a las rocas es posterior a las mismas.

1. PRINCIPIO DEL ACTUALISMO

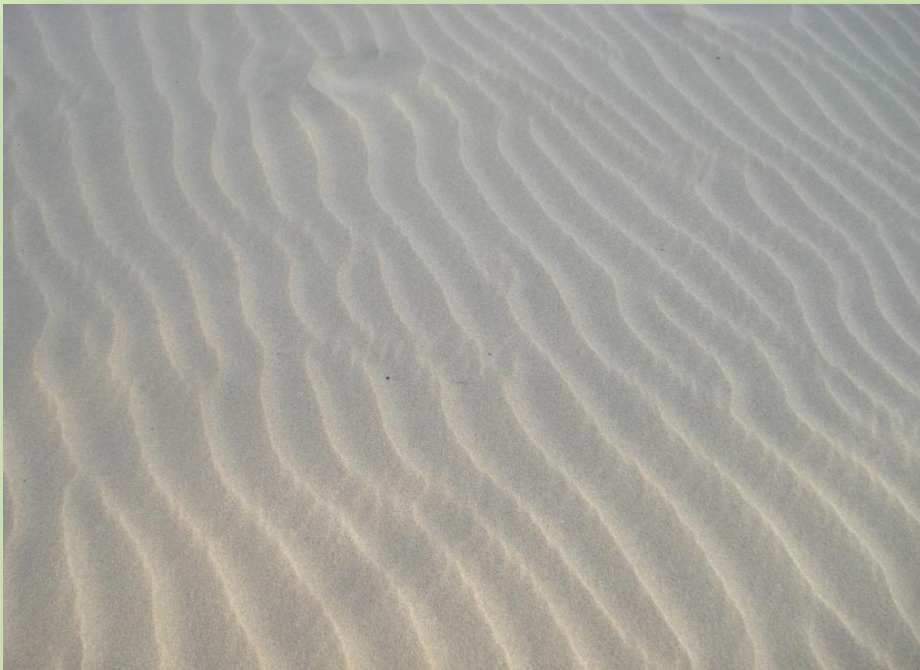
Los cambios geológicos se interpretan a través del **PRINCIPIO DEL ACTUALISMO o UNIFORMISMO GEOLÓGICO** según el cual analizar los procesos que ocurren en la actualidad sirven para interpretar lo sucedido en el pasado. Esta teoría se contrapone a la teoría catastrofista, que explica que los cambios producidos en La Tierra son debidos a grandes catástrofes.

El actualismo fue propuesto y defendido por Charles Lyell en su gran obra “Principios de Geología” de 1830.



Se basa en las siguientes ideas:

- Los procesos que actúan ahora sobre la superficie terrestre son los mismos que han actuado en tiempos pasados.
- Procesos similares, aunque ocurran en momentos y lugares distintos, dejan huellas similares.
- Los procesos geológicos de épocas pasadas tuvieron su origen en las mismas causas que los actuales.



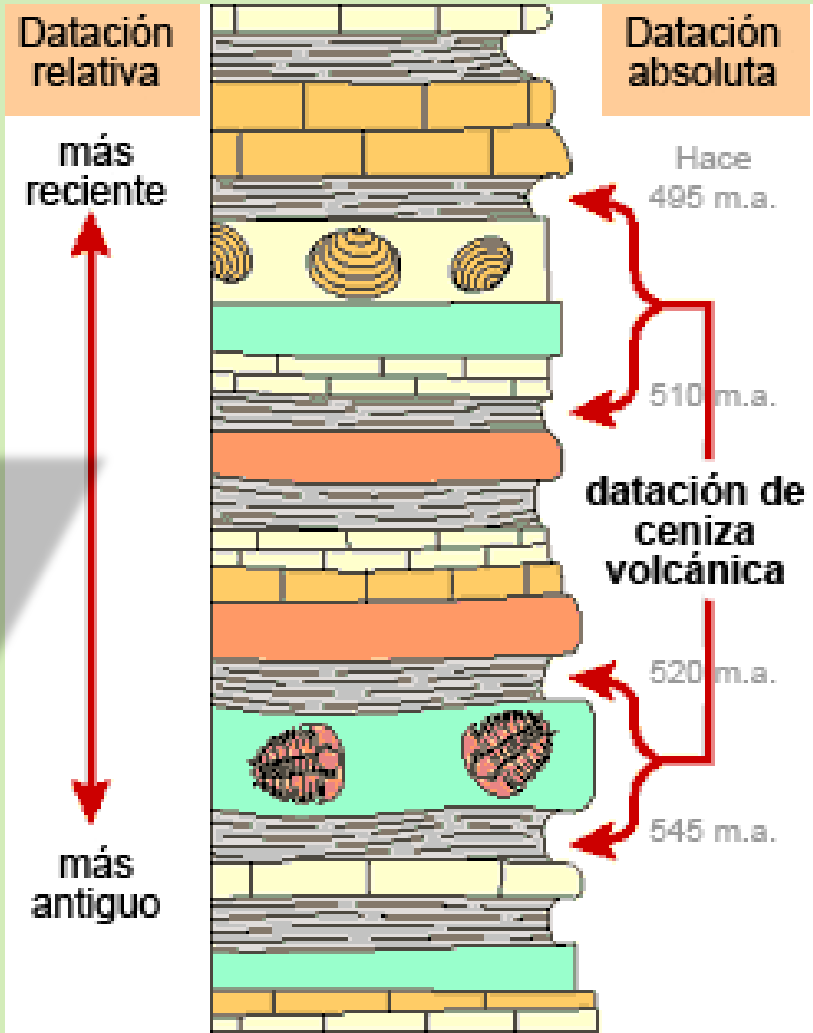
Las rizaduras o ripple mark de las rocas indican que esta se formó a partir de sedimentos en aguas poco profundas, al igual que se forman en la playa hoy en día rizaduras similares en la arena, y por la misma causa, el movimiento de las olas.



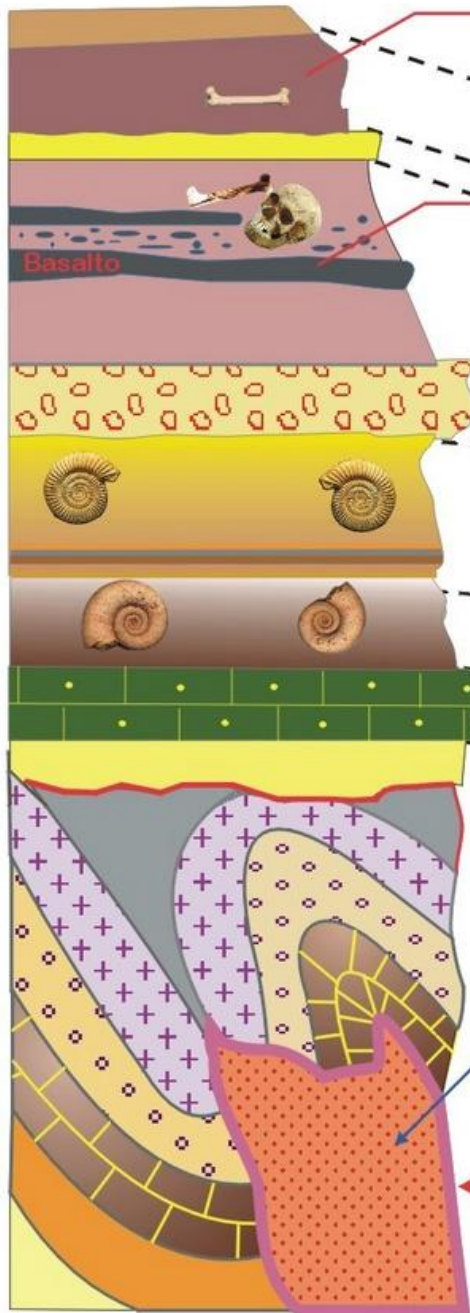
Otro ejemplo con otro tipo de rizaduras, en este caso originadas por el viento; diferenciarlas de las anteriores, dependerá de estudios más detallados



Mediante el estudio y la comparación de estratos de todo el mundo podemos averiguar cuáles se depositaron primero y cuáles más tarde, pero necesitamos más datos para establecer las edades específicas, o numéricas, de los fósiles.



Se basa en la desintegración de elementos radiactivos. Los geólogos han construido una escala del tiempo geológico basada en la datación numérica de rocas de todo el mundo



Cronología relativa
Principio de superposición
 El estrato superior es el más reciente

Principio de continuidad lateral
 Un estrato tiene la misma edad sobre toda su extensión

Hiato: Laguna de erosión:
 la erosión se llevó los estratos, (o la sedimentación se interrumpió) luego la sedimentación prosiguió dejando la laguna

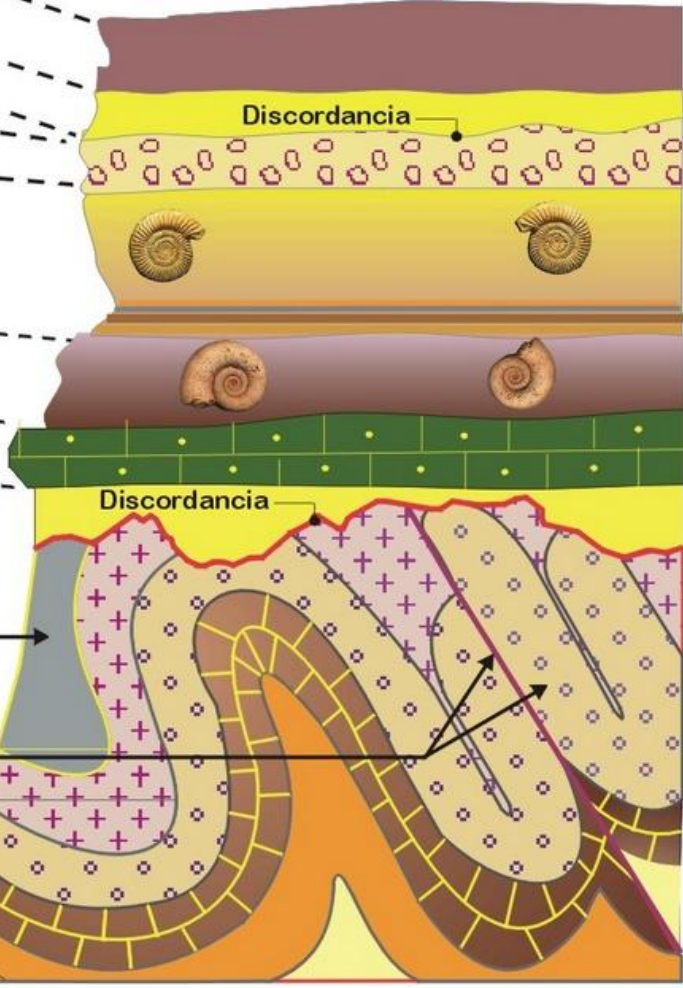
Principio de identidad paleontológica
 Dos estratos que contienen los mismos fósiles estratigráficos tienen la misma edad

Principio de intersección
 Una intrusión es más reciente que las estructuras que recorta

Datación absoluta al Rb- Sr
 Periodo: 49.10¹⁰ años
 $\lambda: 1,42 \cdot 10^{11}$ an⁻¹
 Utilización: Rocas de unas cuantas decenas de años hasta las más antiguas rocas .

Datación absoluta al ¹⁴C Periodo: 5730 años
 $\lambda: 1,21 \cdot 10^{10}$ ans⁻¹
 Utilización: 50 000 años
 Precisión opt: < 35 000 ans

Datación absoluta al K- Ar
 Periodo: 1,31.10¹⁰ / años
 $\lambda: 4,962 \cdot 10^{11}$ / an
 Utilización: Rocas de 100 000 años a 1Ga



Discordancia

Discordancia

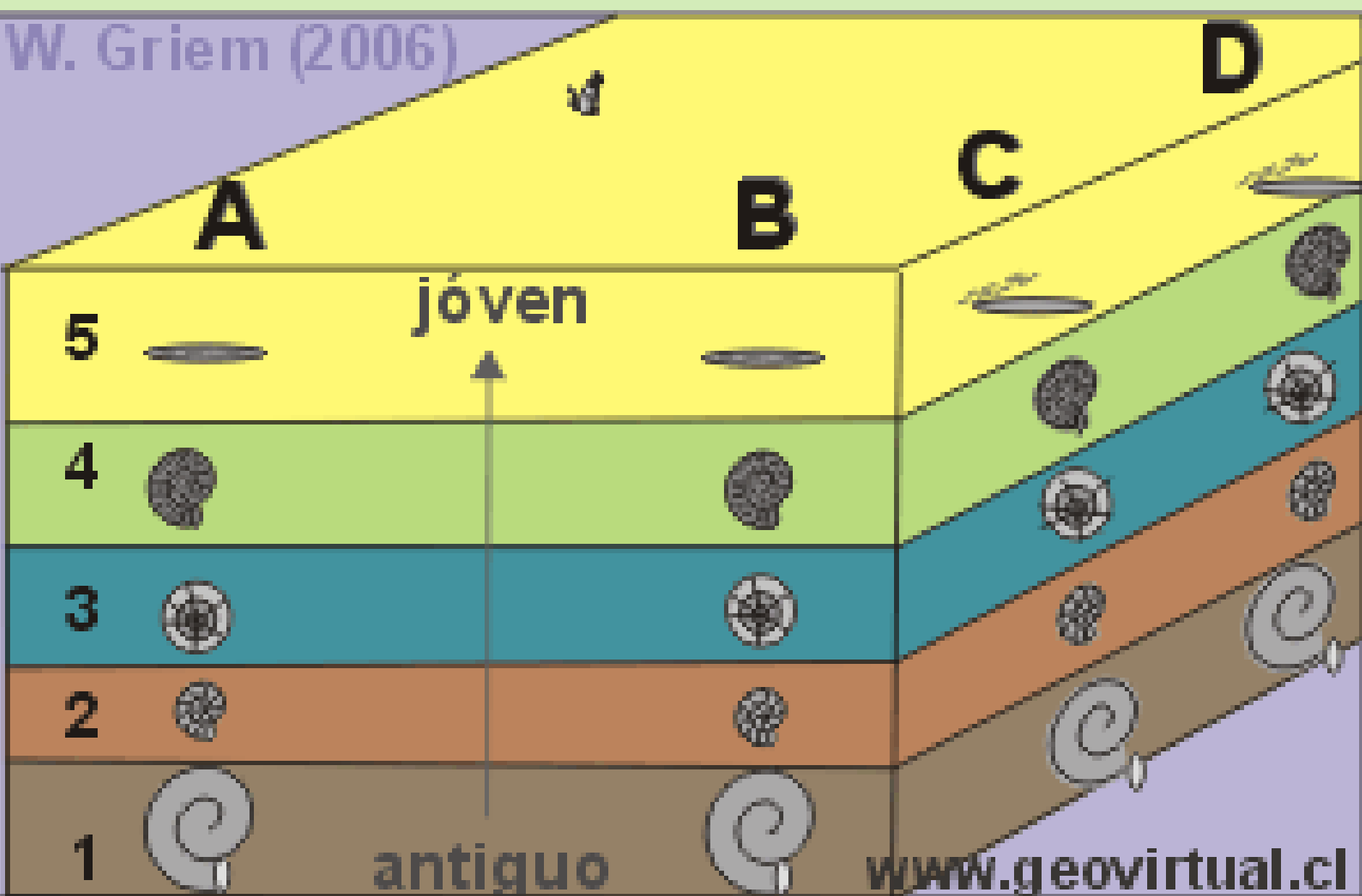
Principio de intersección
 El plegamiento que afecta a los estratos es posterior a éstos
 El cabalgamiento y la falla asociada son posteriores al plegamiento

2. Principio de la superposición (Steno, 1669)

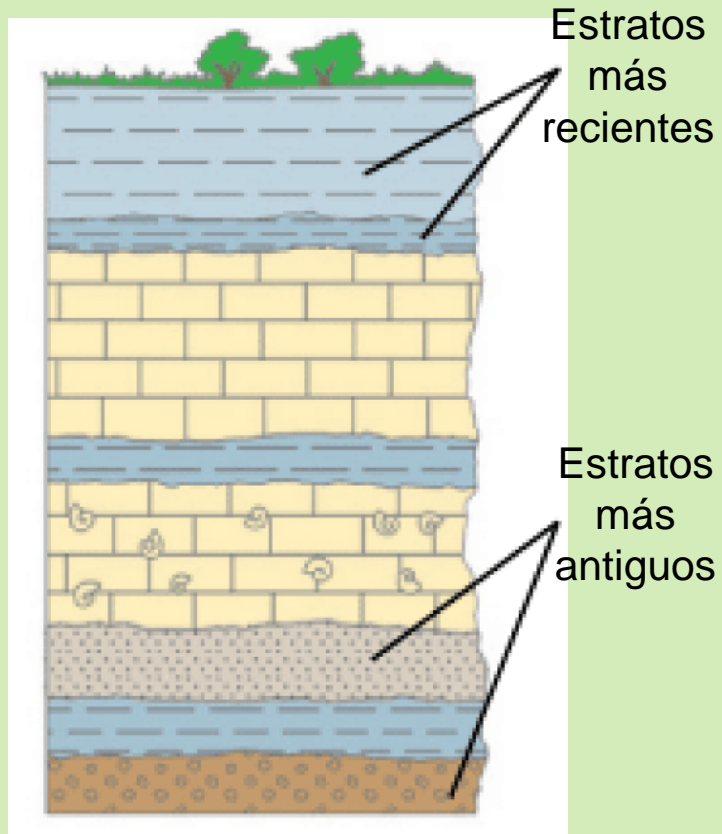
“ En una secuencia no deformada de rocas sedimentarias, cada estrato es más antiguo que el que tiene por encima y más moderno que el que tiene por debajo”



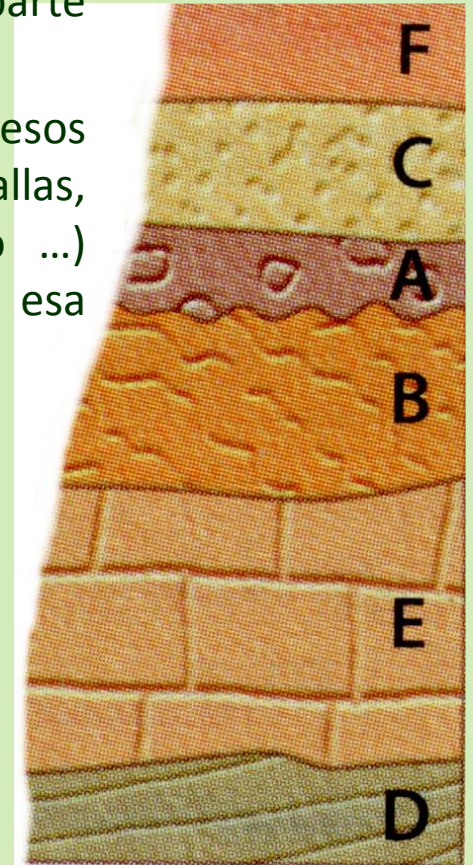
W. Griem (2006)



PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN DE ESTRATOS



- En una serie estratigráfica los estratos más antiguos se localizan en la parte inferior de la serie. Los más modernos en la parte superior.
- Distintos procesos geológicos (pliegues, fallas, mantos de corrimiento ...) pueden alterar esa disposición original.



- Este principio básico de ordenación cronológica en muchas ocasiones no se cumple, ya que el orden de formación original (horizontal) puede verse modificado por procesos tectónicos.
- Por ello es necesario utilizar unos criterios de polaridad que permitan determinar cual es la base del estrato (muro) y la zona alta (techo) y por tanto permita la datación relativa.

Techo - Piso - Espesor

Superficie horizontal

E_{apar}

joven

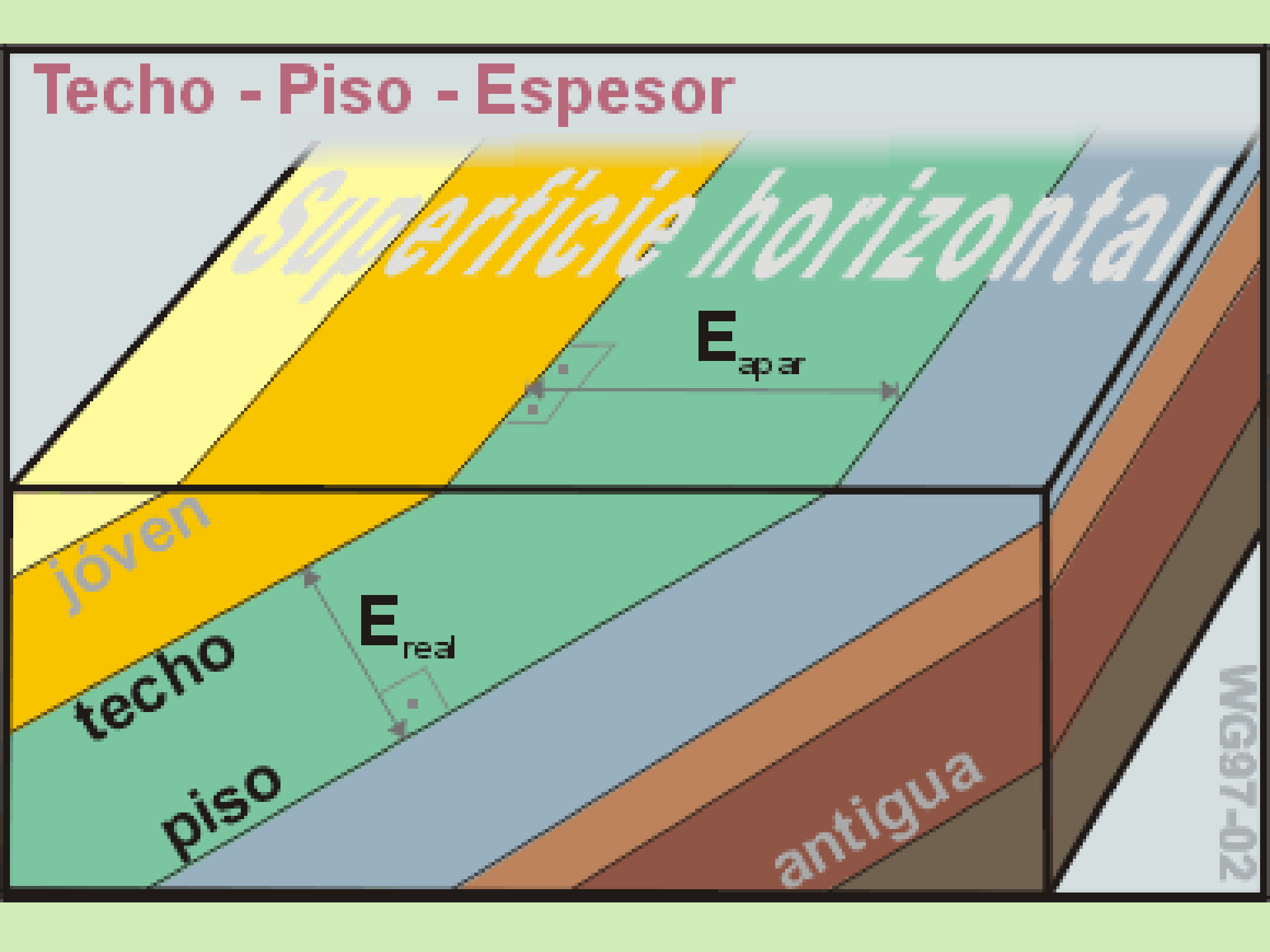
techo

piso

E_{real}

antigua

WG97-02





Disposición original de los estratos

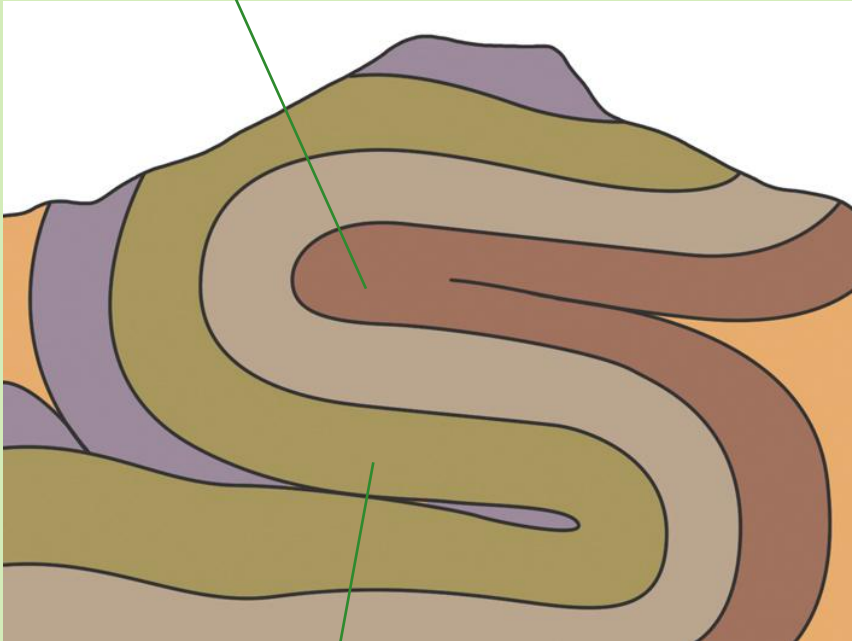


**Alteración de la
disposición
original de los
estratos**



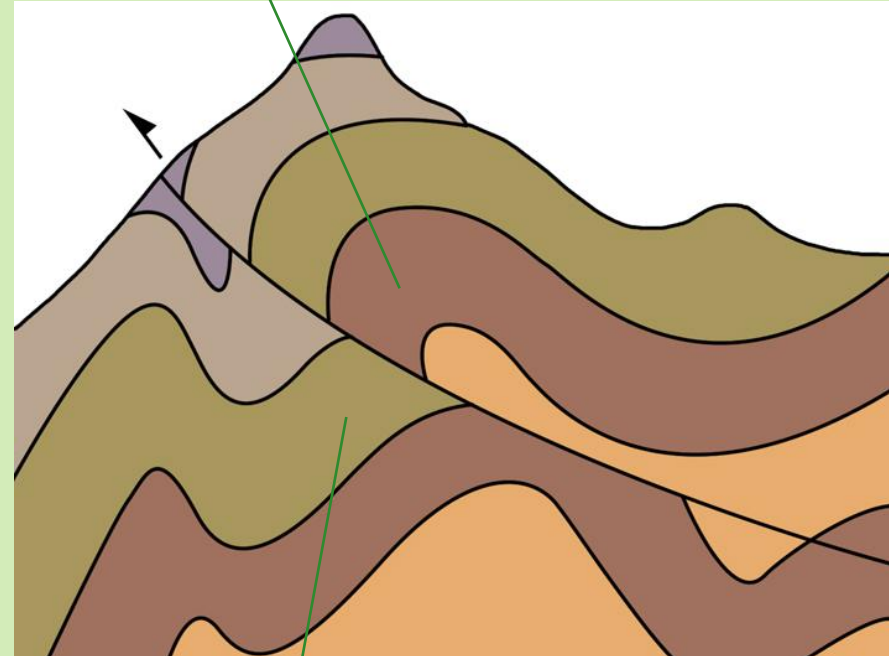
Alteraciones en la disposición vertical de los estratos

Estrato más antiguo



Estrato más moderno

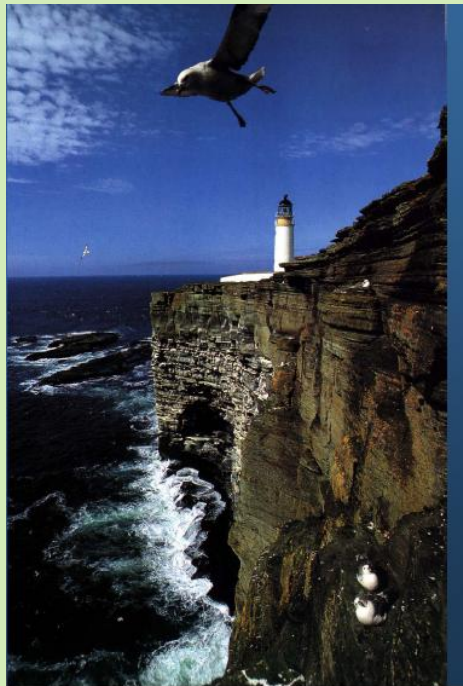
Estrato más antiguo



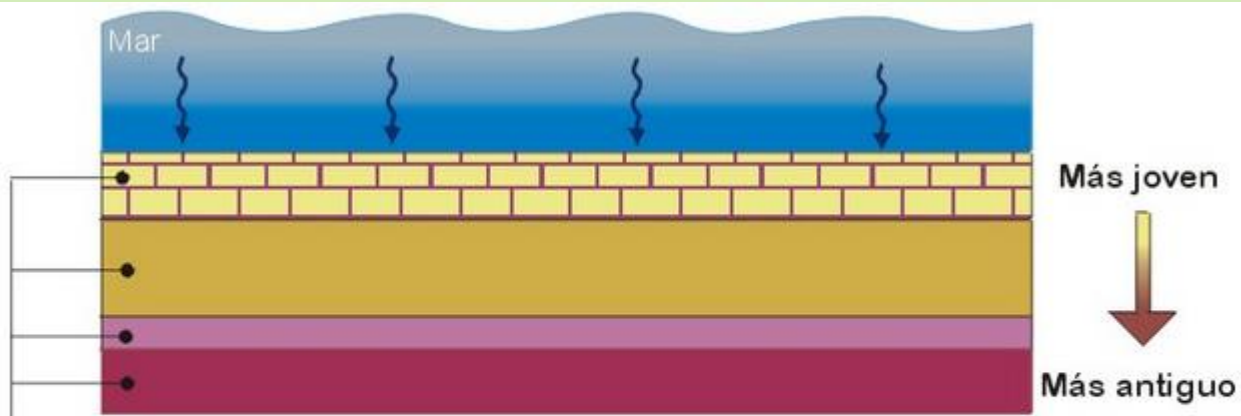
Estrato más moderno

3. Principio de la horizontalidad original

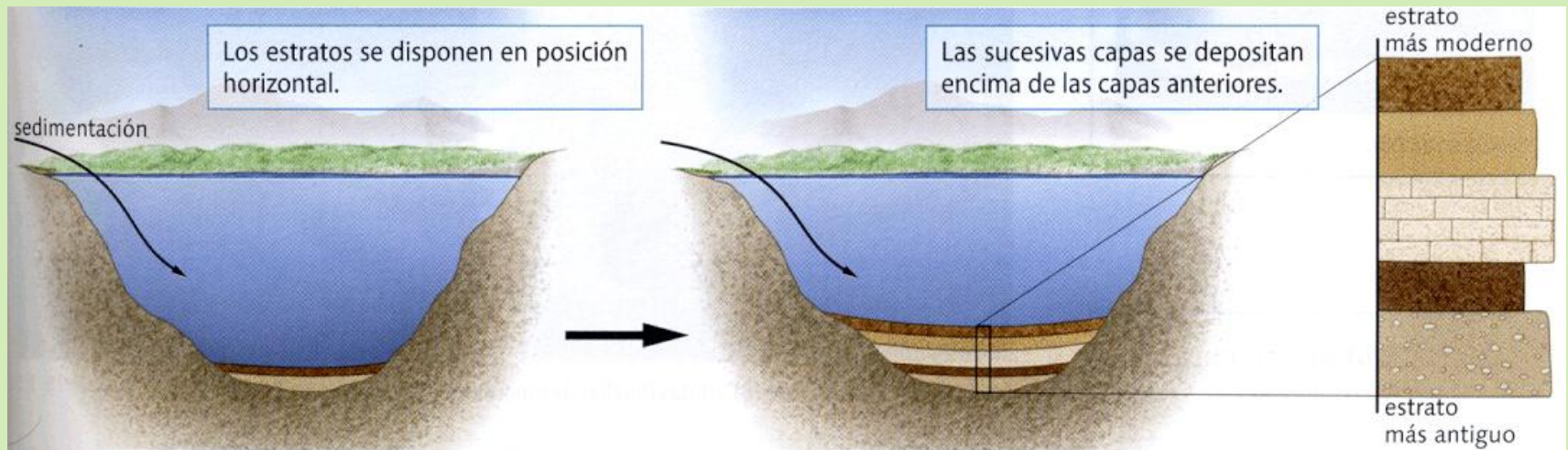
- Los estratos se depositan en general en una posición horizontal en las cuencas sedimentarias. Son los procesos tectónicos los que hacen que se inclinen.



PRINCIPIO DE HORIZONTALIDAD DE ESTRATOS



Al principio de su formación, las rocas sedimentarias suelen ser dispuestas en **capas o estratos** más o menos horizontales ya que proceden de la transformación de sedimentos que se depositaron y se estabilizaron de esta manera. (Gravedad...)





Los estratos se han originado de forma horizontal

Fuerzas tectónicas han provocado la inclinación de los estratos

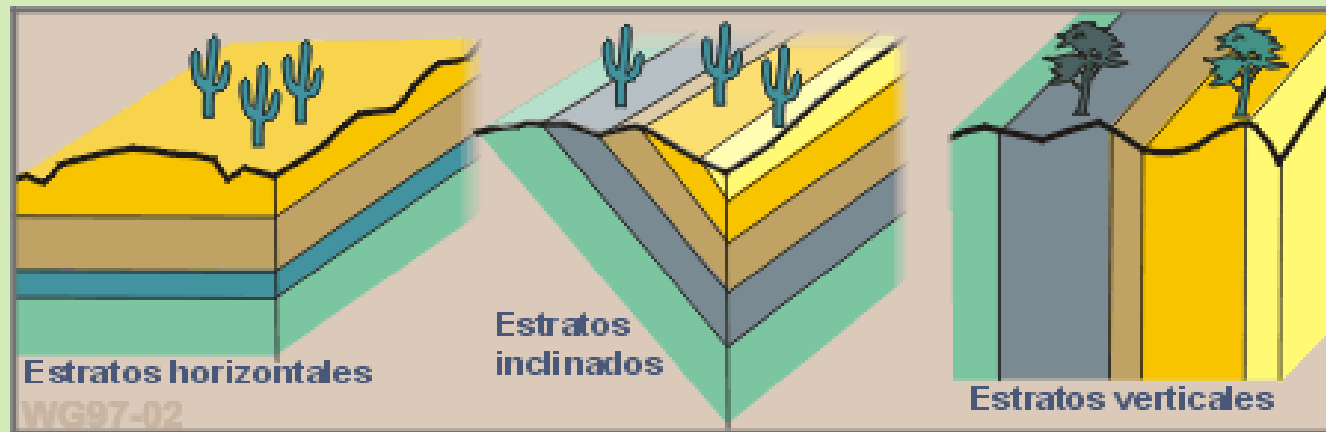




Copyright Jeff Gnass

Inclinación de estratos:

- Por fuerzas tectónicas los estratos en algunos sectores muestran una inclinación. Las fuerzas tectónicas además producen fallas, pliegues y deformaciones



- **Estratos inclinados de calizas cretácicas**

Capas inclinadas de calizas cretácicas. El límite superior de una capa se llama **techo** el limite inferior **piso**.



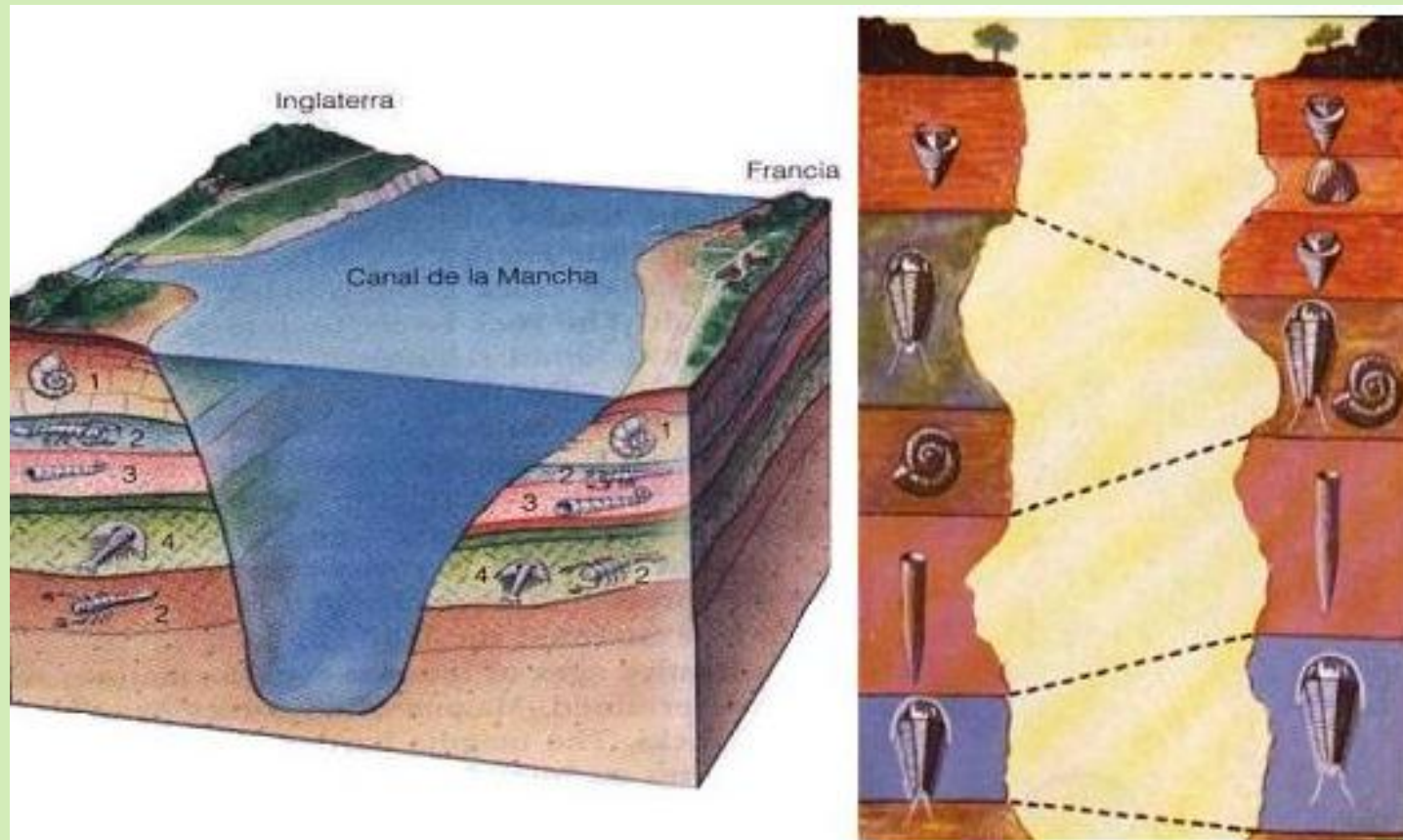
4. Principio de continuidad lateral de los estratos

Una capa se extiende lateralmente en todas las direcciones hasta que se adelgaza y desaparece o termina en el borde la cuenca de depósito. Así, capas a los dos lados del valle, fueron originalmente una sola.



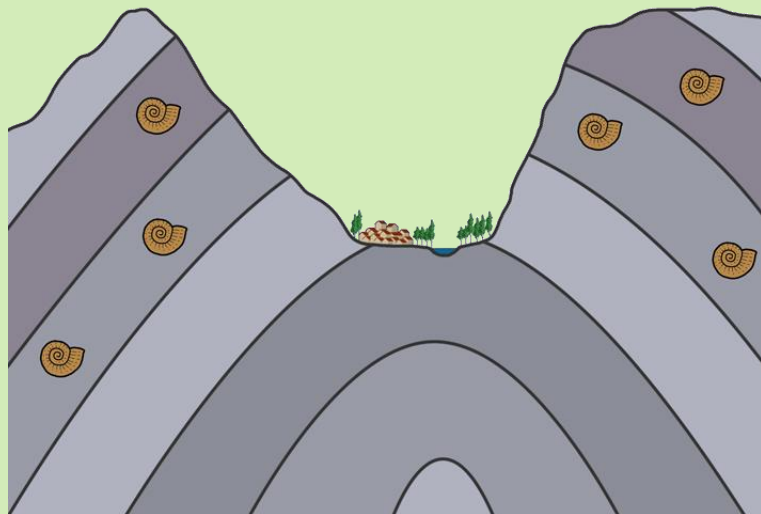
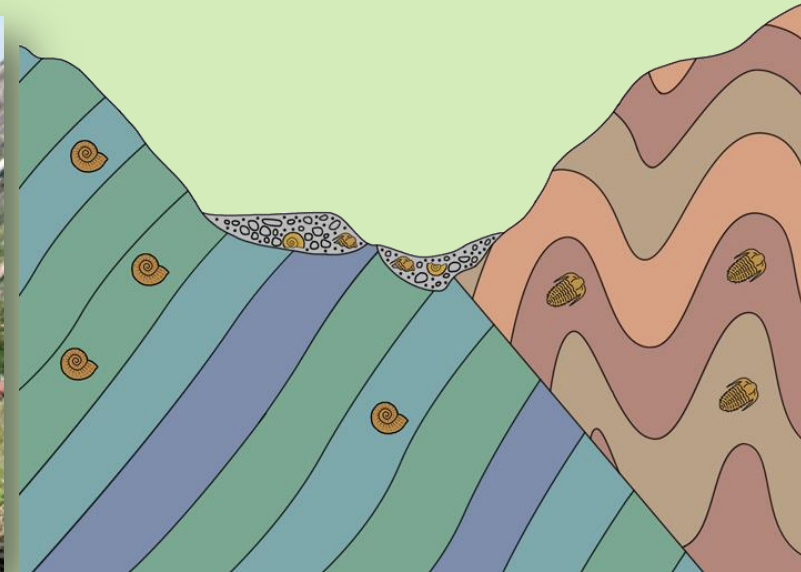
PRINCIPIO DE CONTINUIDAD LATERAL

- Cada estrato tiene la misma edad en toda su extensión.
- Se ha formado al mismo tiempo en toda la cuenca sedimentaria, aunque debido a la erosión no se mantenga aparentemente la continuidad.

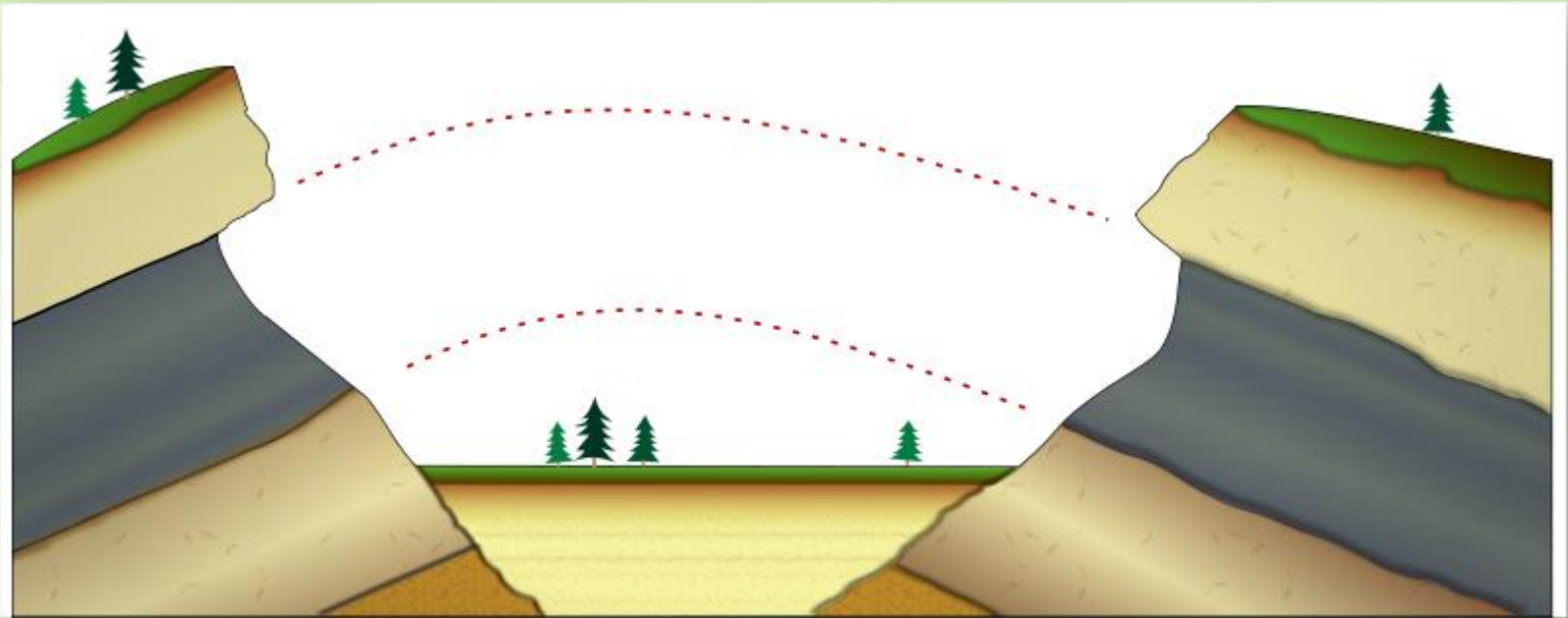




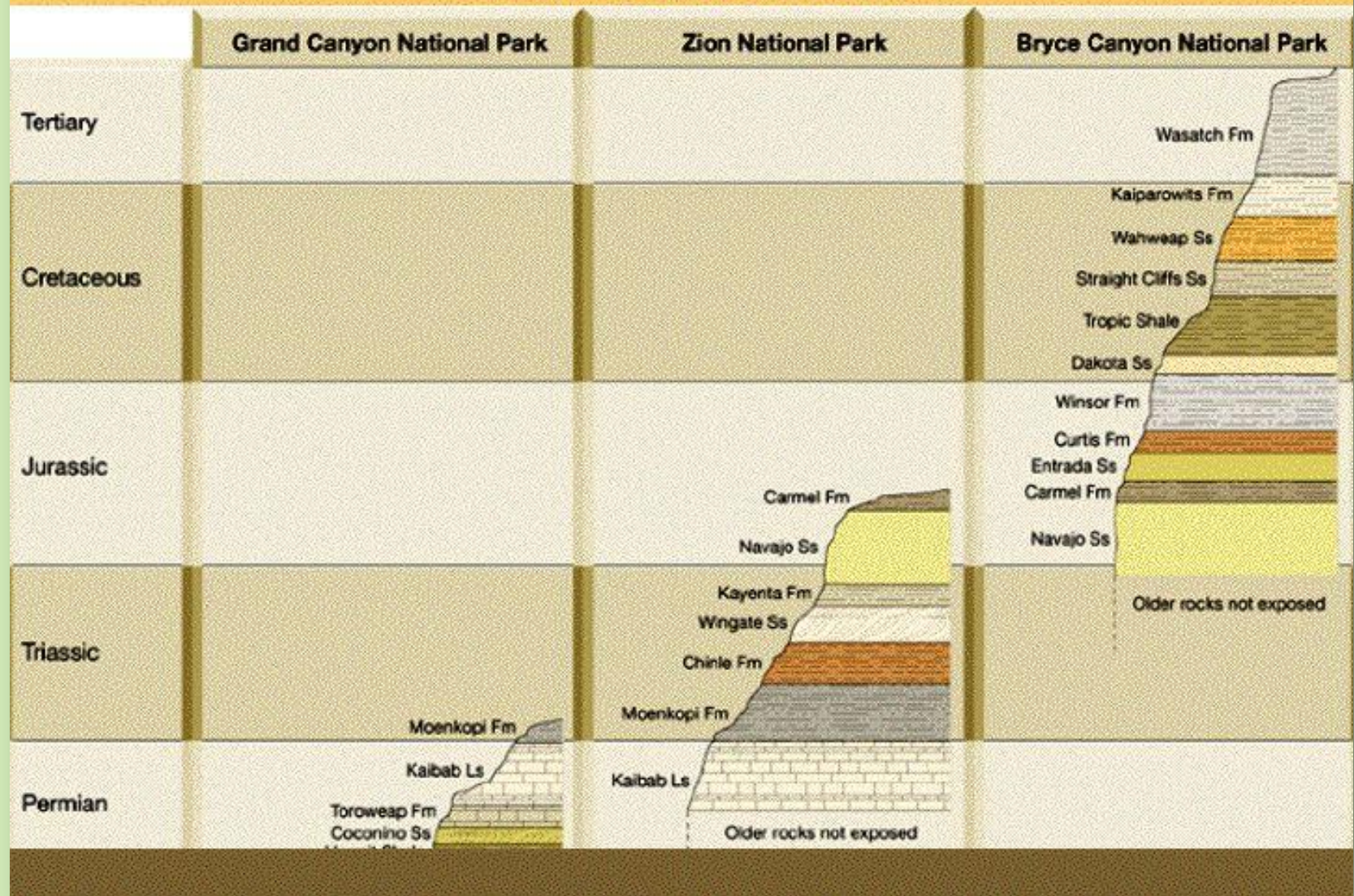
Los materiales depositados por el río contienen fragmentos de fósiles de ambas series, pero no se pueden correlacionar.



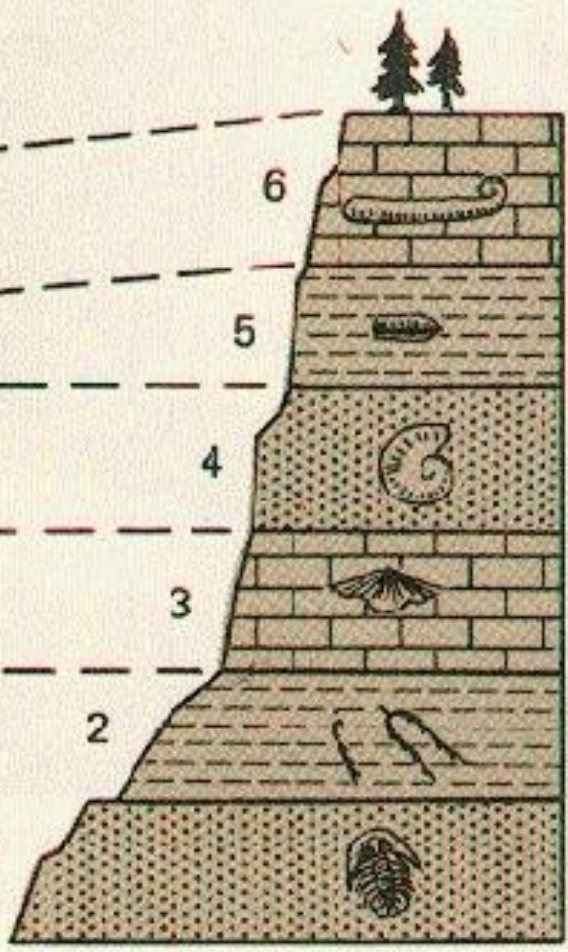
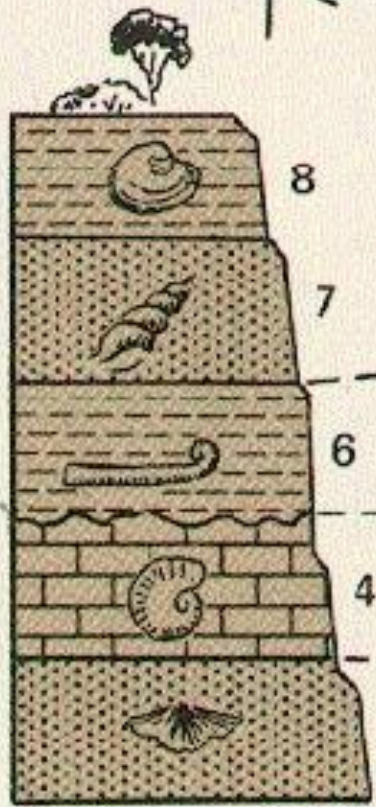
Las calizas a ambos lados del río pueden correlacionarse porque tienen el mismo contenido fósil.



Correlation



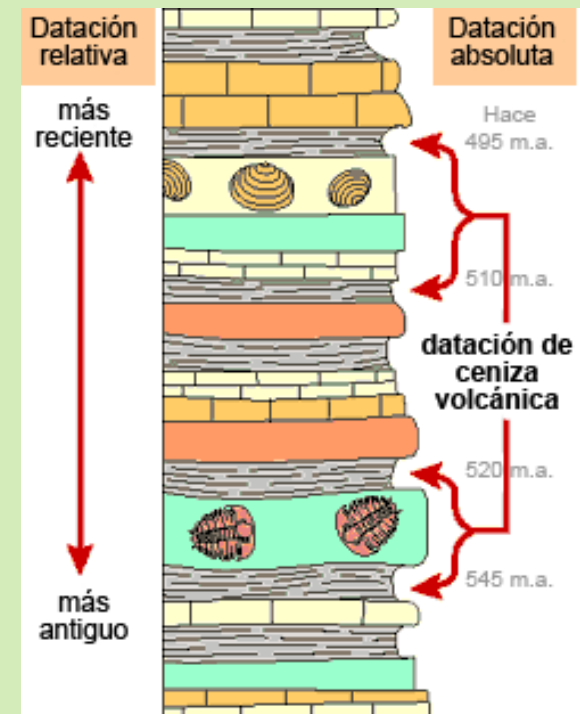
Miles away



Correlation by fossils

5. Principio de la sucesión faunística (Smith)

- La evolución biológica es un proceso irrepetible, ya que cada especie que ha vivido en el pasado durante un intervalo de tiempo nunca vuelve a aparecer.
- En cada intervalo temporal, representado por un conjunto de estratos, los organismos que fosilizaron fueron diferentes y no sucesivos en el tiempo.
- Los estratos que tienen los mismos fósiles tienen la misma edad.



PRINCIPIO DE SUCESIÓN FAUNÍSTICA

Los estratos que se depositaron en diferentes épocas geológicas contienen distintos fósiles.

De igual manera las capas que contienen fósiles pertenecientes a los mismos taxones, aunque sean de diferente litología, serán de la misma edad. (Smith (1778))

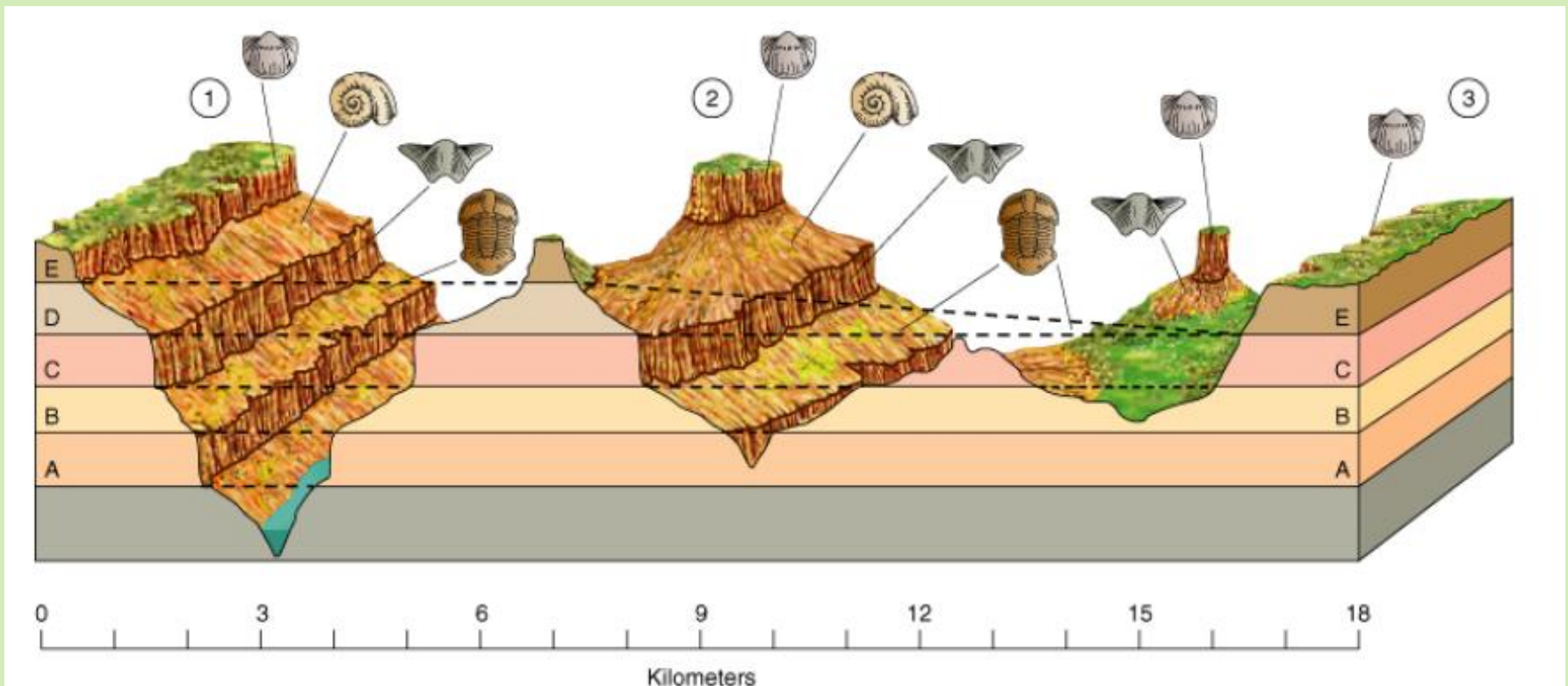
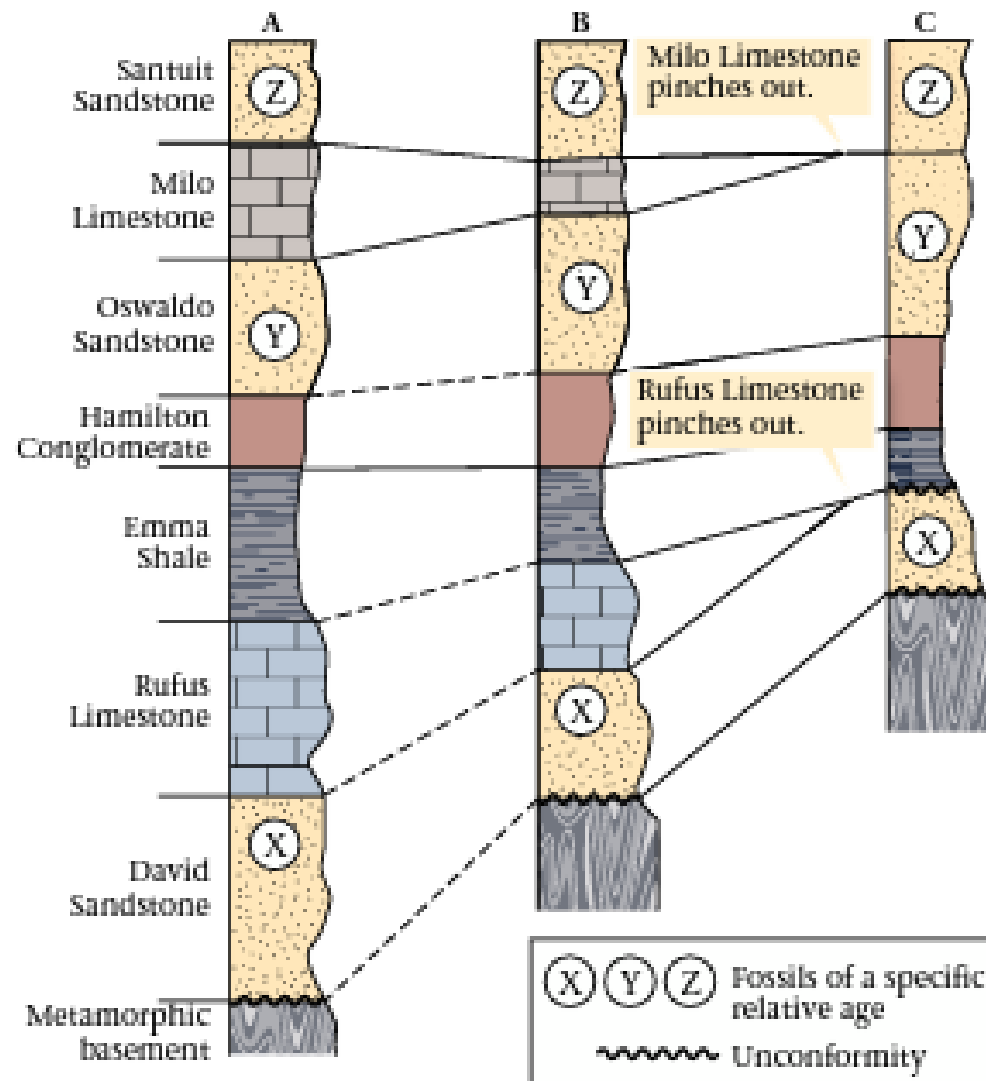
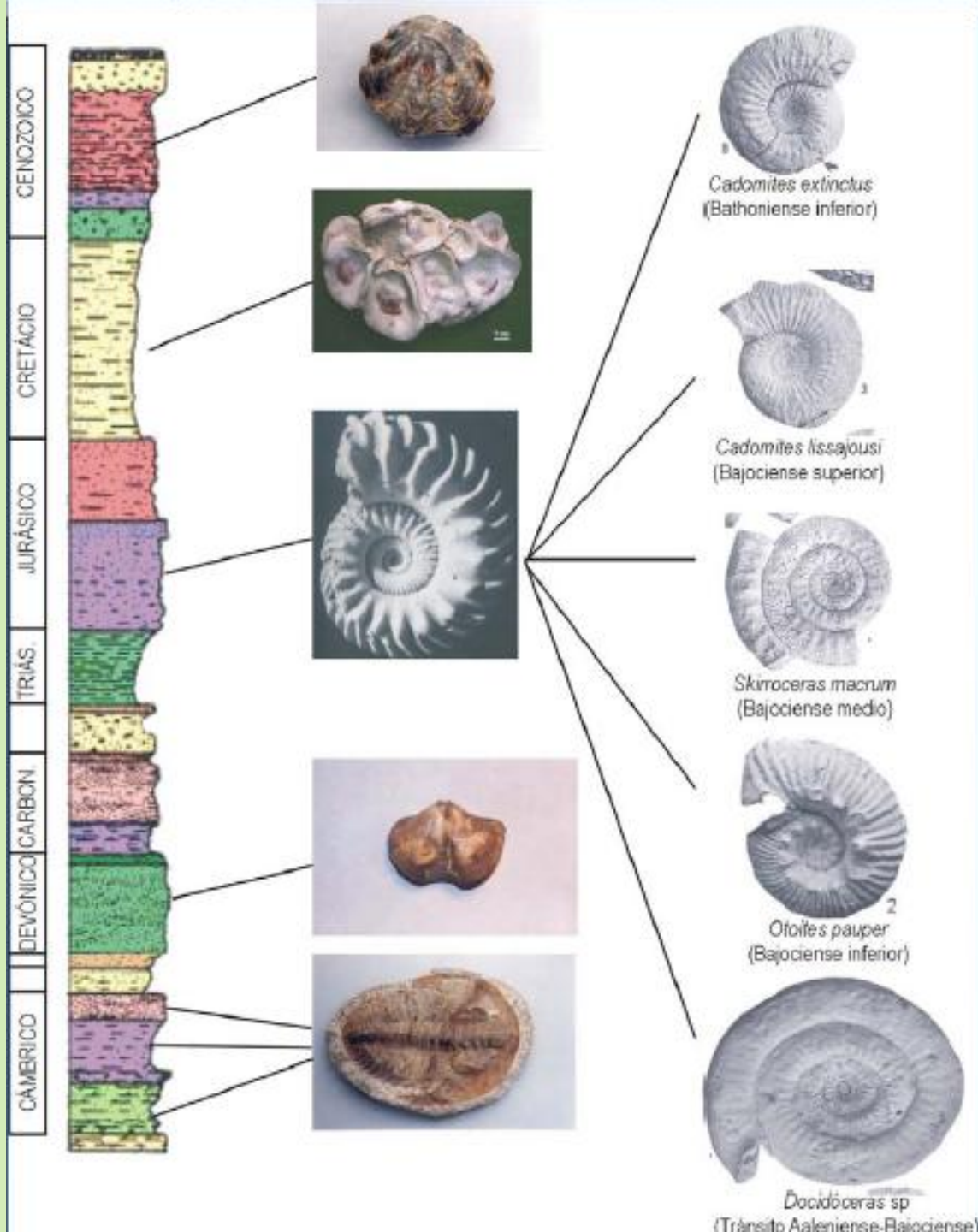


FIGURE 10.7 The principles of correlation.



(a) Stratigraphic columns can be correlated by matching rock types (lithologic correlation). The Hamilton Conglomerate is a marker horizon. Because some strata pinch out, Column C contains unconformities. Fossil correlation indicates that the youngest beds in C are Santuit Sandstone.



CENOZOICO

CRETÁCIO

JURÁSICO

TRIÁS

DEVÓNICO CARBÓN

CAMBRIANO



Cadomites extinctus
(Bathoniense inferior)



Cadomites lissajousi
(Bajociense superior)



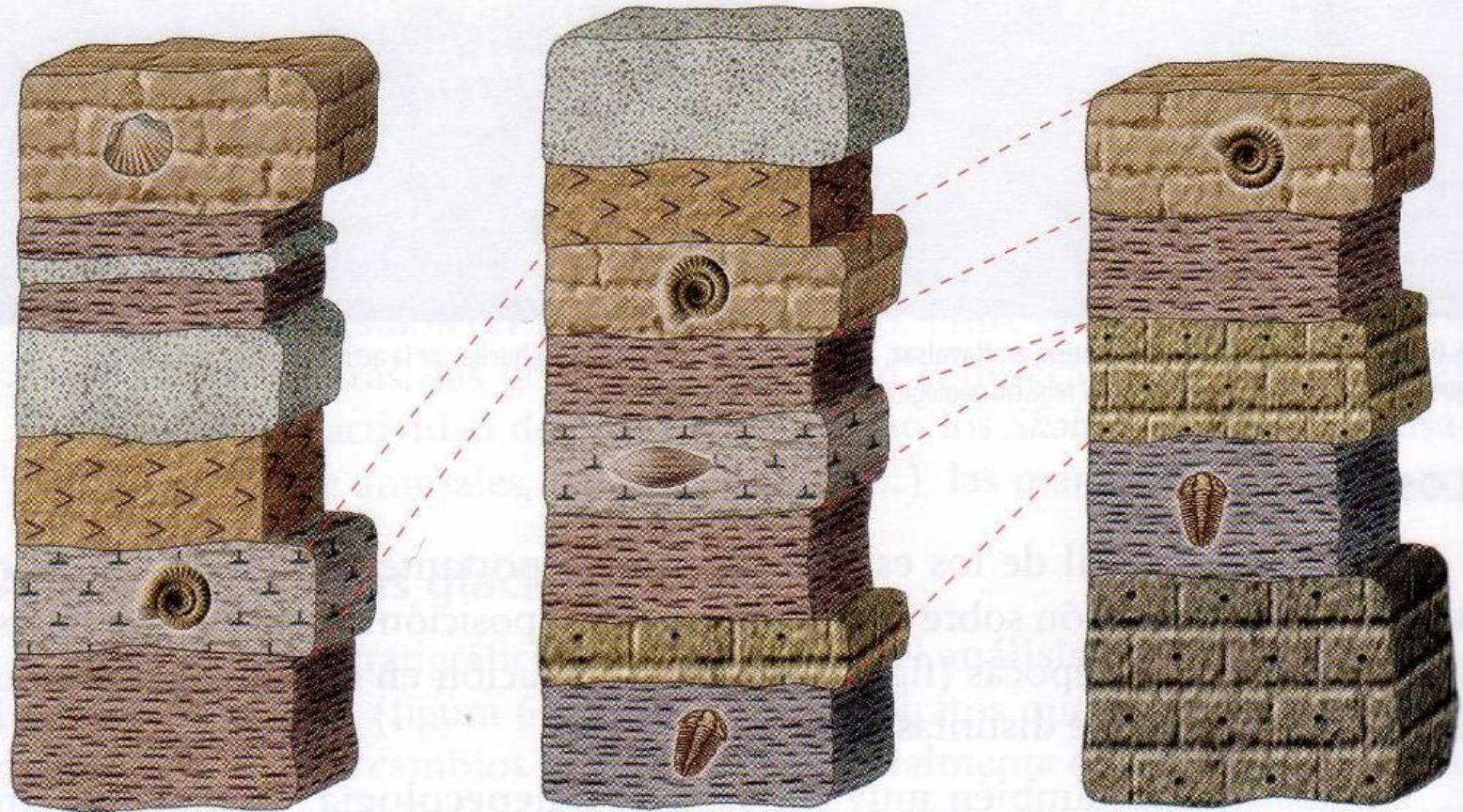
Skirroceras macrum
(Bajociense medio)



Otoites pauper
(Bajociense inferior)



Docidoceras sp
(Transito Aaleniese-Bajociense)



zona A

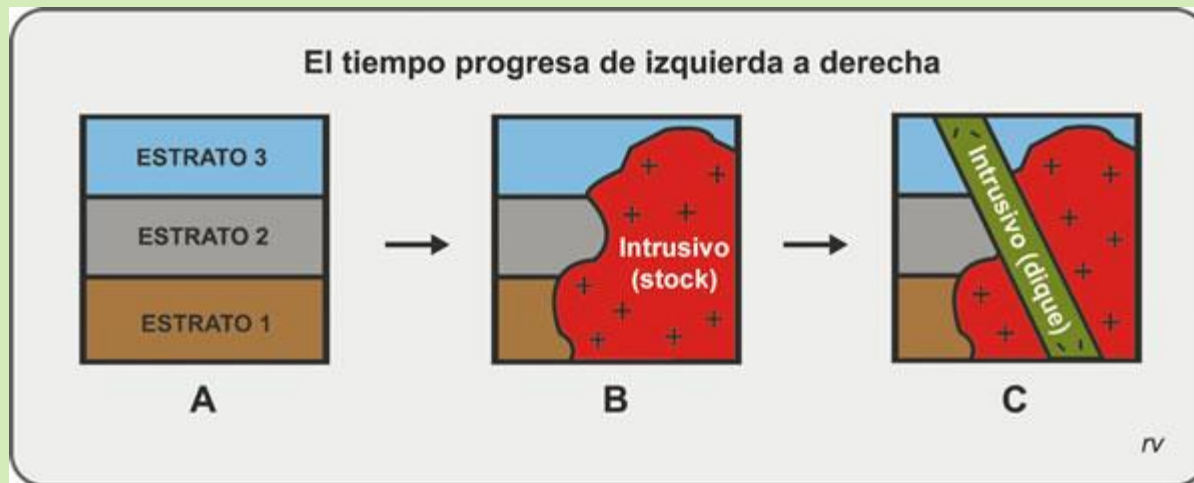
zona B

zona C

6.9. Correlación de tres series estratigráficas mediante fósiles.

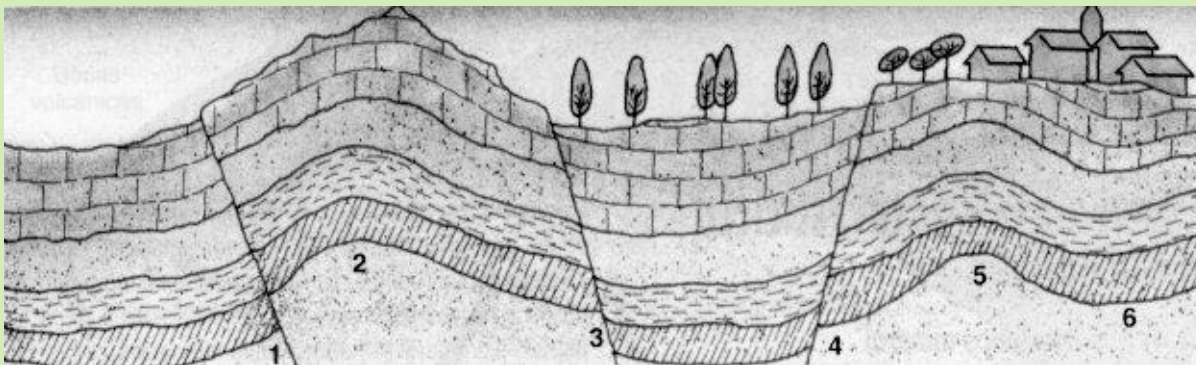
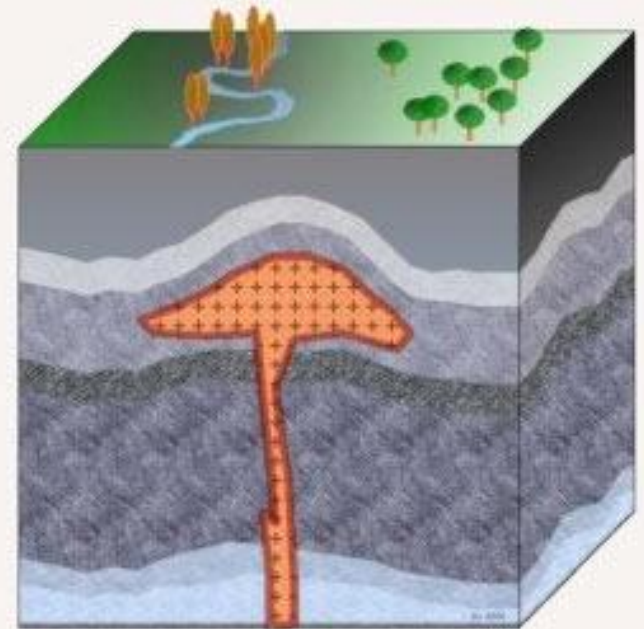
6. Principio de las relaciones de corte oblicuo (Hutton, 1788)

- “Lo que corta es posterior”
- Una unidad de rocas es siempre **más antigua que** cualquier rasgo que la corte o afecte (ej. Fallas, metamorfismo, intrusiones ígneas, superficies erosivas).

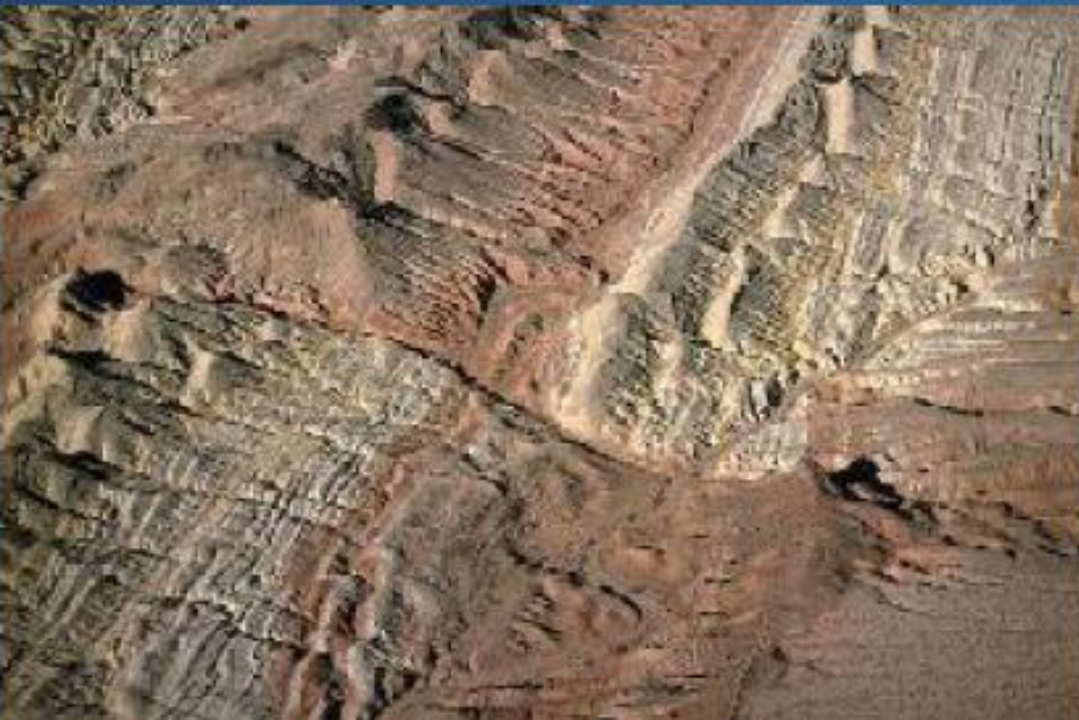


PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN DE FENÓMENOS GEOLÓGICOS

Todo proceso o estructura geológica es más moderno que las rocas o estructuras a las que afecta y más antiguo que las rocas o estructuras a las que no afecta.



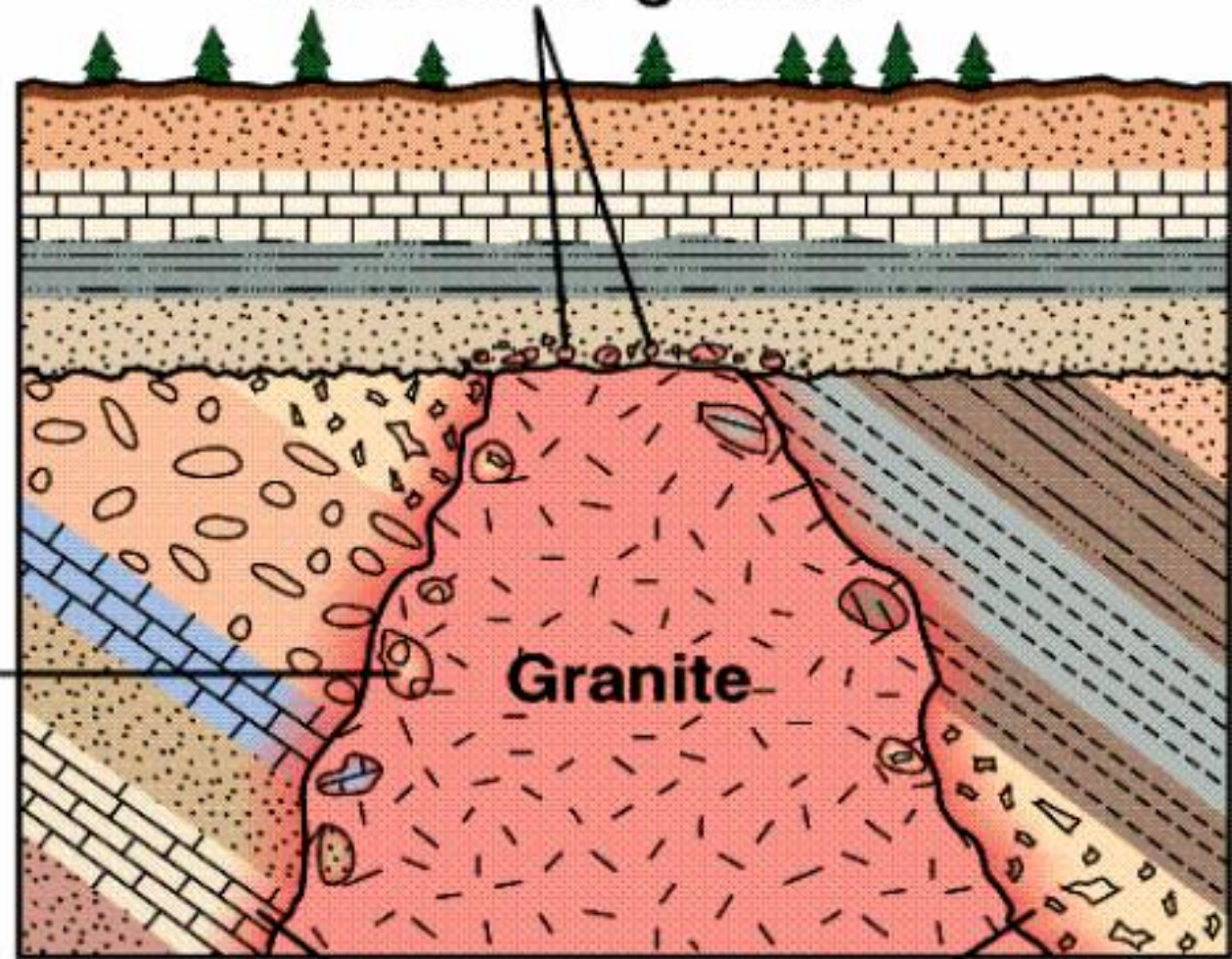
En la imagen resulta obvio que los pliegues y fallas de este terreno son posteriores a la formación de los estratos de rocas.



Landform Sides

Age Relationships in Granite

Pebbles of granite



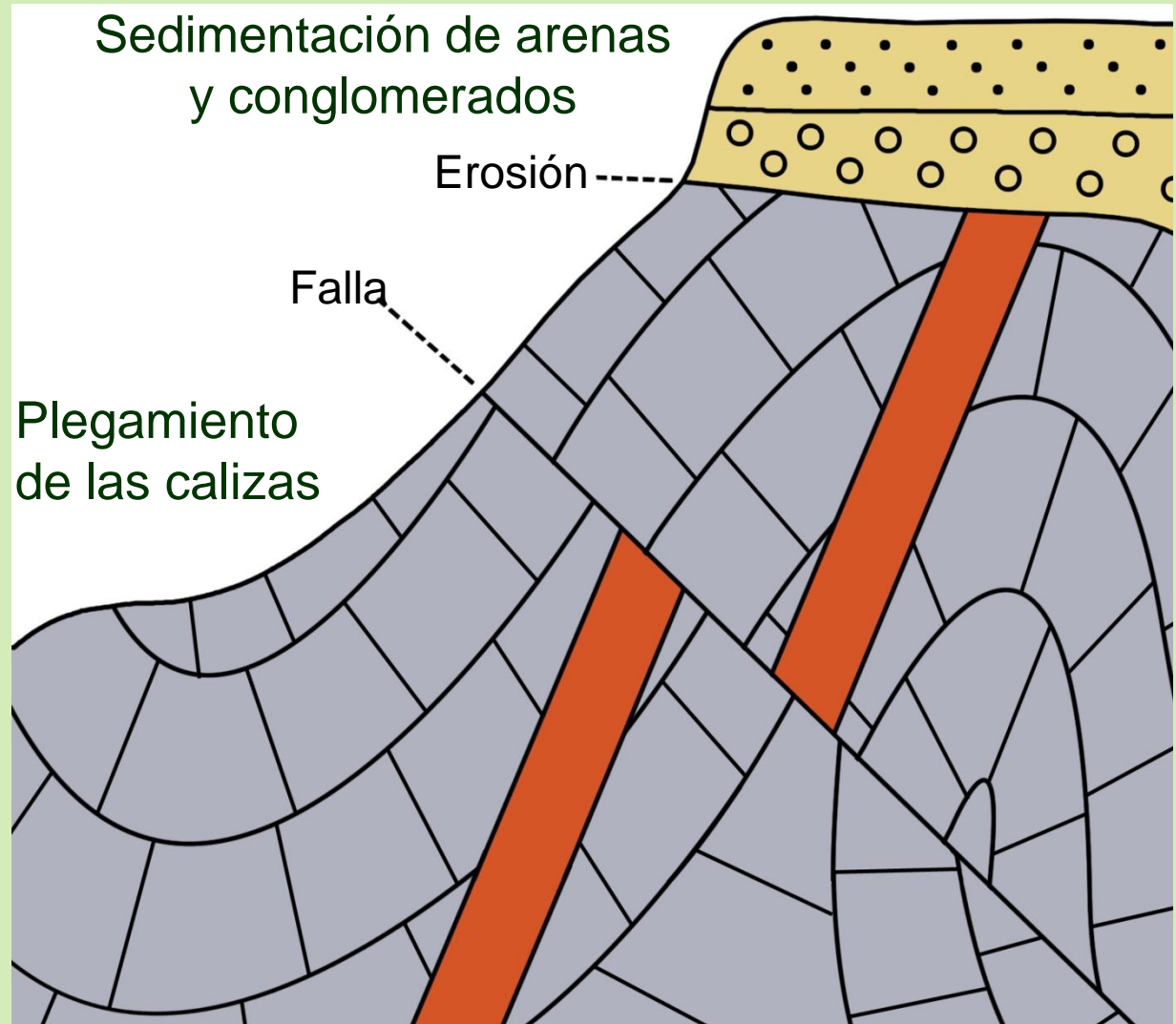
Inclusion in granite

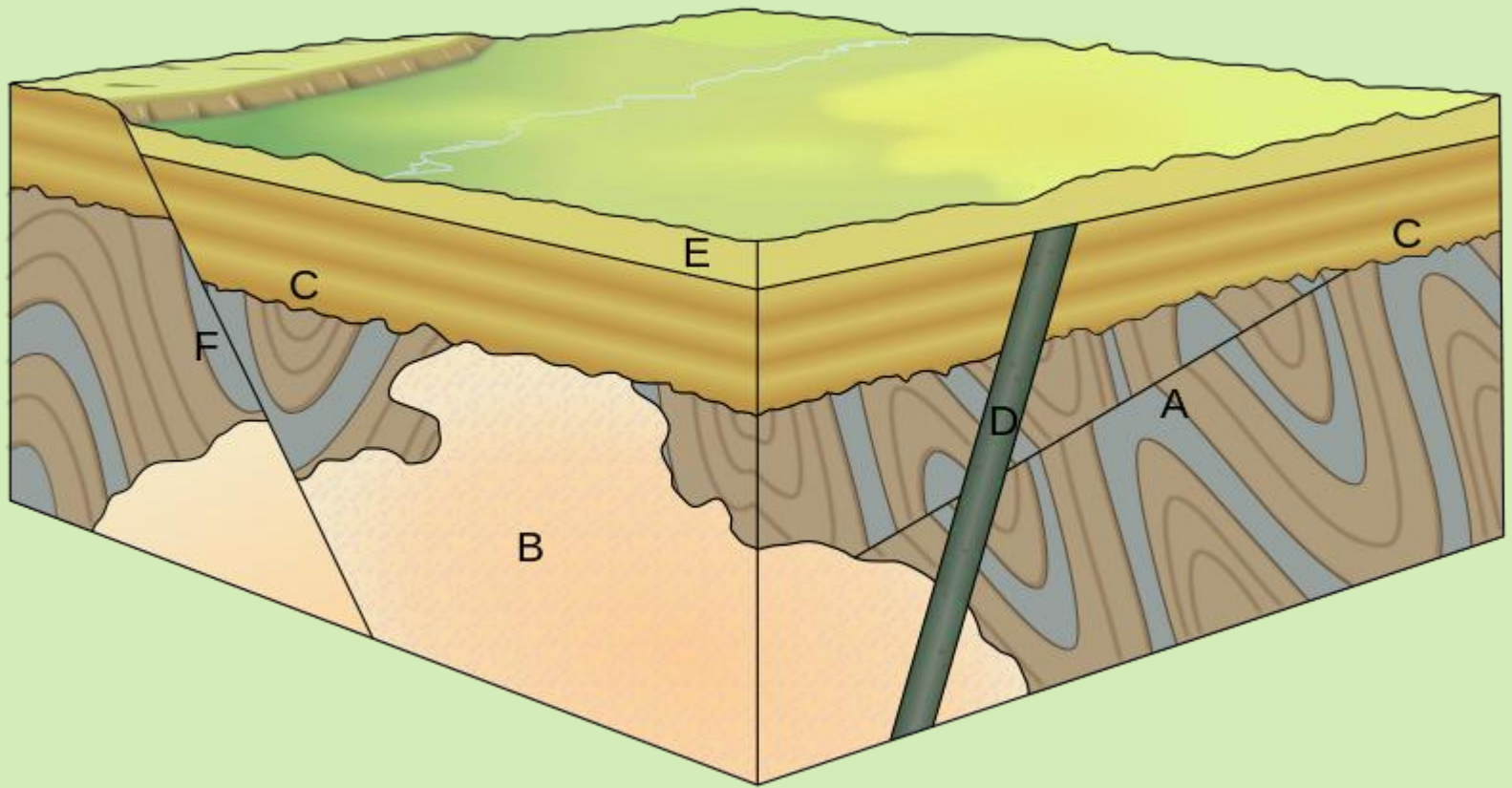
Granite

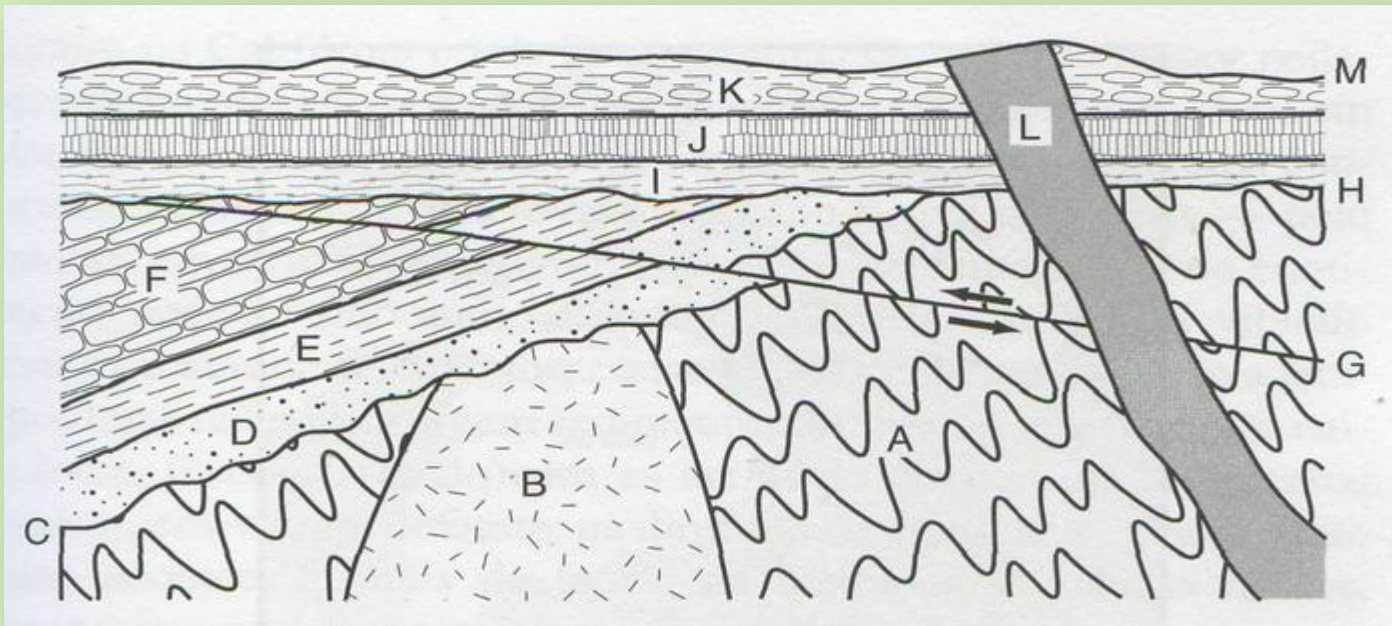
Contact metamorphosed zone



Un acontecimiento es más joven que las rocas a las que afecta y más antiguo que las rocas que no han sido afectadas por él.



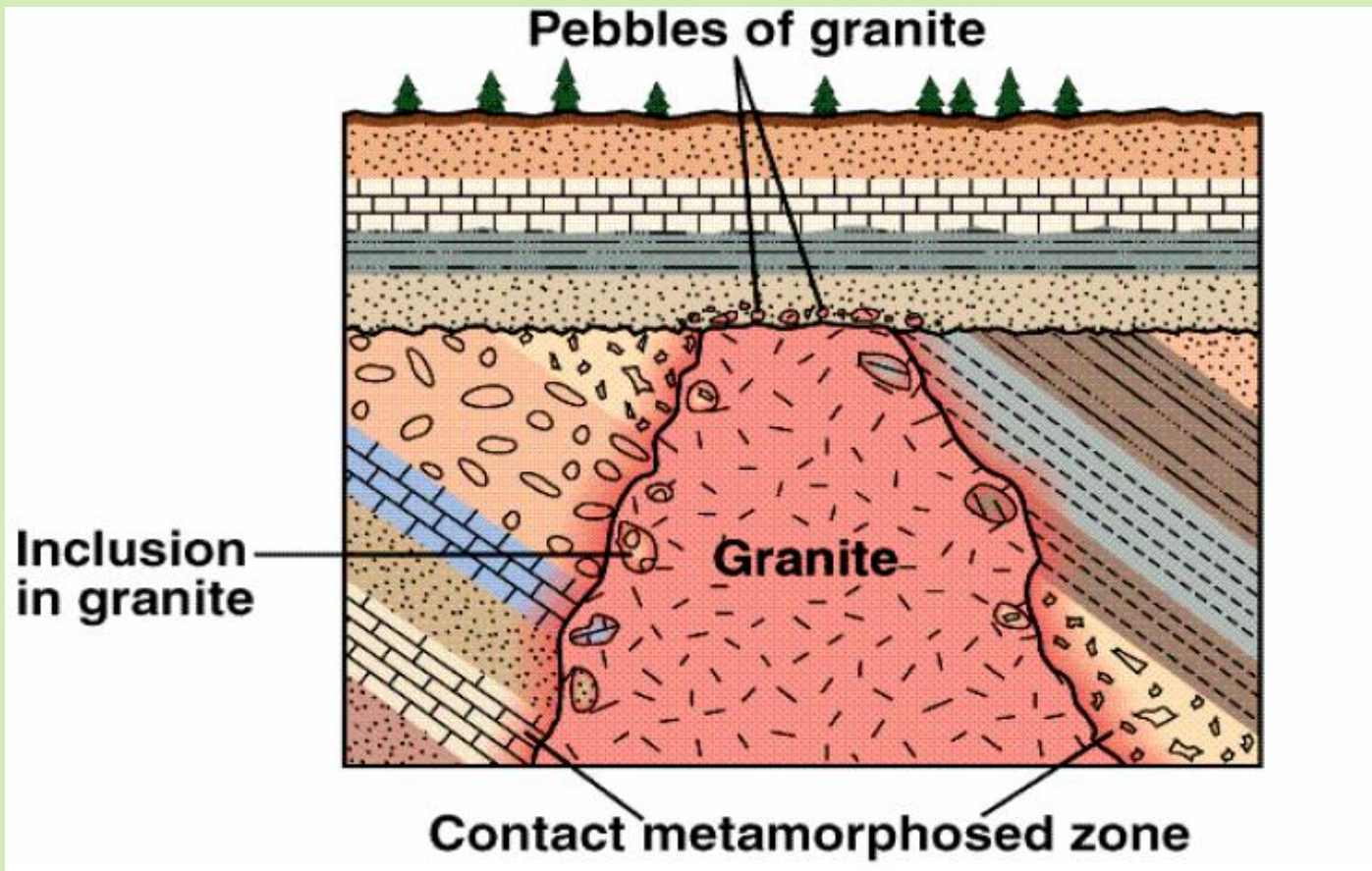


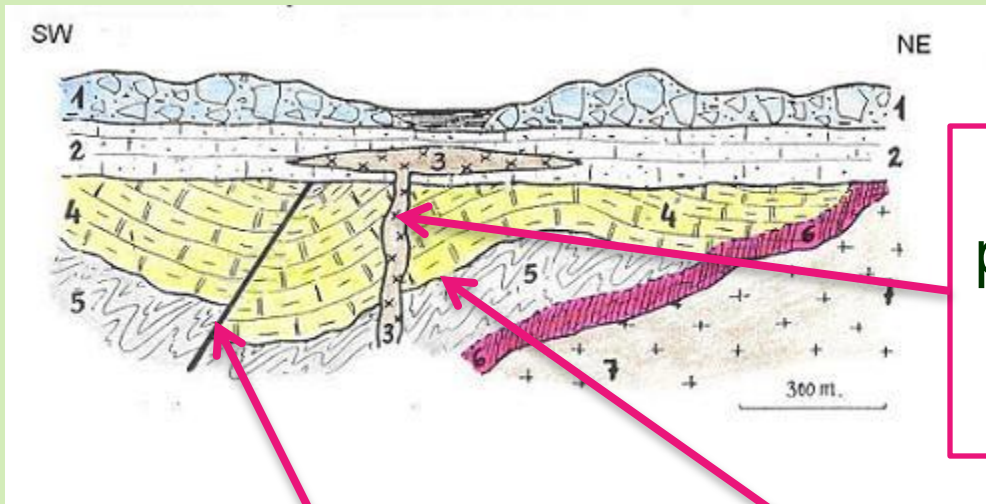


- El zócalo original “A” se ve afectado por la intrusión “B”
- Depósito de la serie “D, E, F”
- Plegamiento emersión y falla inversa
- Depósito “J,K”
- Intrusión del dique “L”

7. Principio de las relaciones de inclusión

- Cualquier canto o fragmento de roca incluido en otra es anterior a ella.



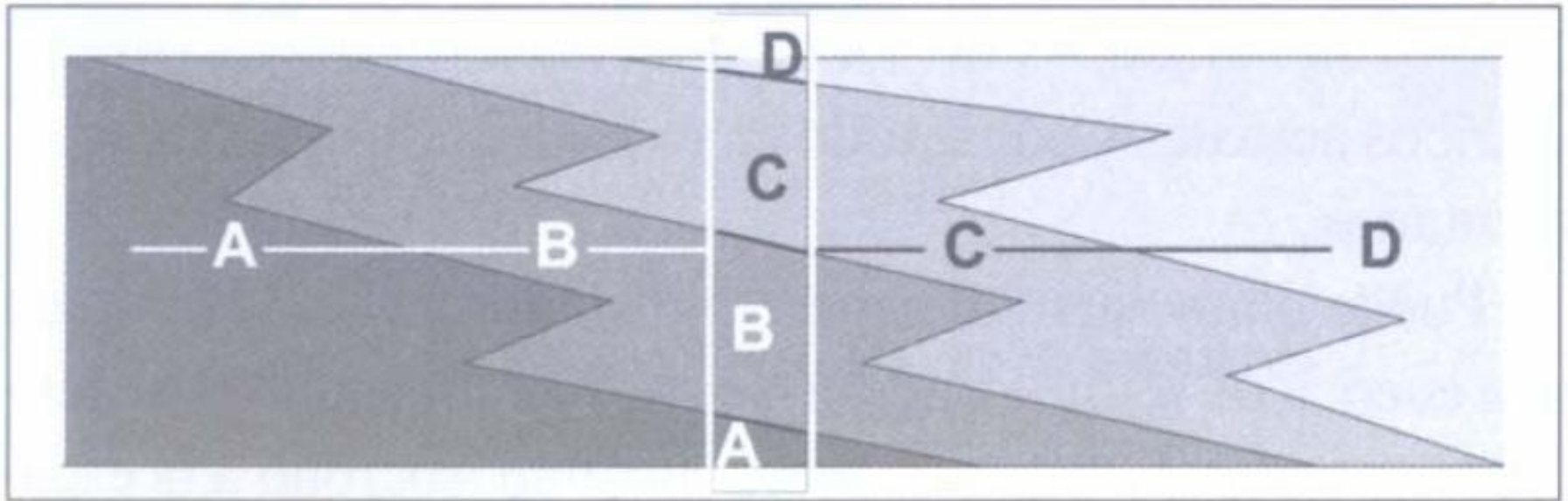


La intrusión (material 3) es posterior a 5, 4 y 2. También llamado **principio de inclusión**

La falla es posterior a 5 y 4
La falla es anterior a 2 y 1

El plegamiento es posterior a 5 y 4.

8. Ley de Walther (o de la sucesión de las facies)



1-8. La sucesión de facies en la horizontal es la misma que la que se encuentra en la vertical.

9. Principio de la simultaneidad de eventos

- En el planeta ocurren procesos de duración muy corta, como erupciones volcánicas o inversión de los polos magnéticos que pueden quedar registrados en los estratos.



2.1.2. CRONOLOGÍA RELATIVA: ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS

- Estructuras sedimentaria es la orientación o disposición geométrica de los elementos que constituyen el sedimento o roca. Se originan en el interior del sedimento y en la interfase agua/sedimento o aire/sedimento.
- Es consecuencia de agentes geológicos (viento, agua...) y de procesos físicos, químicos y biológicos. Son pues el reflejo de los procesos sedimentarios tanto de los transportes, como los de la sedimentación o de la diagénesis (después del enterramiento).
- Su estructura e interpretación se basa en el principio del actualismo, los fenómenos que hoy están actuando han producido los mismos en el pasado.
- No todas las estructuras llegan a fosilizar, depende del equilibrio entre la estructura y el ambiente donde se forma, ya que puede haber destrucción o modificación de las estructuras.
- Se clasifican en: Estructuras primarias y estructuras secundarias

Estructuras Primarias.

Formadas durante el depósito de los sedimentos

Laminación

Planos de estratificación muy cercanos entre sí (mm). Solo se observa en rocas de grano fino.

Estratificación

Planos de estratificación mas separados entre sí (cm o metros)

Estructuras Secundarias

Formadas durante los procesos de diagénesis o posterior al depósito y a la formación de las rocas.

1. Estructuras de Ordenamiento Interno

Estratificación y Laminación

Rizaduras de corriente (ripple marks)

Granoselección

2. Estructuras sobre la superficie de estratificación conservadas en base de estrato superior (o cima de inferior)

Marcas por diversos agentes

gotas de lluvia

grietas de desecación

huellas de cristales

Canales de erosión

Marcas de corriente

producidas por erosión de la corriente



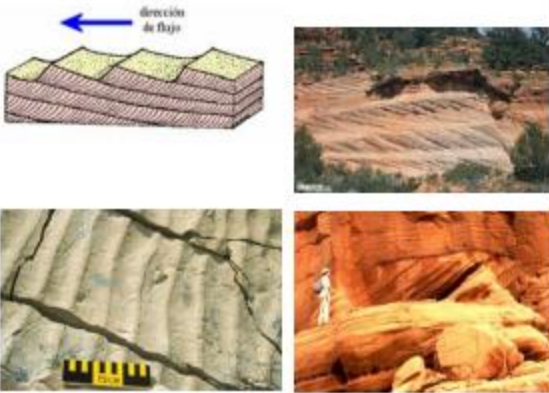
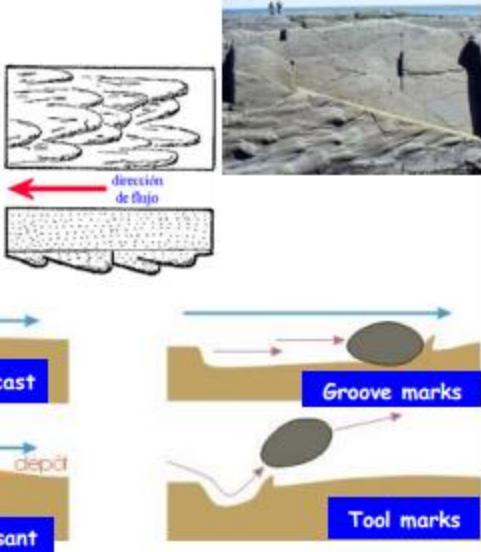

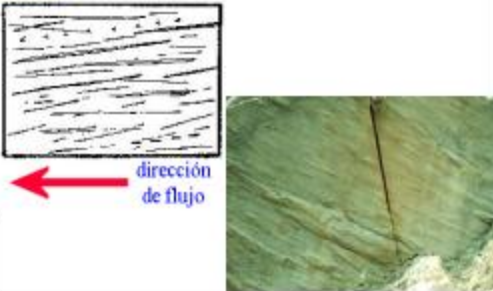
erosión de un objeto llevado por la corriente

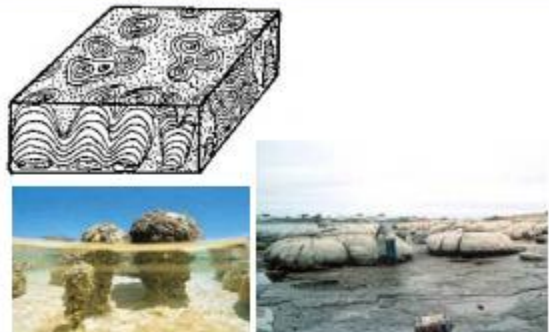

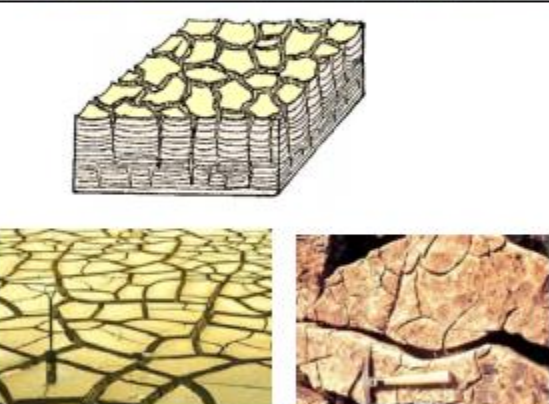
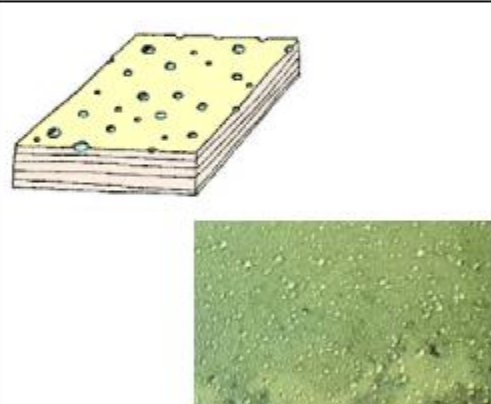


3. Estructuras Orgánicas

Estromatolitos

Fósiles

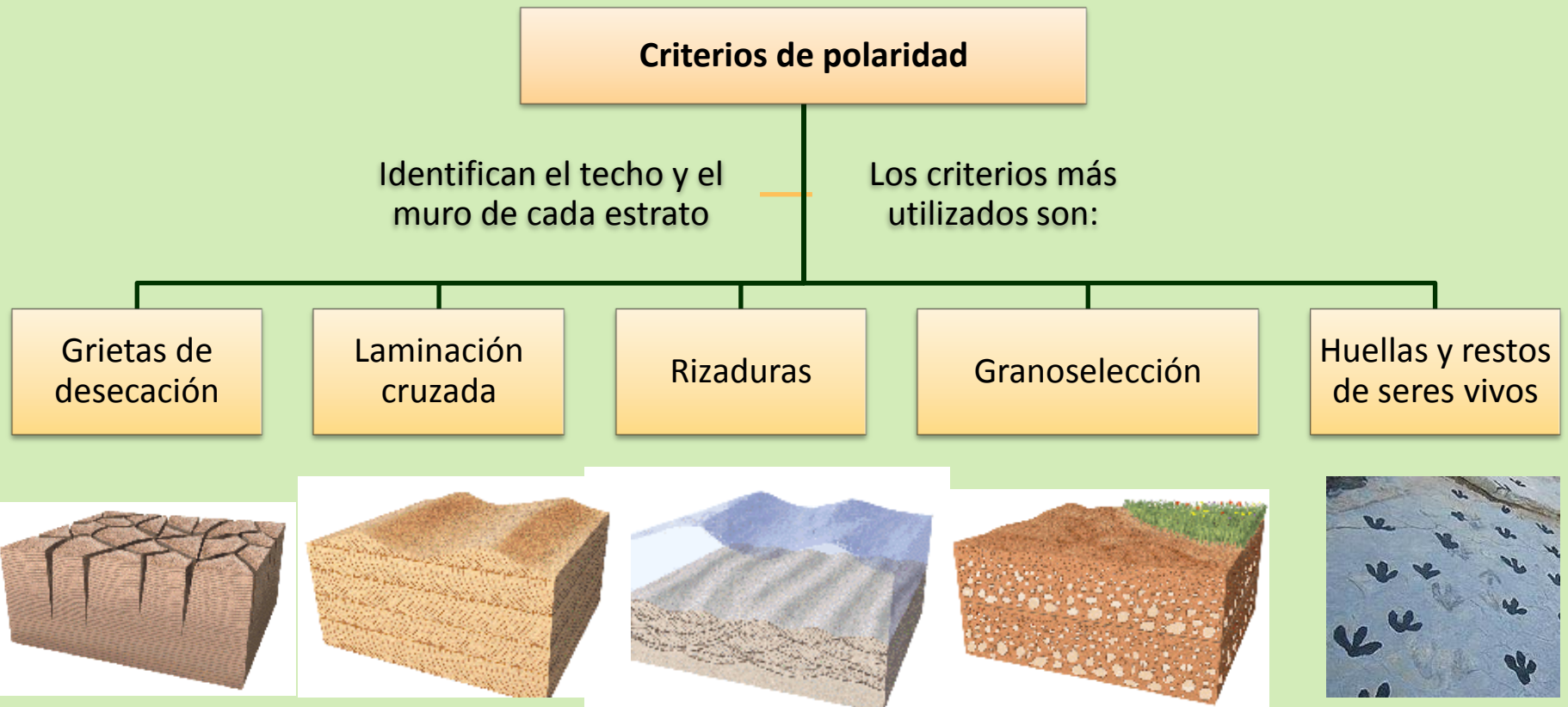
Pistas, Huellas

Estructura Sedimentaria	Ejemplo	Estructura Sedimentaria	Ejemplo
Laminación / Estratificación		Granoclasificación	
Laminación Cruzada / Ripples		Flute Marks (Vórtices)	
Imbricación		Tool Marks - Groove Cast (Marcas de Arrastre - Acanaladuras)	

Estructura Sedimentaria	Ejemplo	Estructura Sedimentaria	Ejemplo
<p>Estromatolitos</p>		<p>Burrows (Bioturbación)</p>	
<p>Mud Cracks (Grietas de Deseccación)</p>		<p>Rain Drops (Gotas de Lluvia)</p>	
<p>Load Cast (Marcas de Compactación o de Carga)</p>		<p>Moldes de Cristales</p>	

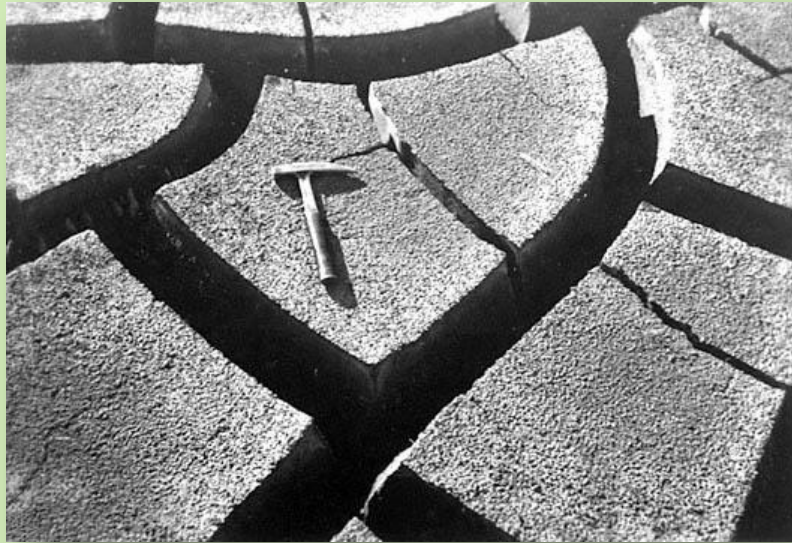
CRITERIOS DE POLARIDAD DE LOS ESTRATOS

Puede ocurrir que los estratos hayan sido plegados o invertidos. Entonces no vale el principio de superposición, y necesitamos criterios de polaridad para localizar el techo y el muro de cada estrato. Estos criterios se basan en el estudio de las estructuras sedimentarias presentes en el techo y muro de cada estrato



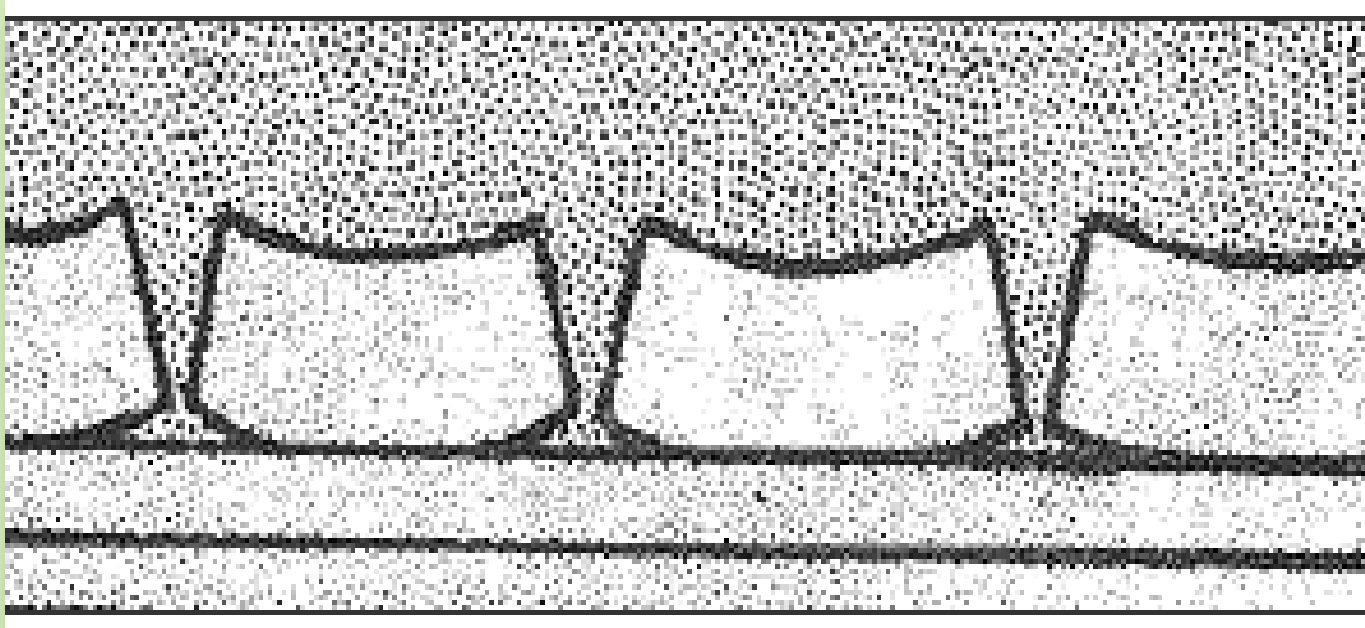
GRIETAS DE RETRACCIÓN O DESECACIÓN

El perfil de la grieta es en V y su longitud depende del espesor del material afectado por el agrietamiento. Se originan en materiales fangoso-arcillosos que se secan en contacto con la atmósfera. El perder agua por evaporación los minerales de la arcilla, el material se contrae y, por tanto, se agrieta. Las grietas de desecación sirven como criterio de polaridad y, en parte, como **CRITERIO PALEOAMBIENTAL**, ya que aparecen preferentemente en bordes de lagos, canales abandonados y llanuras de inundación de ríos, y parte superior de las llanuras mareales. Cuando se rellenan de un material suprayacente, se obtiene el calco de estas huellas en el muro del estrato superior.



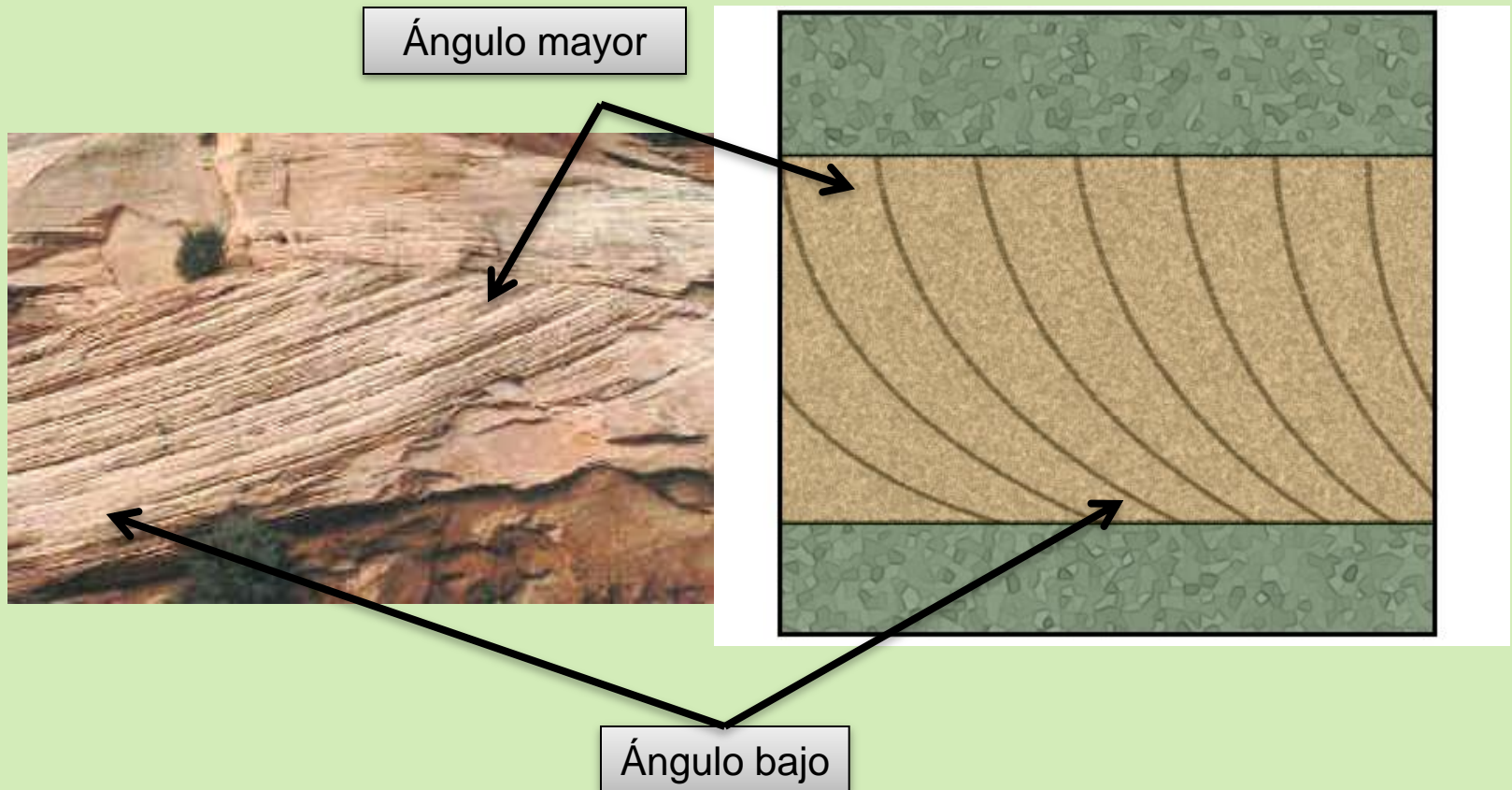
Grietas de desecación

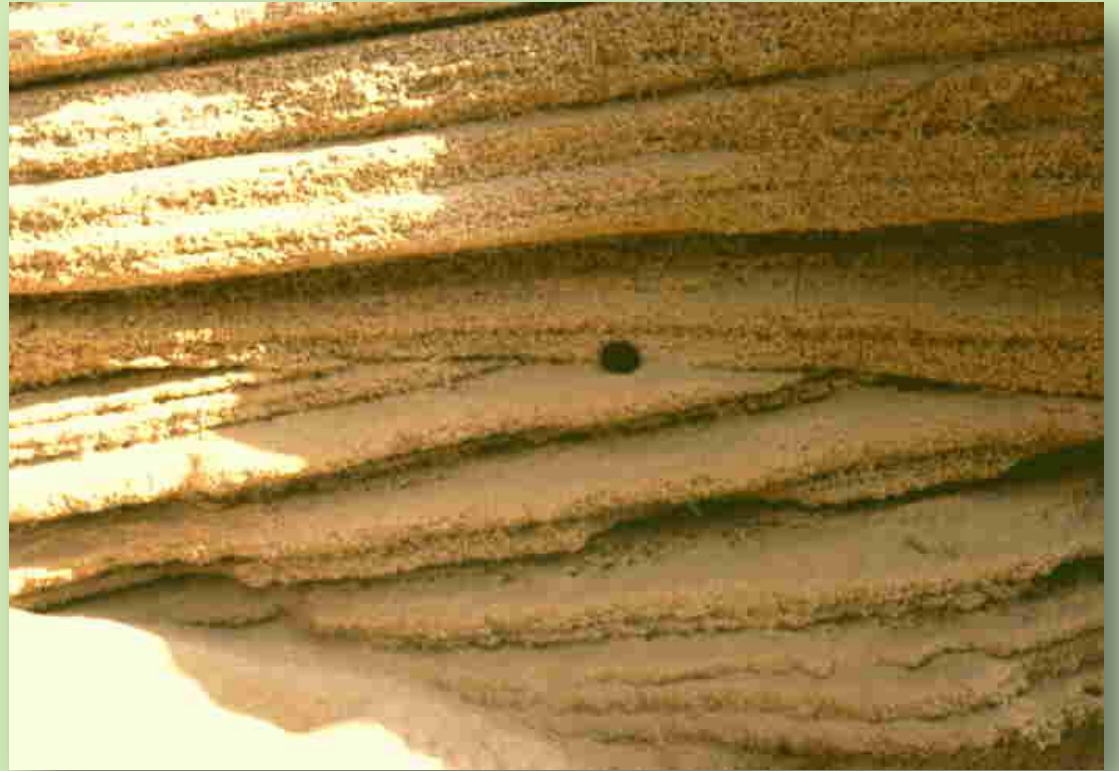
En el techo son más anchas que en el muro



LAMINACIÓN CRUZADA O ESTRATIFICACIÓN CRUZADA

Cuando los **pequeños ripples** o las **grandes dunas** avanzan, generan una serie de láminas o capas oblicuas en su interior. Estas láminas o estratificaciones cruzadas forman con el muro un ángulo muy bajo que aumenta progresivamente hacia el techo.

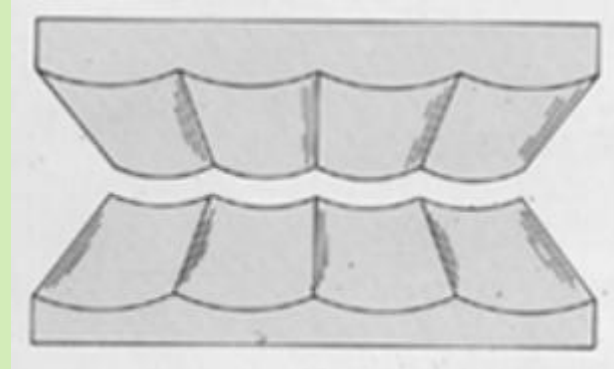
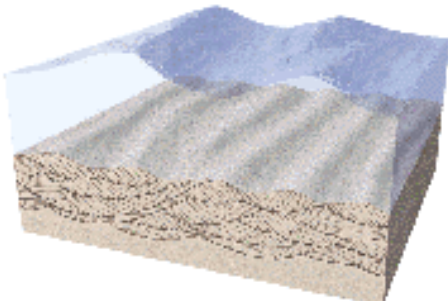




RIZADURAS o RIPPLES MARK

Formadas por el oleaje o por el viento, presentan crestas más agudas hacia el techo y redondeadas hacia el muro.

RIZADURAS



Estrato superior

Estrato inferior





**Ripples de corriente (Tin Mil,
Marruecos)**



**Ripples eólicos (Playa de
Punta Paloma, Cádiz)**



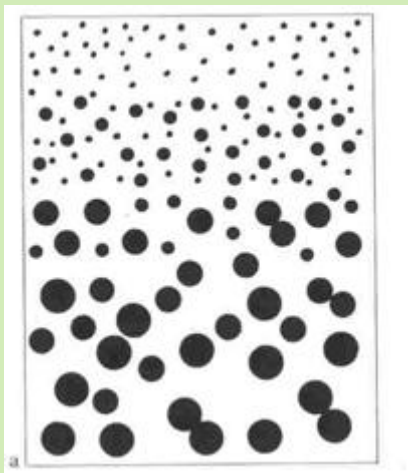
**Ripples fósiles
(Yacimiento de icnitas de Los
Cayos, La Rioja)**



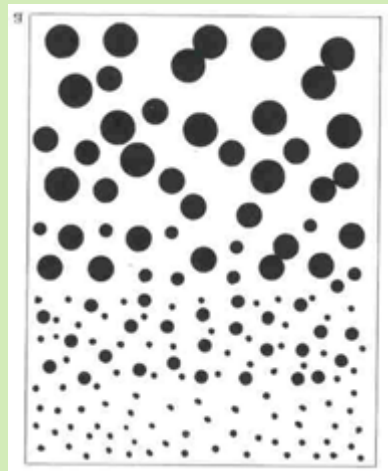
**Ripples eólicos (Ex Sáhara
español)**

GRANOSELECCIÓN

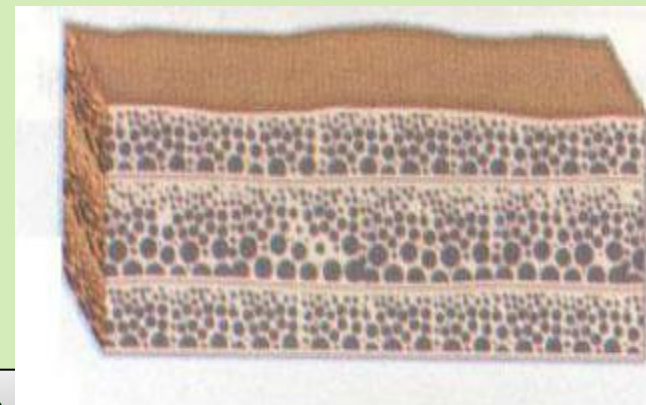
Corresponde a una variación ordenada en el tamaño de grano dentro de un mismo estrato. Se designa como “**normal**” cuando hacia la base (MURO) del estrato hay mayor proporción de material grueso, el cual disminuye paulatinamente hacia la cima (TECHO), en donde este domina en proporción con el material grueso. Se llama “**inversa**” cuando la abundancia de finos es hacia la base (MURO) y los gruesos hacia la cima (TECHO).



granoselección normal



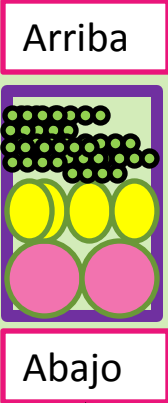
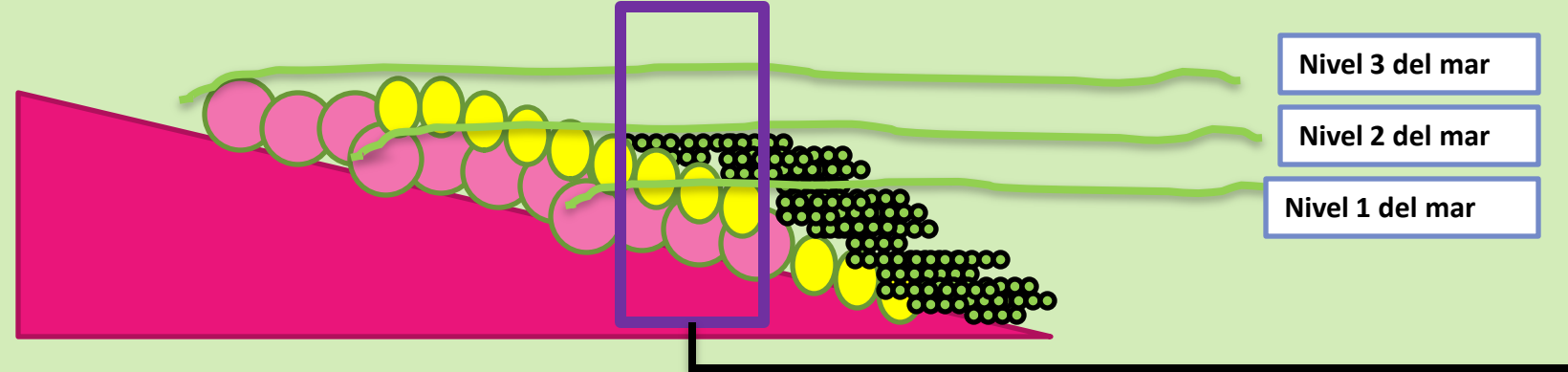
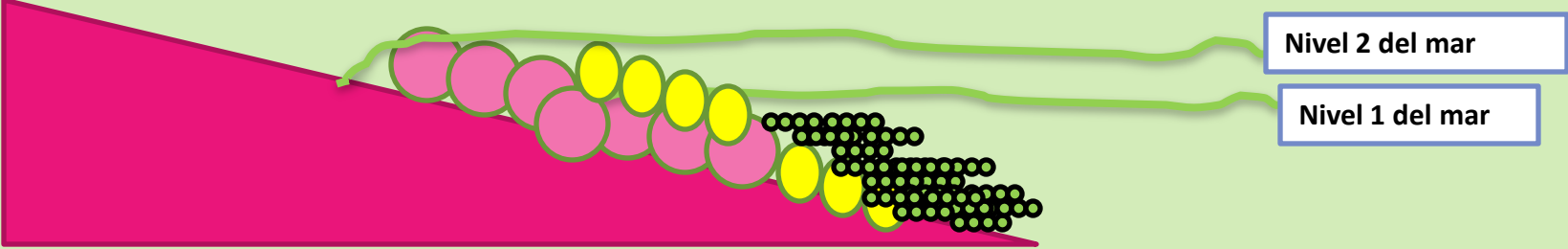
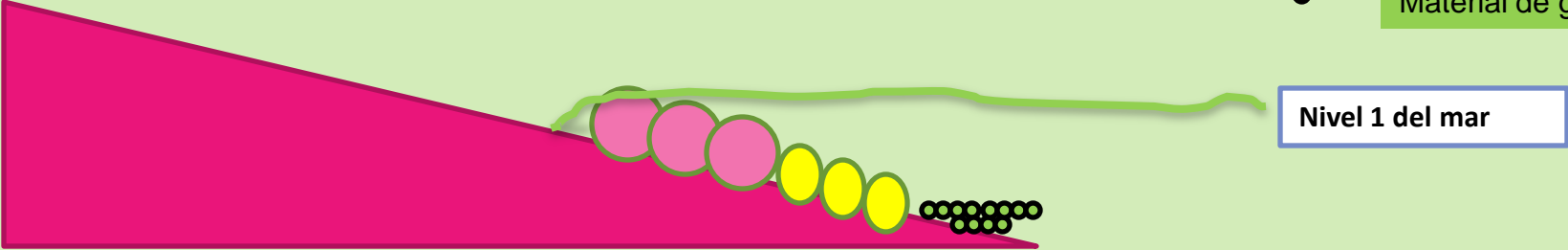
granoselección inversa



Transgresión marina

Entrada del mar en el continente

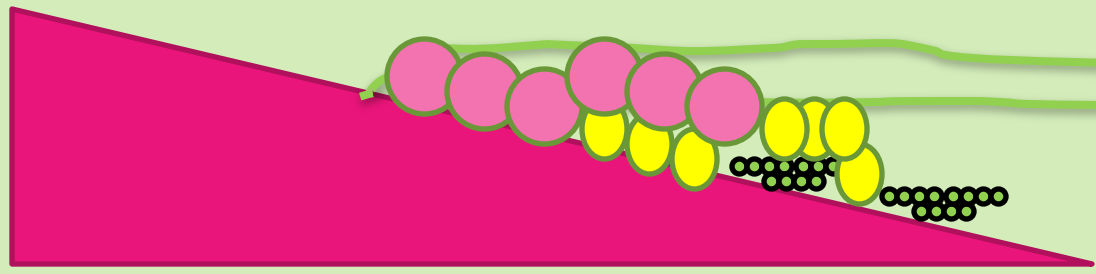
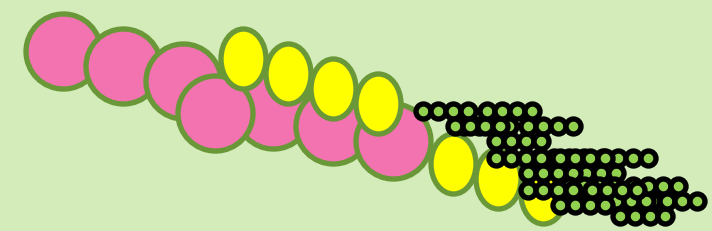
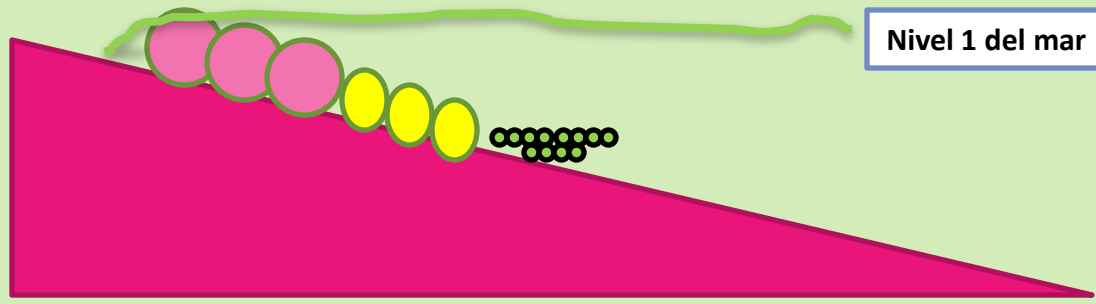
- Material de grano grueso
- Material de grano medio
- Material de grano fino



Regresión marina

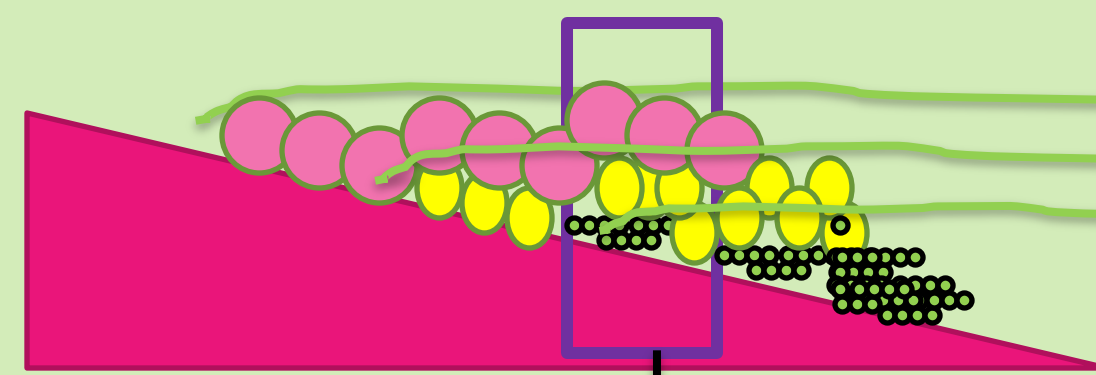
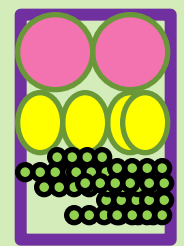
retirada del mar del continente

- Material de grano grueso
- Material de grano medio
- Material de grano fino



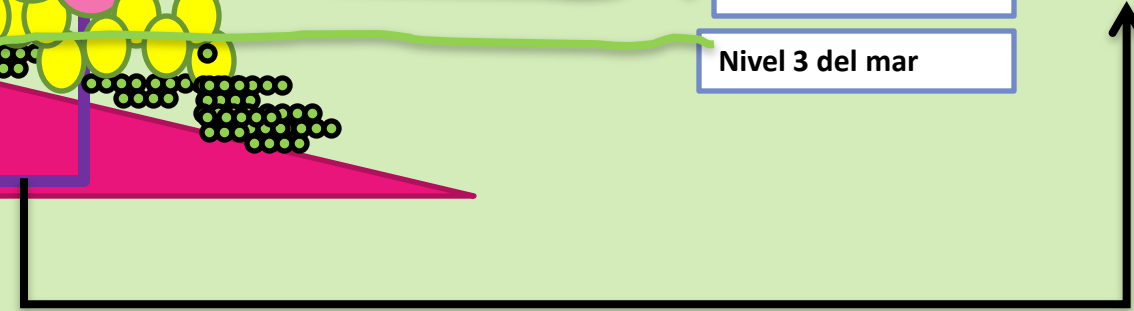
- Nivel 1 del mar
- Nivel 2 del mar

Arriba

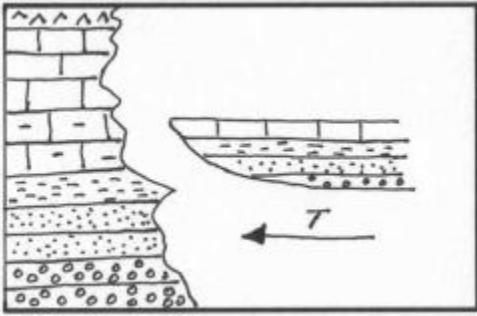


- Nivel 1 del mar
- Nivel 2 del mar
- Nivel 3 del mar

Abajo

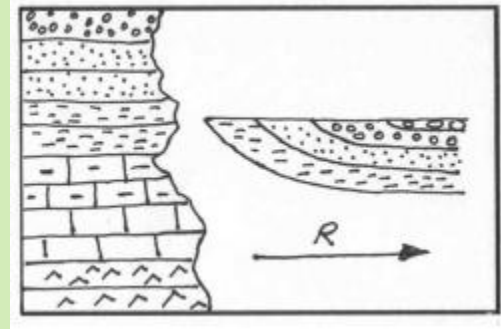


Transgresión marina



El mar invade el continente. Nos encontramos con series en las que el **grano fino se dispone sobre el grano grueso**.

Regresión marina



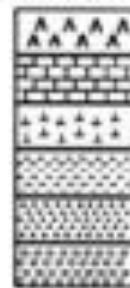
El mar se retira del continente. Nos encontramos con series en las que el **grano grueso se dispone sobre el grano fino**.

Relacionadas con los movimientos
EPIROGÉNICOS o
EUSTÁTICOS del mar.

TRANSGRESIÓN

- Yesos: medio lagunar
- Calizas: medio marino
- Margas: ambiente mixto
- Arcillas: aguas someras
- Areniscas: costa
- Conglomerados: fluvial (continental)

Columna estratigráfica



AVANCE DEL MAR



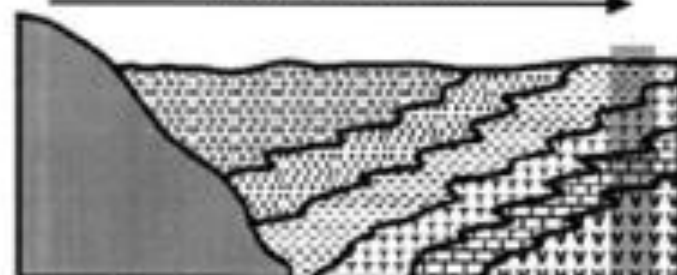
REGRESIÓN

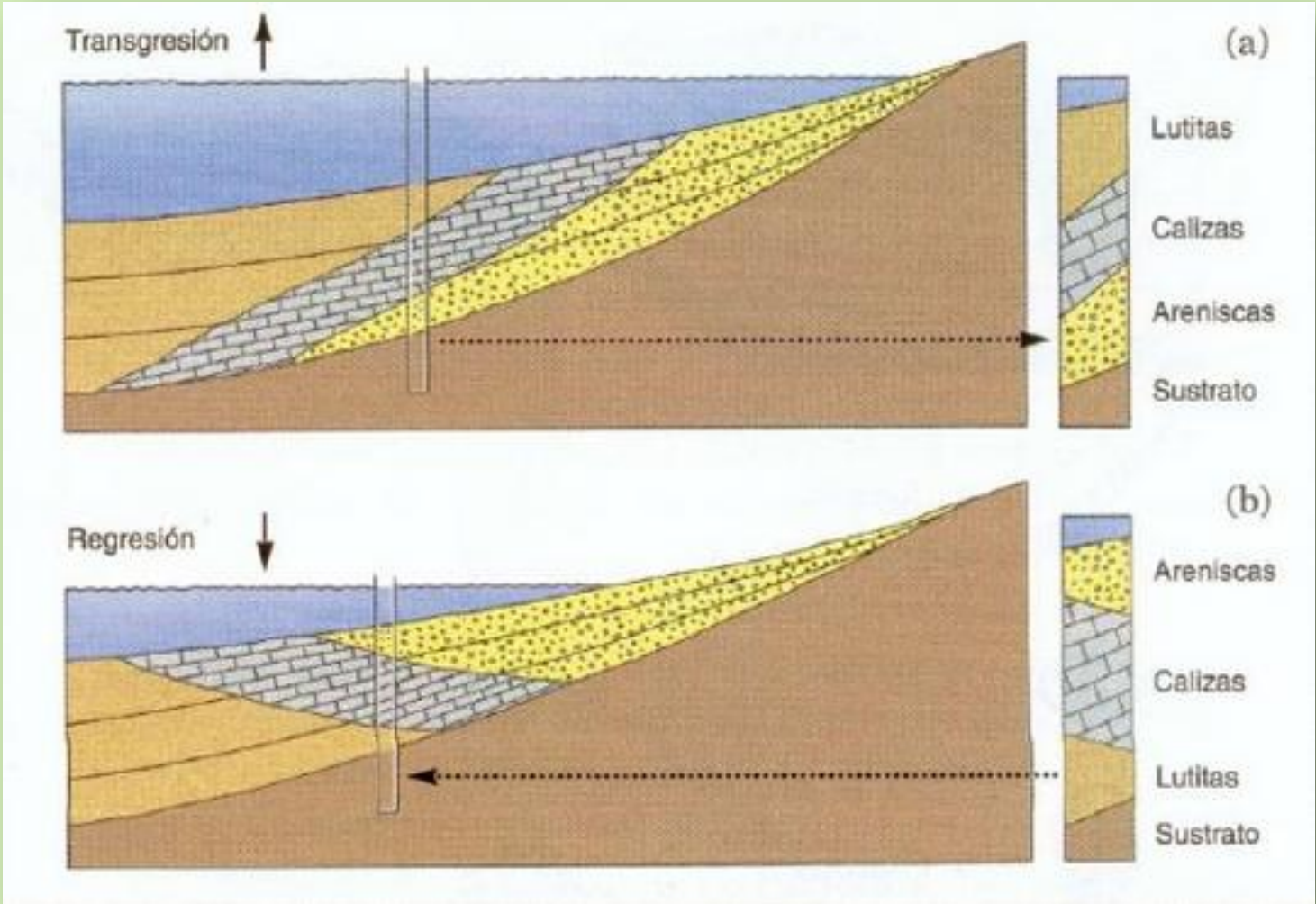
- Conglomerados
- Areniscas
- Arcillas
- Margas
- Calizas
- Yesos

Columna estratigráfica



RETROCESO DEL MAR





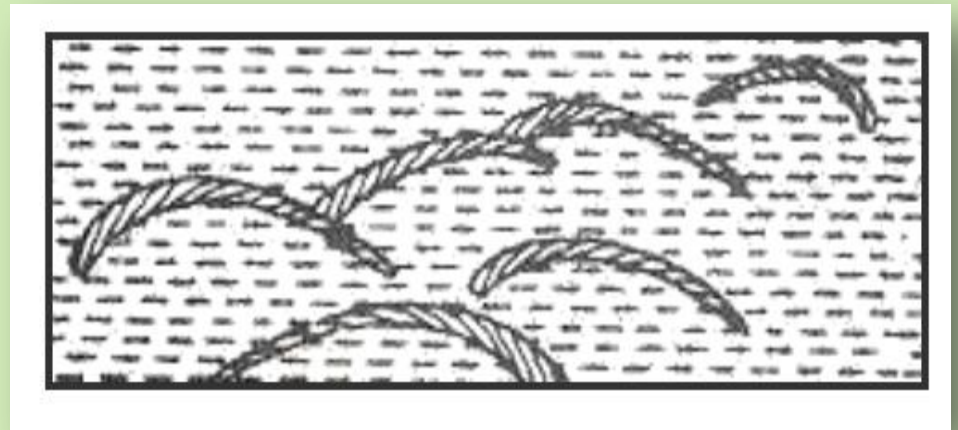
http://www.wwnorton.com/college/geo/animations/transgression_regression.htm

FÓSILES

Algunos fósiles, por lo general árboles o corales, se han conservado en la posición que mantenían en vida. Así, en el primer caso, la posición de las raíces nos marca el muro. Si encontramos fósiles de distinta edad en estratos contiguos, podremos establecer su polaridad basándonos en esto. Por ejemplo, unos estratos con nummulites (era Terciaria) son más modernos que otros con ammonites (era Secundaria).

VALVAS DE ALGUNOS ORGANISMOS.

Las valvas desarticuladas (sueitas una con respecto a la otra) se depositan por la acción de las corrientes de agua con su lado convexo hacia arriba



FÓSILES

CORALES. Generalmente los corales solitarios, cuando estos se cementan al substrato, están normalmente orientados con su parte cónica hacia abajo, ensanchándose hacia arriba



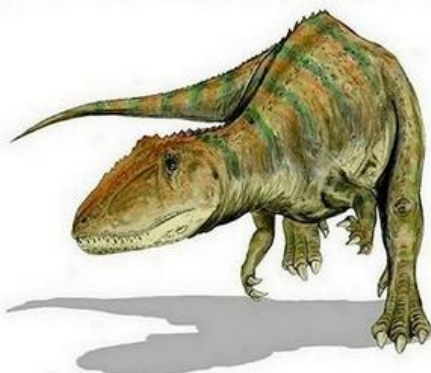
HUELLAS Y PISTAS. Tanto las huellas producidas por un vertebrado cuando camina sobre la superficie de un sedimento no consolidado, como las pistas dejadas por gusanos y otros invertebrados que se arrastran por el fondo marino generan huecos o cavidades en el techo de los estratos. Cuando estas se rellenan por el sedimento depositado encima, se forma un altorrelieve en el muro de este nuevo estrato.





Formación de icnitas

En el cretácico, hace unos 95 millones de años



Carnotaurus

Dibujo Nobu Tamura

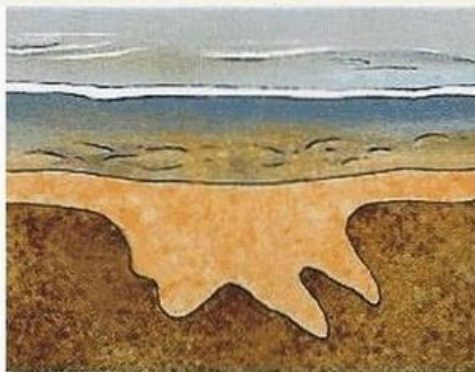


Un dinosaurio cruza una laguna



y deja sus huellas en el sedimento blando

Millones de años más tarde



Una nueva capa de sedimento cubre y rellena la huella



El sedimento acumulado se ha transformado en roca sedimentaria

Hoy



La erosión o ... ha quitado estratos de rocas, el molde de la huella fósil se encuentra al aire libre

Hoy



CRUZIANAS huellas de reptación de trilobites en los fondos marinos del Paleozoico (hasta el Devónico), desde hace de unos 540 a 360 millones de años atrás. Esas arenas hoy son rocas muy duras, las cuarcitas



MARCAS DE GOTAS DE LLUVIA (“rain-drop impressions”)

Sobre superficies superiores de estratificación, en fangos, limos y areniscas, pueden aparecer pequeñas “impresiones” circulares correspondientes a impactos de gotas de lluvia, están comúnmente asociadas a grietas de desecación por lo que, aparte de criterios de polaridad, indican **paleoambientes** similares a las de aquéllas.

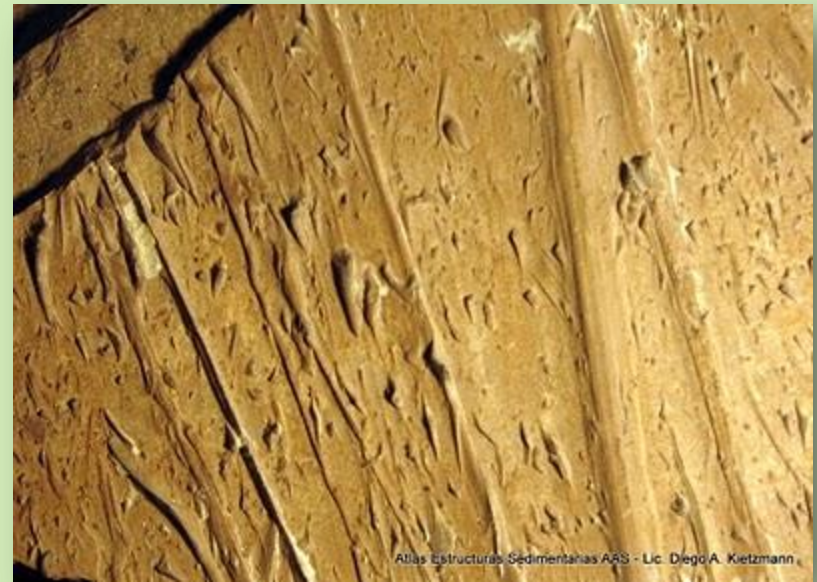
Generalmente sólo se encuentran fósiles los contramoldes en el muro del estrato superior. Se han confundido desde con pequeñas burbujas de escape de fluidos, hasta con huellas de actividad orgánica.



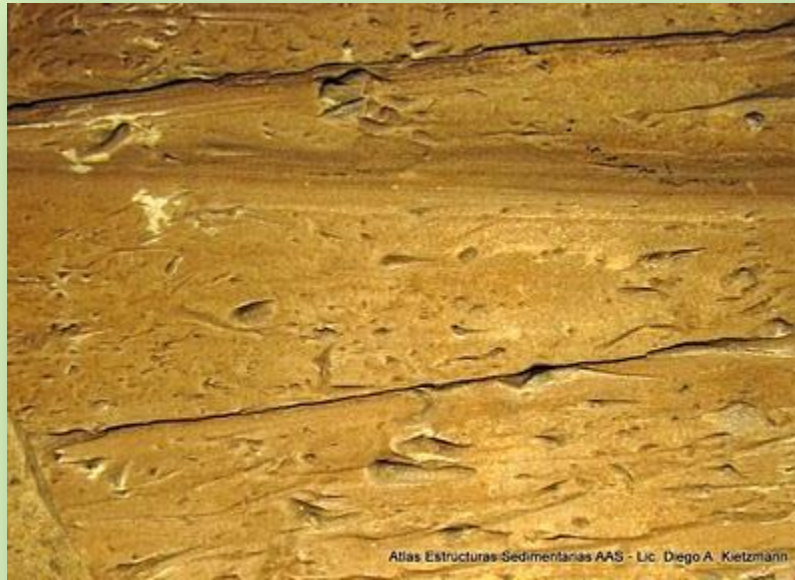
MARCAS DE CORRIENTE. Las corrientes acuosas, al desplazarse sobre un sedimento no consolidado, generan huellas (entrantes), debidas a remolinos (*flute cast*) o a impactos o arrastre de cantos (*groove mark, prod mark*). Al rellenarse dichas huellas, cuando se deposita el estrato siguiente, se forman salientes en el muro de este estrato que son más fáciles de observar.



flute cast

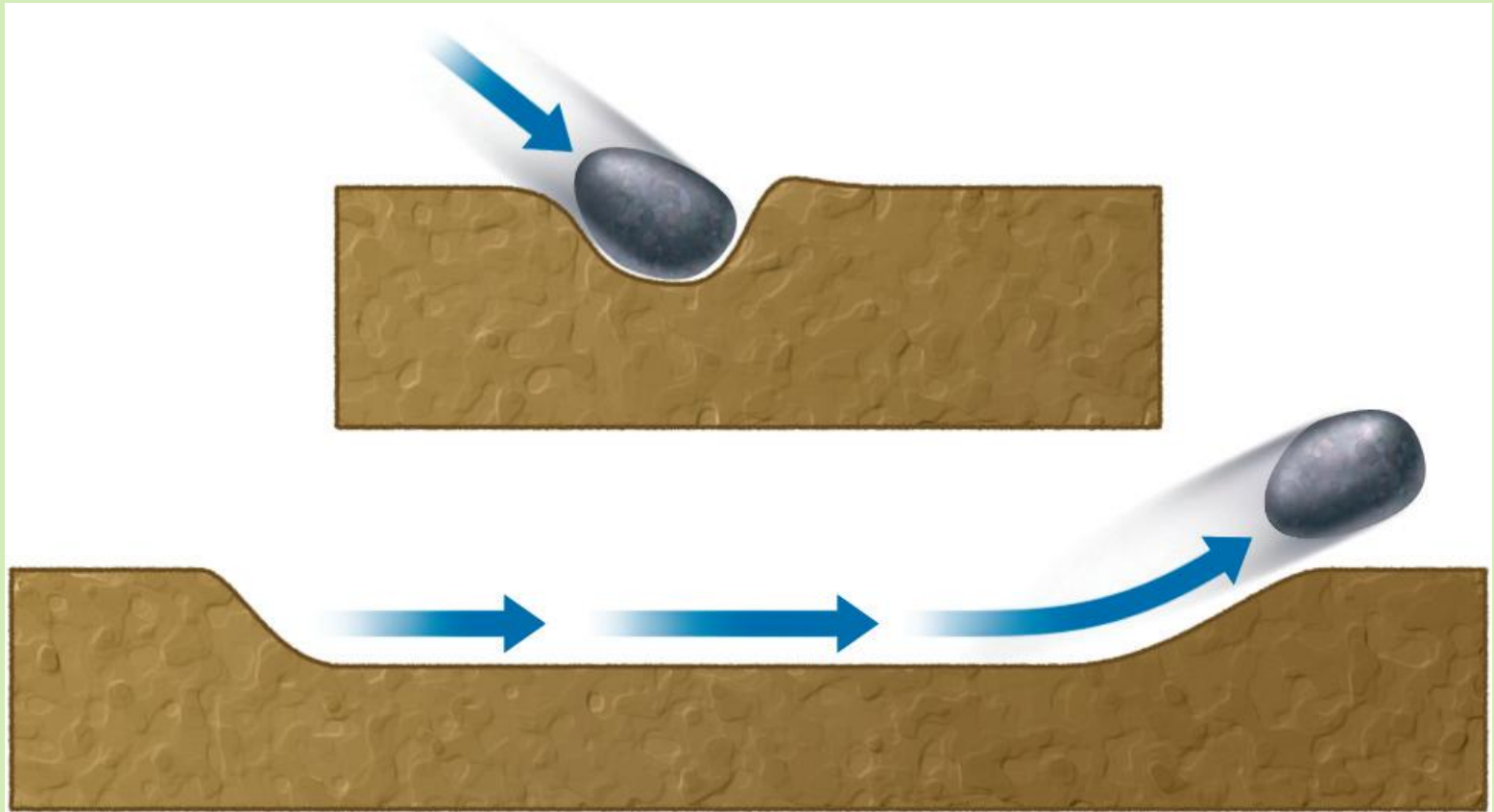


prod mark

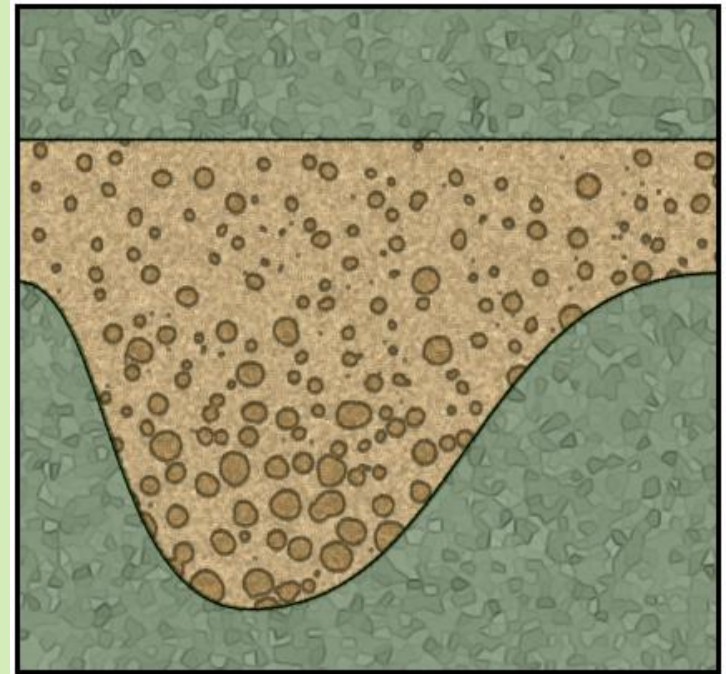


groove mark

Formación de un *groove mark*. Además de criterio de polaridad nos indica la dirección de la corriente de agua que arrastró el canto.



CANALES DE EROSIÓN. Estos canales, que generalmente se forman por erosión, son posteriormente llenados por sedimentos diferentes. El lado cóncavo del canal apunta normalmente hacia arriba. Los bordes de las capas depositadas del nuevo relleno están dirigidas hacia el tope original de la secuencia



Relleno de canales

2.1.3. DATACIÓN RELATIVA: DATACIÓN POR FÓSILES

Fosilización es el conjunto de procesos que hacen que un organismo, alguna de sus partes o los rastros de su actividad, pasen a formar parte del registro fósil. Su escala de duración se mide en millones de años.

Fósil=> cualquier resto, molde, huella o ser vivo completo o porción del cuerpo de un ser vivo que ha muerto y ha quedado mineralizado.



El destino de un cadáver

1. Destrucción:

- Oxidación
- Reducción (carbón y/o petróleo)

2. Conservación:

- Momificación
- Congelación
- Conservación en brea
- Conservación en ámbar

3. Fosilización:

- Carbonatación
- Carbonización
- Piritización
- Fosfatación
- Silificación



Destrucción de los restos de un ser vivo

Un ser vivo al morir se ve afectado por la acción de:

1. Seres vivos que se alimentan de él.
2. Seres vivos descomponedores.
3. Acción de los agentes geológicos.

El organismo muerto puede sufrir:

- Oxidación de todas sus moléculas orgánicas.
- Reducción de las mismas con lo que se puede llegar a formar carbón o petróleo, en las condiciones adecuadas.



Lo primero que desaparece son las partes blandas

Las partes duras tardan más tiempo en descomponerse o se conservarán

Momificación natural

Mecanismo que consiste en la deshidratación del resto orgánico de tal forma que se evita la descomposición de las partes blandas.

Se produce en lugares muy cálidos donde la deshidratación es rápida y no permite la intervención de seres vivos que descompongan el resto orgánico.

Se han encontrado momias naturales en las que ha permanecido la piel, el pelo y los órganos internos pero acartonados.



Congelación

La muerte de un ser vivo en el hielo, lo deshidrata, lo congela y lo conserva.

El en año 2007, Lyuba un bebé mamut de 1 mes de edad fue encontrado en la Península Yamal, en Siberia, estuvo cubierto por el hielo por más de 42 mil años.



Fósiles de seres microscópicos encontrados en el hielo del océano están aportando datos sobre como era la naturaleza en el pasado.

Cadáveres conservados en brea

Un pozo de brea es una acumulación anormal en la superficie de un lago o río de lodos basálticos y petrolíferos, que se producen por filtraciones en la corteza terrestre provocadas por movimientos sísmicos.

Al contacto con el agua, el petróleo forma una capa viscosa y sumamente adhesiva que prácticamente se pega a cualquier objeto o criatura que entre en contacto con él. Es como una suerte de arena movediza letal que impide gradualmente la huida a todo aquel desdichado que tenga la mala suerte de caer en ella.

Por ello en el Rancho de la Brea, California, se encuentran un gran número de animales herbívoros que quedaron allí atrapados al ir a beber al lago. Pudieron entrar pero jamás lograron salir, sino que se quedaron allí hasta que murieron de hambre, agotamiento y sed.



Cadáveres conservados en ámbar

El ámbar es una resina pegajosa que segregan algunas coníferas.

Algunos insectos quedan atrapados en ella y permanecen en estado de perfecta conservación.

Se han encontrado insectos conservados en ámbar con una antigüedad de 70 m.a.



Proceso de fosilización

En los fósiles se conservan las partes duras, las blandas se descomponen.

a)



Los seres vivos tienen más probabilidades de fosilizarse si quedan sepultados en un lecho de sedimentos finos. Las partes blandas se descomponen pero se conserva el esqueleto.

b)



Se van depositando capas de sedimentos sobre los restos óseos. Las sales minerales del agua se filtran y van sustituyendo gradualmente el material de los huesos.

c)



El peso de las sucesivas capas de sedimentos comprime el esqueleto fosilizado, que también puede quedar deformado en el caso de que se produzcan movimientos tectónicos.

d)



Miles de años más tarde, ese terreno pudo ser erosionado y el fósil quedar desenterrado total o parcialmente.

TIPOS DE FOSILIZACIÓN

Reemplazo

Los componentes de la estructura original se van intercambiando molécula por molécula por minerales. Este proceso puede completarse al 100% o conservar parte de la composición química original.



Molde

Vestigios de la presencia o actividad de un organismo. (huevos, coprolitos, pisadas, moldes de vegetales, excavaciones, etc.)



Preservación

La capacidad que tienen algunas sustancias de aislar y proteger los tejidos orgánicos.

Ejemplos: Ámbar, asfalto, hielo, etc.



El proceso de la fosilización es excepcional y requiere:

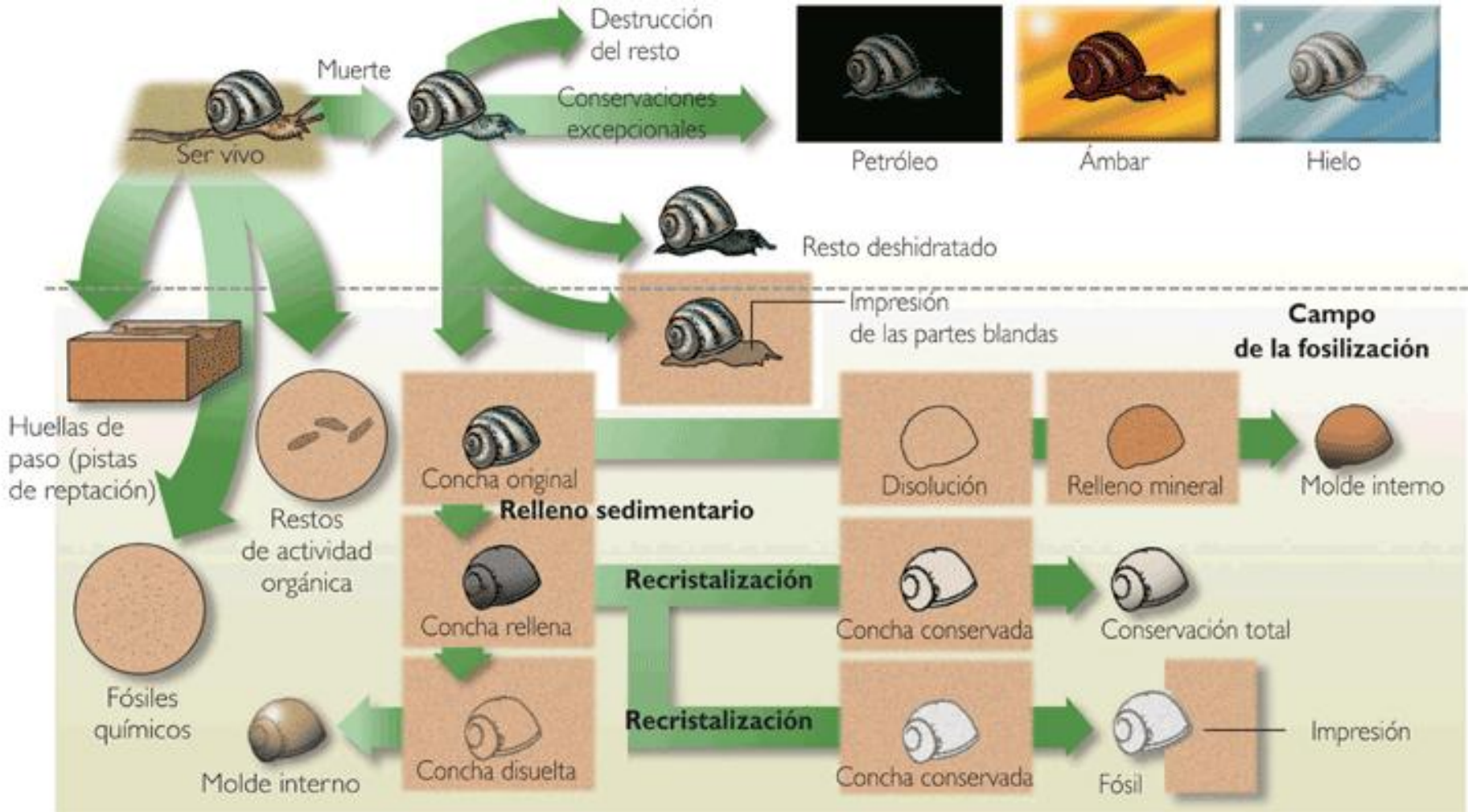
1. Enterramiento de los restos del ser vivo para evitar la descomposición.
2. Mineralización de estos restos, sustituyendo la materia orgánica por materia mineral (calcita, sílice, pirita, siderita, hematites, etc.); en los restos vegetales se suele producir un enriquecimiento de carbono por pérdida de los demás elementos.

Según su tamaño:

1. **Macrofósiles o megafósiles:** visibles a simple vista.
2. **Microfósiles:** para verlos es necesario el microscopio óptico.
3. **Nanofósiles:** se requiere un microscopio electrónico para verlos.

Según su lo que se fosiliza:

1. **Seres vivos completos o estructuras orgánicas de ellos:** se fosilizan las partes duras.
2. **Moldes:** el ser vivo es enterrado y el sedimento forma un **molde externo** o un **molde interno** del mismo.
3. **Icnofósiles:** huellas o coprolitos de un ser vivo.





Pedro de Hoz Pastor Huellas de reptación. Monasterio de Piedra

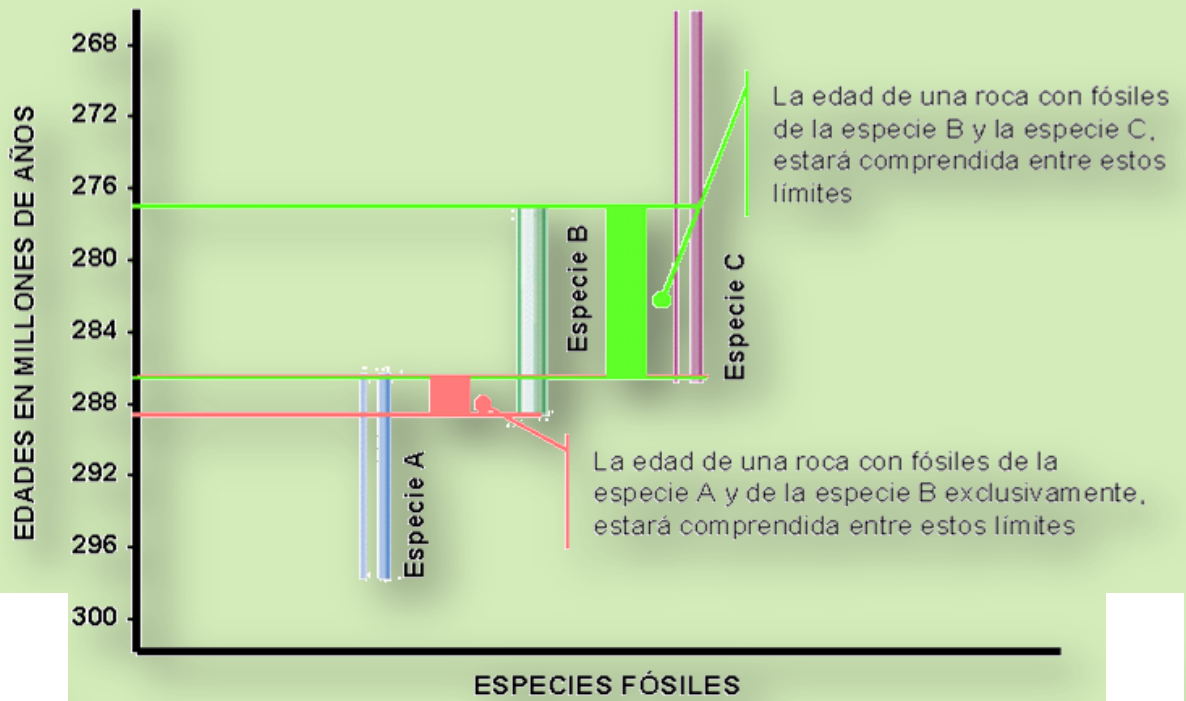
icnofosil



Fósil completo de tronco de árbol

Los fósiles son una valiosa fuente de información. A partir de su estudio se puede conocer:

- **La vida en el pasado:** cómo eran los seres vivos, su forma de vida, su distribución, etc.
- **El ambiente de formación de la roca:** oceánico o continental, de clima frío o cálido, etc.
- **Cuándo se formó la roca que lo contiene:** algunos fósiles sirven para datar las rocas que los contienen (fósiles-guía). Si sabemos de que época es el fósil, sabemos de cuando es la roca.



FÓSILES GUÍA

Algunos seres vivos lograron colonizar grandes extensiones y vivieron durante breves periodos de tiempo. Los fósiles formados a partir de este tipo de seres vivos se les conoce como **fósil guía** o **fósil característico**.

Estos fósiles se utilizan para relacionar rocas con un determinado tiempo geológico.

Además, sirve para establecer la **cronología relativa** entre rocas. Cuando se comparan dos rocas con fósiles, la más antigua será aquella que contenga el fósil más antiguo.

Los fósiles-guía deben tener como características principales:

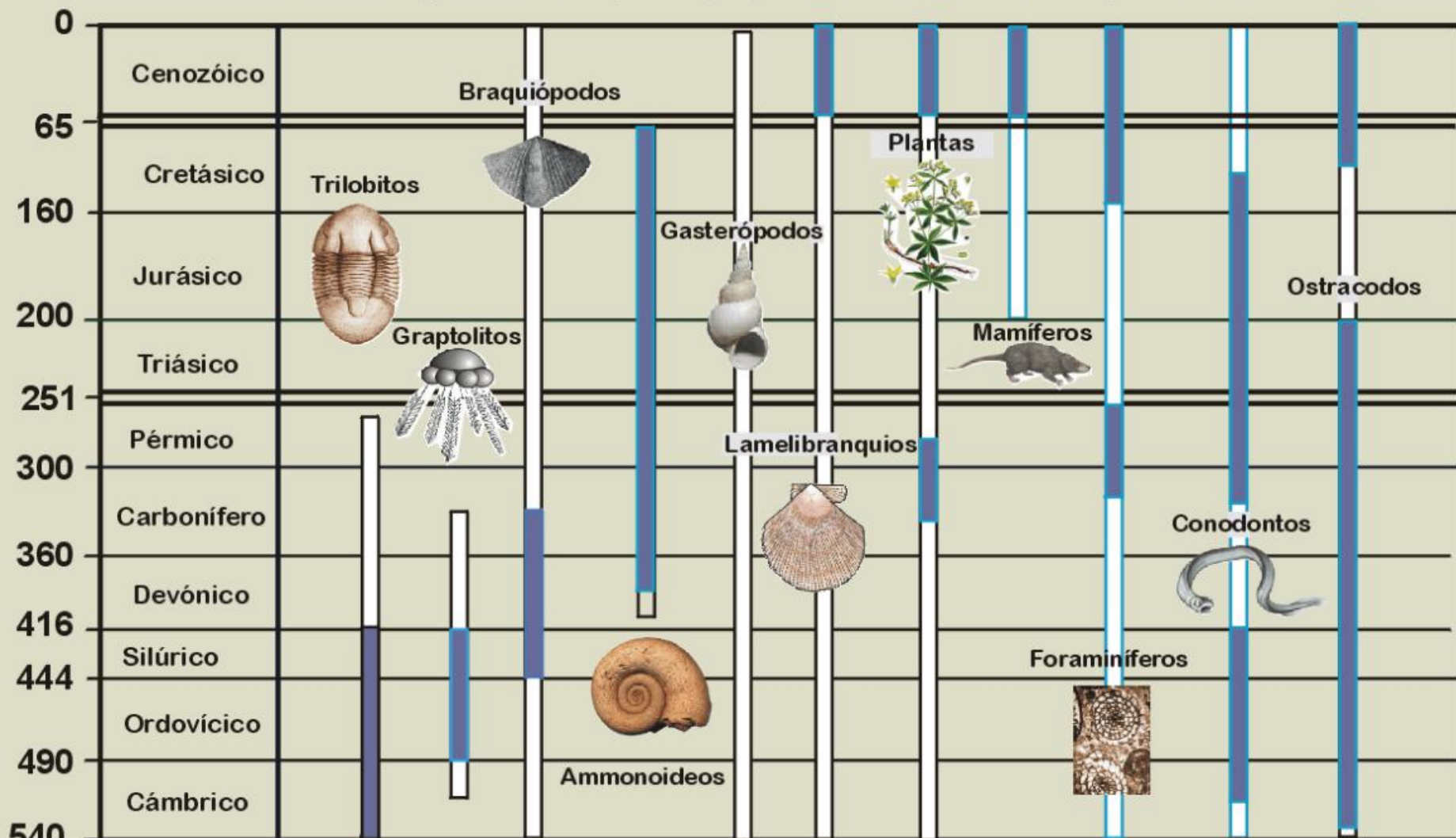
- 1. Presentar partes duras para poder fosilizar con facilidad.**
- 2. Amplia distribución geográfica.**
- 3. Evolucionar con rapidez, lo que ocasiona que se encuentra solo en estratos de un período determinado.**

Fósiles guía

- Son aquellos que permiten establecer una escala temporal relativa por:
 - Haber existido en **gran número** (facilidad de fosilización y localización como fósil).
 - Tener una **amplia dispersión horizontal** (haber ocupado amplias zonas).
 - Haber tenido muy **poca dispersión vertical** (haber vivido poco tiempo y sufrido rápidas modificaciones morfológicas).
- Nos indican la edad del depósito y el ambiente.



Bioestratigrafía: Principales grupos de fósiles utilizados para la datación



 ← Repartición en el tiempo
 ← Periodo para el cual se utilizan

Procesos de mineralización en la fosilización

Carbonatación:

Es el proceso más abundante. Se sustituyen los restos orgánicos duros por carbonato cálcico, en forma de calcita.

El carbonato cálcico es muy abundante en las rocas sedimentarias en la composición de muchos invertebrados.



Piritización:

Se produce en ambientes anaerobios. En la descomposición anaeróbica de la materia orgánica se produce ácido sulfhídrico que reacciona con las sales marinas de hierro dando sulfuros de hierro (marcasita y pirita), éstos sustituyen la materia orgánica de la conchas y esqueletos.



Fosfatación:

Se produce en vertebrados cuando se acumulan muchos restos de ello, debido a que el fosfato cálcico es el principal componente de los huesos y los dientes, a lo que se le une el carbonato cálcico procedente de los sedimentos.



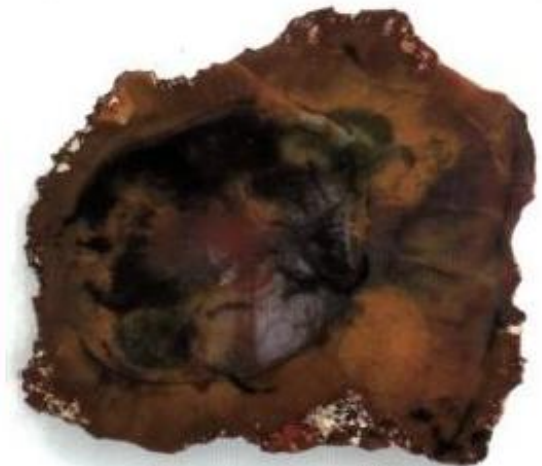
Carbonización:

Se produce plantas y en exoesqueletos de artrópodos. Se pierden todos los elementos químicos excepto el carbono, produciéndose un enriquecimiento de éste. Este queda como una fina capa que deja una impresión en la roca.



Silificación:

El sílice sustituye los componentes orgánicos en forma de ópalo, sílex, ágata o calcedonia.



ERA	FÓSIL	AMBIENTE
PRIMARIA (PALEOZOICO)	Trilobites	Marino
	Cruzianas	Marino
	Helechos arborescentes	Continental
SECUNDARIA (MESOZOICO)	Ammonites	Marino
	Belemnites	Marino
	Reptiles (Dinosaurios)	Continental
TERCIARIA (CENOZOICO)	Nummulites	Marino
	Huesos de mamíferos (roedores)	Continental
CUATERNARIA (NEOZOICO)	Restos de homínidos	Continental
	Industria lítica humana	Continental

Fósiles guía característicos

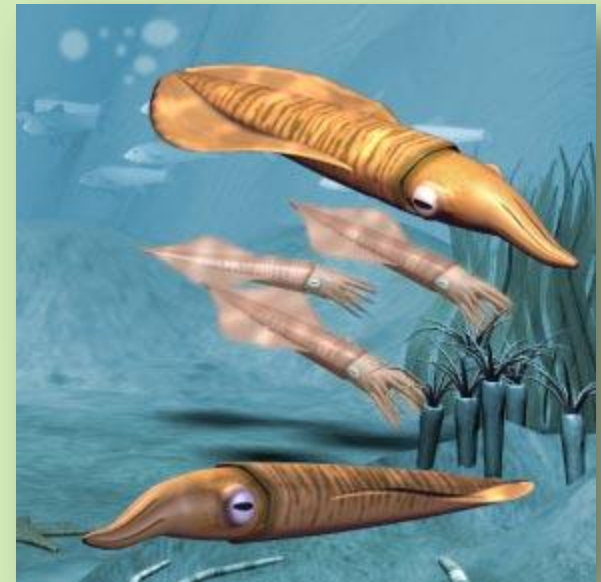


Trilobites (Paleozoico)

Fósiles guía característicos



Ammonites (Mesozoico)



Belemnites (Mesozoico)

Fósiles guía característicos



Nummulites (Cenozoico)



Mamíferos (Cenozoico)

Fósiles guía característicos



Industria lítica (Cenozoico)

2.1.4. CRONOLOGÍA RELATIVA: PALINOLOGÍA-DATACIÓN POLÍNICA

La datación polínica, conocida como **Palinología**, es una técnica utilizada por la **Paleobotánica** para obtener una datación relativa y se deriva de los estudios acerca del comportamiento del polen fosilizado.

Éste se conserva fácilmente durante largos períodos de tiempo y se suele encontrar con mayor frecuencia en turberas y humedales.

Estableciendo unas zonas polínicas y las variaciones climáticas, junto con su evolución en el tiempo, es posible generar unos diagramas polínicos con los cuales podremos comparar la composición polínica de un yacimiento o artefacto y, de este modo, conocer su cronología relativa.



1



2

1 Plantago y 2 Ranunculus, comunes en zonas pantanosas



3

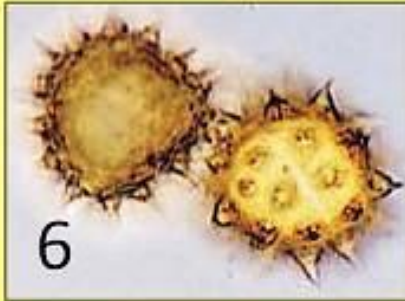


4

3 Alnus y 4 Melatomataceae, comunes en zonas boscosas



5



6

5 Poaceae y 6 Asteraceae, comunes en zonas de pàramo

DATACIÓN RELATIVA

Actualismo

Uniformismo

Estratos

Sucesos

Fauna

**Pulsa el botón que desees estudiar.
Si lo prefieres, pulsa el botón PLAY
para estudiar secuencialmente la
explicación.**

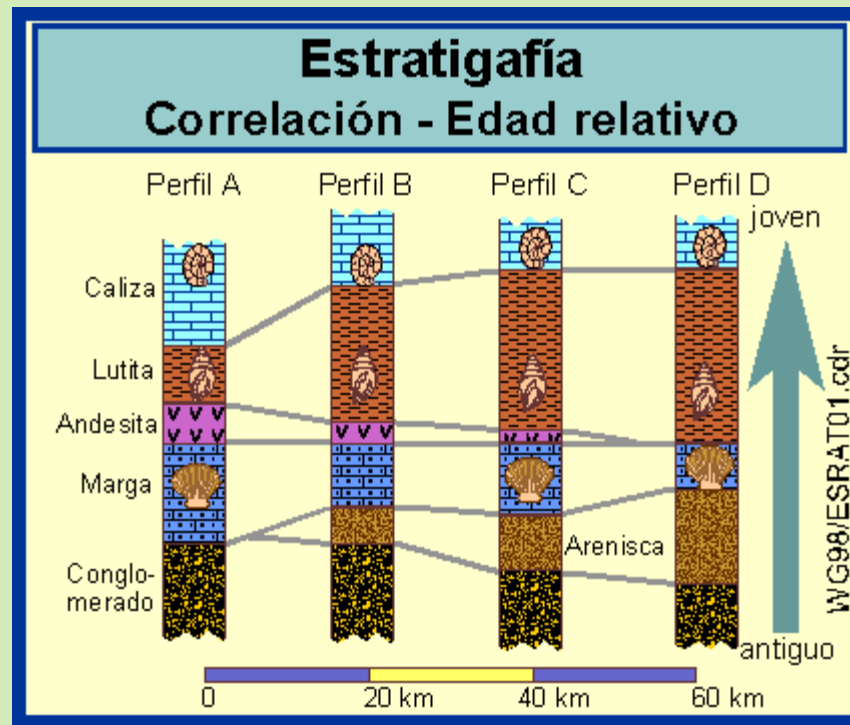
<http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esobiologia/4quincena1/imagenes1/datarelat.swf>

Pulsa PLAY para avanzar en la explicación



2.1.5. CRONOLOGÍA RELATIVA: CORRELACIÓN Y SINCRONISMO

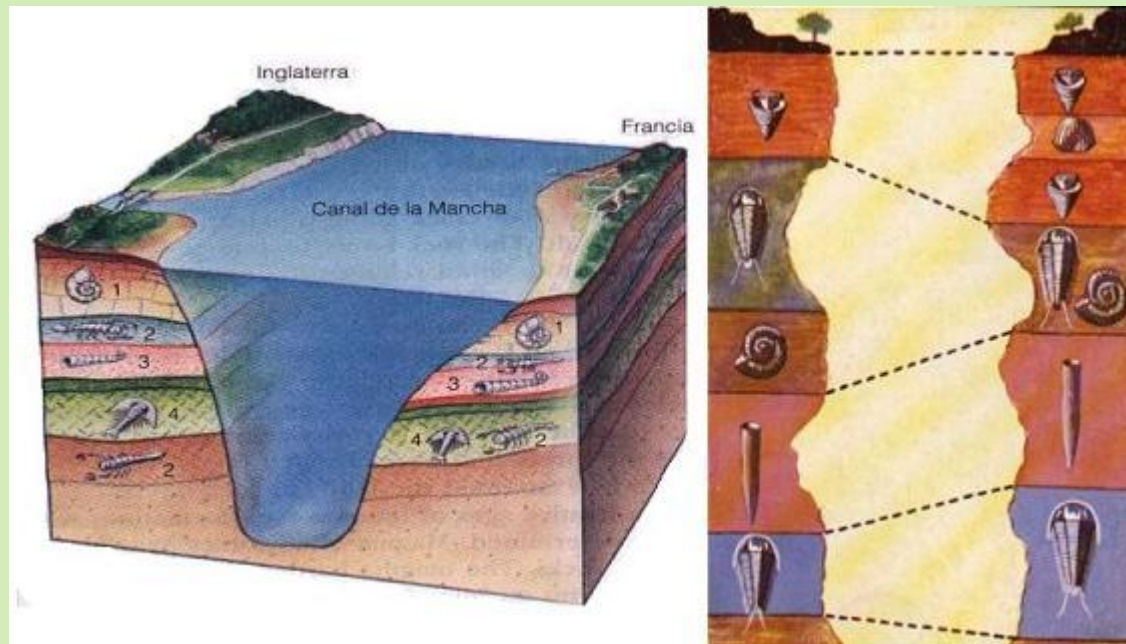
- **Correlación estratigráfica:** procedimiento mediante el cual se establece la correspondencia temporal entre estratos geográficamente separados.



- **Sincronismo:** proceso geológico que ocurre muy rápido, tiene amplia distribución geográfica y queda dentro del registro estratigráfico de diferentes lugares. (Ejm: Dispersión de cenizas volcánicas)

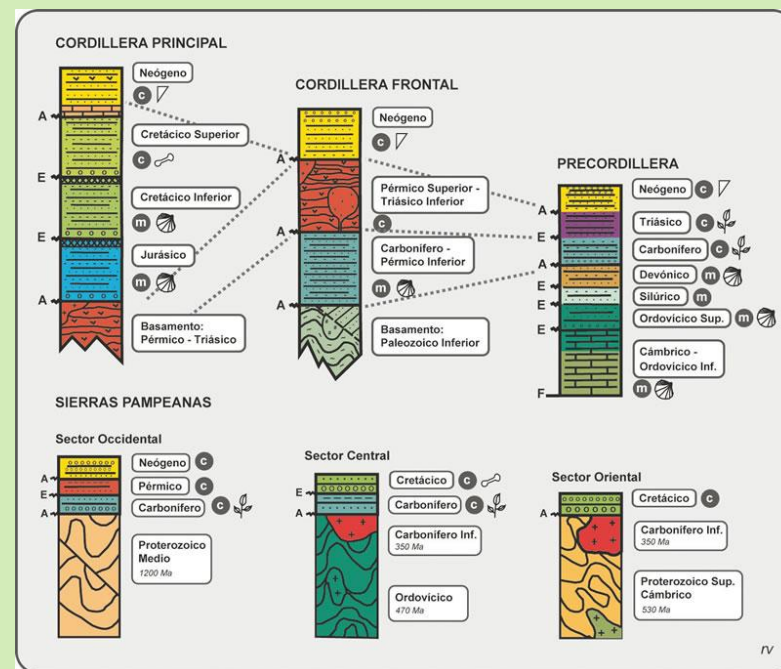


- Los **estratos** pueden ser:
 - **Sincrónicos**: cuando se formaron al mismo tiempo.
 - **Contemporáneos**: si han surgido en el mismo periodo cronológico en diferentes lugares de una cuenca sedimentaria, aunque no tengan la misma litología ni se hayan originado en el mismo ambiente de sedimentación.



- La **correlación** puede ser:

- **Espacial:** cuando dos o más estratos que se encuentran en distintos lugares y separados unos de otros pertenecen al mismo tipo litológicos, sin que sean exactamente de la misma edad.
- **Temporal:** cuando dos o más estratos que se encuentran en distintos lugares y separados unos de otros son contemporáneos o de la misma edad.



2.1.6. CRONOLOGÍA RELATIVA: EL MÉTODO DEL ACTUALISMO Y LAS RECONSTRUCCIONES PALEOAMBIENTALES

- **ACTUALISMO:** Método de analizar las estructuras y las causas que intervienen en los procesos geológicos que ocurren en la actualidad, para reconstruir e interpretar los acontecimientos geológicos del pasado.

Lyell



- **RECONSTRUCCIONES PALEOAMBIENTALES:** Son la interpretación de las condiciones ambientales en el pasado a partir de indicadores indirectos en el registro estratigráfico, como son cierto tipo de procesos, estructuras y fósiles de organismos que dependen directamente del clima.



A. INDICADORES DE TIPO PALEONTOLÓGICO

- **Flora y polen fósil:** para reconstruir el Cenozoico.
 - Coníferas y algunas especies herbáceas indican clima frío.
 - Cicadáceas y arecáceas indican climas tropicales, templados y húmedos.



- **Fósiles de organismos unicelulares:** Foraminíferos. Son muy sensibles a la temperatura, la profundidad, la salinidad, los nutrientes y la oxigenación del agua.



B. INDICADORES DE TIPO SEDIMENTOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS

- **Grietas de desecación:** clima semiáridos con periodos de evaporación intensa y prolongada.



- Depósitos de sales, loess, series rojas o pavimentos rocosos con cantos pulidos por abrasión: climas áridos.



- Valles en forma de U, circos y lagunas glaciares, bloques erráticos: clima glacial.

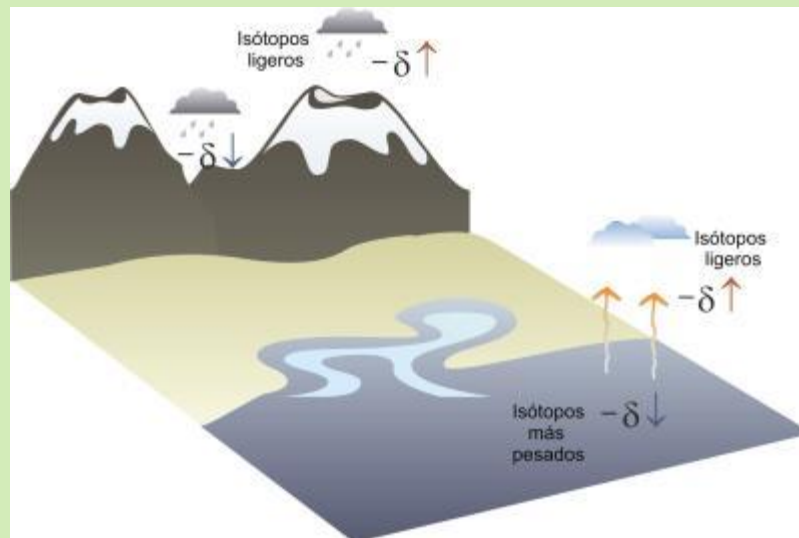


- **Tobas:** climas templados y húmedos.

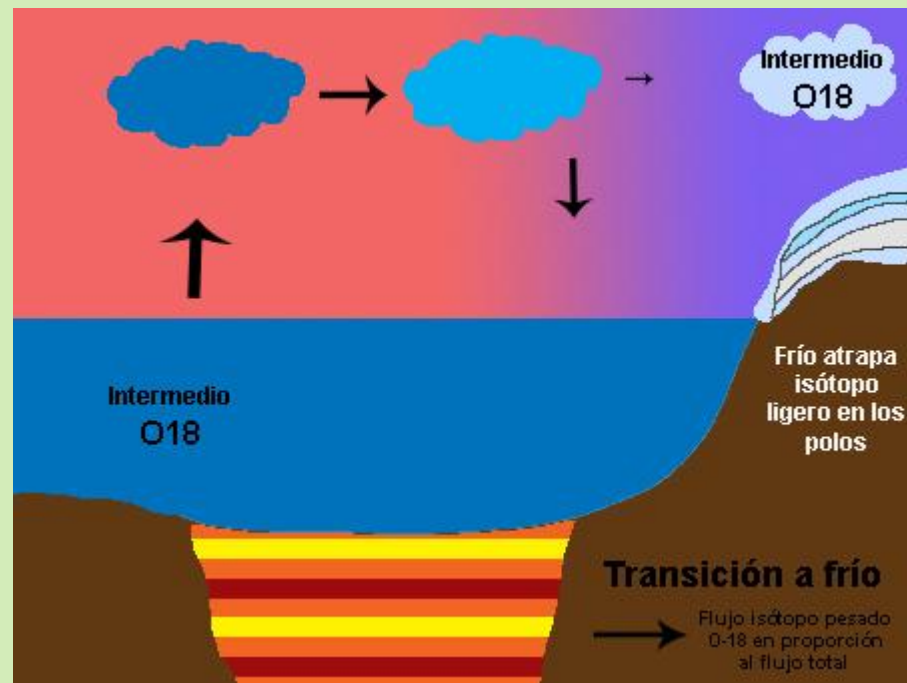


C. INDICADORES DE TIPO ISOTÓPICO

- Isótopos de oxígeno (^{18}O , ^{16}O): aparecen en el agua y en los carbonatos.
- Isótopos de carbono (^{12}C , ^{13}C): en carbonatos y en la materia orgánica de los sedimentos.



- La relación o proporción entre los isótopos pesados frente a los ligeros se denomina **fraccionamiento isotópico** y se expresa con el símbolo δ . Depende de la temperatura del agua o de la atmósfera o de ciertos procesos biológicos



2.2. DATACIÓN ABSOLUTA

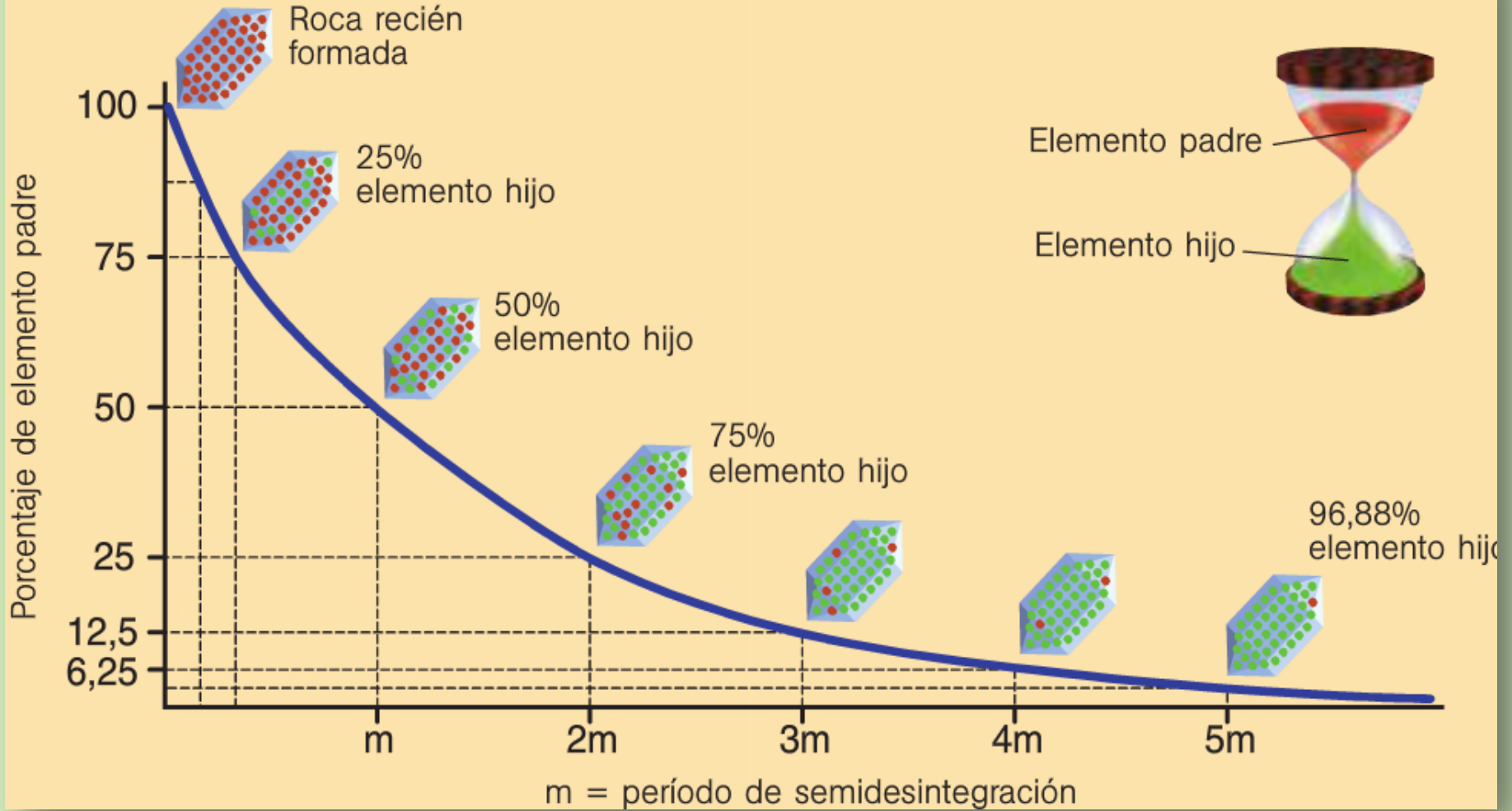
Son dataciones que proporcionan una edad numérica, es decir, el número real de años transcurridos desde un suceso o empleados durante un proceso.

Son importantes por la seguridad de sus determinaciones y la obtención de un número absoluto como indicación de tiempo.

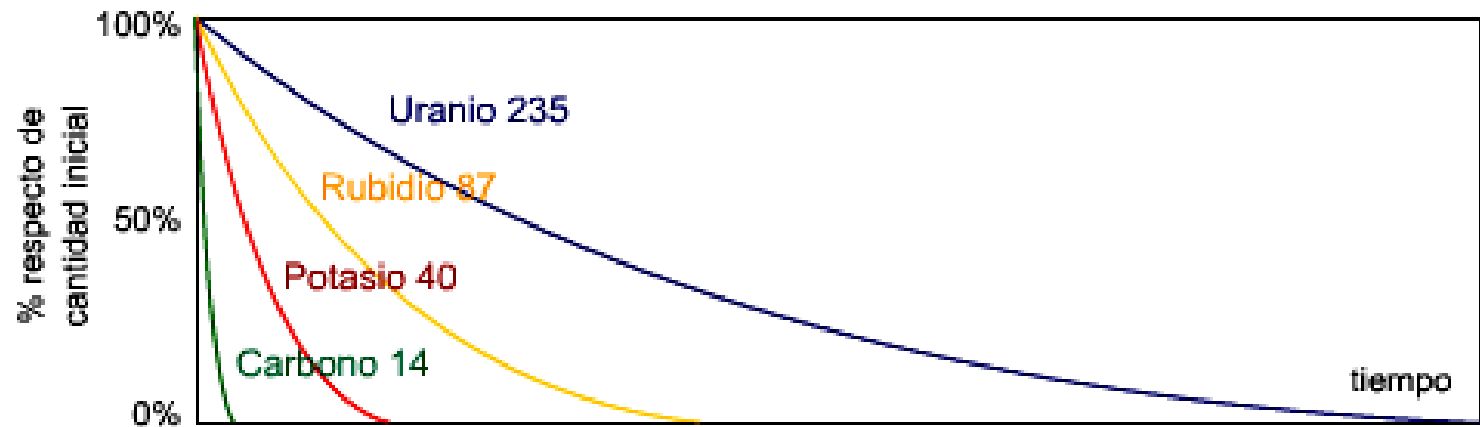
2.2.1. DATACIÓN ABSOLUTA: EL METODO RADIOMÉTRICO

- La **datación relativa** no permite conocer la edad real de las rocas y sus fósiles sino únicamente aventurar cuales son más antiguas y cuáles más modernas. Esto sólo es posible mediante la **datación absoluta**.
- El método de datación absoluta más utilizado es el **método radiométrico**, basado en el hecho de que los átomos de ciertos elementos químicos inestables (“elementos padre”) experimentan, con el tiempo, un proceso de desintegración radiactiva que los convierte en otros elementos químicos estables (“elementos hijo”).
- Este proceso transcurre a velocidades constantes, de ahí su utilidad en la datación
- El periodo de **semidesintegración**: tiempo en el que la mitad de los átomos de una muestra, se desintegran, es la medida que usamos para este tipo de dataciones.

DESINTEGRACIÓN RADIATIVA

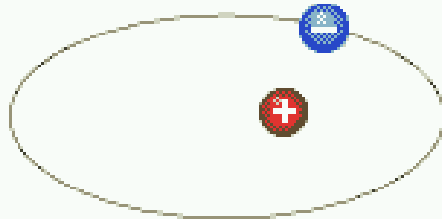


Los distintos elementos radiactivos tienen tiempos de semidesintegración diferentes y por lo tanto sirven para datar distintos periodos de tiempo.

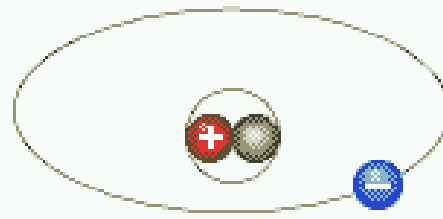


Uranio 235	713 ma	➔ Plomo 207
Rubidio 87	47 ma	➔ Estroncio 87
Potasio 40	1.27 ma	➔ Argón 40
Carbono 14	0.0057 ma	➔ Nitrógeno 14

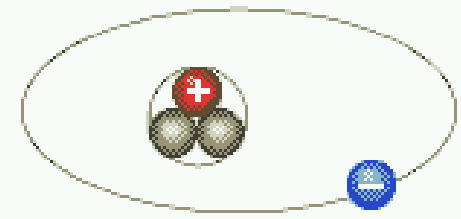
vida media (ma=millones de años)



^1H Hidrógeno ligero (protio)
estable

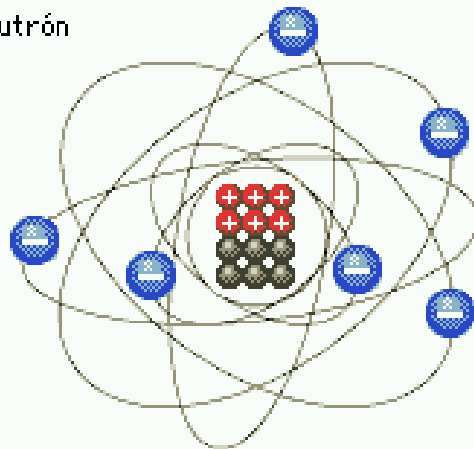


^2H Hidrógeno pesado (deuterio)
estable

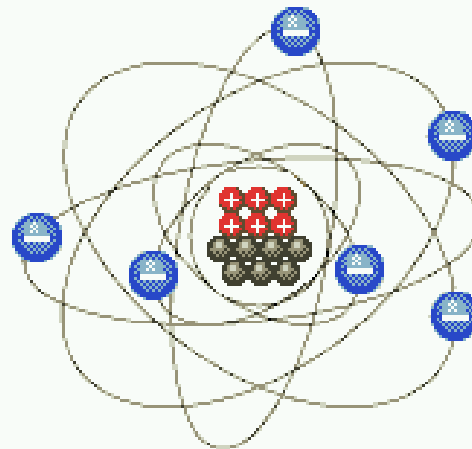


^3H Hidrógeno de peso triple (tritio)
inestable (radiactivo)

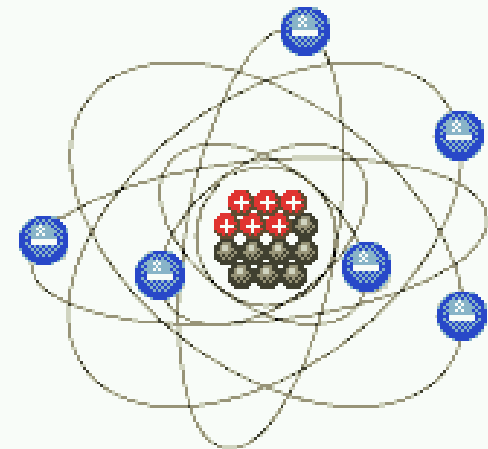
-  Electrón
-  Protón
-  Neutrón



Carbono 12
estable

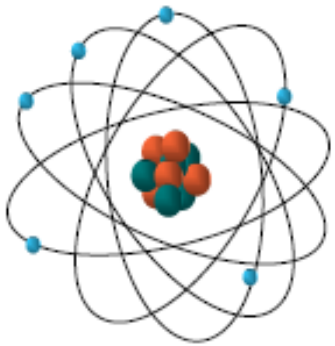


Carbono 13
estable

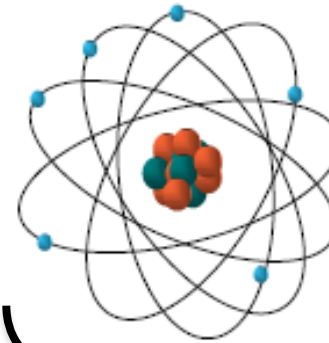


Carbono 14
inestable (radiactivo)

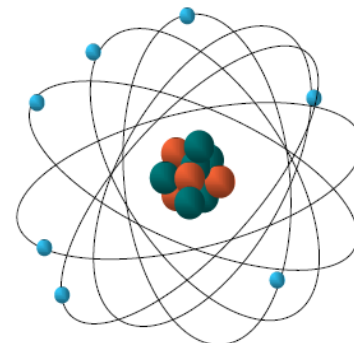
- Los elementos químicos se diferencian unos de otros por el número de protones que tienen en el núcleo.
- La suma de protones y neutrones constituyen lo que se llama masa atómica.
- Los isótopos de un elemento químico se diferencian por el número de neutrones que tienen.
- El carbono 14 puede emitir radiación transformándose en nitrógeno 14 cuando un neutrón se transforma en un protón y un electrón que sale del núcleo.



Átomo de carbono 12
6 protones
6 neutrones
6 electrones

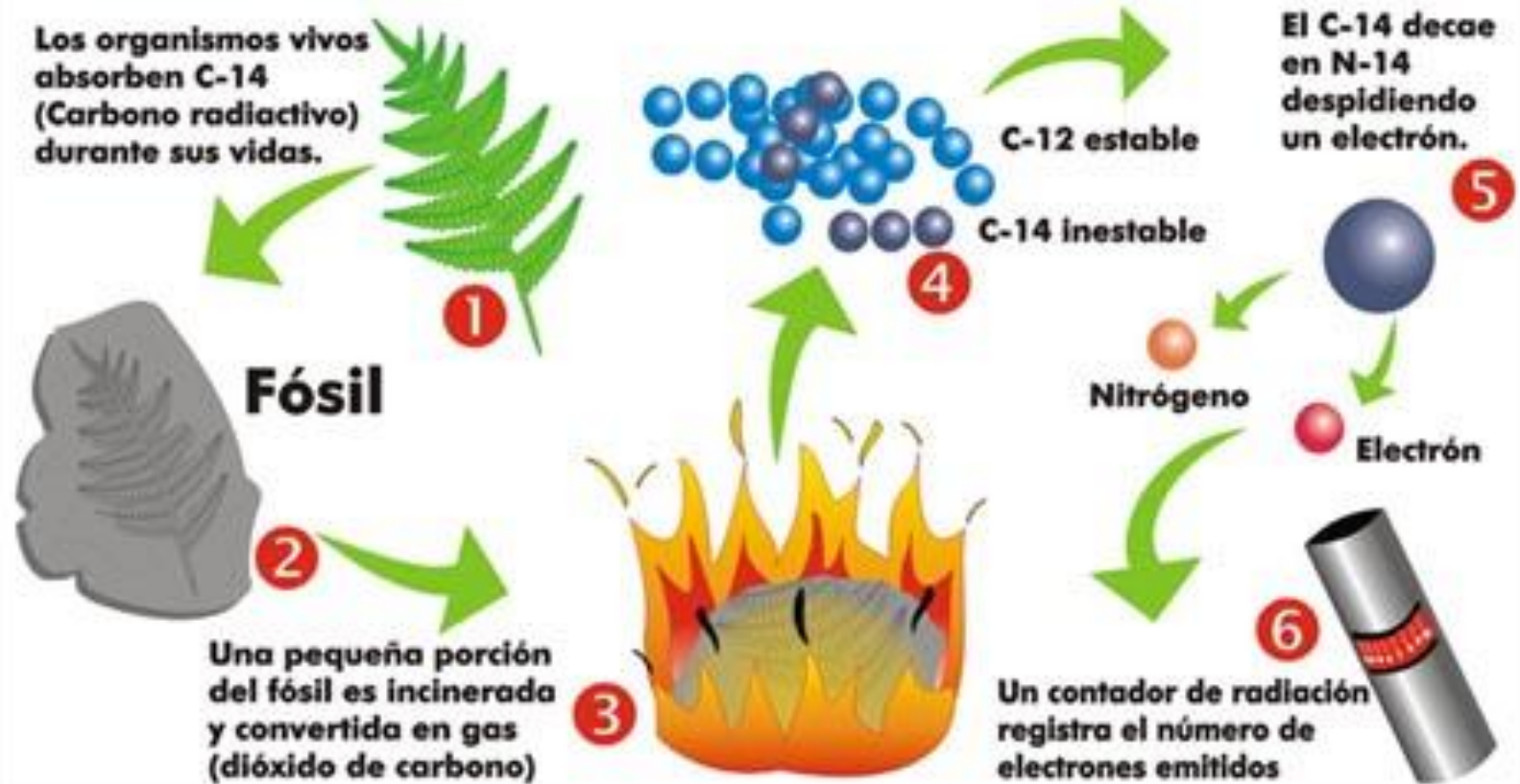


Átomo de carbono 14
6 protones
8 neutrones
6 electrones



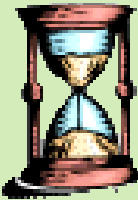
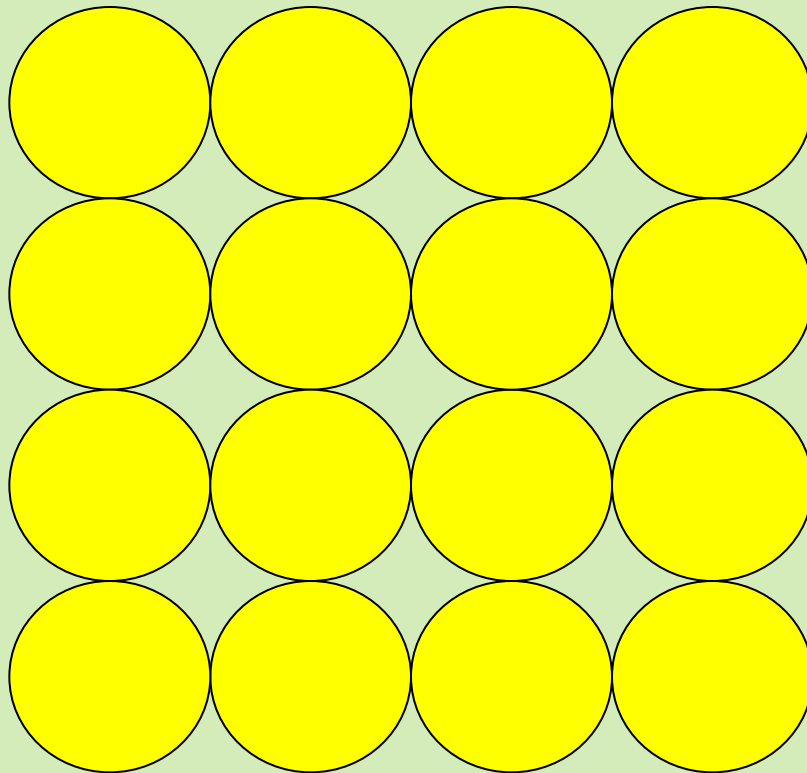
Átomo de nitrógeno 14
7 protones
7 neutrones
7 electrones

El Carbono radiactivo se desintegra con una velocidad conocida. Los paleontólogos pueden determinar la edad de un fósil midiendo la cantidad de Carbono-14 que contiene.



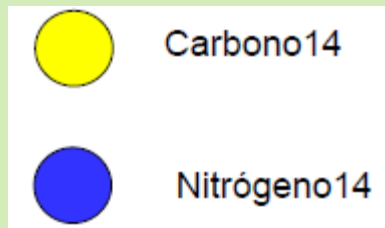
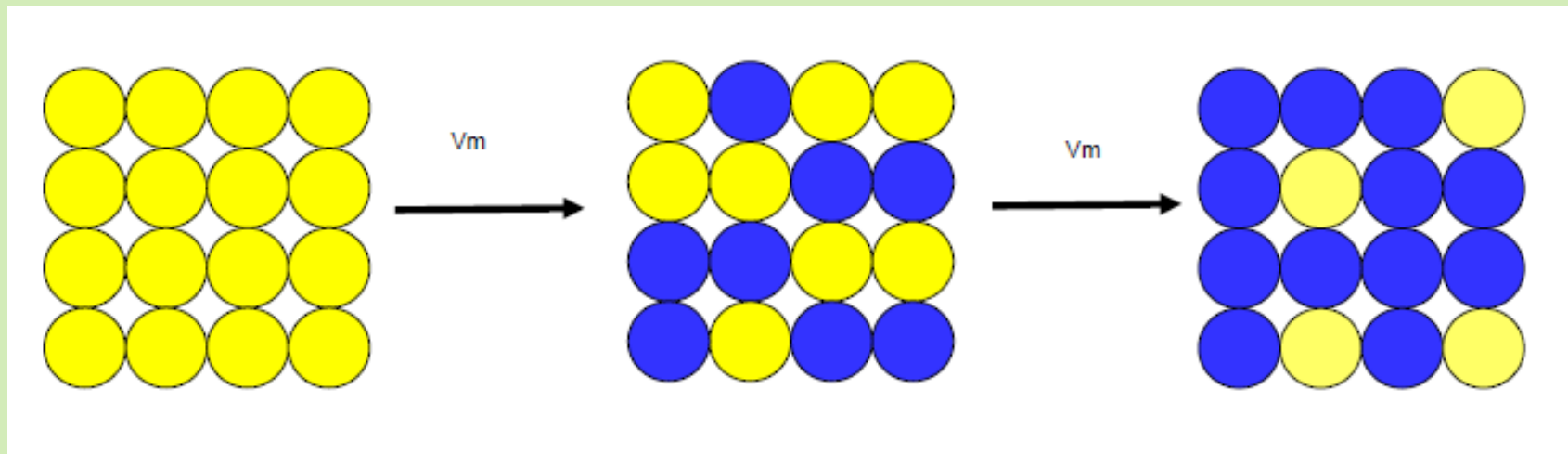
La datación absoluta

Supongamos que el isótopo amarillo se desintegra transformándose en el violeta y que su vida media es de 5750 años. Veamos cómo pasa el tiempo geológico



17 250 años

Este proceso se da a un ritmo constante de tal manera que para una cantidad “x” de carbono 14 al cabo de 5750 años tendremos $x/2$ átomos. Este tiempo se llama “**periodo de semidesintegración o vida media del carbono 14**”:

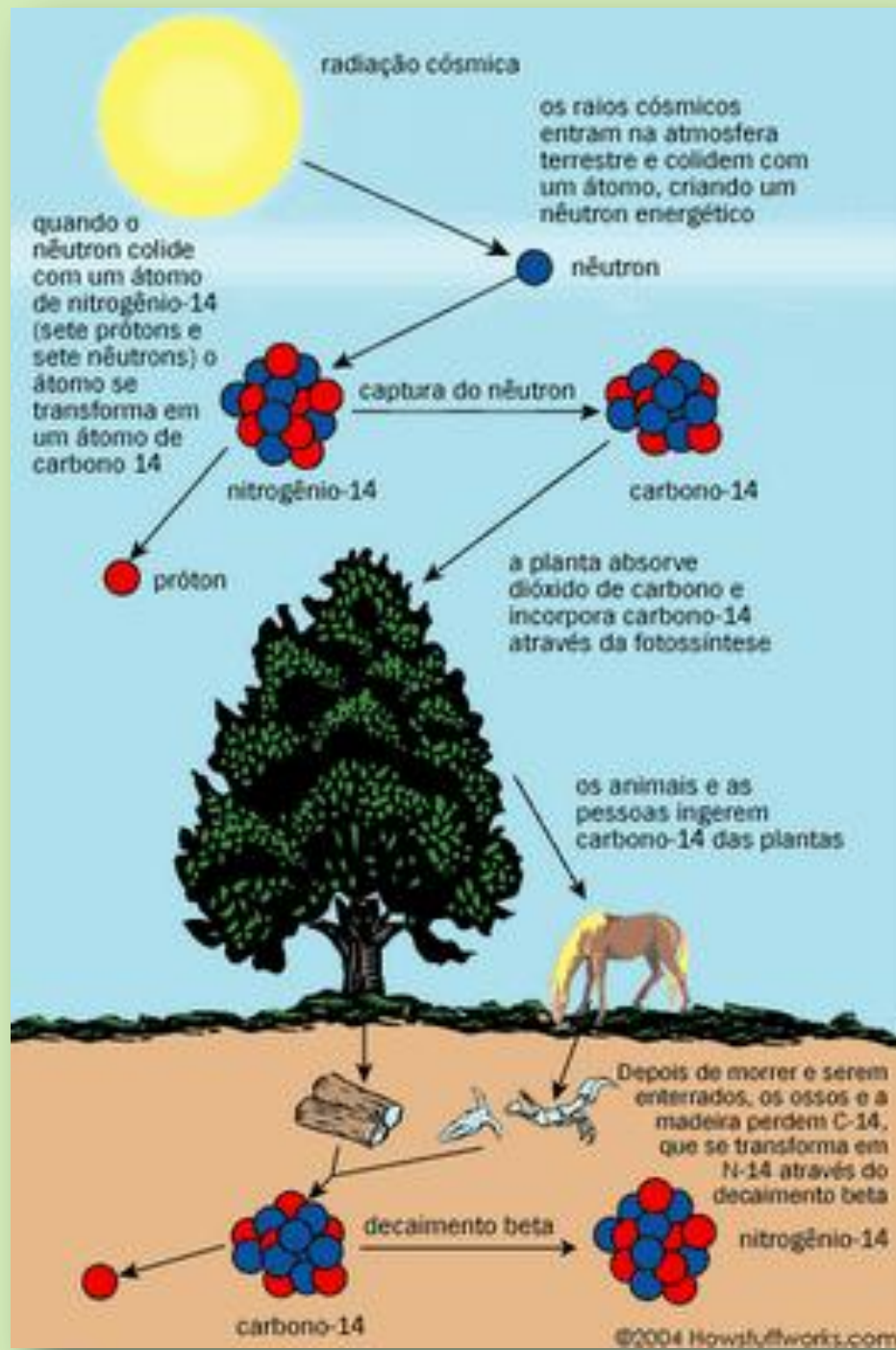


ELEMENTO INICIAL	ELEMENTO RESULTANTE	PERIODO DE VIDA (años)
Rubidio-87	Estroncio-87	$47000 \cdot 10^6$
Uranio-238	Plomo-206	$4510 \cdot 10^6$
Potasio-40	Argón-40	$1300 \cdot 10^6$
Carbono-14	Nitrógeno-14	5750

1 g de potasio-40 (^{40}K) pasado el tiempo de semidesintegración (1300 millones de años) solo quedara medio gramo, pasados eso mismos años solo quedará un cuarto,...

La **datación radiométrica** permite calcular la edad de un material, basándose en sus porcentajes de elemento inicial y elemento resultante de una desintegración.

Es muy adecuado para rocas magmáticas y metamórficas porque los minerales se forman a la vez, mientras que las rocas sedimentarias pueden formarse en tiempos diferentes.



Se ha analizado una muestra de madera de un yacimiento arqueológico y se ha descubierto que contiene $2\mu\text{g}$ de ^{14}C y $14\mu\text{g}$ ^{14}N . Calcular la edad de la muestra (vida media del ^{14}C es de 5750 años).



Se ha analizado una roca y se ha descubierto que contiene 4pg de ^{235}U y 28 pg ^{207}Pb . Calcular la edad de la muestra (la vida media del ^{235}U es de $0,7 \times 10^9$ años).

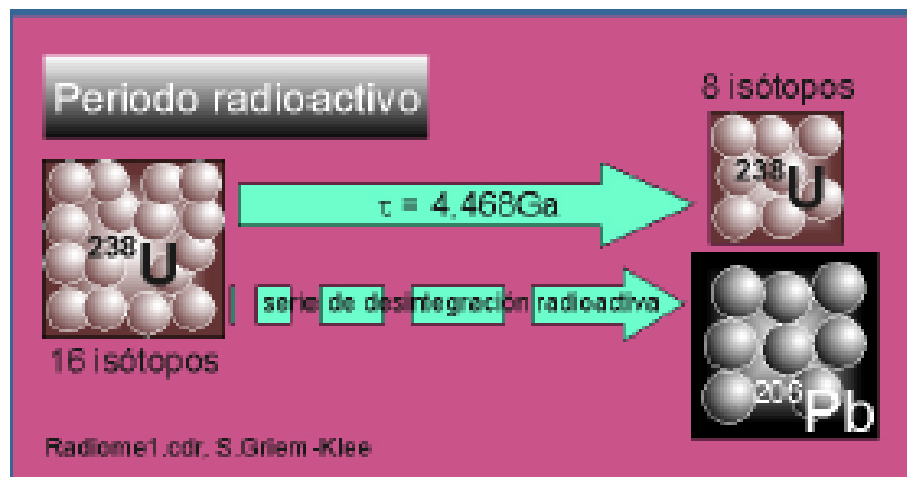
CÁLCULO MATEMÁTICO APROXIMATIVO:

Asumiremos que la cantidad de ambos isótopos para hallar la cantidad de ^{235}U inicial:

- $4 \text{ pg} + 28 \text{ pg} = 32 \text{ pg}$.
- Dividamos 32 entre 2 las veces necesarias hasta obtener 4.
- $32/2=16$; $16/2=8$; $8/2=4$
- Luego hemos tenido que dividir 3 veces por 2.
- Multipliquemos dicho dato (3) por la vida media del isótopo y hallaremos la edad de la muestra:
- $E_m = 0,7 \times 10^9 \times 3 = 2,1 \times 10^9$ años; esto es 2100 millones de años

Los métodos radioisotópicos son muy fiables, pero son caros y sólo sirven para rocas magmáticas.

Tritio ---→ ^3He	T = 12,3 años	^{238}U ----→ ^{206}Pb	T = 4510 m. a.
^{39}Ar ---→ ^{39}K	T = 269 años	^{232}Th --→ ^{208}Pb	T = 13900 m.a.
^{14}C ----→ ^{14}N	T = 5730 años	^{187}Re --→ ^{187}Os	T = 43000 m. a.
^{10}Be ---→ ^{10}B	T = 1,5 m.a.	^{87}Rb --→ ^{87}Sr	T = 46000 m. a.
^{235}U ----→ ^{207}Pb	T = 713 m.a.		



- El método C^{14} se utiliza para la datación de restos fósiles carbonados recientes. Permite dataciones seguras del Cuaternario.
- El método del K/Ar se utiliza para el Fanerozoico y el método del Rb/Sr para el Paleozoico y el Precámbrico.

2.2.2. DATACIÓN ABSOLUTA: DENDROCRONOLOGÍA

Este método se basa en el estudio de los anillos anuales de los árboles, aplicable también a los fósiles.

Con el estudio del número y grosor de los anillos se deduce el tiempo transcurrido y las condiciones de vida del vegetal e incluso sirven como **indicadores climáticos (BIOCLIMÁTICOS)**

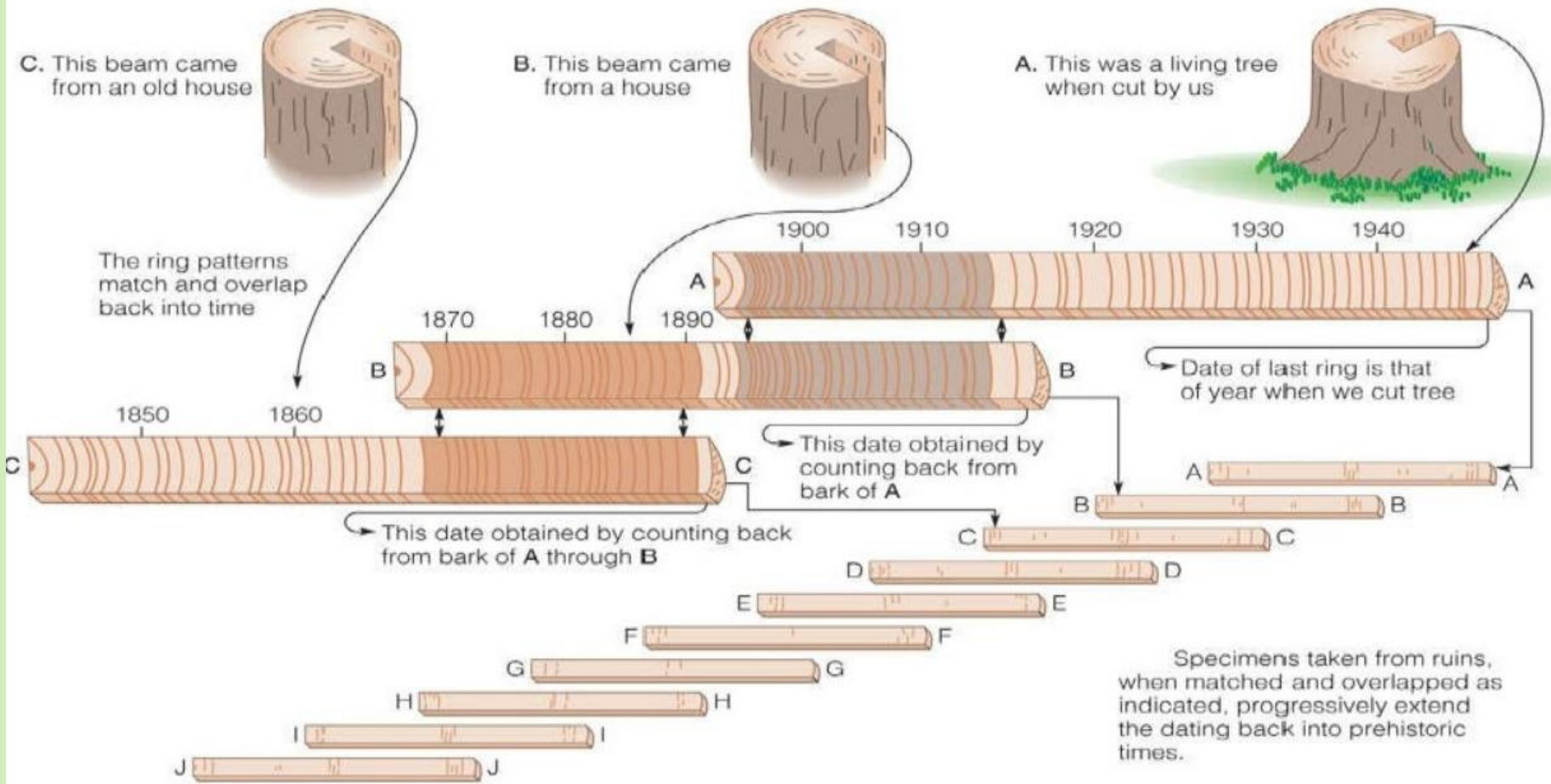
Gracias a yacimientos ininterrumpidos de fósiles se puede abarcar una datación relativa de hasta 11.000 años.



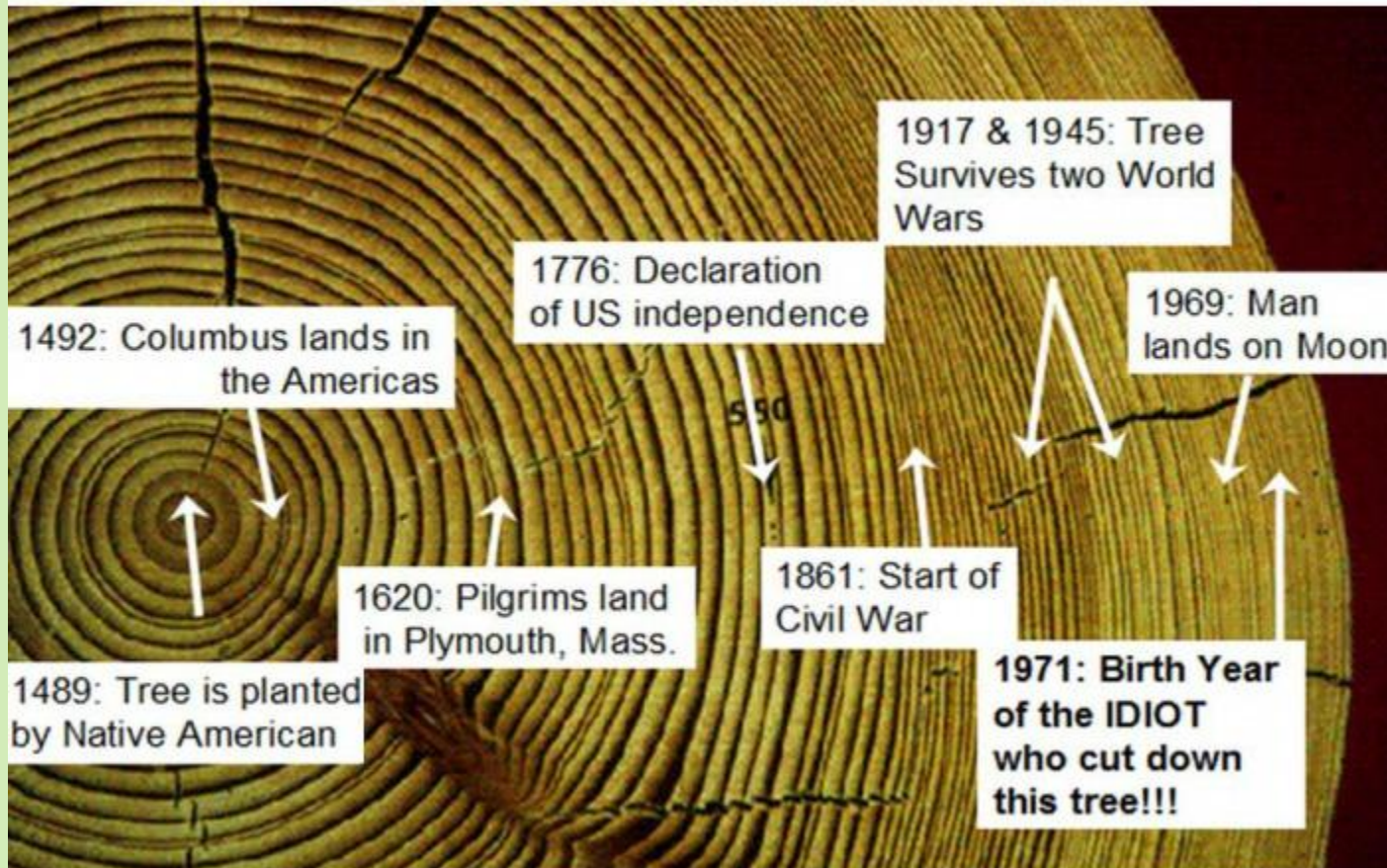
En las plantas leñosas se marca el crecimiento estacional. En cada periodo de crecimiento se produce un nuevo anillo de meristemos secundarios, que puede apreciarse (anillo oscuro en verano y otro claro en primavera), lo que permite establecer su edad. Contando el número de anillos del tronco de un árbol, podemos conocer su edad, realizando un cálculo muy sencillo.



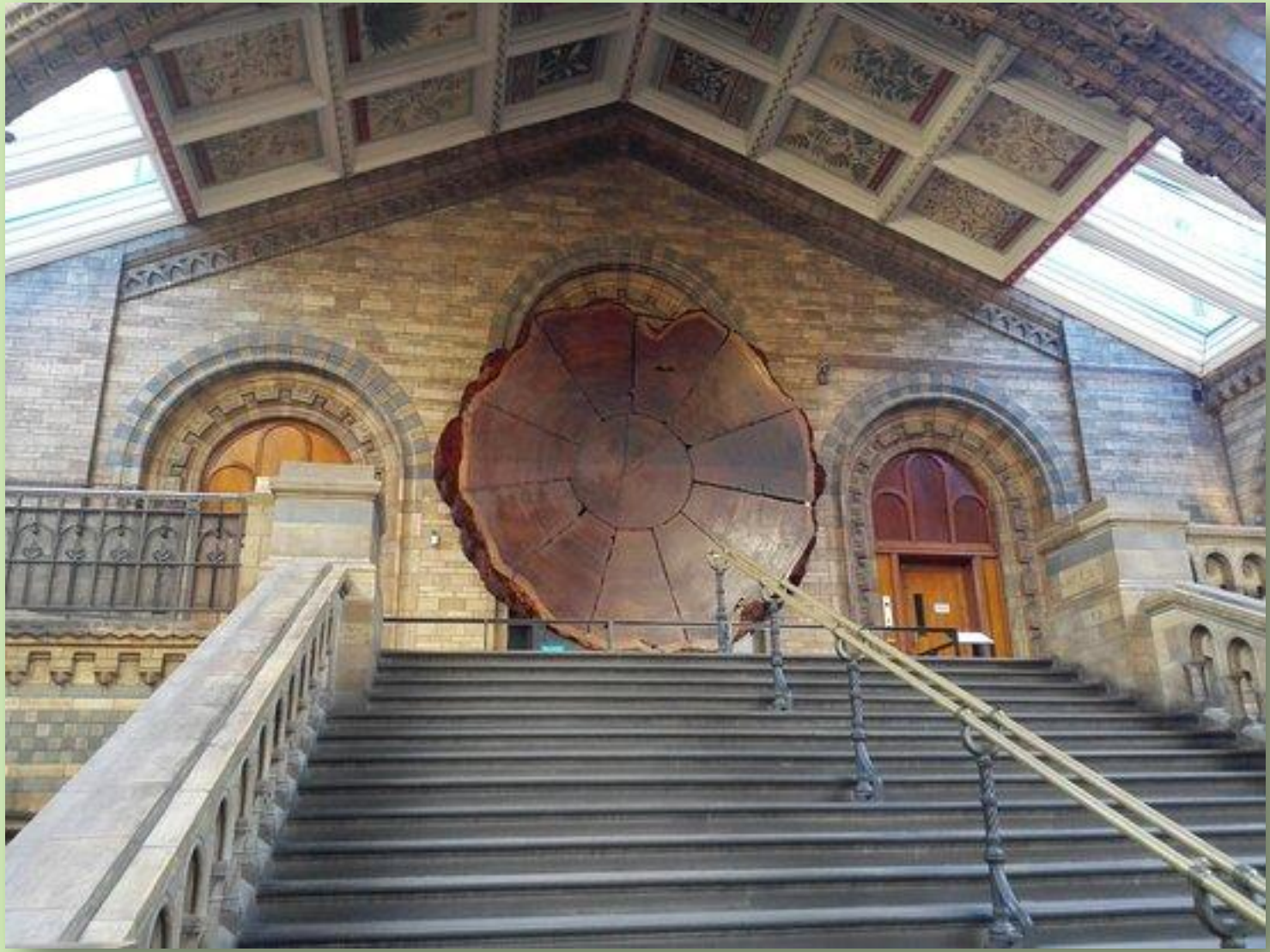
Detalle de los anillos del alerce



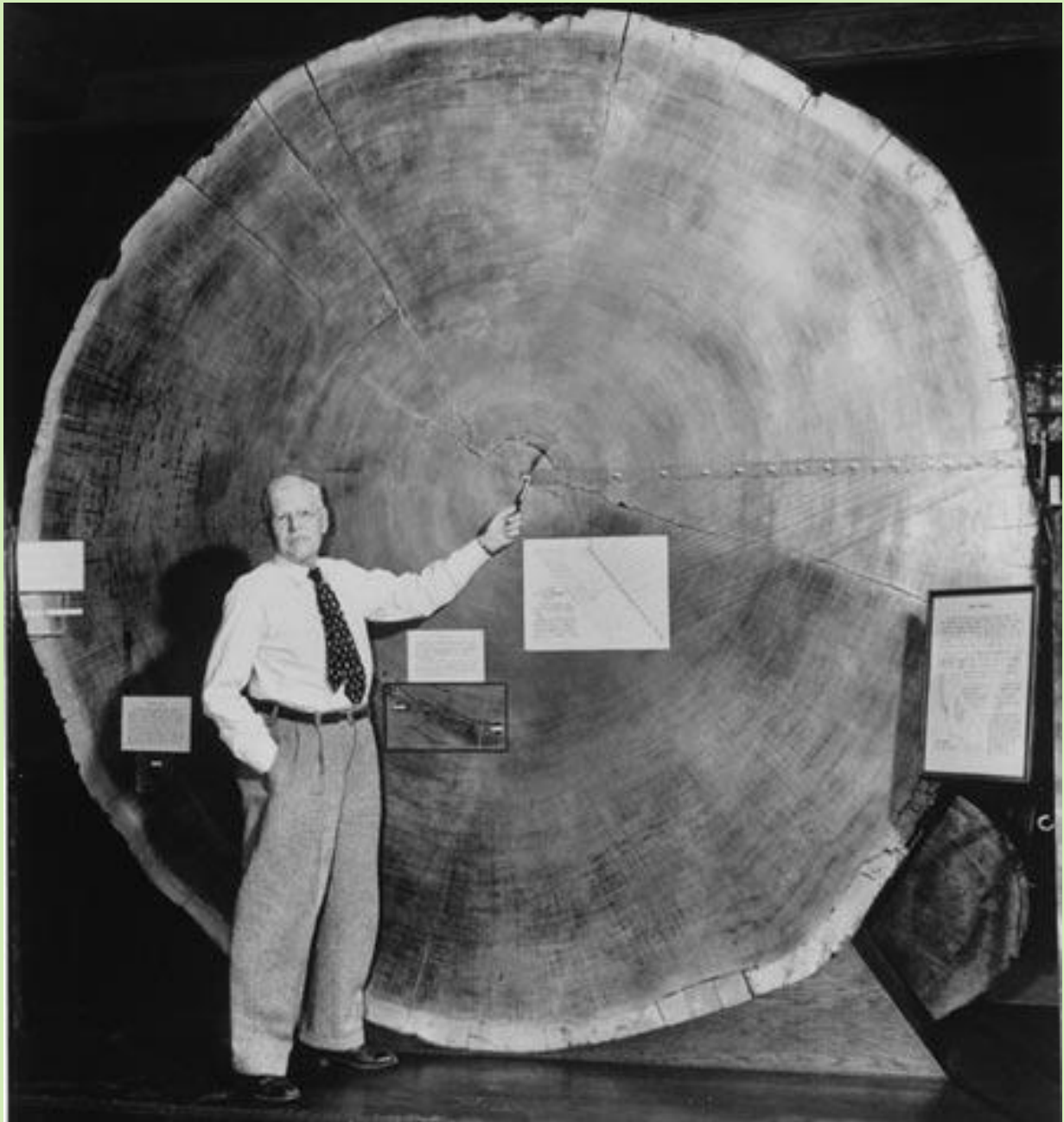
Dendrochronology: tree time keeping



9GAG is your best source of fun.



<https://media-cdn.tripadvisor.com/media/photo-s/0c/ab/ae/4a/giant-sequoia.jpg>



2.2.3. DATACIÓN ABSOLUTA: TERMOLUMINISCENCIA

Se basa en que los materiales con una estructura cristalina, como la cerámica, contienen pequeñas cantidades de elementos radiactivos, sobre todo de uranio, torio y potasio. Estos se desintegran a un ritmo constante y conocido, emitiendo radiaciones alfa, beta y gamma que bombardean la estructura cristalina y desplazan a los electrones, que quedan atrapados en grietas de la retícula cristalina.

A medida que pasa el tiempo quedan aprisionados cada vez más electrones. Sólo cuando se calienta el material rápidamente a 500° C o más, pueden escapar los electrones retenidos, reajustando el reloj a cero y mientras lo hacen emiten una luz conocida como termoluminiscencia.

La termoluminiscencia puede ser utilizada para fechar cerámica, el material inorgánico más abundante en los yacimientos arqueológicos de los últimos 10.000 años; también permite fechar materiales inorgánicos (como el sílex quemado) de hasta 50.000 a 80.000 años de antigüedad.

2.2.4. DATACIÓN ABSOLUTA: PALEOMAGNETISMO

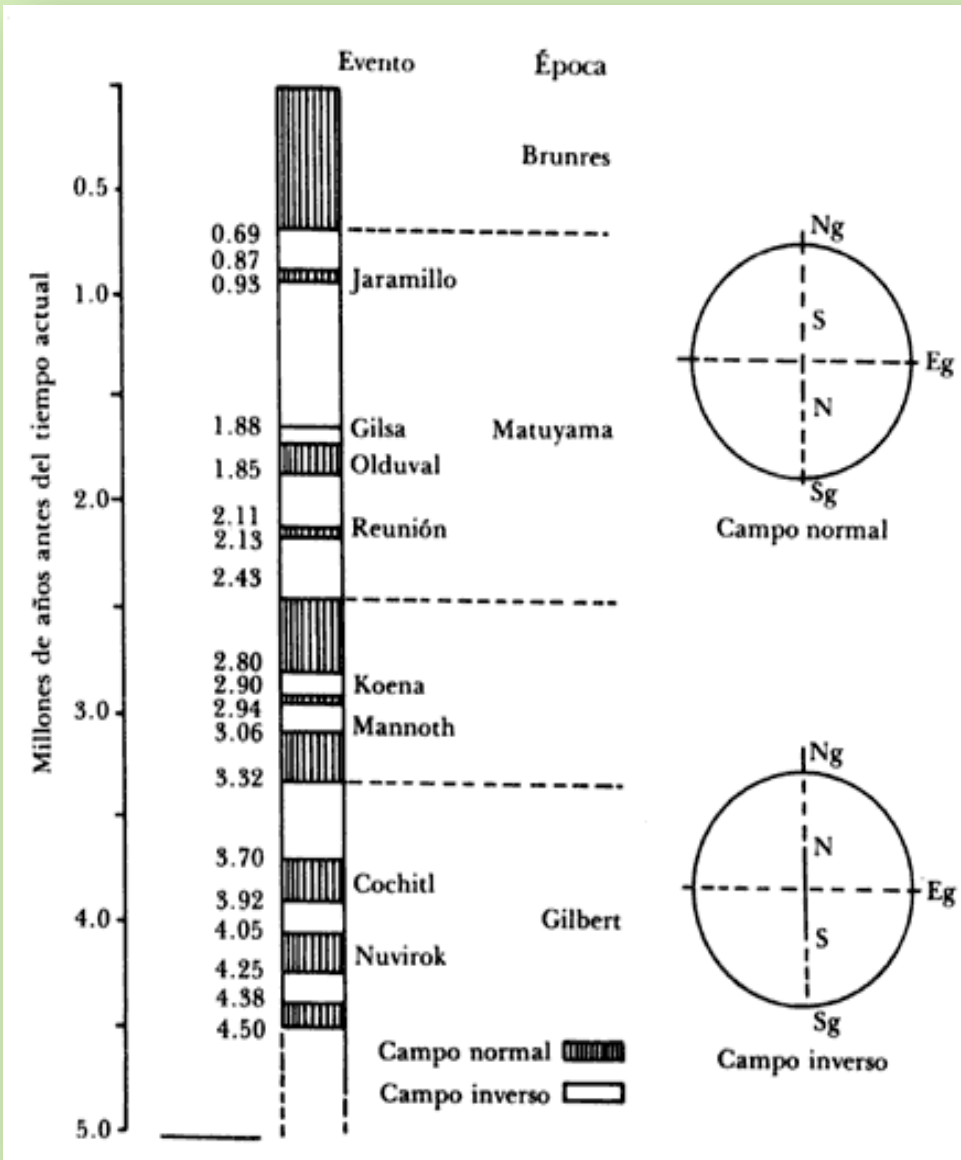
Se basa en que el **campo magnético** de la Tierra ha sufrido **cambios** con el tiempo. A intervalos de tiempo irregulares, la polaridad de la Tierra se ha invertido, es decir, que el imán que el planeta tiene en su interior se ha dado la vuelta.

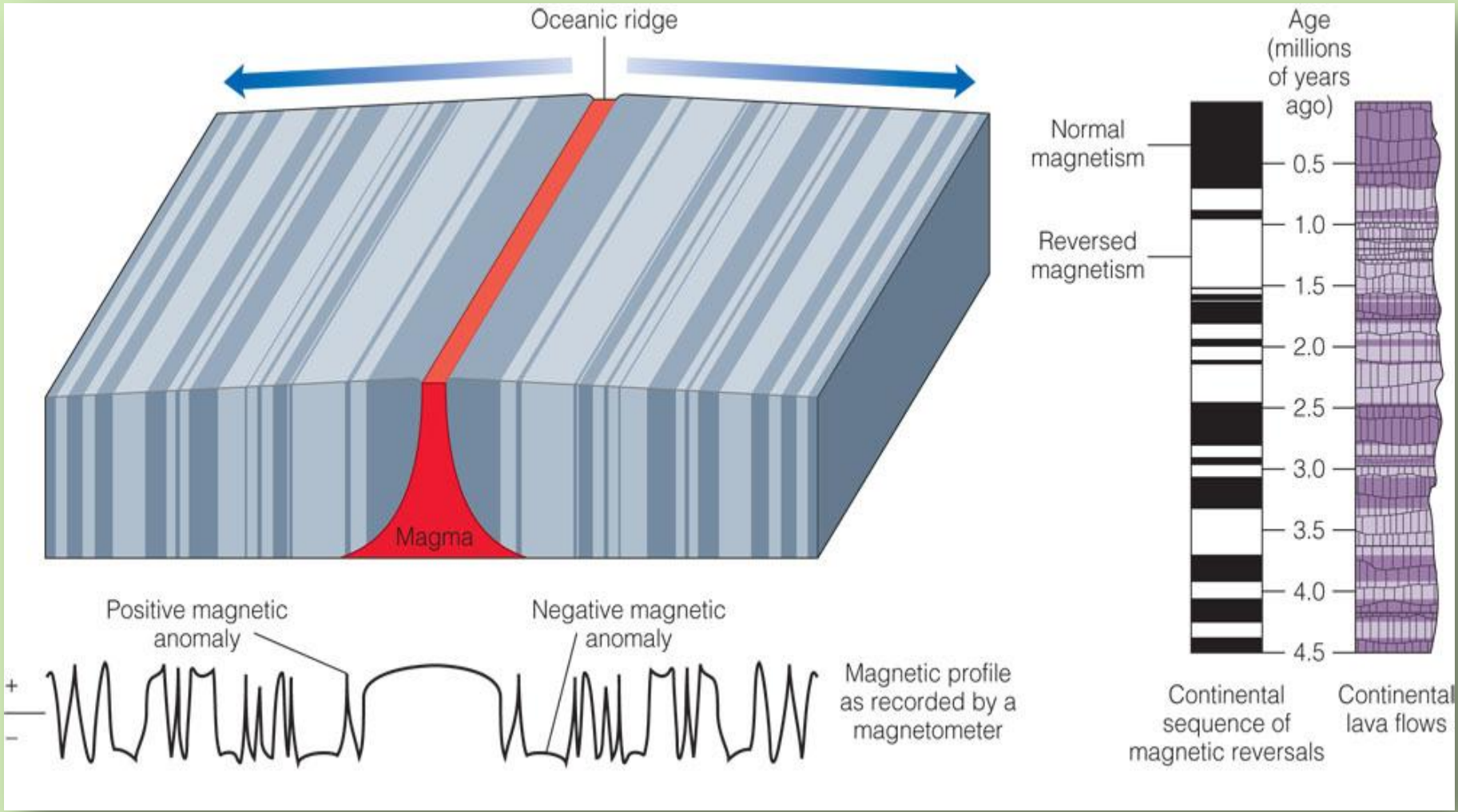
Durante uno de estos cambios, la aguja de una brújula no apunta al Norte, sino al Sur. Cuando las rocas se forman, después de las erupciones volcánicas o durante la deposición de materiales, la dirección del campo magnético queda registrada en la orientación de las partículas que contienen hierro.

Como además se sabe en qué fechas se produjeron estos cambios, cuando se detecta un cambio de polaridad se puede saber la edad del estrato y, por tanto, de los restos contenidos en él.

El último cambio de polaridad magnética se produjo hace 780.000 años, por lo que se puede deducir la antigüedad de los restos anteriores a esa fecha, dado que se conocen los intervalos de las anteriores inversiones magnéticas, que abarcan una escala de varios millones de años y comprenden todo el Cuaternario.

Escala de polaridad del campo magnético terrestre en los últimos tres millones de años.





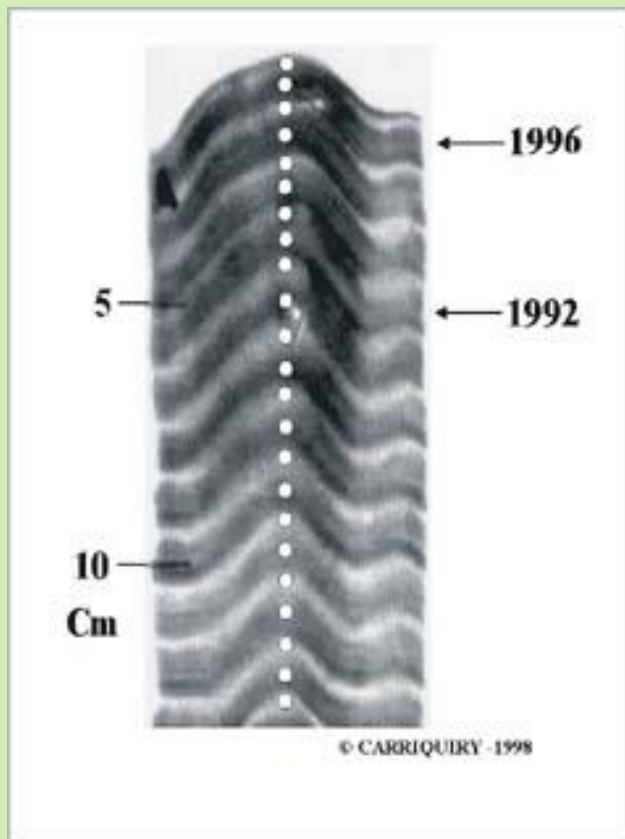
2.2.5. DATACIÓN ABSOLUTA: BANDAS Y ANILLOS DE CRECIMIENTO EN ANIMALES

Organismos que viven en agua, como los corales, muestran una prominencia de carácter anual y unas finas estrías paralelas a la abertura de carácter diario. Se puede determinar el número de días al año y, por tanto, la velocidad de rotación terrestre.

En el Devónico el año habría tenido 400 días de 22 horas. En el Carbonífero, 390 días; a principios del Paleozoico, el día habría sido de 21 horas, y de solo 11 horas hace 1.500 millones de años.

La tierra disminuye lentamente su velocidad de rotación debido a la fricción de mareas, y posiblemente a un aumento en el radio terrestre, a un ritmo de 2 segundos cada 100.000 años. Las conchas de los moluscos y las escamas de peces pueden usarse en la misma forma

Bandas de crecimiento en conchas o esqueletos calizos de animales, por ejemplo, en los corales, las capas se yuxtaponen diariamente.



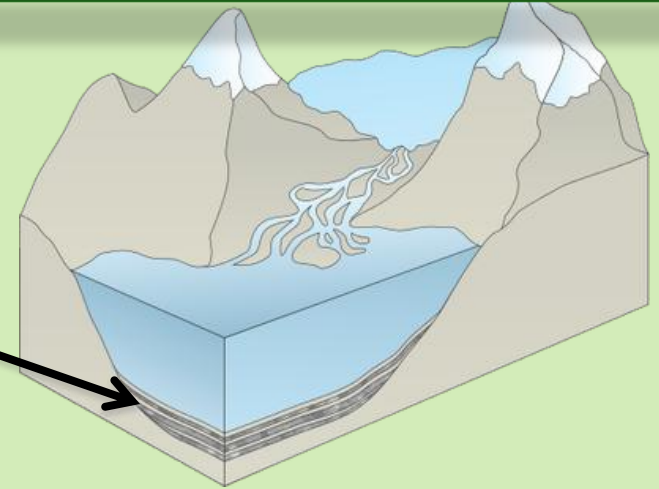
2.2.6. DATACIÓN ABSOLUTA: VARVAS GLACIARES

Es un método estratigráfico que permite establecer medidas de años absolutas. Se basa en el estudio de lagos glaciares. Se estudia la deposición de arcillas y depósitos limosos, dispuestos en estratos.

Estos estratos son más claros cuando están compuestos por limos y arenas (depositados en verano), y más oscuros y arcillosos, con presencia de residuos orgánicos (depositados en invierno).

El conjunto de un estrato de verano y otro de invierno constituye una **varva**.

El número total facilita pues un valor de tiempo total absoluto o relativo. Este procedimiento abarca datos cronométricos de hasta 25.000 años, limitándose a regiones donde se hayan producido dichos estratos (presencia de lagos glaciares).



Métodos sedimentológicos

Se basan en los depósitos cíclicos de sedimentos, como ocurre con las **varvas glaciares**, que son sedimentos que se depositan en el fondo de los lagos glaciares, según los cambios estacionales.



En **invierno**, cuando la superficie del lago está helada, solo se acumula una fina capa de color oscuro (constituida por arcillas y por materia orgánica).

En **verano**, cuando el hielo se funde, se deposita una capa clara y gruesa con los aportes detríticos que llegan al lago.

Contando las capas, es posible calcular la edad del lago a partir de sus **varvas**.

Dos pares de estratos se depositan de forma estacional: en **verano** se deposita una capa de materiales claros, y en **invierno** se depositan materiales oscuros. Su espesor varía con las estaciones, debidos a cambios climáticos del glaciar.



3. LA ESCALA DEL TIEMPO GEOLÓGICO

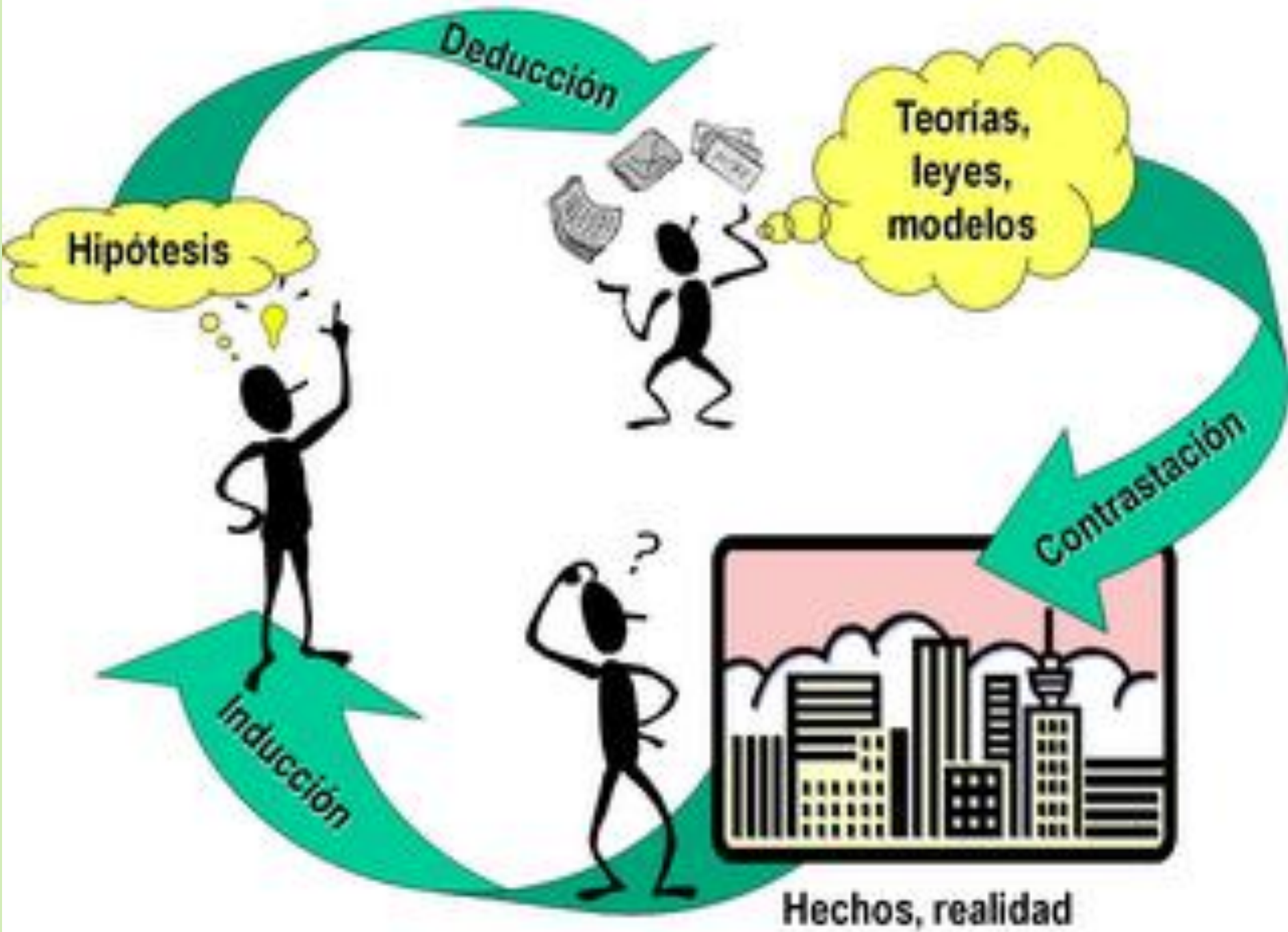
Eon	Era	Periodo	Epoch	
Phanerozoic	Cenozoic	Cuaternario	Holocene	
			Pleistocene	Humanos modernos
		Terciario	Pliocene	Primeros homínidos
			Miocene	
			Oligocene	Mamíferos modernos
			Eocene	Primeras ballenas
	Paleocene			
	Mesozoic	Cretácico	Primeras plantas con flor	
		Jurásico	Primeros pájaros	
		Triásico	Primeros Dinosaurios y mamíferos	
	Paleozoic	Pérmico	Primeros reptiles	
		Carbonífero	Primeros anfibios terrestres	
		Devónico	Primeros insectos	
		Silúrico	Primeras plantas terrestres	
		Ordovícico	Primeros peces	
Cámbrico		Primeros cordados		
Precambrian	Proterozoic		Primeras formas de vida pluricelulares	
	Archean		Primeras formas de vida unicelulares	

A. NOCIÓN DEL TIEMPO GEOLÓGICO

- No existe como tal.
- Los geólogos consideran que corresponde a los últimos 4600 m.a. de la historia del Universo, durante el cual ha existido nuestro planeta.
- Por eso, no tendría sentido en cualquier otro punto del Universo.
- Persiste la idea de que el tiempo geológico está registrado en un acontecimiento prácticamente continuo, la sedimentación.

B. VELOCIDAD DE LOS PROCESOS GEOLÓGICOS

- En geología se utiliza el método inductivo.
- Todo estudio en geología comienza estudiando la materia, es decir, observando los materiales que hay en la superficie de la Tierra.
- Esta observación plantea una serie de interrogantes.
- Por vía inductiva llegamos a unos principios causales que los han producido.



Hipótesis

Deducción

Teorías,
leyes,
modelos

Contratación

Inducción

Hechos, realidad

- La observación geológica es difícil. Se debe a que los fenómenos geológicos son muy lentos y el observador tiene que utilizar una escala espacio-temporal muy grande.

C. ESCALA CRONOESTRATIGRÁFICA

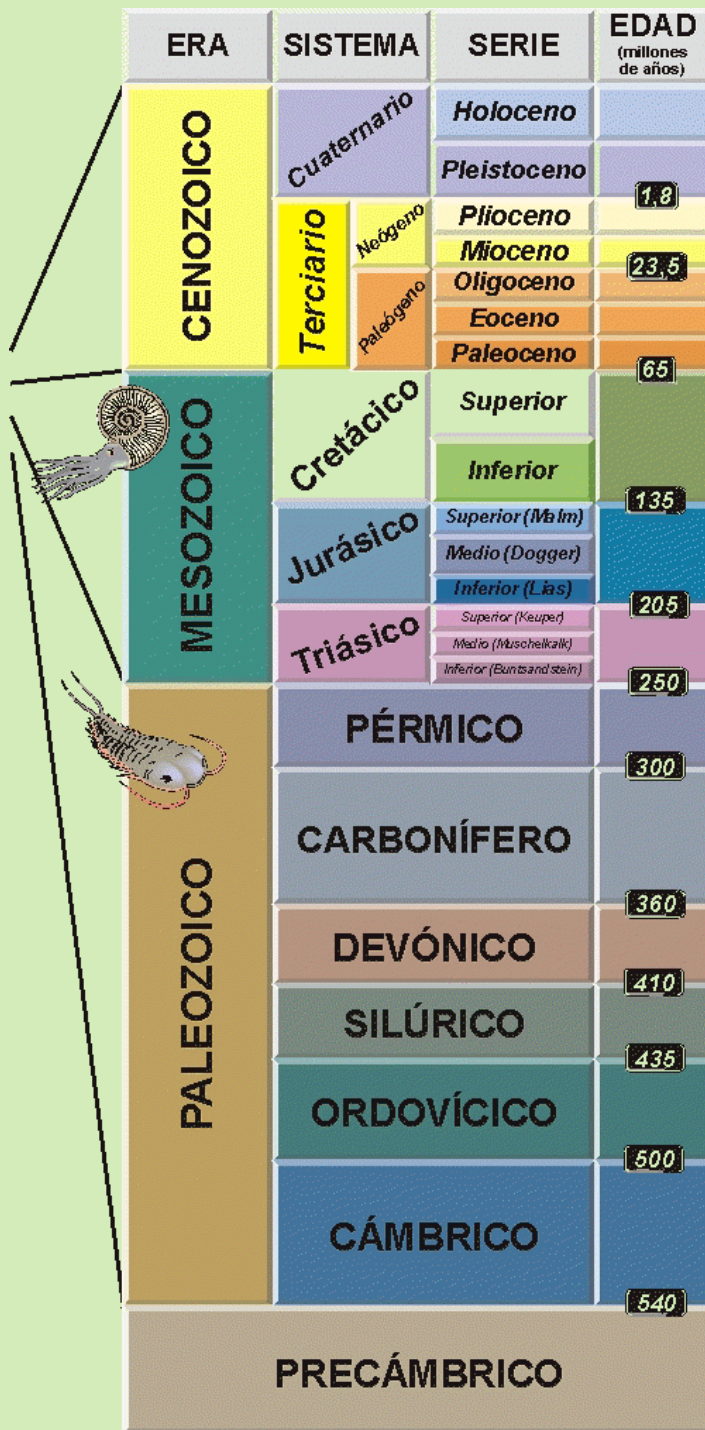
- Los geólogos comenzaron por delimitar en la historia de la Tierra sucesivas etapas:
 - ERAS: grandes lapsos de tiempo caracterizados por el tipo de vida orgánica presente en el planeta.
 - Precámbrica
 - Paleozoico
 - Mesozoico
 - Cenozoico

– PERIODOS: lapsos de tiempo en que se dividen las eras. Corresponden en general a importantes perturbaciones en la corteza terrestre. Reciben nombres relacionados con las regiones donde las rocas correspondientes a su edad fueron reconocidas y estudiadas por primera vez.

- Cámbrico: nombre romano de Gales
- Ordovícico: Tribu celta que habitaba en el País de Gales.
- Silúrico: Tribu celta que habitaba en el País de Gales.
- Devónico: Devonshire (Gran Bretaña).
- Carbonífero: grandes yacimientos de carbón formados.
- Pérmico: Provincia de Perm (URSS).
- Triásico: hace alusión a los tres tipos de rocas de esta edad en Europa.
- Jurásico: Montes de Jurá en Francia-Suiza.
- Cretácico: cuya raíz latina significa caliza, roca que forma los famosos acantilados ingleses del Canal de la Mancha y que se extiende por toda Europa incluyendo, por supuesto, la isla de Creta.

- UNIDADES GEOCRONOLÓGICAS: responden a divisiones puramente temporales. Suelen utilizarse como sinónimos de las UNIDADES CRONOESTRATIGRÁFICAS que definen los estratos depositados durante un tiempo.

GEOCRONOLÓGICA	CRONOESTRATIGRÁFICA
Eon	Eontema
Era	Eratema
Periodo	Sistema
Época	Serie
Edad	Piso



4. GEOLOGÍA HISTÓRICA

- Rama de la geología que estudia los sucesos y las transformaciones que ha experimentado la Tierra desde su formación hasta la actualidad.



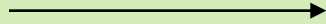
A. EL PRECÁMBRICO

Precámbrico, en geología, la más antigua de las divisiones de la escala de tiempos geológicos que comienza con el nacimiento de la Tierra y se extiende hasta el cámbrico, al inicio del eón fanerozoico, hace unos 570 millones de años, cuando los organismos multicelulares empezaron a ser abundantes. Las rocas más antiguas conocidas tienen una edad de aproximadamente 4.000 millones de años. Se han encontrado rocas precámbricas en Canadá, Escandinava, África, Brasil, Australia y la Antártica. Sin embargo, se ha estimado que la Tierra tiene unos 4.650 millones de años; es decir, es unos 650 años más antigua que las rocas más antiguas encontradas. Cuando se desarrolló la escala de tiempos geológicos, en el siglo XIX, la historia de la Tierra se dividió en dos periodos en función del contenido en fósiles de los distintos estratos rocosos: el precámbrico, en el que los fósiles eran raros o estaban ausentes; y el fanerozoico, donde ya eran relativamente abundantes.



Posteriormente se han ido añadiendo más subdivisiones y en la actualidad los científicos tienden a dividir el precámbrico en un eón **hádico** (desde la formación de la Tierra hasta hace unos 3.800 millones de años), el eón **arcaico** (desde hace unos 3.800 millones de años hasta hace unos 2.500 millones de años) y el eón **proterozoico** (desde hace unos 2.500 millones de años hasta hace unos 570 millones de años).

En alguna fase temprana del precámbrico, la corteza se dividió en placas tectónicas, y dio lugar a la deriva continental. Los primeros océanos se convirtieron en el hogar de las bacterias. Se cree que las cianobacterias fueron las responsables de la generación de oxígeno, vertiendo el gas a la atmósfera primitiva durante millones de años y preparando el camino para la evolución de criaturas marinas dependientes del oxígeno durante el cámbrico, periodo de la era paleozoica.



Las rocas sedimentarias del precámbrico contienen fósiles de vida marina primitiva uni y pluricelular, como algas, trazas de vida más primitiva, como bacterias y en las rocas precámbricas más jóvenes la fauna ediacarana, un conjunto de invertebrados marinos complejos de cuerpo blando, que no evolucionaron. Las rocas del precámbrico son ricas en minerales como mineral de hierro, oro, níquel y cobre, y canteras de piedra empleadas en la construcción como el granito y el mármol..

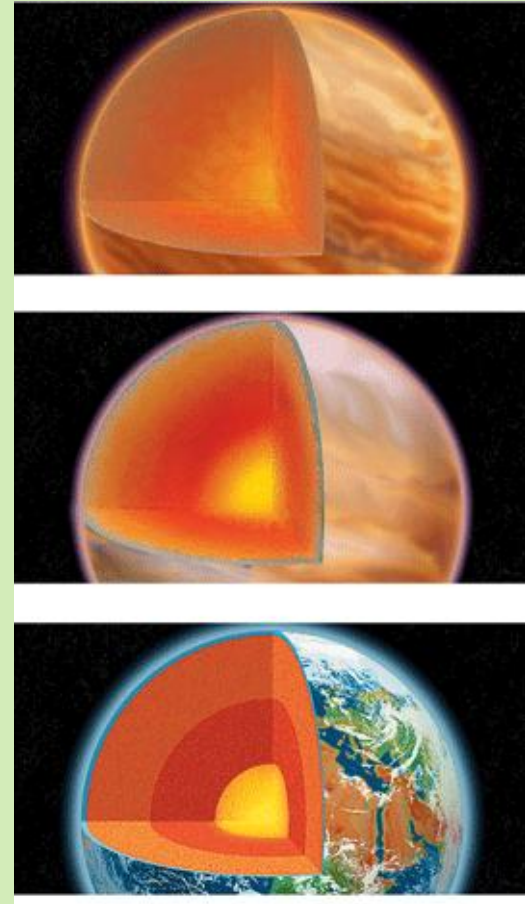
La Geología moderna divide este lapso en tres eones:

a. EÓN HÁDICO (4600-4000 m.a.)

- Formación, enfriamiento y consolidación de la Tierra.
- Origen de las primeras rocas y minerales.
- Origen de la atmósfera y la hidrosfera.



El Eón **Hadeico** (también llamado **Hádico** o **Hadeano**) es la primera división del Tiempo Precámbrico. Comienza en el momento en que se formó la Tierra hace unos 4.600 millones de años y termina hace 4.000 millones de años, cuando comienza el Eón Arcaico. La Comisión Internacional de Estratigrafía lo considera un término informal y no ha fijado ni reconocido estos límites. Etimológicamente, **la palabra Hadeico proviene de Hades**, probablemente porque se le relaciona con una etapa de calor y confusión. Durante este período, probablemente el Sistema Solar se estaba formando dentro de una gran nube de gas y polvo. **La Tierra se formó cuando parte de esta materia se transformó en un cuerpo sólido. Este es el período durante el cual se formó la corteza terrestre.** Esta corteza sufrió muchos cambios, debido a las numerosas erupciones volcánicas . Las **rocas más antiguas** que se conocen tienen una antigüedad de aproximadamente 4.400 millones de años y se encuentran en Canadá y Australia, mientras que las formaciones rocosas más antiguas son las de 3.800 millones de años de Groenlandia. El intenso bombardeo tardío que afectó a la Tierra y a la Luna se produjo hace 4.000 millones de años durante este eón.

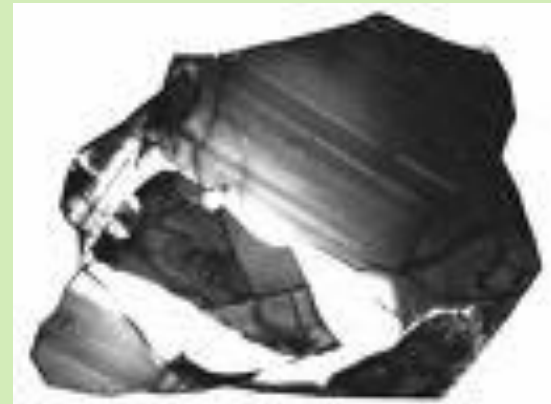
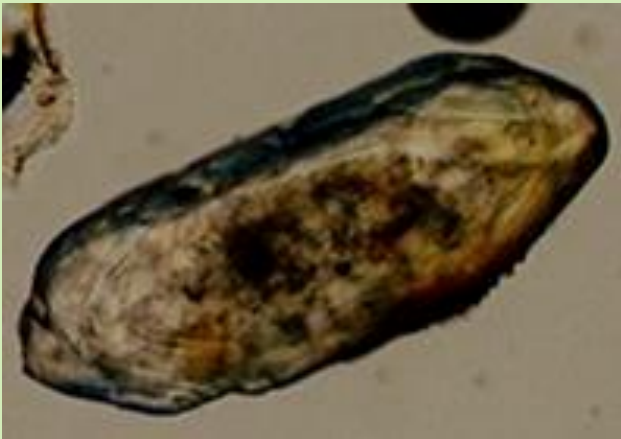


En las últimas décadas del siglo XX los geólogos identificaron algunas rocas haédicas en Groenlandia Occidental, el Noroeste de Canadá y Australia Occidental.

Los **minerales más antiguos** conocidos son los cristales individuales de zircón redepósitos en los sedimentos del Oeste de Canadá y la región Jack Hills de Australia Occidental. Los zircons más antiguos datados tienen 4.400 millones de años, muy cerca de la fecha estimada de formación de la Tierra.

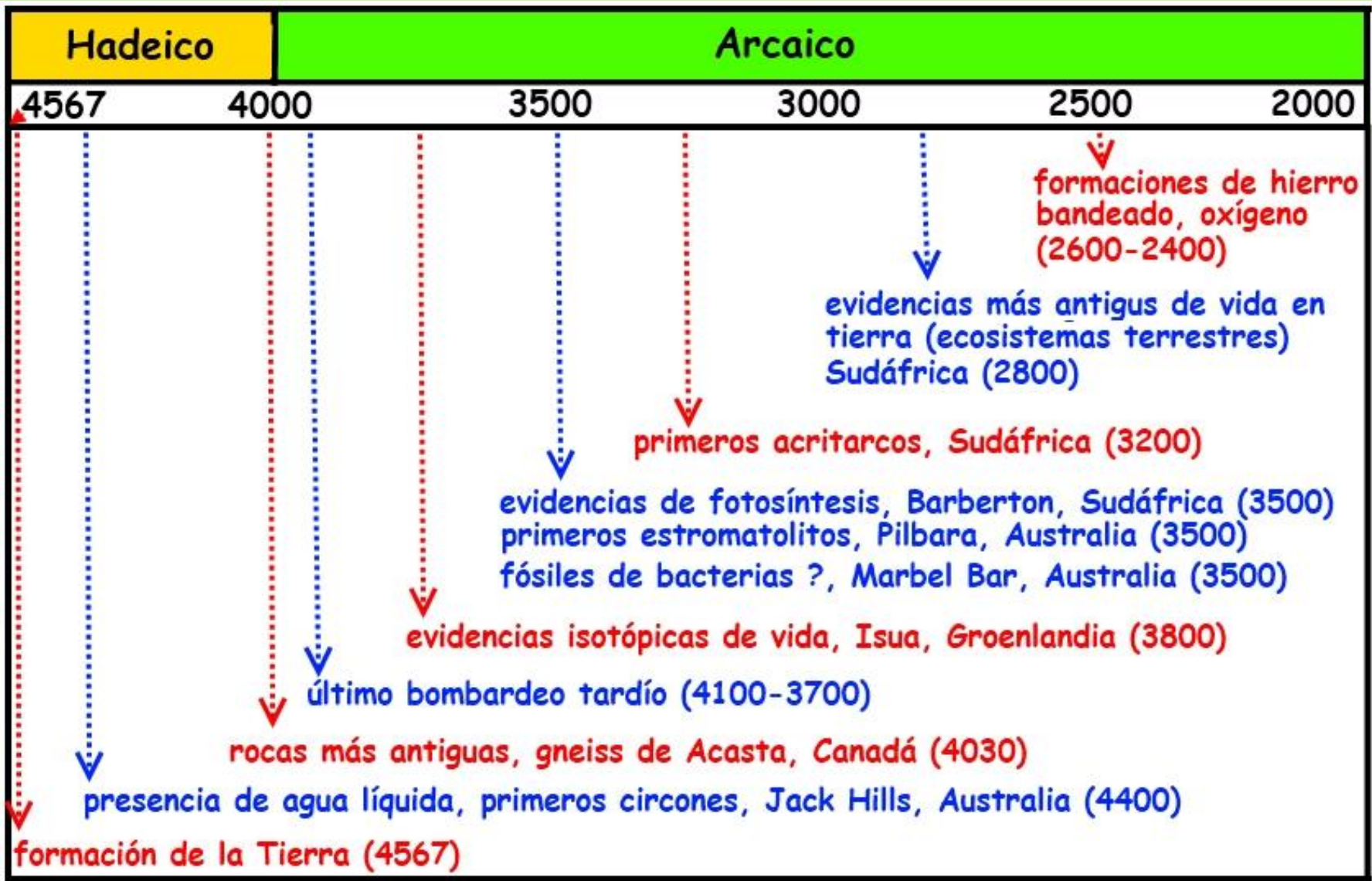
La formación rocosa más antigua conocida, el cinturón supracortical de Isua, está integrado por los sedimentos de Groenlandia datados en alrededor de 3.800 millones de años, algo alterados por diques volcánicos que penetraron en las rocas después de haber sido depositadas.

Los sedimentos de Groenlandia incluyen formaciones de hierro bandeado. Posiblemente contienen carbono orgánico, lo que indicaría que las primeras moléculas datan de esta época y una pequeña probabilidad de que ya hubiera surgido la fotosíntesis. Los fósiles más antiguos conocidos (de Australia) datan de unos pocos cientos de millones de años más tarde.



b. EÓN ARCAICO (4000-2500 m.a.)

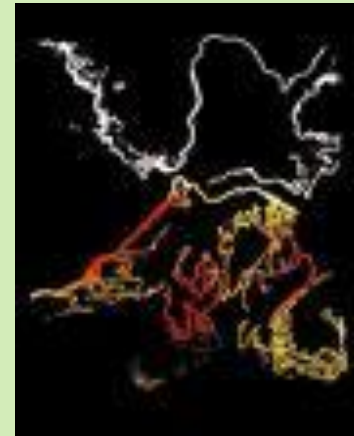
- Etapa en la que se produce el origen de la vida.
- Los primeros seres vivos tienen células procariotas.
- Con la aparición de la fotosíntesis la atmósfera acumula oxígeno.
- Fósiles más característicos: Estromatolitos



millones de años

Durante esta época según los geólogos **se originan los continentes** y **se origina la vida**. **Los continentes se formaron** cuando volcanes en los océanos hacen erupciones, la lava hace que se evapore dando origen a una pequeña isla llamada: ur; luego los volcanes vuelven a hacer erupciones y dan origen a otras 3 islas que se les llaman: báltica, ártica y atlántica. Luego báltica colisiona con ártica moldeando nena. Pronto colisionan ur y atlántica con nena formando el supercontinente de rodinia.

Mientras los continentes se forman se origina la vida. **La vida se origina** cuando átomos (como el oxígeno) se unen a otros átomos formando moléculas y se van uniendo mas átomos haciendo moléculas mas complejas hasta crear proteínas, ARN rodeado de proteínas formando a los virus (de estructura simple sin orgánulos celulares por eso se les considera el puente entre lo no vivo y lo vivo), pronto las proteínas que los conforman empiezan a formar una pared celular y el ARN da origen al ADN.



c. EÓN PROTEROZOICO (2500-541 m.a.)

- Atmósfera oxidante.
- Formación de los núcleos de los actuales continentes.
- Comienza la tectónica de placas.
- Surgen las primeras células eucariotas.
- Primeros organismos pluricelulares: Ediacaranos.



El **Proterozoico** es un eón geológico perteneciente al Precámbrico que abarca desde hace 2.500 millones de años hasta hace $542,0 \pm 1,0$ millones de años. Se caracteriza por la presencia de grandes plataformas continentales. Las cordilleras generadas en este eón sufrieron los mismos procesos a los fanerozoicos. La intensidad del metamorfismo disminuyó en este momento geológico. La Tierra sufre sus **primeras glaciaciones**, y se registra una **gran cantidad de estromatolitos**. Sin duda, supusieron un importante cambio en la biota terrestre. El Período Ediacárico de finales del Proterozoico se caracteriza por la evolución de **abundantes organismos pluricelulares de cuerpo blando**.



Estromatolitos de los Andes Orientales en Cochabamba (Bolivia)

Geología

Los continentes a finales del Proterozoico, hace 550 millones de años. El registro geológico del Proterozoico es mucho mejor que el de la época anterior, el Arcaico. Al contrario que los depósitos de agua profunda del arcaico, el Proterozoico posee muchos estratos que fueron depositados en extensos mares epicontinentales superficiales. Además, muchas de estas rocas están menos metamorizadas que las del Arcaico, y un alto número permanecen inalteradas. Los estudios de estas rocas muestran que durante este eón se produjo acreción continental rápida y masiva (única del Proterozoico), ciclos de supercontinentes y la moderna actividad orogénica.

La **primeras glaciaciones** conocidas se produjeron durante el Proterozoico.



Vida

Durante el Proterozoico se produjo la expansión de cianobacterias, de hecho, los estromatolitos alcanzaron su mayor abundancia y diversidad durante este período, con un pico hace aproximadamente 1.200 millones de años.

Las primeras células eucariotas y los primeros pluricelulares (Mediante el análisis químico de rocas que datan de hace 635 millones de años, se ha descubierto una forma modificada de colesterol, que es producida sólo por las esponjas), se originaron una vez que se produjo la acumulación de oxígeno libre. Los eucariontes podrían haber surgido hace unos 2.000 millones de años, pero los fósiles más tempranos como los acritarcos, al no conservar una morfología distintiva, son difíciles de interpretar. Los primeros fósiles que pueden identificarse claramente como eucariotas son de *Melanocyrrillium*, probablemente amebas con caparazón, de hace 760 millones de años.

Clásicamente, el límite entre los eones Proterozoico y Fanerozoico se fijó al inicio del Cámbrico, período en el que aparecieron los primeros fósiles de animales como trilobites y arqueociatos. En la segunda mitad del siglo XX, se encontró una serie de formas fósiles en rocas del Proterozoico, la denomina **fauna de Ediacara**, pero el inicio del Cámbrico, se ha mantenido fijo a 542 millones de años.



Fósil de la fauna de Ediacara

B. EL FANEROZOICO



- 😊 Abarca los últimos 541 millones de años
- 😊 Es el más breve de los cuatro eones
- 😊 Presenta divisiones más detalladas, las rocas que lo representan son abundantes, contienen muchos fósiles y están poco metamorfozadas

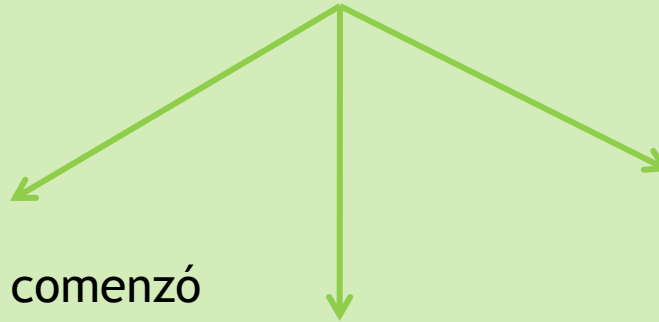
Rocas del fanerozoico



Hay identificadas miles de especies de fósiles, muchas presentan amplia distribución geográfica

EL FARENOZOICO,

se divide en:



PALEOZOICO, comenzó
hace 541 millones de
años

MESOZOICO,
comienza hace
252 millones de
años

CENOZOICO,
comienza hace 66
millones de años y
llega hasta la
actualidad.

a. ERA DEL PALEOZOICO (541-252 m.a.)

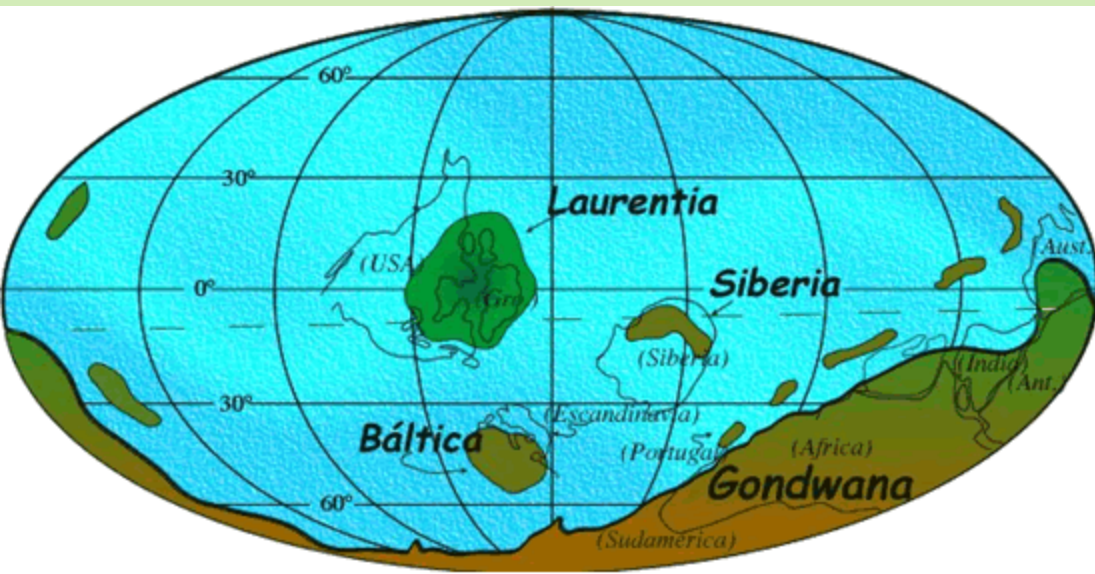
- Se producen los grandes cambios.

La Era **Paleozoica**, **Paleozoico** o **Era Primaria** es una etapa de la Historia de la Tierra de más de 290 millones de años (m. a.) de duración. Es la primera era del Eón Fanerozoico, entre el Eón Proterozoico y la Era Mesozoica.



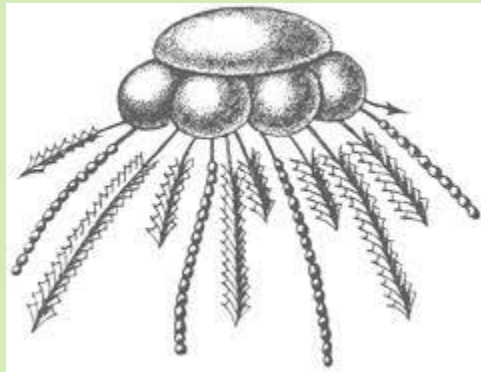
1. CÁMBRICO (541- 485 m.a.)

- Clima cada vez más cálido.
- El supercontinente Rodinia se fragmentó: Gondwana (se dirigió hacia el polo sur) y tres continentes pequeños, Laurentia, Siberia y Báltica (se desplazaron hacia el norte).
- Gran radiación de la vida (**Explosión Cámbrica**).
- Aparecieron los principales grupos de invertebrados: esponjas, cnidarios, anélidos, artrópodos, graptolitos, equinodermos y moluscos.
- Los fósiles más característicos son los **Trilobites** y los **Arqueociátidos**.

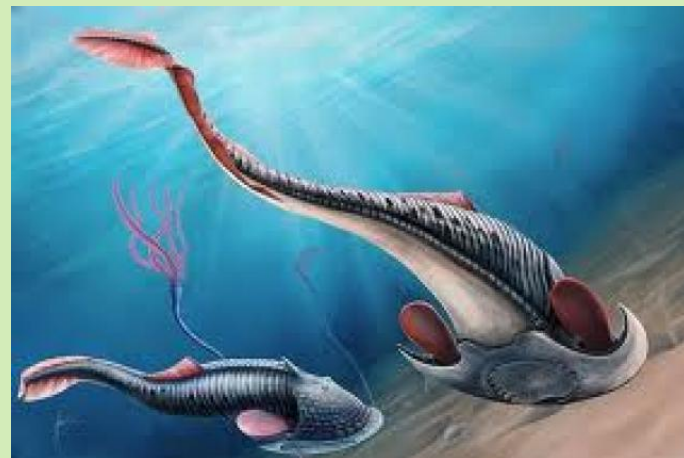


2. ORDOVÍCICO (485- 443 m.a.)

- Intensa **glaciación**. Esta ola de frío causó la segunda mayor extinción masiva de del Eón Fanerozoico.
- Aumenta la fauna marina. Los mares son someros y se intensifican los **graptolitos** y los **cefalópodos**.
- Surgieron los **agnatos**, antepasados de los vertebrados. Hoy en día los únicos representantes de este grupo son las lampreas.



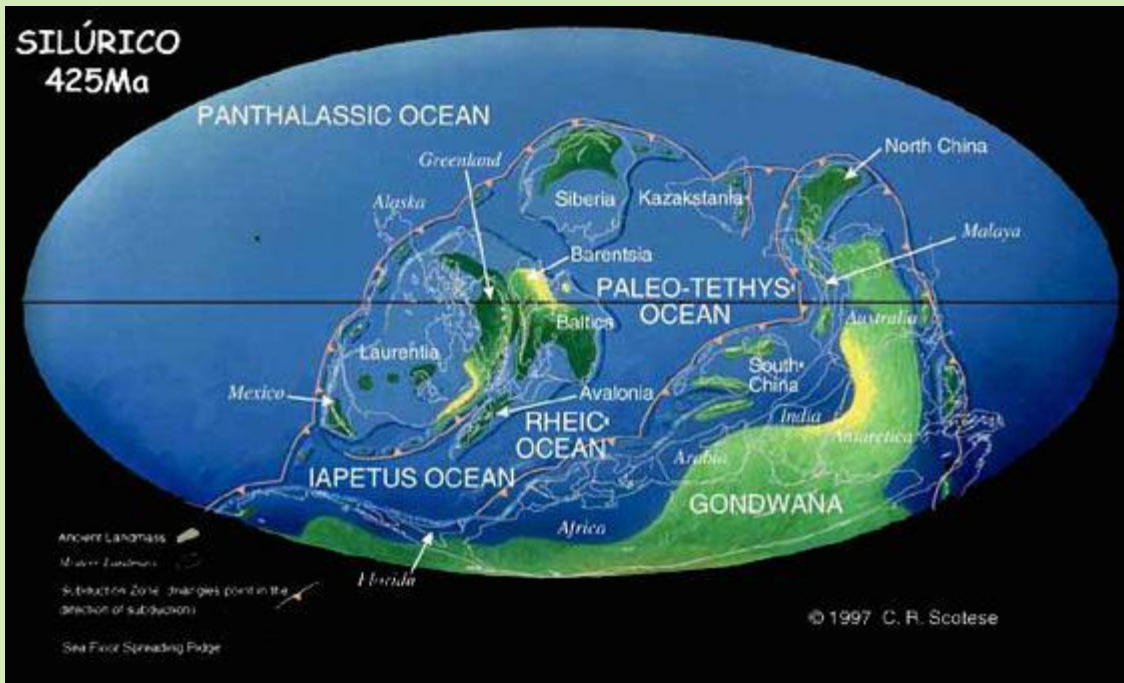
Graptolitos



Agnatos

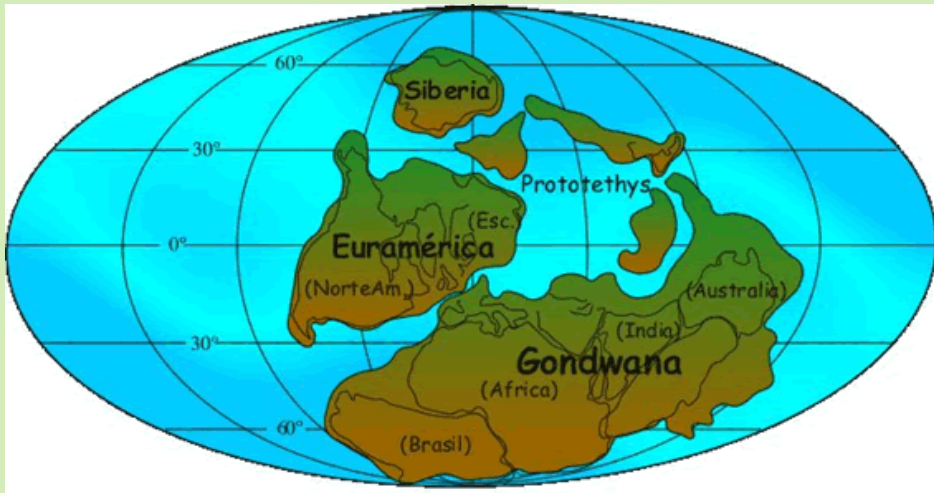
3. SILÚRICO (443- 419 m.a.)

- Se produjo la **orogenia caledoniana**.
- El nivel del mar había descendido coincidiendo con la glaciación, pero se recuperó lentamente durante en el transcurso del Silúrico y Devónico.
- Aparecieron los **peces acorazados** y se produjo la colonización de la tierra firme: primero por los **vegetales** y luego por los **invertebrados**.



4. DEVÓNICO (419- 358 m.a.)

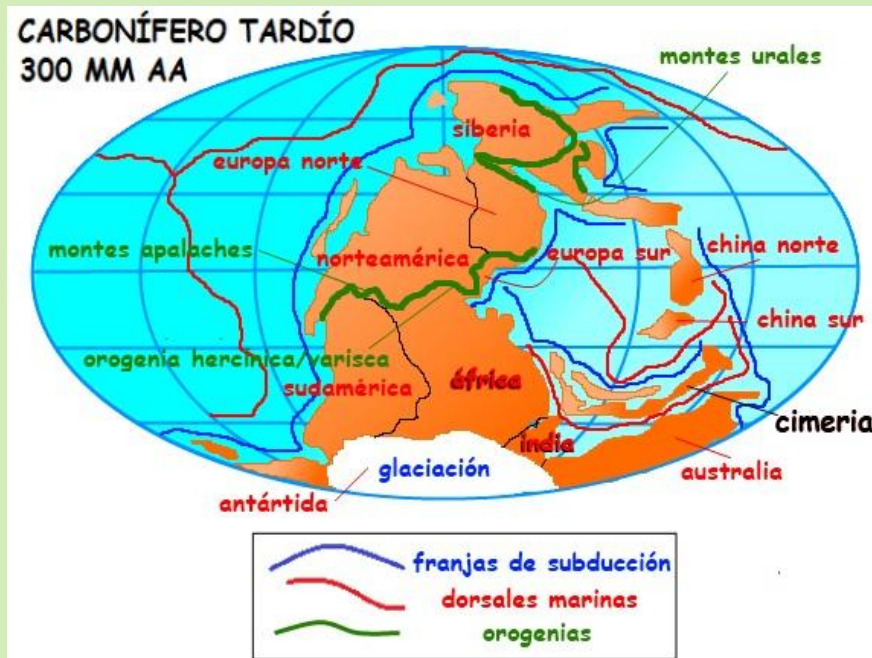
- Choque entre Gondwana y Euramérica.
- Se produjo la **orogenia hercínica**.
- Aparecieron los **cefalópodos**, los **anfibios** a partir de un grupo de peces, y también la **plantas con semillas**.
- Al final del Devónico ocurrió la **segunda gran extinción**. Los organismos más afectados fueron los que habitaban en zonas marinas templadas. Se piensa que por una falta de oxígeno en los océanos y porque al redistribuirse los continentes se eliminaron las plataformas marinas.



Ichthyostega

5. CARBONÍFERO (358- 298 m.a.)

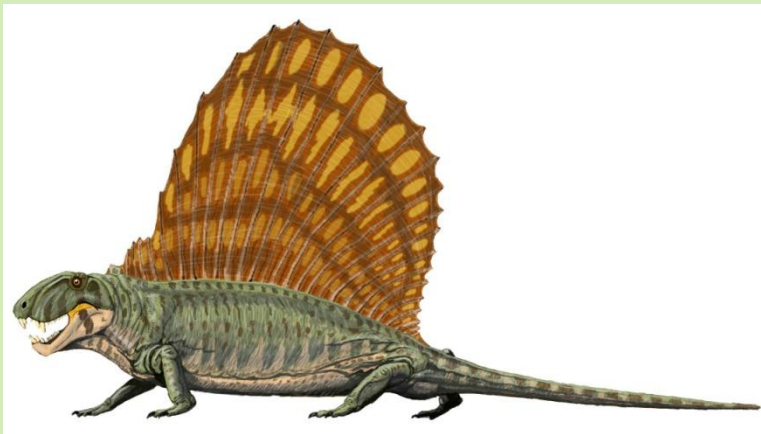
- Los continentes estaban agrupados en uno solo, conocido como **Pangea**.
- **Atmósfera con alta concentración de oxígeno.**
- Esto desestabilizó el clima y llevó a una, tal vez dos, **glaciaciones** durante el Carbonífero. Estas son mucho más severas que la breve glaciación del Ordovícico superior, pero esta vez los efectos sobre la biota fueron intrascendentes.
- Hubo una gran expansión de los **bosques de helechos**, y a partir de los anfibios se desarrollaron los **reptiles** y surgieron los primeros **insectos voladores**.



6. PÉRMICO (298-252 m.a.)

- **Finalizó la orogenía hercínica.**
- El Pérmico estuvo dominado por los **reptiles sinápsidos o mamiferoides.**
- La flora fue reemplazada por plantas **gimnospermas** y surgen los primeros **musgos.**
- El final del pérmico viene determinado por la **mayor extinción** que se conoce en el registro fósil. Desaparecieron el 90% de las especies marinas (Trilobites y Graptolitos) y el 70% de los vertebrados terrestres.

Dimetrodon



El paleozoico en España

- Los materiales paleozoicos forman el Macizo Ibérico. Hacia el este están recubiertos por las rocas sedimentarias del mesozoico y del cenozoico.
- El Cámbrico, el Ordovícico y el Silúrico están representados principalmente por **pizarras y cuarcitas**.
- El Devónico y el Carbonífero tienen grandes espesores de **calizas**.
- Durante el Carbonífero se formaron también **abundantes capas de carbón**.
- La orogenia Hercínica originó relieves en diversas zonas. Ésta orogenia produjo también grandes volúmenes de **granito** que afloran principalmente en Galicia y en el Sistema Central.

Pizarra



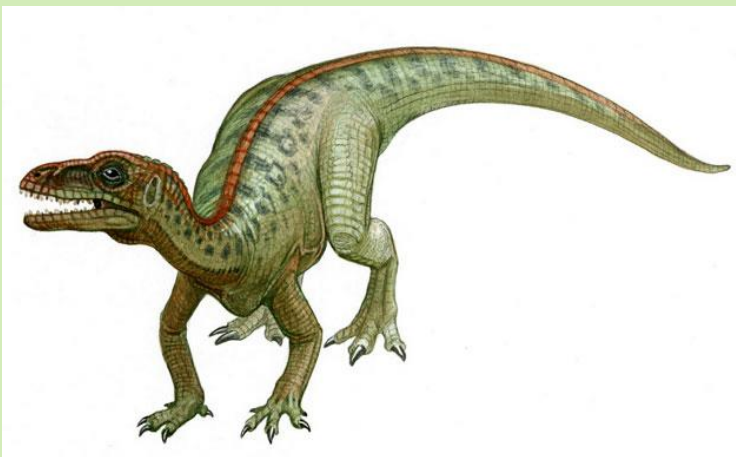
b. ERA DEL MESOZOICO (252- 66 m.a.)

- Tuvo un clima cálido y húmedo, el más cálido de la historia de la Tierra.
- No se produjeron grandes movimientos orogénicos.
- Aparecieron diversas especies debido al clima cálido y húmedo y desaparecen los Trilobites y los peces acorazados.



1. TRIÁSICO (252- 201 m.a.)

- Aparecen los **primeros mamíferos** que evolucionan de los reptiles mamiferoides.
- Este período se caracteriza por la aparición de los primeros **dinosaurios** representados por formas bípedas.
- Fue en general **muy seco y caluroso**, pero el agua actuó como estabilizador de la temperatura.
- Se produjeron **dos grandes extinciones**:
 - En la primera, debido a una aridez generalizada se pierden muchos grupos de vertebrados y muchas especies de foraminíferos y briozoos.
 - En la segunda, la Pangea comenzó a romperse y se sucedieron grandes erupciones volcánicas. La emisión de CO₂ hizo aumentar la temperatura y desaparecieron muchas plantas y reptiles.



Eoraptor



2. JURÁSICO (201- 145 m.a.)

- Se produjo la rotura de Pangea en los continentes de **Laurasia y Gondwana**.
- Dominaron las plantas **gimnospermas**.
- Los invertebrados más comunes fueron los **ammonites**.
- Se caracteriza por la hegemonía de los **grandes dinosaurios**.



Escena del Jurásico



Jurásico.

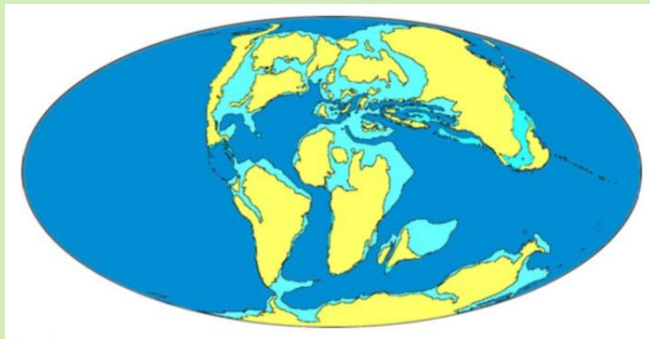


Ammonites.

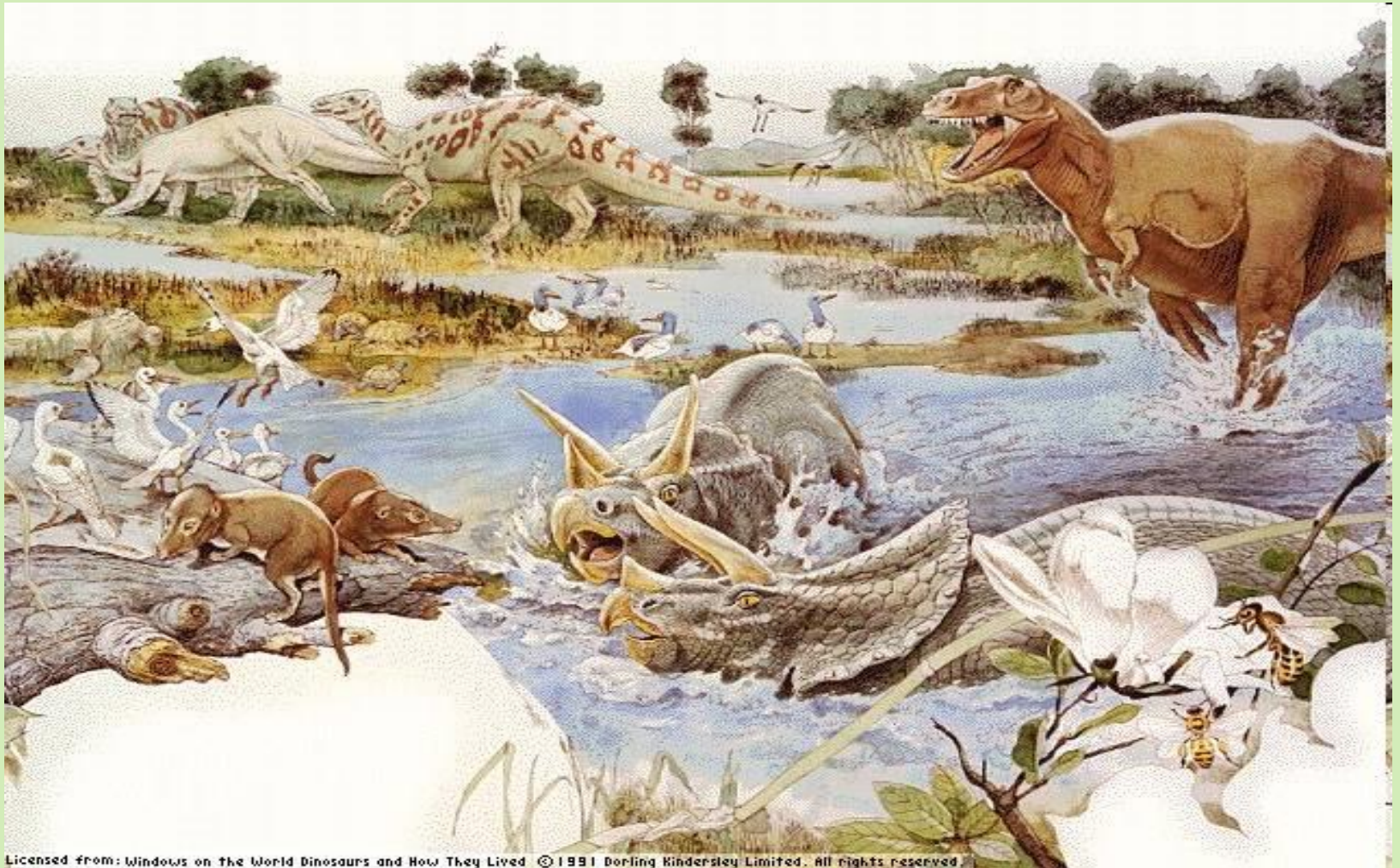


3. CRETÁCICO (145- 66 m.a.)

- Es el período del Fanerozoico más extenso y más largo, incluso más que la era Cenozoica.
- El **Atlántico se abrió** completamente.
- La vida en mares y tierra aparece como una mezcla de formas de especies modernas y arcaicas. (**Dinosaurios, angiospermas, ammonites, foraminíferos**).
- Se produjo la caída de un meteorito que provocó la **extinción masiva** de los dinosaurios. Otras causas de la extinción podrían haber sido una intensa actividad volcánica y un cambio climático.
- En este periodo se originaron más del 50 % de las **reservas de petróleo** de la actualidad.



Cretácico



Licensed from: Windows on the World Dinosaurs and How They Lived © 1991 Dorling Kindersey Limited. All rights reserved.

Bosque de angiospermas.



Continentes en el Mesozoico.



Mesozoico en España

- La península Ibérica se forma debido a la ruptura de la Pangea.
- Esta ruptura se manifiesta en la placa ibérica como un rift con dos zonas de montaña: Cordillera Ibérica y Sistema Central.
- La subsidencia térmica dio lugar a que la cuenca Bética estuviera sumergida, acumulándose en ella sedimentos marinos.
- En el nordeste se formo la cuenca pirenaica, en la que también se acumularon sedimentos.
- El continente africano empieza a derivar hacia el nordeste y la placa Ibérica se empieza a ver comprimida.



c. ERA DEL CENOZOICO (66 m.a.-actualidad)

¿Qué es el Cenozoico o Era Terciaria?

Es la era geológica que se inició hace 66 millones de años y que se extiende hasta la actualidad. Es la última era del Eón Fanerozoico y sigue a la Era Mesozoica.

Subdivisiones

Paleógeno

- Paleoceno
- Eoceno
- Oligoceno

Neógeno

- Mioceno
- Plioceno

Cuaternario

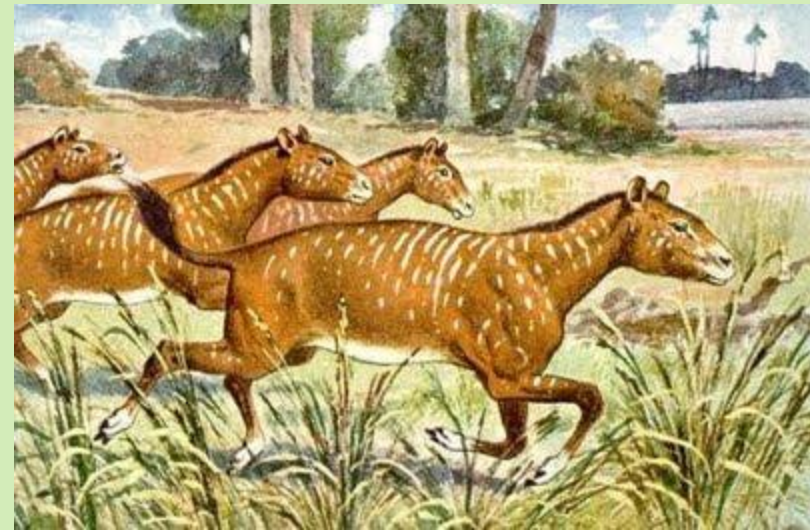
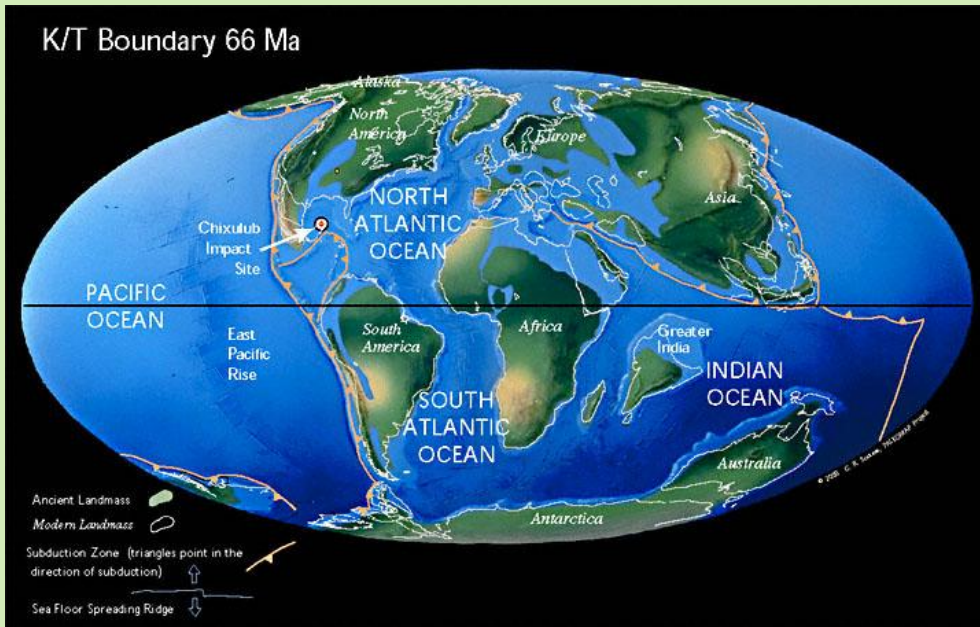
- Pleistoceno
- Holoceno

Geológicamente, el Cenozoico es la época en que los continentes se trasladaron a sus posiciones actuales.

- Australia-Nueva Guinea se separaron de Gondwana y derivaron al norte y se acercaron al Sureste de Asia.
- La Antártida se trasladó a su actual emplazamiento sobre el Polo Sur.
- El Océano Atlántico se ensanchó, y más tarde, Sudamérica se unió a Norteamérica con la formación del Istmo de Panamá.
- La India colisionó con Asia entre 45-55 millones de años, comenzando con la formación del Himalaya.
- Al mismo tiempo, Arabia colisionó con Eurasia, cerrando el mar de Tetis hace unos 35 millones de años.
- Como consecuencia de ello, se produjo la Orogenia Alpina que formó las principales cadenas montañosas.
- En concreto, se formaron de oeste a este: Atlas, Pirineos, Alpes, Alpes Dináricos, Pindo, Balcanes, Taurus, Cáucaso, Montes Elburz, Zagros, Hindu Kush, Pamir, Karakórum e Himalaya.

1. PALEÓGENO (66- 23 m.a.)

- Se produjo la **orogenia Alpina**.
- Evolución de los **mamíferos** a partir de especies pequeñas.



Paleoceno

- Continentes de aspecto actual.
- Clima uniforme, cálido y húmedo.
- Florecimiento animal y vegetal.
- Las selvas tropicales se extendían a latitudes mucho más altas que en la actualidad.

Eoceno

- India colisiona con Asia.
- Máximo térmico del Paleoceno-Eoceno.
- Disminución del dióxido de carbono.
- Extinción de final del Eoceno.

Oligoceno

- Orogenia Alpina (Pirineos, Alpes e Himalaya).
- Formación de la Corriente Circumpolar Antártica.
- Brusco descenso de las temperaturas.
- Congelación de la Antártida.
- Familias modernas de animales y plantas.

2. NEÓGENO (23-2,58 m.a.)

- Se produce el levantamiento y vulcanismo de los **Andes**.
- Periodo de **enfriamiento progresivo**, en el que se formaron los casquetes de hielo de Groenlandia y del Ártico.
- **Se diversifican los mamíferos**.
- Aparecen los **mamuts** y los **primeros simios**.
- **Se cerró el istmo de Panamá**.



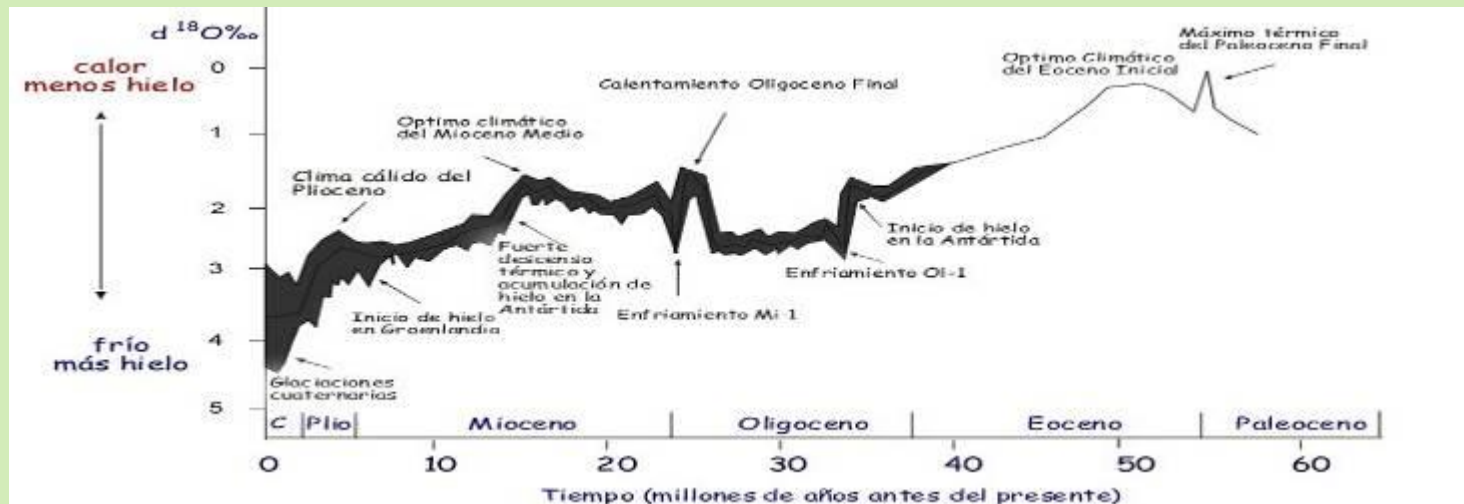
3. CUATERNARIO (2,58 m.a.- actualidad)

- **Continentes con la distribución actual.**
- Sucesión alternativa de **periodos glaciares e interglaciares.**
- Dominio de los **grandes mamíferos.**
- Aparición del **género Homo.**
- **Colonización del Homo sapiens** en todos los continentes.



Clima

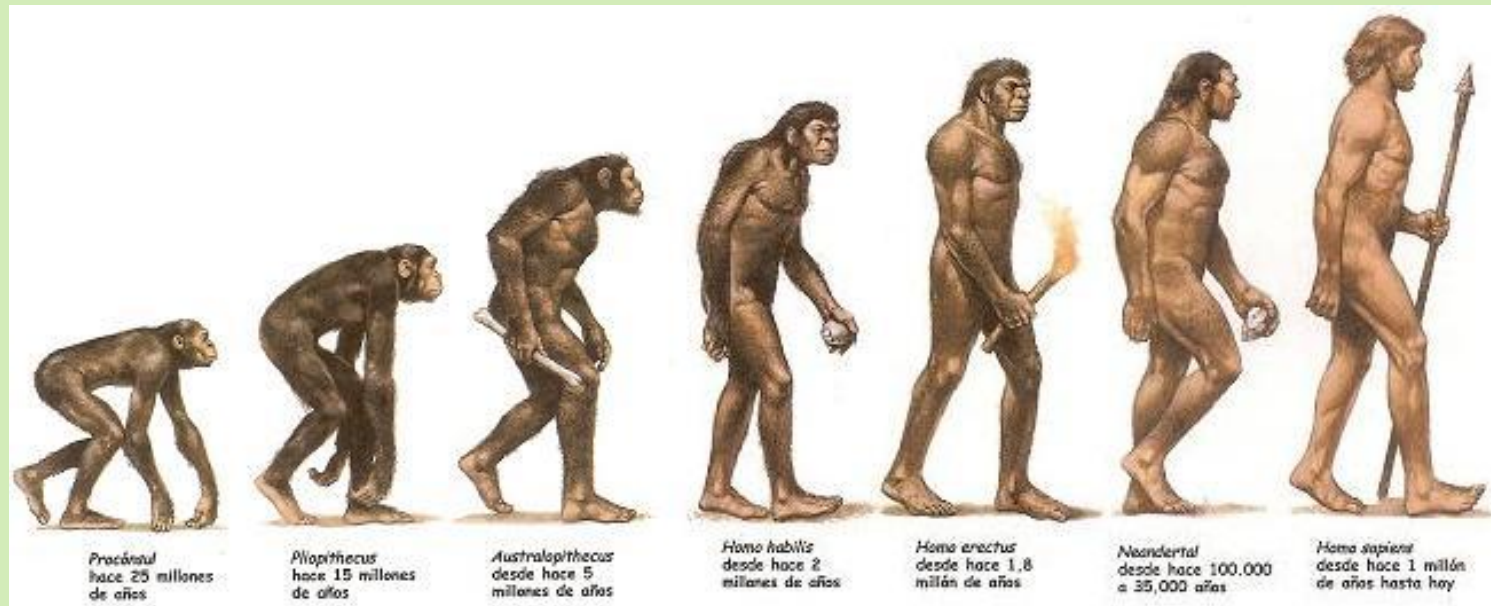
A principios del Cenozoico el clima era cálido y húmedo, y se enfrió gradualmente durante el Cenozoico.



En esta gráfica se muestra como el clima va cambiando de más cálido a más frío con etapas glaciares.

C. PRIMATES Y EVOLUCIÓN DEL GÉNERO HOMO

- Los homínidos son una familia de primates que incluye 4 géneros y 7 especies vivientes, entre las cuales se hallan el ser humano, los orangutanes, gorilas, chimpancés y bonobos.



a. El Origen del Hombre

En 1972, el científico Richard Leakey descubrió en Tanzania restos humanos de unos dos millones y medio de años.

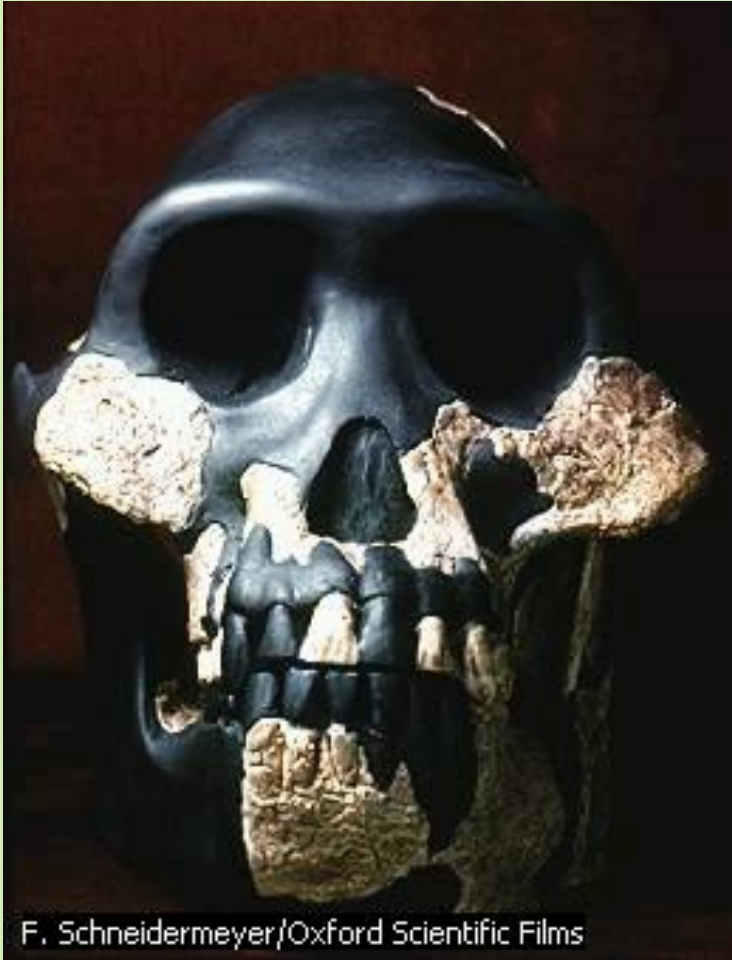


En 1974, Donald Johanson Descubre en Etiopía un esqueleto de un australopiteco hembra, 'Lucy', el mejor conservado de tres y medio millones de años de antigüedad.



b. El proceso de hominización

1. Australopithecus afarensis

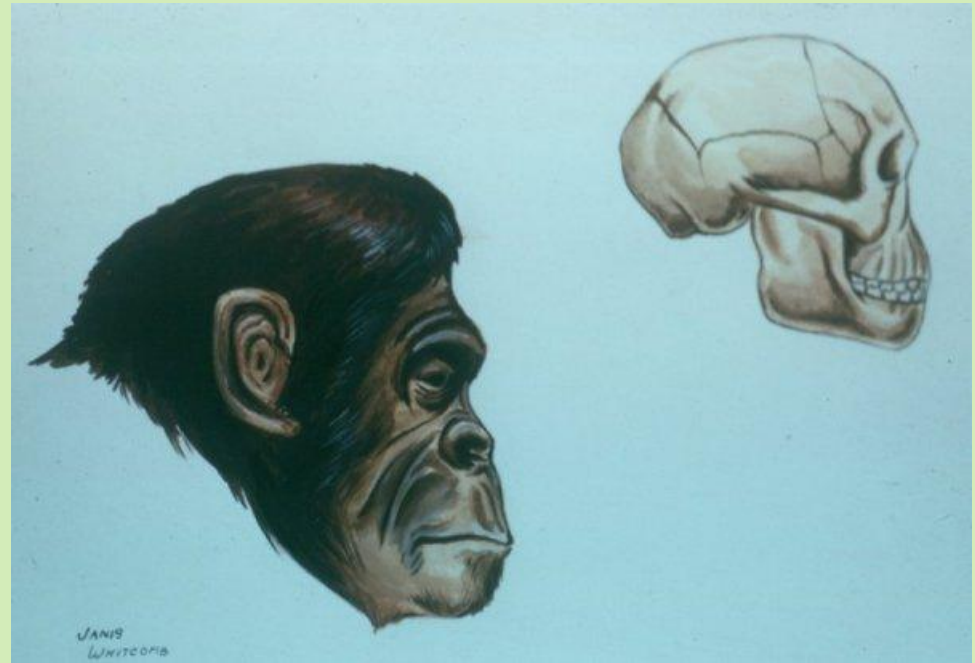


Australopithecus afarensis, la más antigua especie de homínido, vivió hace unos cuatro millones de años. Las porciones más claras de este cráneo reconstruido son fragmentos de huesos reales; las más oscuras se han añadido y dan una idea del aspecto que pudo tener el cráneo intacto.

F. Schneidermeyer/Oxford Scientific Films

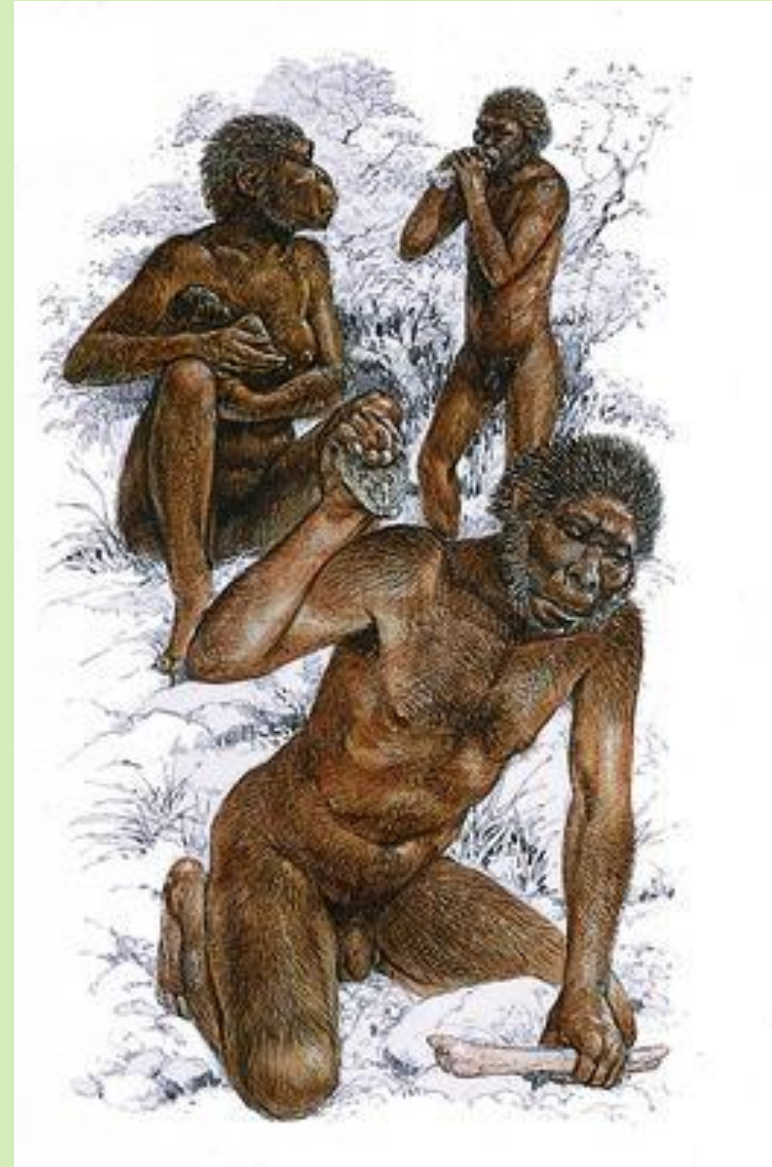


Se desplazaban de manera bípeda, aunque el tamaño de su cerebro era similar al de los grandes simios actuales.



2. Homo habilis

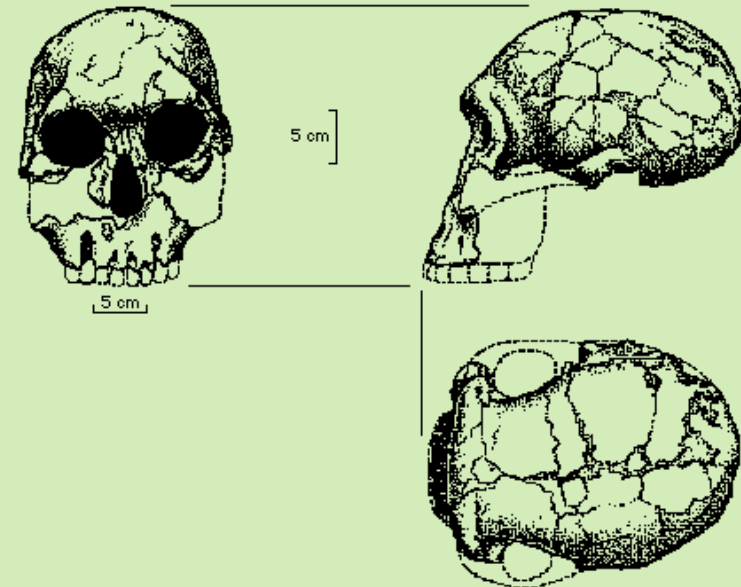
Homo habilis, ('hombre hábil'). El *Homo habilis* es el miembro más antiguo conocido del género *Homo*, rama de los homínidos que engloba al género humano. El primer fósil de *Homo habilis* fue descubierto en 1960 por el paleoantropólogo británico Louis Leakey al norte de Tanzania.



Leakey descubrió la mandíbula, parietales, clavícula y otros huesos del que proclamó como primer miembro del género humano y primer fabricante y usuario de herramientas. Sin embargo, no todos los científicos están de acuerdo con esta teoría, aunque es probable que esta especie represente la transición evolutiva entre los *Australopithecus* y los posteriores homínidos.



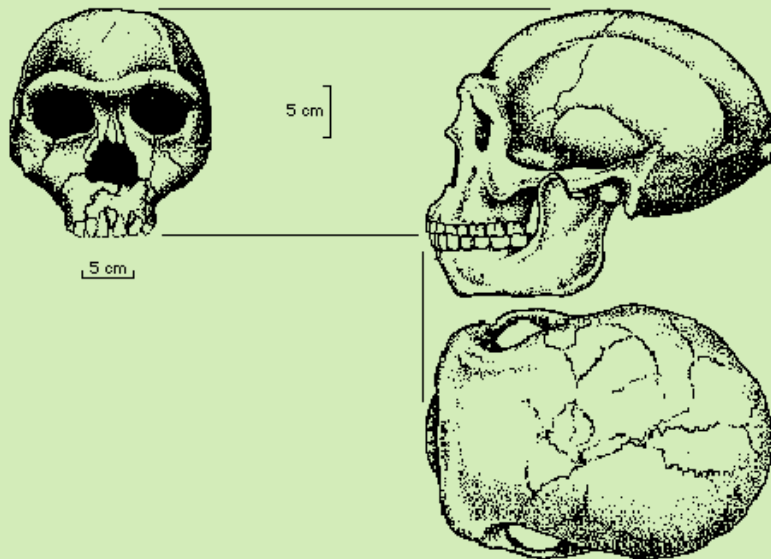
El Homo habilis presenta una capacidad craneana mayor que la de los australopitecos, 600 cm^3 frente a 500 cm^3 , la mandíbula menos saliente y el cuerpo con apariencia menos simiesca: se asemeja más a los humanos al presentar un volumen corporal y unas extremidades más acordes con la altura. Era más alto que el australopiteco, aunque más bajo que el Homo erectus, especie posterior.

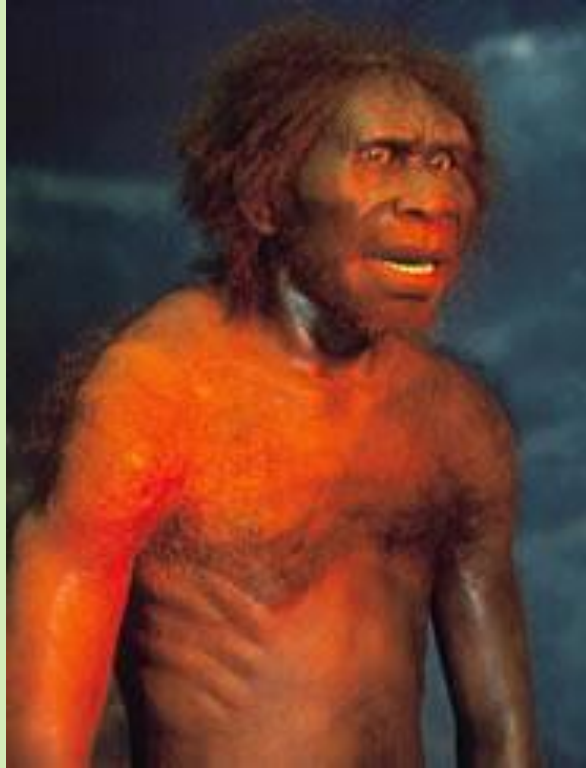


3. Homo erectus

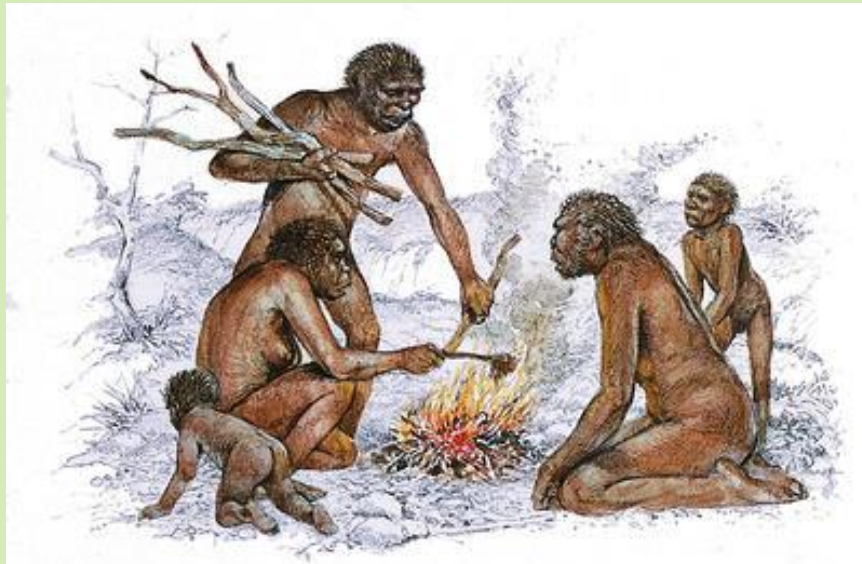


El descubrimiento de útiles o herramientas fosilizadas y esqueletos de grandes mamíferos cerca de los fósiles de *Homo erectus* (hombre erguido) sugiere que estos ancestros humanos llevaron una existencia más compleja que las especies anteriores. A pesar de que su estructura anatómica se parece a la de los seres humanos actuales, los antropólogos han encontrado que el cerebro humano sufrió muchos cambios durante la evolución de una especie a otra.





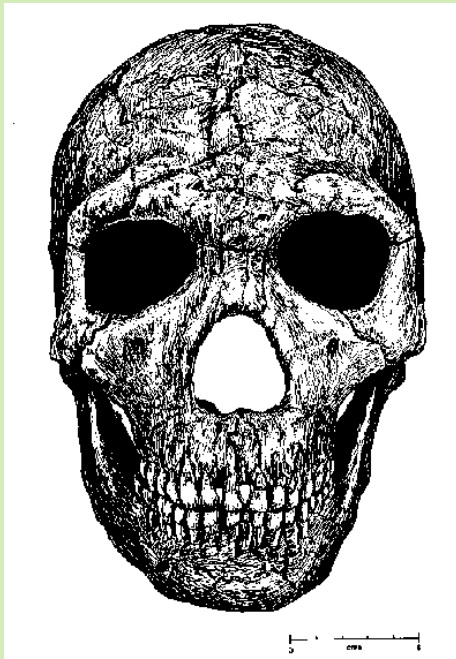
Se han encontrado restos de *Homo erectus* en Kenia, Java, Indonesia, Europa y China. Los primeros fósiles fueron hallados en la isla de Java, tipo que fue denominado hombre de Java, y que se caracterizaba por ser totalmente bípedo, con una capacidad craneana de entre 750 y 900 cm³, aunque las últimas especies la aumentaron hasta los 1.250 cm³. Más tarde se encontraron fósiles semejantes en China, en Europa y en África. El *Homo erectus* vivió hace 1,8 millones de años y perduró hasta hace unos 130.000 años.



4. Homo sapiens neanderthalensis



El cráneo del *Homo sapiens neanderthalensis* (a la izquierda), que presenta marcados arcos superciliares, difiere considerablemente del perteneciente al hombre actual, el *Homo sapiens sapiens* (a la derecha), más redondeado y con las paredes óseas más delgadas.





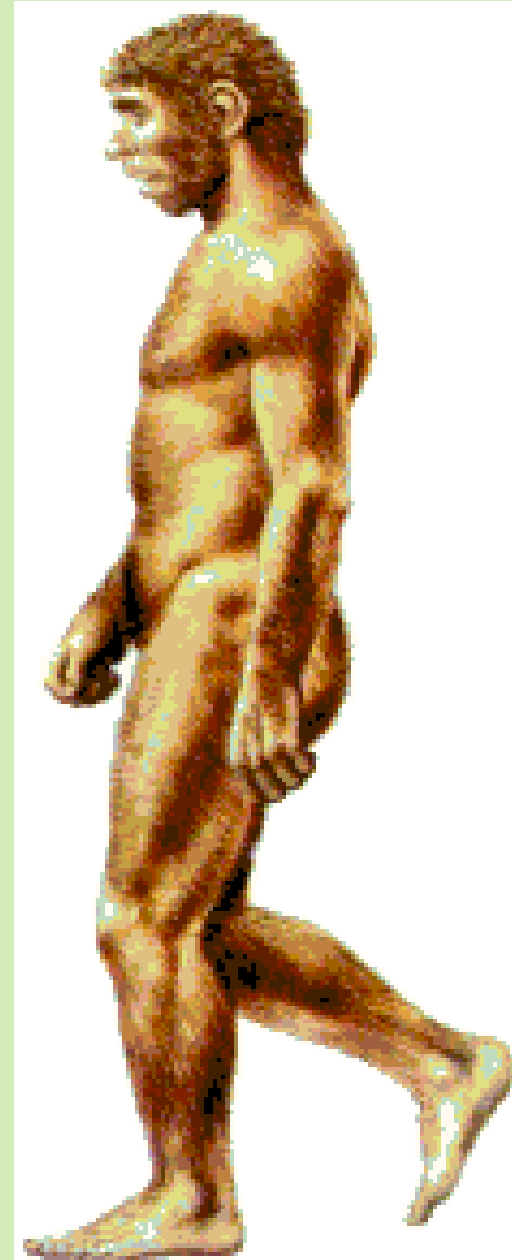
La especie Neandertal, que vivió en Europa y África del Norte entre el 100.000 y 40.000 a.C., son ancestros primitivos de la especie humana actual, pero corresponden a una línea evolutiva distinta. Eran cazadores-recolectores y tenían el cerebro algo más grande que el de los seres humanos de hoy. Los primeros en encontrar fósiles de la especie Neandertal fueron los antropólogos alemanes J. Fuhlrott y H. Schaaffhausen en 1856, en el valle del río alemán Neander (cerca de Düsseldorf, Alemania).

5. Homo Sapiens

El *Homo sapiens* está caracterizado como un animal dotado de una espina dorsal segmentada; la madre da de mamar a sus crías, cuya gestación se realiza en el útero dentro de una placenta; está provisto de extremidades que tienen 5 dedos, posee clavícula y un único par de glándulas mamarias situadas en el pecho (orden de los Primates). Los ojos se encuentran emplazados en la parte frontal de la cabeza, lo que facilita la visión estereoscópica (capacidad de apreciar el relieve y la distancia a la que se encuentran los objetos); el cerebro es grande en relación con el tamaño del cuerpo.



Las características del esqueleto que distinguen al *Homo sapiens* de sus parientes primates más próximos son consecuencia de una adaptación temprana a una postura erecta y a una forma de caminar que utiliza sólo las extremidades posteriores. Gracias a su columna vertebral, el centro de gravedad se sitúa justo encima de la superficie de soporte que constituyen los pies, lo que proporciona la estabilidad necesaria para caminar. Hay otras modificaciones para conseguir la bipedación: una pelvis ancha, una rodilla que puede doblarse en un solo sentido, un hueso del talón alargado y un pulgar largo alineado con el resto de los dedos del pie.

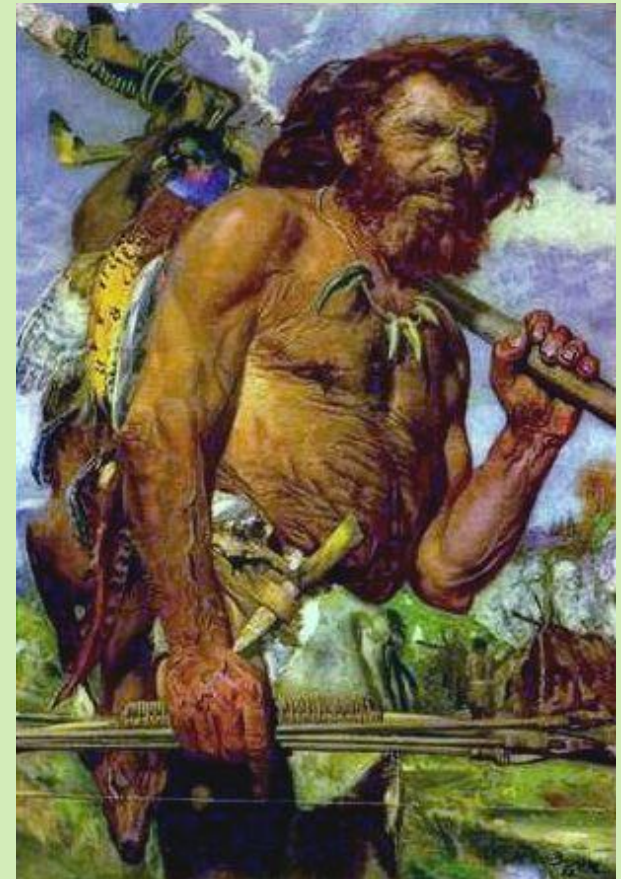


6.El Cro-magnon

El Hombre de Cro-Magnon posee características muy similares al hombre actual. Vivió en el oeste y sur de Europa durante la última glaciación. Las características físicas que distinguen al Cro-Magnon del Neandertal son su frente elevada y su barbilla definida. Habían llegado a dominar el arte de fabricar instrumentos de piedra, hueso y marfil. Llevaban vestimentas ceñidas y decoraban sus cuerpos con joyas y adornos de concha y hueso.



El nombre Cro-Magnon proviene de un refugio rocoso de igual nombre en el departamento de Dordoña en el suroeste de Francia, donde en 1868 se descubrieron restos de esqueletos.

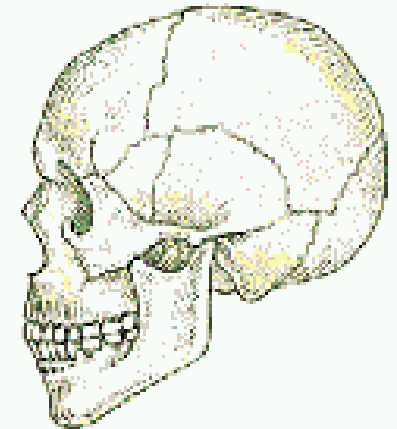
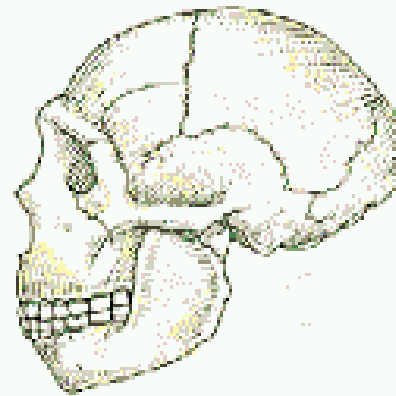
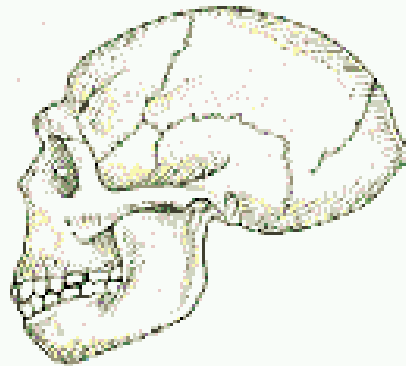
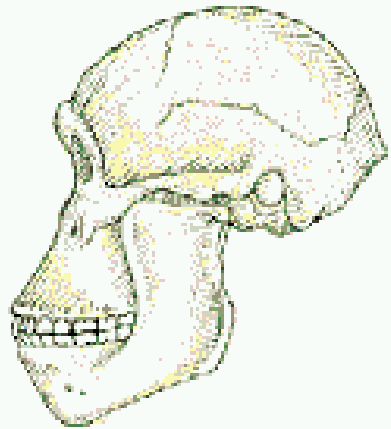


Australopithecus
(3-2 millones de años)

Homo erectus
(750.000 años)

Homo neanderthalensis
(100.000 a 40.000 años)

Homo (sapiens) sapiens
(40.000 años hasta hoy)



Dorling Kindersley

El cráneo humano ha cambiado drásticamente durante los últimos 3 millones de años. La evolución desde el *Australopithecus* hasta el *Homo sapiens*, significó el aumento de la capacidad craneana (para ajustarse al crecimiento del cerebro), el achatamiento del rostro, el retroceso de la barbilla y la disminución del tamaño de los dientes. Los científicos piensan que el crecimiento del cerebro puede estar relacionado con la mayor sofisticación del comportamiento de los homínidos. Los antropólogos señalan que el cerebro desarrolló su alta capacidad de aprendizaje y razonamiento, después de que la evolución cultural, y no la física, cambiara la forma de vida de los seres humanos.

5. CAMBIO GLOBAL

- Conjunto de cambios ambientales afectados por la actividad humana, especialmente aquellos procesos que determinan el funcionamiento del sistema Tierra.





- El cambio climático es una consecuencia del cambio global y se refiere a las consecuencias de la actividad humana sobre el sistema climático global.

- Características del cambio climático:
 - Rapidez con la que ocurren los cambios.
 - Es una única especie (Homo sapiens) el motor de todos los cambios.



- Las claves del cambio global son:
 - Rápido crecimiento de la población humana.
 - Incremento del consumo de recursos naturales per cápita (apoyado por el desarrollo tecnológico).



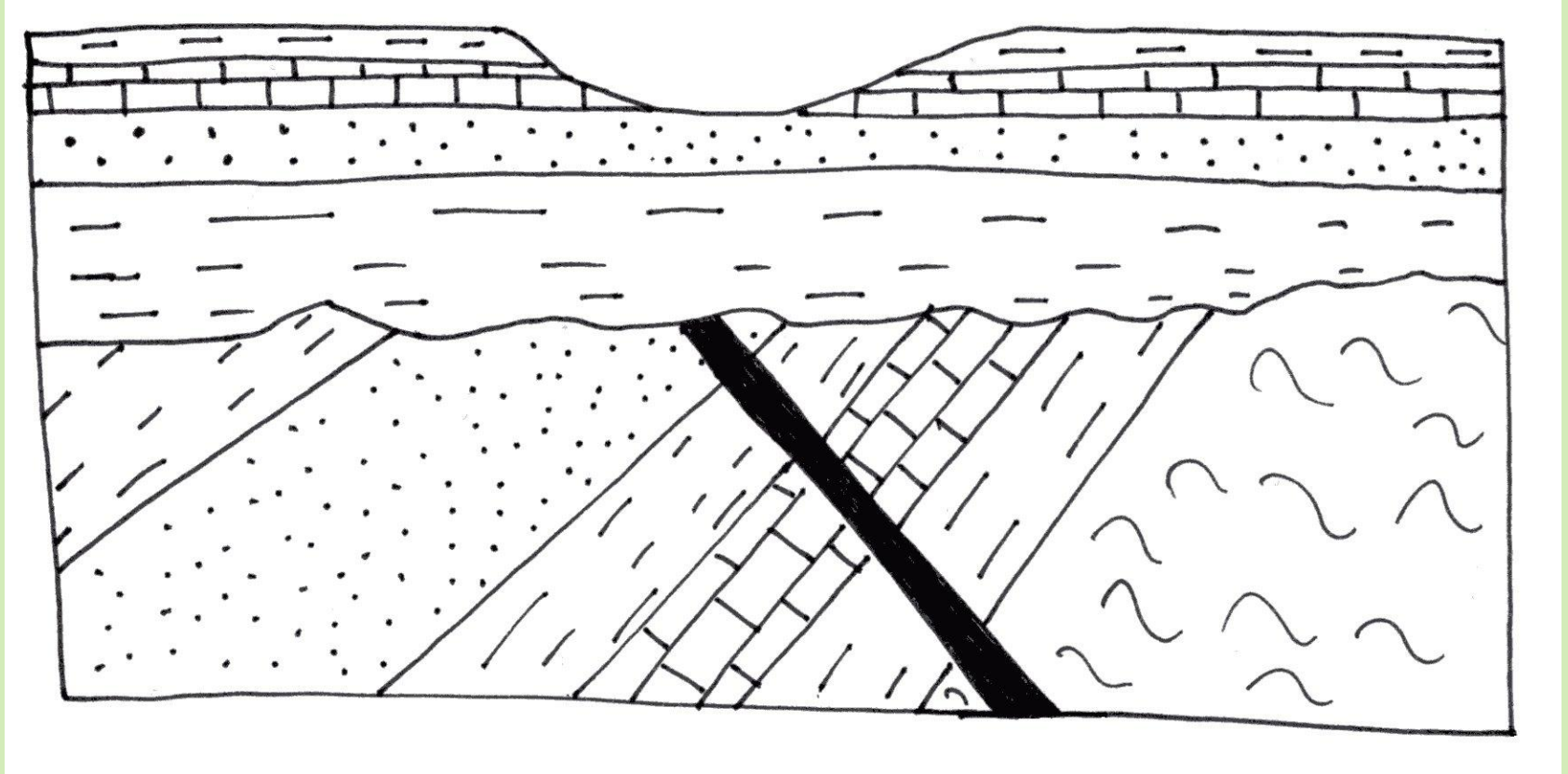
6. HISTORIAS GEOLÓGICAS

1. TIPOS DE ROCAS

- **Sedimentarias:** siempre son las que se depositan.
- **Metamórficas:** hay que conocer de qué roca sedimentaria proceden.

ROCA SEDIMENTARIA	ROCA METAMÓRFICA
Lutitas	Pizarras
Areniscas	Cuarcitas
Areniscas y Arcillas	Esquistos y gneis

- **Magmáticas:** aparecen en forma de plutones (batolitos, diques).












ROCAS COMUNES EN CORTES GEOLÓGICOS

- Rocas magmáticas o ígneas
 - Plutónicas o intrusivas: granito, sienita, monzonita, diorita, gabro y peridotitas.

ROCAS		PLUTÓNICAS (grano grueso)				
		GRANITO	SIENITA	DIORITA	GABRO	PERIDOTITA
VOLCÁNICAS (grano fino)		Son muy poco frecuentes con estas características				
		RIOLITA	TRAQUITA	ANDESITA	BASALTO	
CARACTERÍSTICAS	COLOR	Predominan minerales claros		Predominan minerales oscuros		
	COMPOSICIÓN QUÍMICA	Altas en sílice		Bajas en sílice		
		Bajas en Fe y Mg		Altas en Fe y Mg		
MINERAL	CUARZO	FELDESPATO	SILICATOS FERROMAGNESIANOS			

- Volcánicas o efusivas: riolita, traquita, andesita, basalto, obsidiana y pumita.

ROCAS	PLUTÓNICAS (grano grueso)						
	VOLCÁNICAS (grano fino)					Son muy poco frecuentes con estas características	
CARACTERÍSTICAS	COLOR	Predominan minerales claros			Predominan minerales oscuros		
	COMPOSICIÓN QUÍMICA	Altas en sílice			Bajas en sílice		
		Bajas en Fe y Mg			Altas en Fe y Mg		
MINERAL	CUARZO		FELDESPATO		SILICATOS FERROMAGNESIANOS		



- Filonianas o hipoabisales: pórfidos, pegmatitas, aplitas, lamprófidos y diabasas.

Rocas Filonianas

PEGMATITA



APLITA

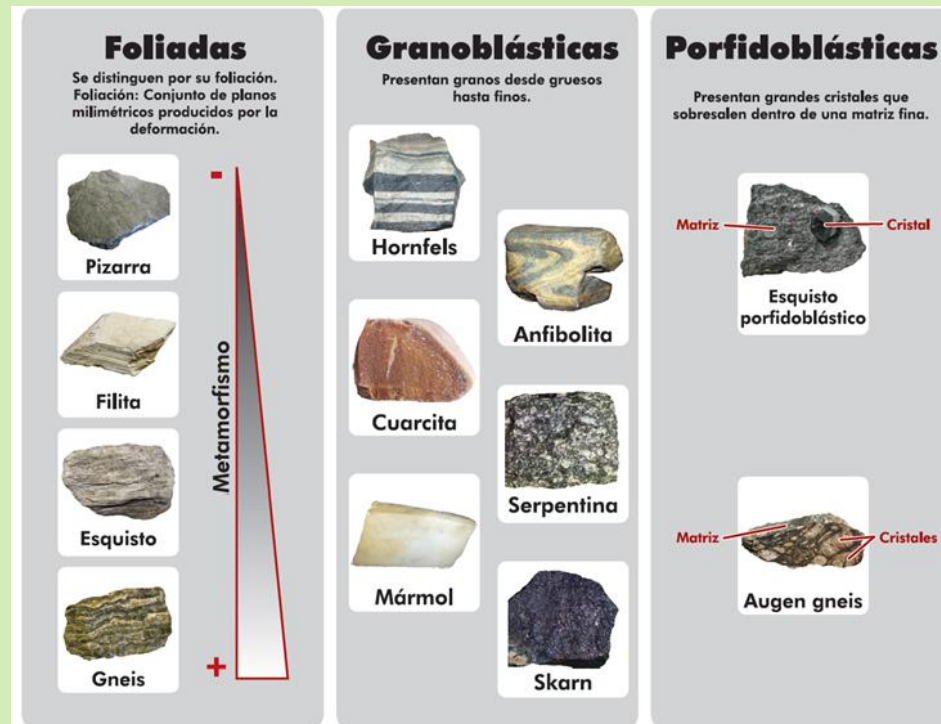


PÓRFIDO



- Rocas metamórficas

- Metamorfismo dinámico: milonitas.
- Metamorfismo térmico o de contacto: corneanas y cornubianitas.
- Metamorfismo regional: pizarras, esquistos, micacitas, gneises, mármoles y cuarcitas.



- Rocas sedimentarias

- **Detríticas:** conglomerados (brechas y pudingas), areniscas (grauvacas y arcosas) y arcillas.

ROCAS SEDIMENTARIAS: Detríticas

CONGLOMERADOS	Constituidos por fragmentos muy grandes.	
ARENISCAS	Formados por fragmentos más pequeños.	
ARCILLAS	Fragmentos muy finos.	

- **Carbonatadas:** calizas, margas, creta, dolomías y lumaquelas (calizas conchíferas).
- **Evaporitas:** yeso, anhidrita, halita, silvina y carnalita.

ROCAS SEDIMENTARIAS: de Precipitación



ROCAS SEDIMENTARIAS: de origen orgánico I

LUMAQUELAS

Roca formada por restos de esqueletos fósiles de invertebrados.



**CALIZA
CORALINA**

Formada por corales.



**CALIZA
NUMMULÍTICA**

Formada por acumulación foraminíferos unicelulares.



- Silíceas: trípoli y diatomitas.

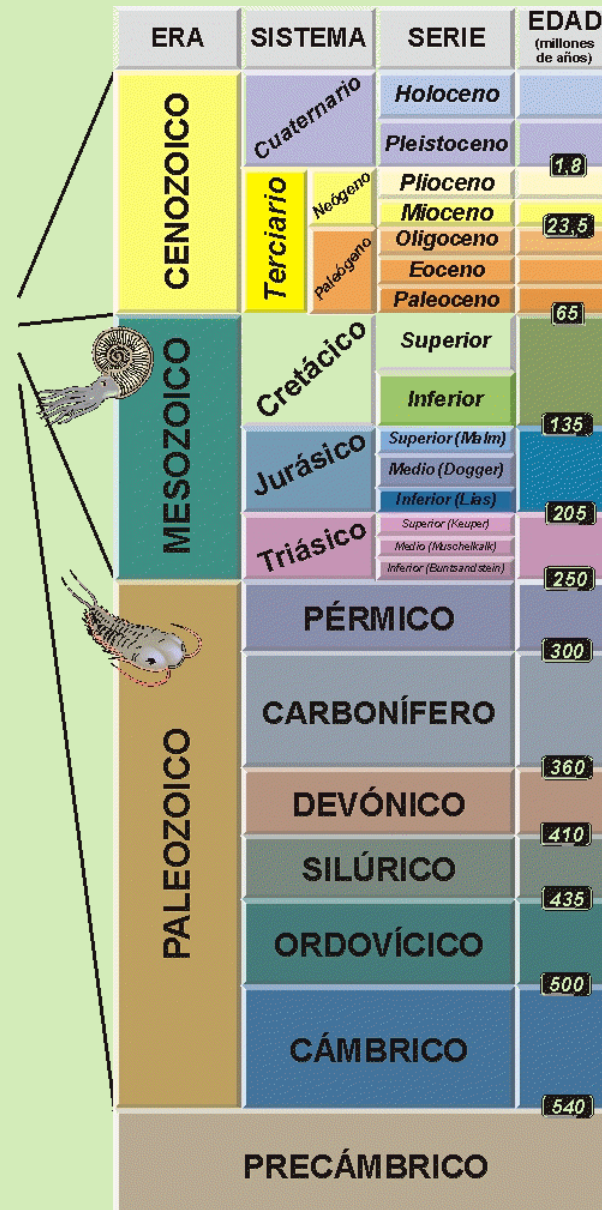
ROCAS SEDIMENTARIAS: de origen orgánico II

CALIZA DE CRINOIDES o encrinita	 <p>Roca compuesta por restos de crinoideos (equinodermos bentónicos).</p>	
CRETA	<p>Formada por acumulación de caparzones de foraminíferos calcáreos. Blanca, de grano muy fino.</p>	
DIATOMITA o TRÍPOLI	<p>Roca compuesta por restos de diatomeas (algas silíceas). Color hueso.</p>	

- Alumínico-ferruginosas: lateritas y bauxitas.
- Fosfatadas: guano.
- Organógenas: carbones (turba, lignito, hulla y antracita) y petróleo.



2. ESCALA CRONOESTRATIGRÁFICA



3. PRESENCIA DE FÓSILES

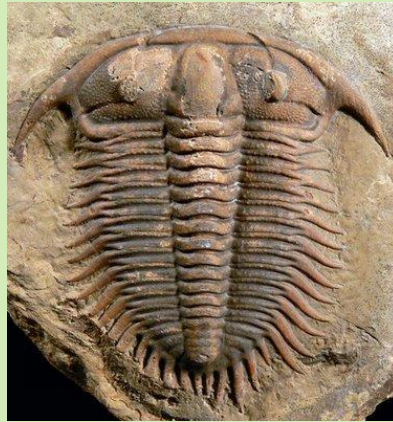
- Los fósiles guía son aquellos que permiten establecer una escala temporal relativa por:
 - Haber existido en gran número (facilidad de fosilización y localización como fósil).
 - Tener una amplia dispersión horizontal (haber ocupado amplias zonas).
 - Haber tenido muy poca dispersión vertical (haber vivido poco tiempo y sufrido rápidas modificaciones morfológicas).
- Nos indican la edad del depósito y el ambiente.

ERA	FÓSIL	AMBIENTE
PRIMARIA (PALEOZOICO)	Trilobites	Marino
	Cruzianas	Marino
	Helechos arborescentes	Continental
SECUNDARIA (MESOZOICO)	Ammonites	Marino
	Belemnites	Marino
	Reptiles (Dinosaurios)	Continental
TERCIARIA (CENOZOICO)	Nummulites	Marino
	Huesos de mamíferos (roedores)	Continental
CUATERNARIA (NEOZOICO)	Restos de homínidos	Continental
	Industria lítica humana	Continental

ERA PALEOZOICA (544-245 m.a.)

- AMBIENTE MARINO:

- Trilobites (Artrópodos): Cámbrico a Pérmico.



- Arqueociátidos (Esponjas): Cámbrico.



- Corales rugosos (Celentéreos): Ordovícico a Pérmico.



Calceola

- Didymograptus (Graptolitos): Ordovícico



- Orthoceras (Cefalópodos): Ordovícico



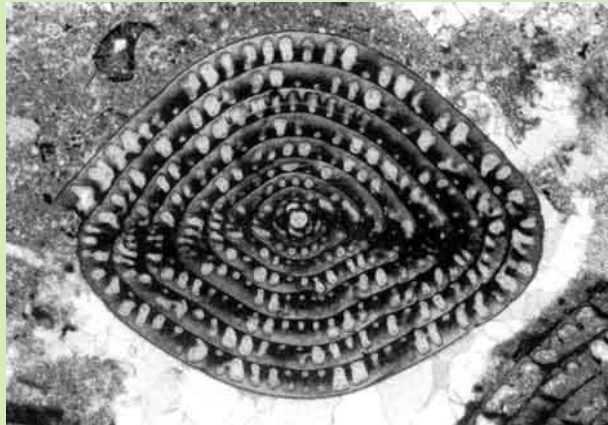
- Paraspirifer (Braquiópodos): Devónico



- Goniatites (Cefalópodos): Carbonífero



- Fusulinas (Foraminíferos): Carbonífero a Pérmico.



- AMBIENTE CONTINENTAL:
- Troncos de helechos arborescentes:
Carbonífero a Pérmico

- Sigillaria



- Lepidodendron

- Calamites



- Stigmaria

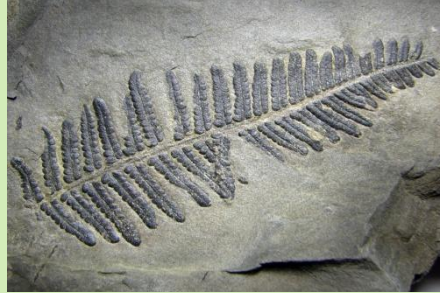


- Frondes de helechos: Carbonífero a Pérmico

- Annullaria



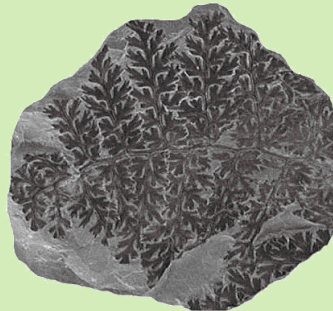
- Pecopteris



- Neuropteris



- Sphenopteris



ERA MESOZOICA (245-65 m.a.)

- AMBIENTE MARINO:

- Trigonia (Moluscos): Triásico a Cretácico



- Encrinus (Crinoideos): Triásico



– Ceratites (Cefalópodos): Triásico



– Ammonoideos (Cefalópodos): Jurásico a Cretácico



– Belemnites (Cefalópodos): Jurásico a Cretácico



– Pygope (Braquiópodos): Jurásico



– Terebrátulas (Braquiópodos): Jurásico



– Orbitolinas (Foraminíferos): Cretácico



– Hippurites (Moluscos): Cretácico



– Heteraster (Equinodermos): Cretácico



- AMBIENTE CONTINENTAL:

- Huesos de dinosaurios (Reptiles): Triásico a Cretácico



ERA CENOZOICA (65-0 m.a.)

- AMBIENTE MARINO:

- Nummulites (Foraminíferos): Paleógeno



- Dientes de Carcharodon (Tiburón): Neógeno a actualidad



- AMBIENTE CONTINENTAL:

- Quercus (Fanerógama): Paleógeno a actualidad



- Dinotherium (Mamífero proboscídeo): Paleógeno a actualidad



– Equus (Mamíferos): Cuaternario



– Huesos humanos (Mamíferos): Cuaternario



– Industria lítica (Mamíferos): Cuaternario



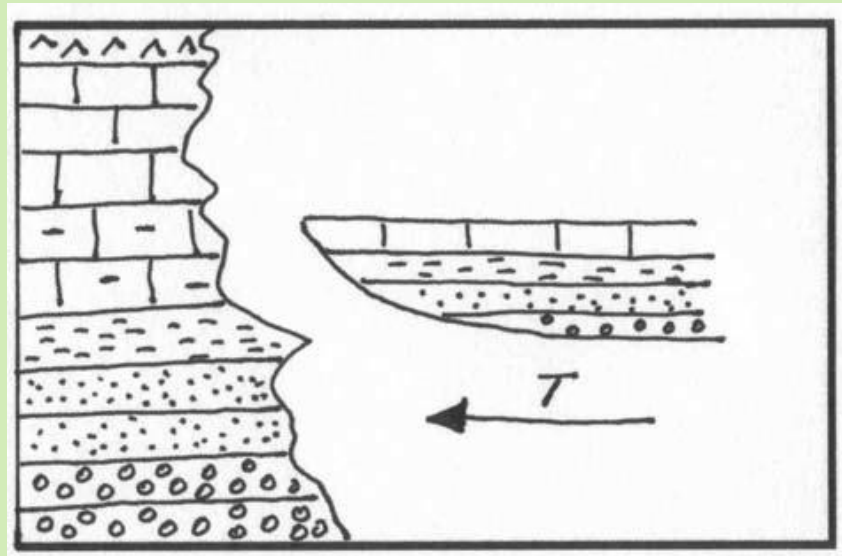
4. PRESENCIA DE TRANSGRESIONES Y REGRESIONES MARINAS:

- Transgresión: el mar avanza sobre el continente.

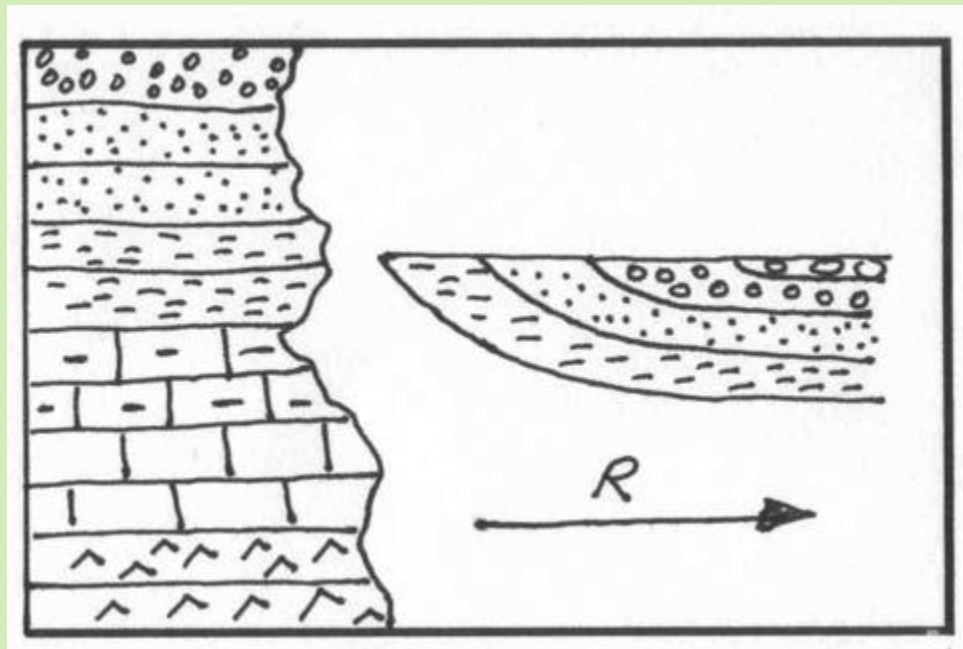
+ Puede verse porque los materiales más gruesos aparecen en la parte inferior.

+ Se pasa con rocas con menos contenido en agua (conglomerados) a mayor contenido (caliza).

+ Primero hay fósiles continentales y luego marinos.



- Regresión: el mar se retira de la costa.
 - + Los materiales más gruesos aparecen en la parte superior.
 - + Se pasa de rocas con mayor a menor contenido en agua.
 - + Primero hay fósiles marinos y luego continentales.



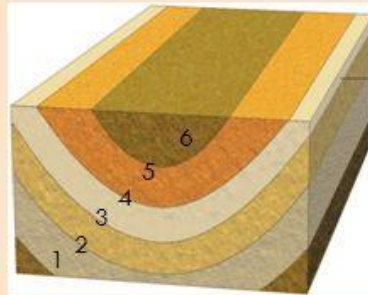
5. PRESENCIA DE PLEGAMIENTOS

Tipos de pliegues

Según la antigüedad de los materiales del núcleo

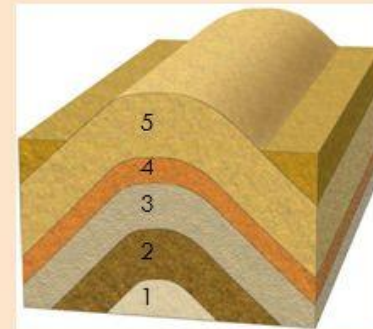
SINCLINAL

En el núcleo tiene los materiales más modernos

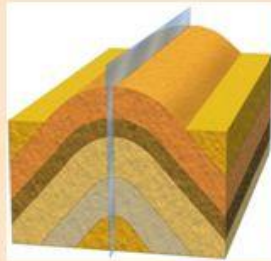


ANTICLINAL

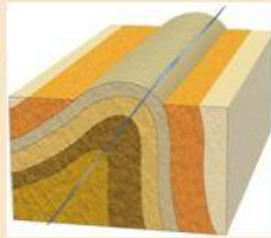
En el núcleo tiene los materiales más antiguos



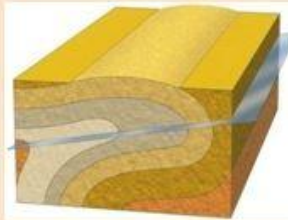
Según la posición de su plano axial



RECTO



INCLINADO

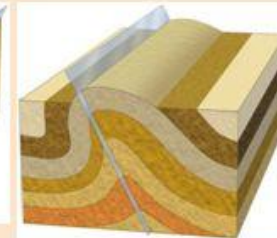


TUMBADO

Por su simetría



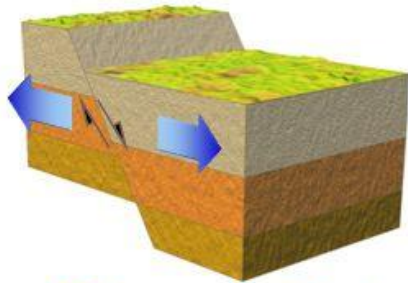
SIMÉTRICO



ASIMÉTRICO

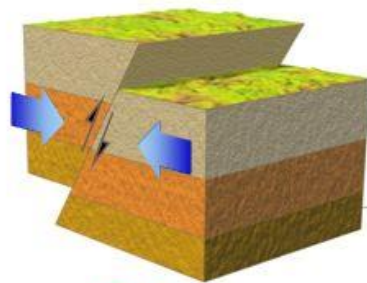
6. PRESENCIA DE FALLAS

Tipos básicos de fallas



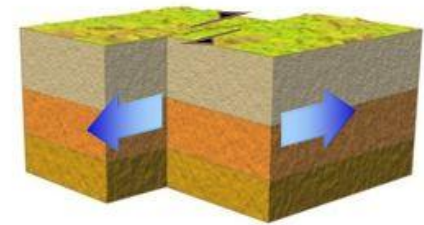
Falla normal o directa

- El plano de falla buza hacia el labio hundido.
- Se origina por fuerzas de tracción.



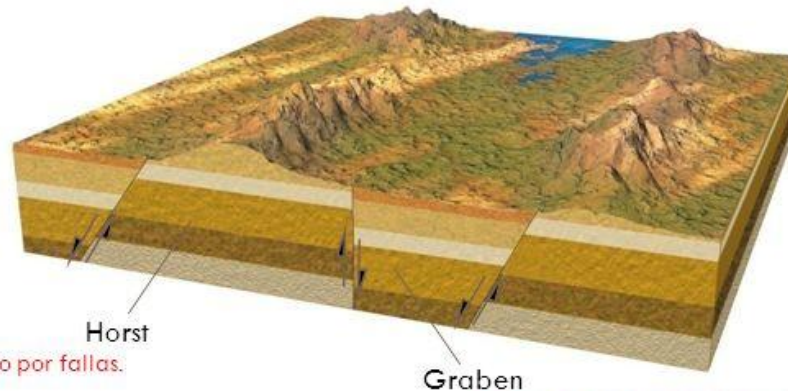
Falla inversa

- El plano de falla buza hacia el labio levantado.
- Se origina por esfuerzos de compresión.



Falla de desgarre

- No hay labio levantado ni hundido.
- Hay un desplazamiento relativo de los bloques.



Bloque levantado limitado por fallas.

Horst

Graben

Bloque hundido limitado por fallas.

Sistemas de fallas

7. OROGENIAS

Paleozoico:

Cámbrico

Ordovícico

Silúrico

Devónico

Carbonífero

Pérmico

Mesozoico

Cenozoico

Cuaternario

Orogenia caledoniana

Orogenia hercínica o varista

Orogenia alpina

8. Orogenias:

- Fase compresiva:

- + Plegamientos.

- + Fallas inversas

- Fase distensiva:

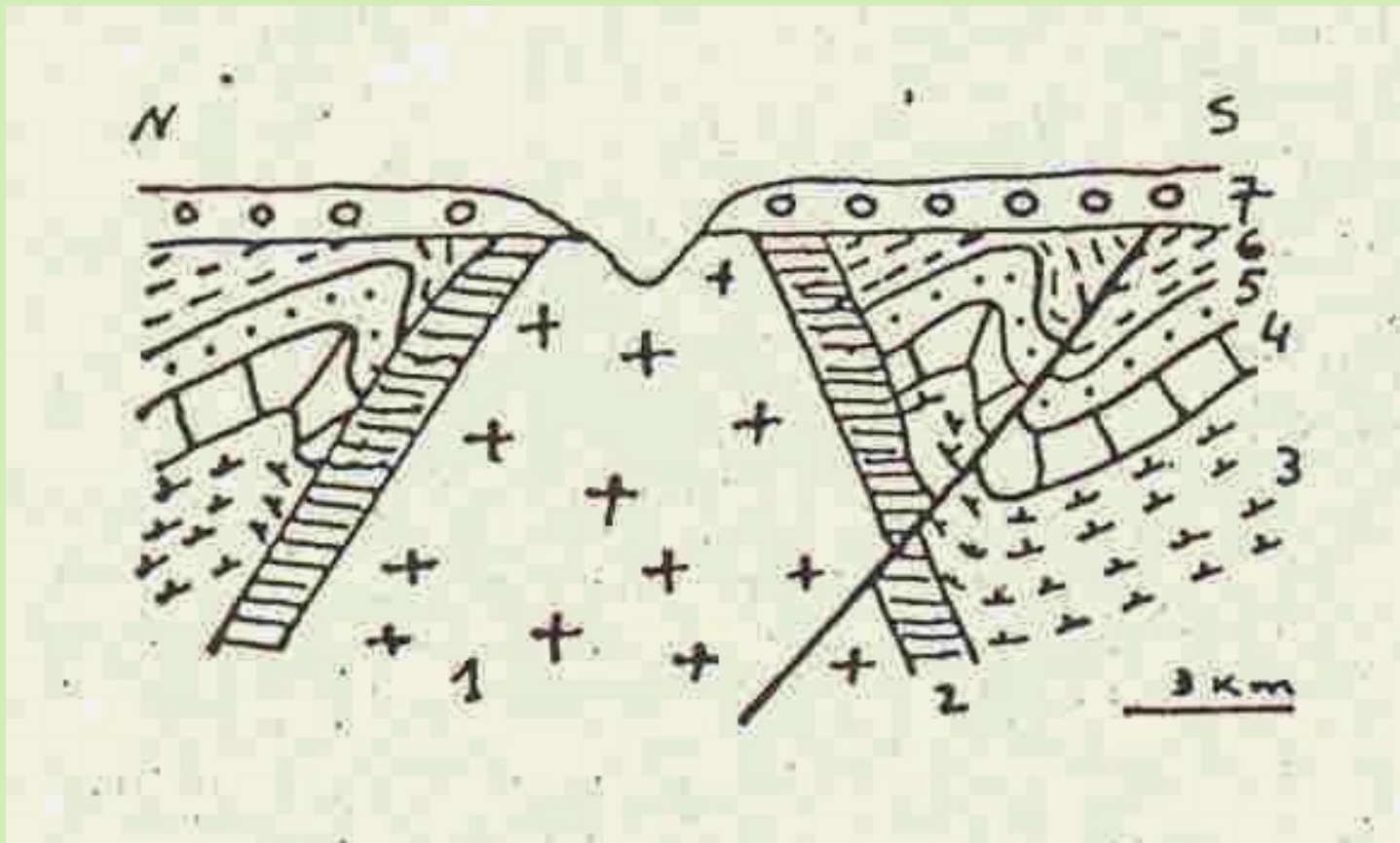
- + Fallas normales

- + Intrusiones (filones, plutones)

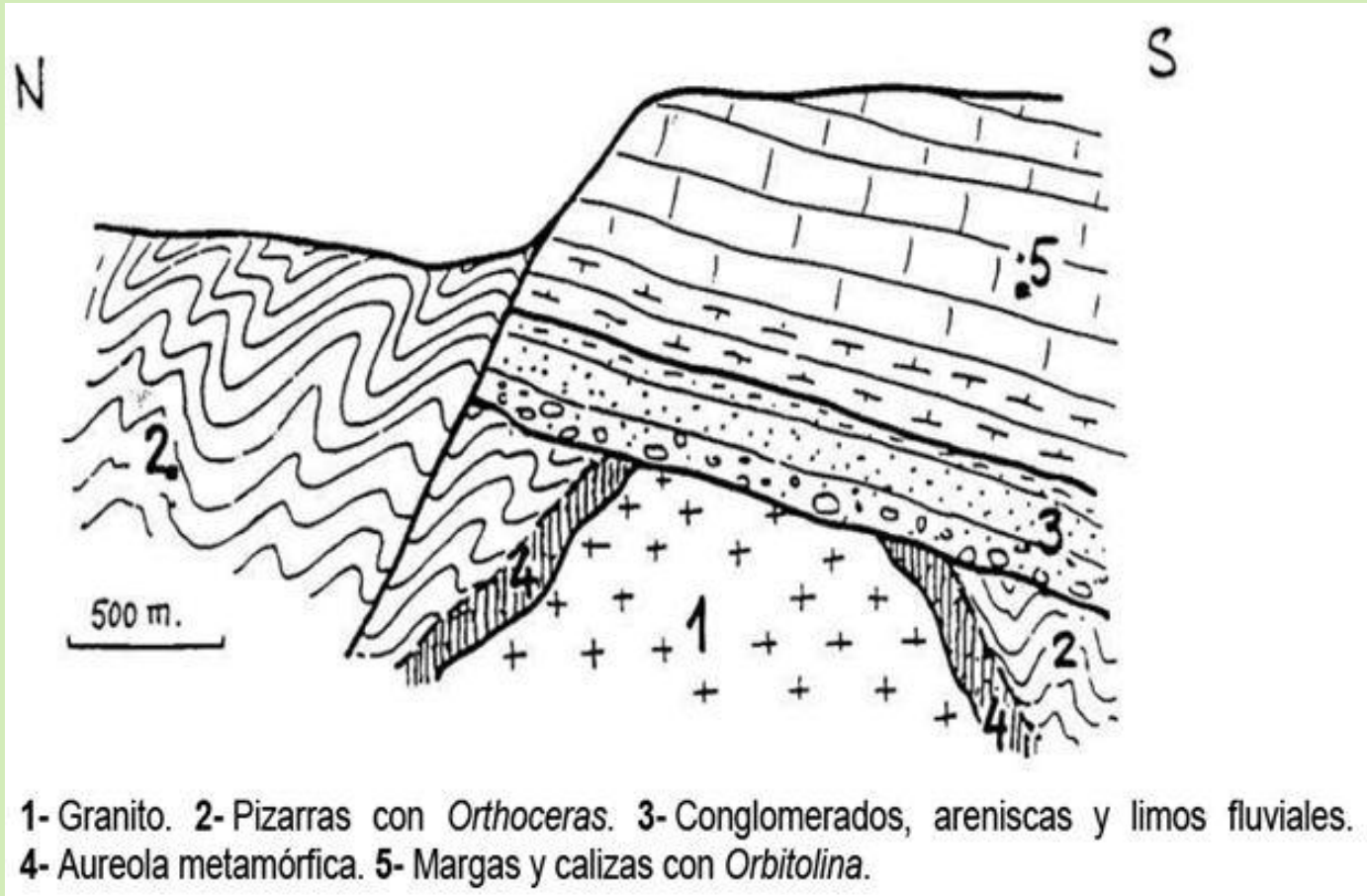
- + Vulcanismo

- + Metamorfismo regional

9. LAS INTRUSIONES DE GRANITO NUNCA SE COLOCAN COMO CONTINENTALES NI COMO MARINAS

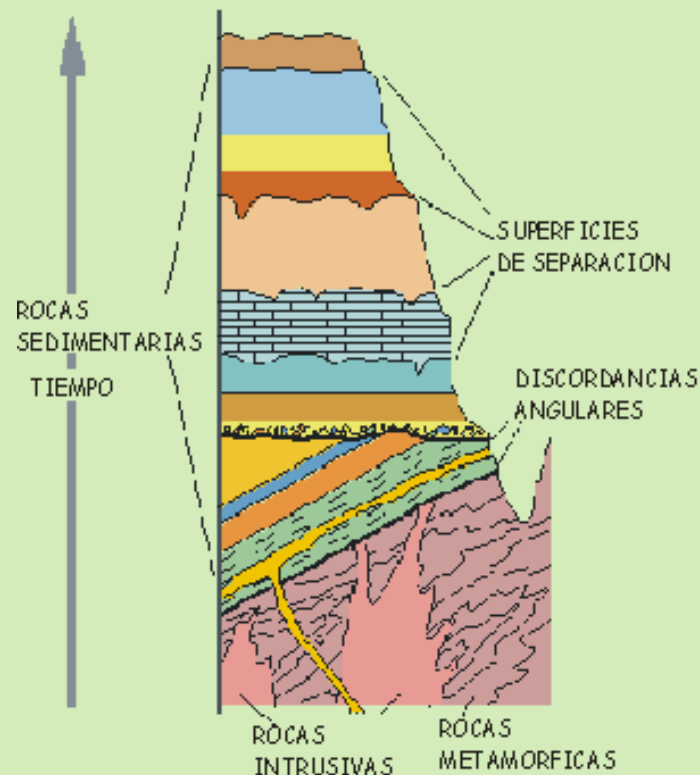


10. LAS CORNEANAS O AUREOLAS METAMÓRFICAS SIEMPRE SON POSTERIORES A LA INTRUSIÓN



11. DISCONTINUIDADES ESTRATIGRÁFICAS

- Es un lapso de tiempo que no está representado por sedimentos dentro de una sucesión estratigráfica.

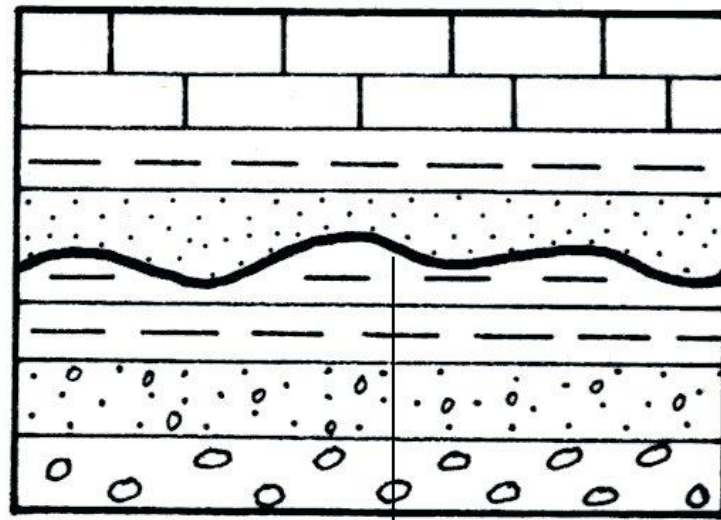


- **LAGUNA ESTRATIGRÁFICA:** Periodo de tiempo que no está representado por sedimentos dentro de una sucesión estratigráfica.
- **VACÍO EROSIONAL:** Periodo de tiempo dentro de una sucesión estratigráfica que no tiene representación porque esos estratos fueron erosionados.
- **HIATO:** Periodo de tiempo en el que no se produjo la sedimentación y que, por tanto, no ha dejado estratos en el registro.

LAGUNA = HIATO + VACÍO EROSIONAL

TIPOS DISCONTINUIDADES ESTRATIGRÁFICAS

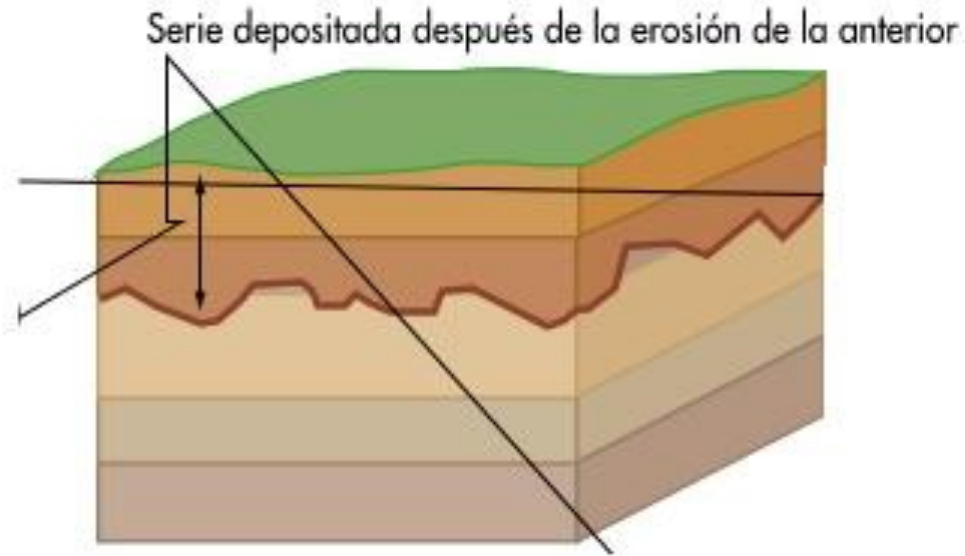
- **Disconformidad:** Discontinuidad en que, pese a la superficie de erosión entre dos formaciones, se mantiene el paralelismo entre los distintos grupos de estratos, lo que evidencia la ausencia de fenómenos de plegamiento durante la laguna estratigráfica.



DISCONFORMIDAD

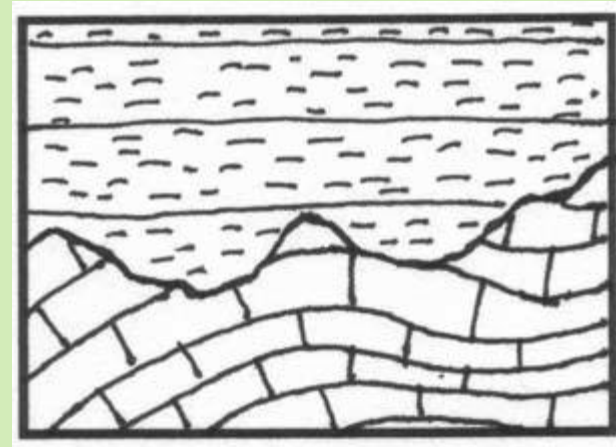
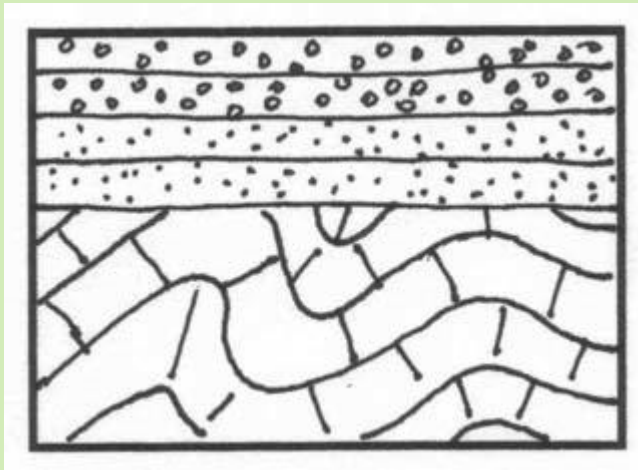
Tipos de discontinuidades estratigráficas

DISCONFORMIDAD



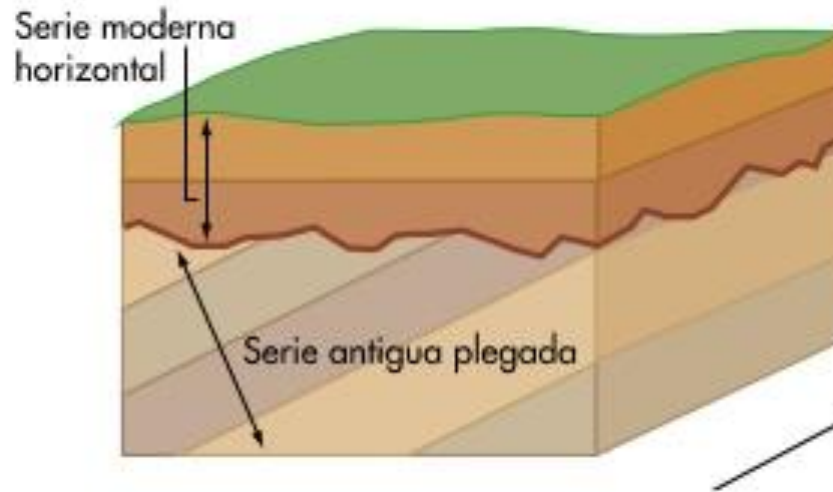
Discontinuidad entre una serie estratigráfica antigua, que fue sometida a un periodo erosivo, y la serie estratigráfica más moderna, que se depositó tras ese proceso.

- **Discordancia:** Discontinuidad en la que durante la laguna estratigráfica se ha producido el plegamiento y simultánea o posterior erosión de la unidad inferior, por lo que no existirá paralelismo entre esta formación y los estratos de la superior.



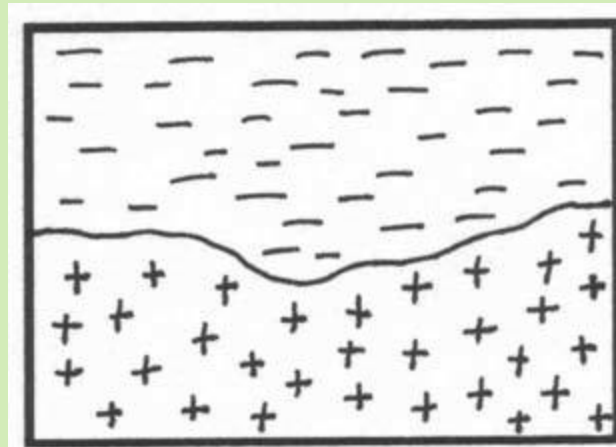
Tipos de discontinuidades estratigráficas

DISCORDANCIA ANGULAR

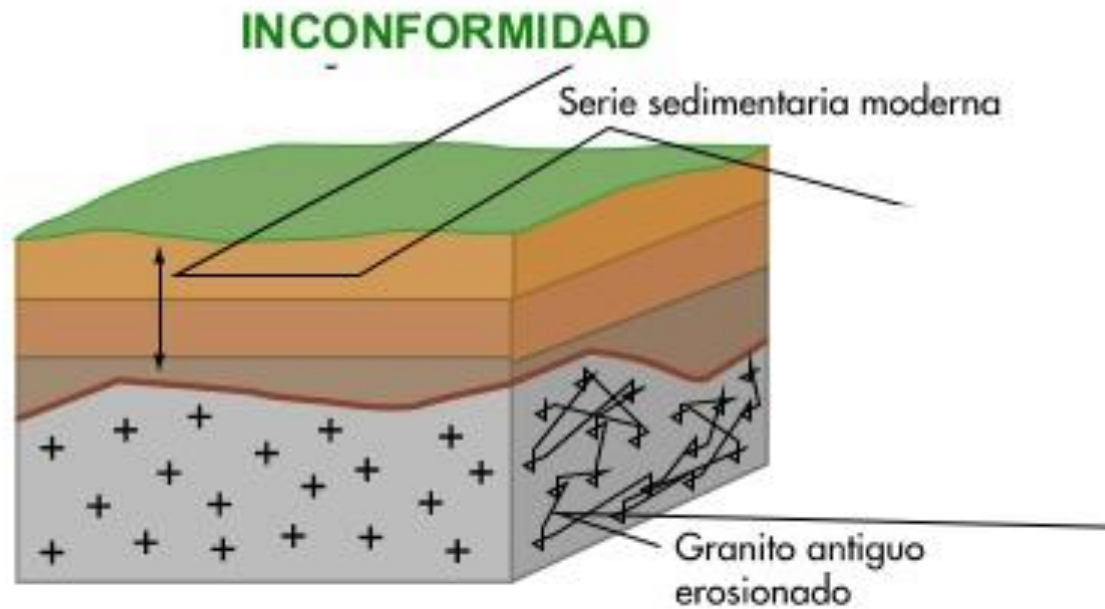


Discontinuidad entre una serie estratigráfica más antigua, que se plegó y se erosionó al quedar los estratos expuestos a la intemperie, y una serie estratigráfica más moderna.

- **Inconformidad:** Discontinuidad producida por el contacto entre una roca plutónica o metamórfica y otra sedimentaria situada sobre ellas

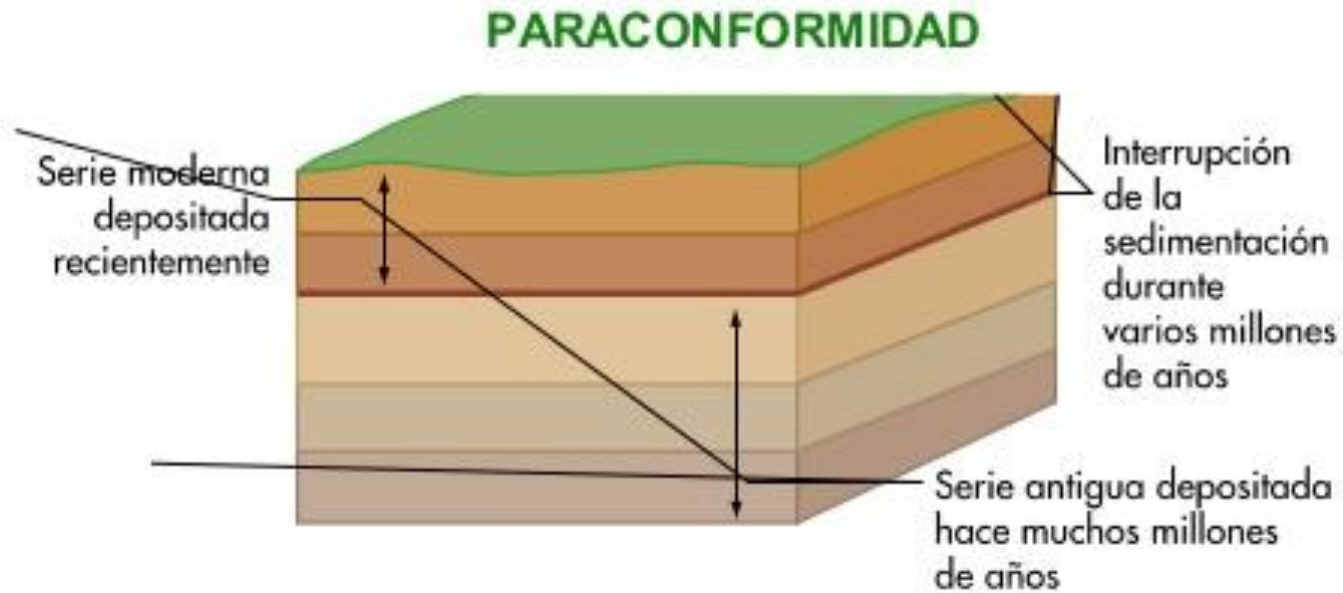


Tipos de discontinuidades estratigráficas



Discontinuidad entre una serie antigua, constituida por rocas erosionadas (por ejemplo, granito), y los estratos sedimentarios más modernos.

Tipos de discontinuidades estratigráficas



Discontinuidad entre una serie antigua, depositada hace muchos millones de años, tras la cual, hubo una interrupción de la sedimentación durante millones de años, y la serie estratigráfica más moderna.