

ESTRATIGRAFÍA



LA ESTRATIGRAFÍA

Reconstruir el pasado terrestre

¿Cómo se puede saber qué acontecimientos geológicos ocurrieron en el pasado?

Investigando las huellas que han dejado

Los materiales que originan



Las estructuras resultantes



Las formas que deja



PROBLEMA HISTÓRICO: LA EDAD DE LA TIERRA

Kelvin contra Darwin: un debate no siempre amistoso

- **Darwin** estaba interesado en demostrar que la existencia de la Tierra era de, al menos, 300 M.a. para poder explicar el lento mecanismo evolutivo.
- Lord **Kelvin** calculó la edad partiendo de la hipótesis del enfriamiento gradual de la Tierra desde su origen y ofreció como cifra más probable 100 M.a.
- Ante los conocimientos físicos de Kelvin, Darwin retira su cálculo de la edad terrestre en la siguiente edición de "El origen de las especies".
- En los años siguientes Kelvin va reduciendo la edad hasta 24 M.a.
- A finales del siglo XIX, el descubrimiento de la radiactividad invalida los cálculos de Kelvin
- La radiactividad supone una fuente de calor adicional con la que Kelvin no había contado.
- Kelvin murió sin reconocer que el descubrimiento de la radiactividad invalidaba sus cálculos.



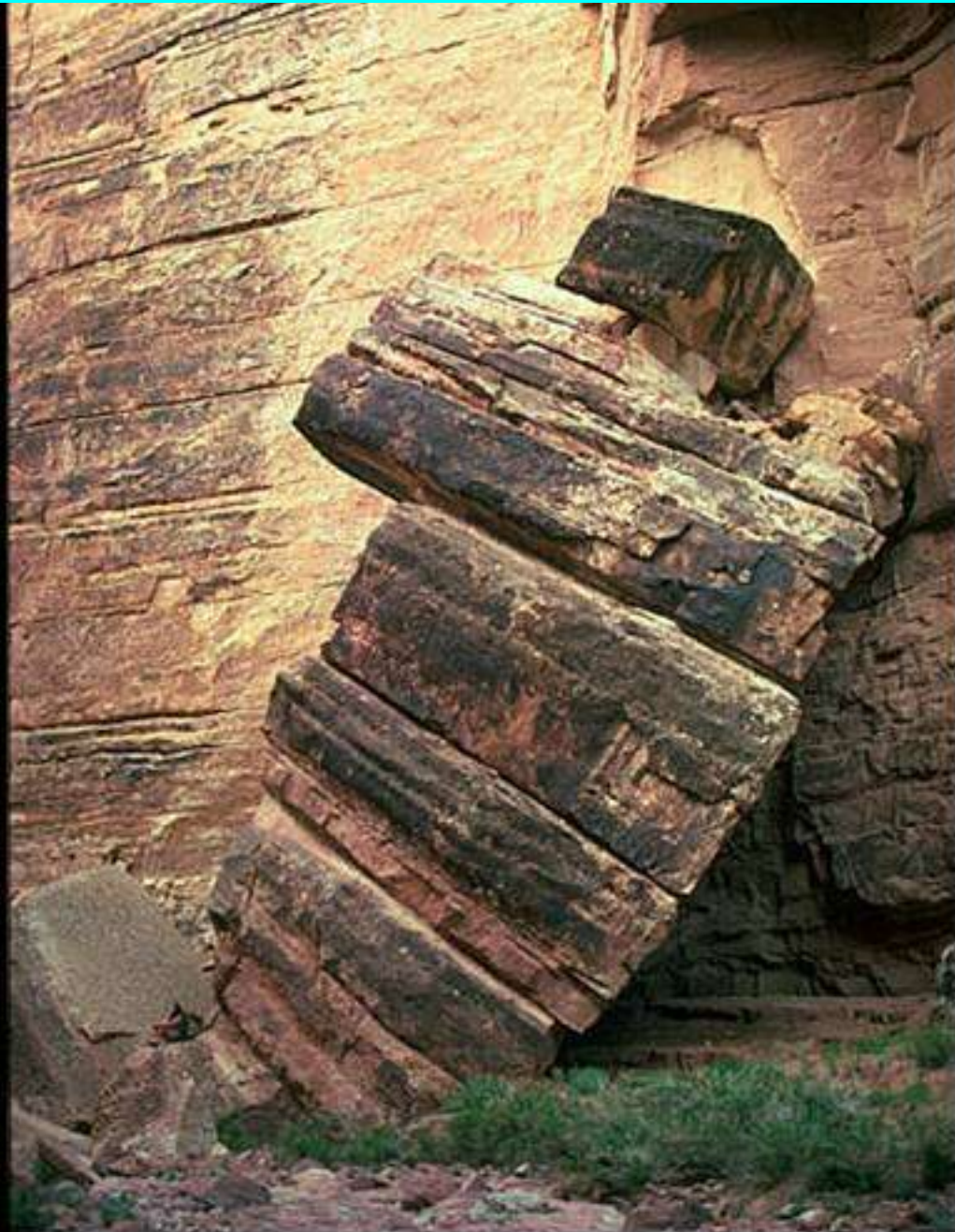
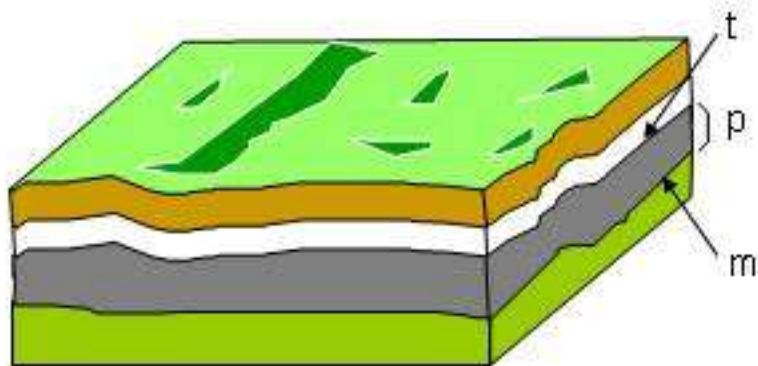
Los estratos

LOS ESTRATOS

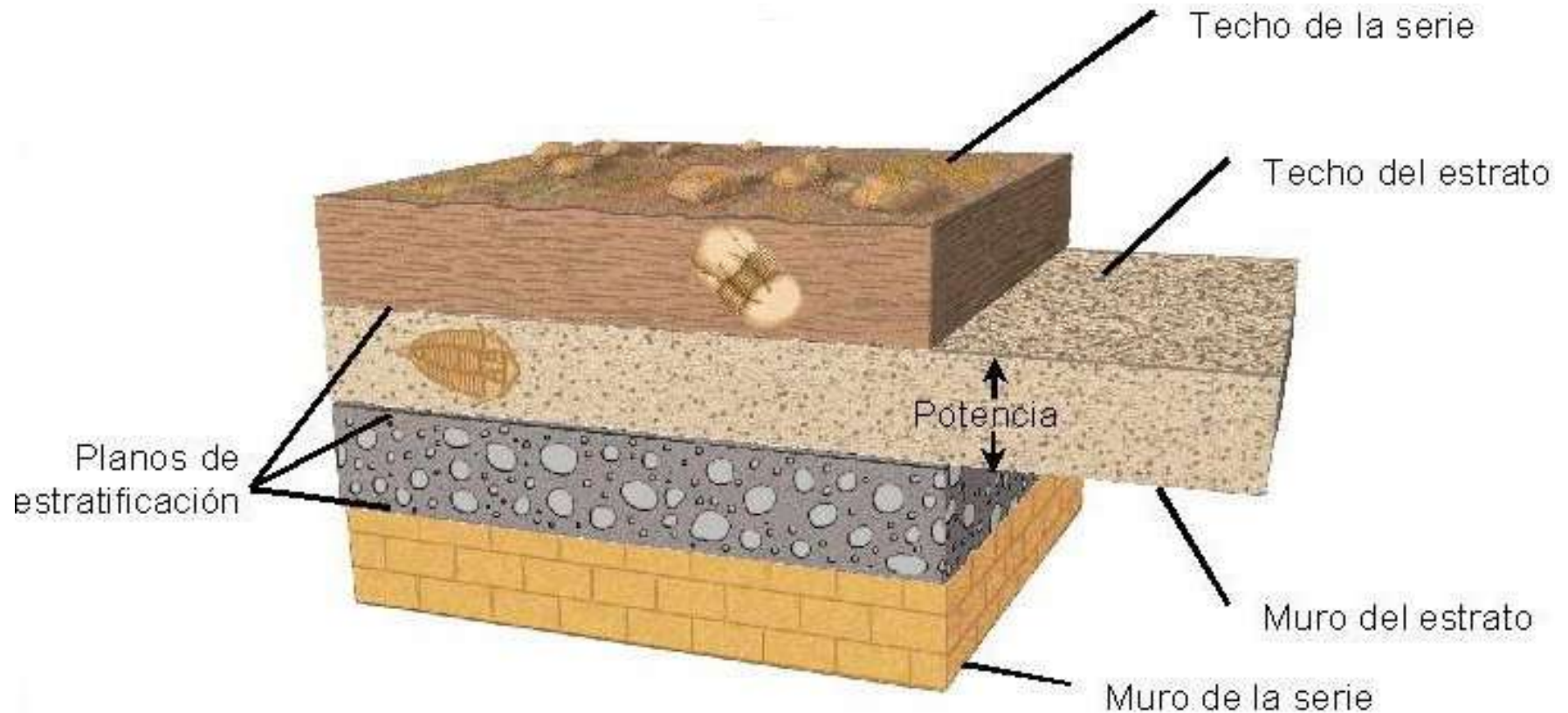
Las rocas sedimentarias y metamórficas están dispuestas en la naturaleza en capas o **estratos**. Esto se debe a que se han producido por depósito o sedimentación de los agentes externos y en especial de los ríos.

En todo estrato podemos distinguir: la parte superior o **techo (t)**, la inferior a la que llamaremos **muro (m)** y su grosor o **potencia (p)**.

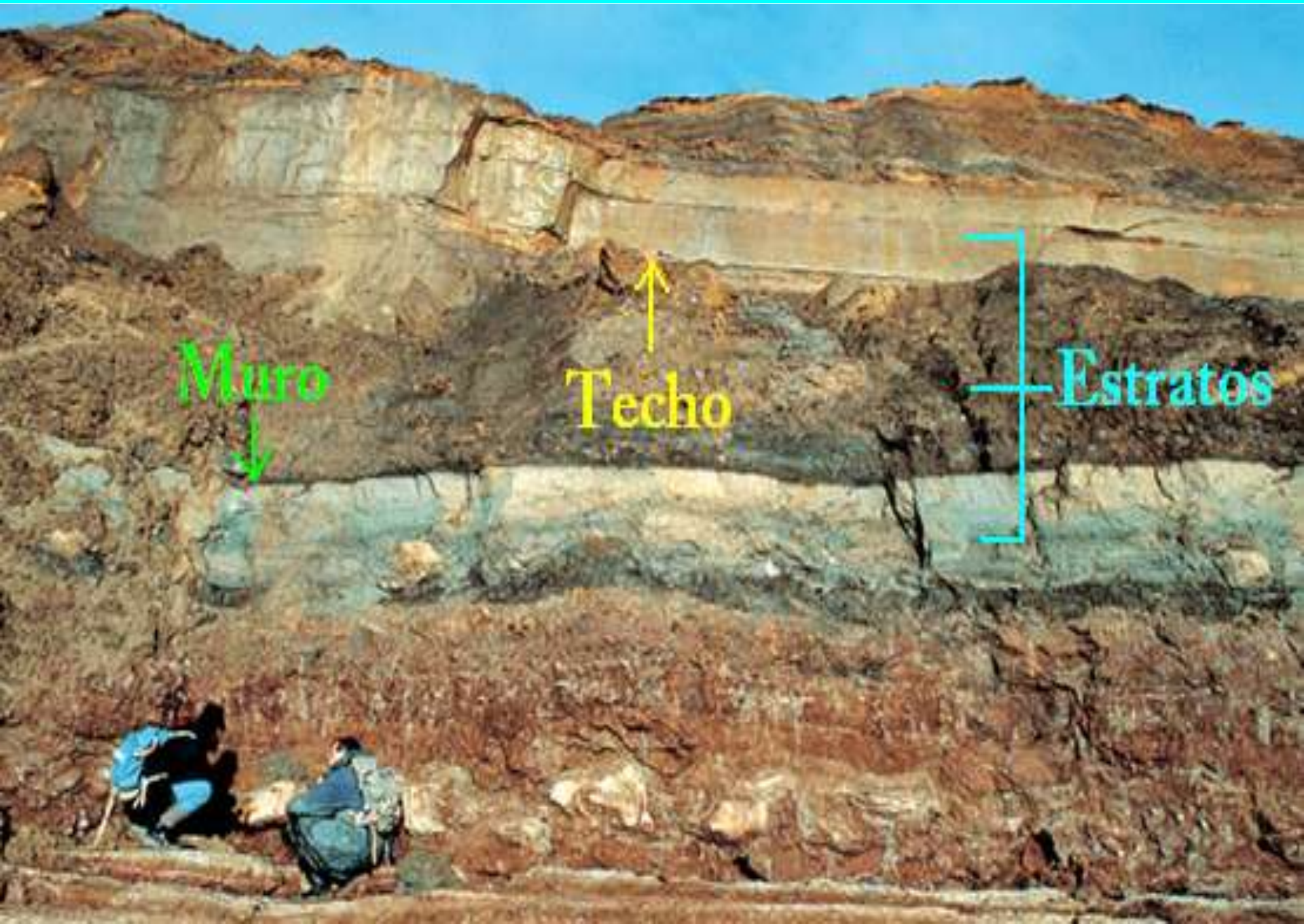
El tipo de roca nos puede informar sobre el agente que lo ha producido y la potencia nos informa sobre la mayor o menor persistencia del periodo de depósito o sedimentación.



LOS ESTRATOS. POTENCIA, TECHO Y MURO



LOS ESTRATOS. POTENCIA, TECHO Y MURO



ESTRATOS INCLINADOS. ESPESOR APARENTE Y POTENCIA REAL



ESTRATOS INCLINADOS. ESPESOR APARENTE Y POTENCIA REAL



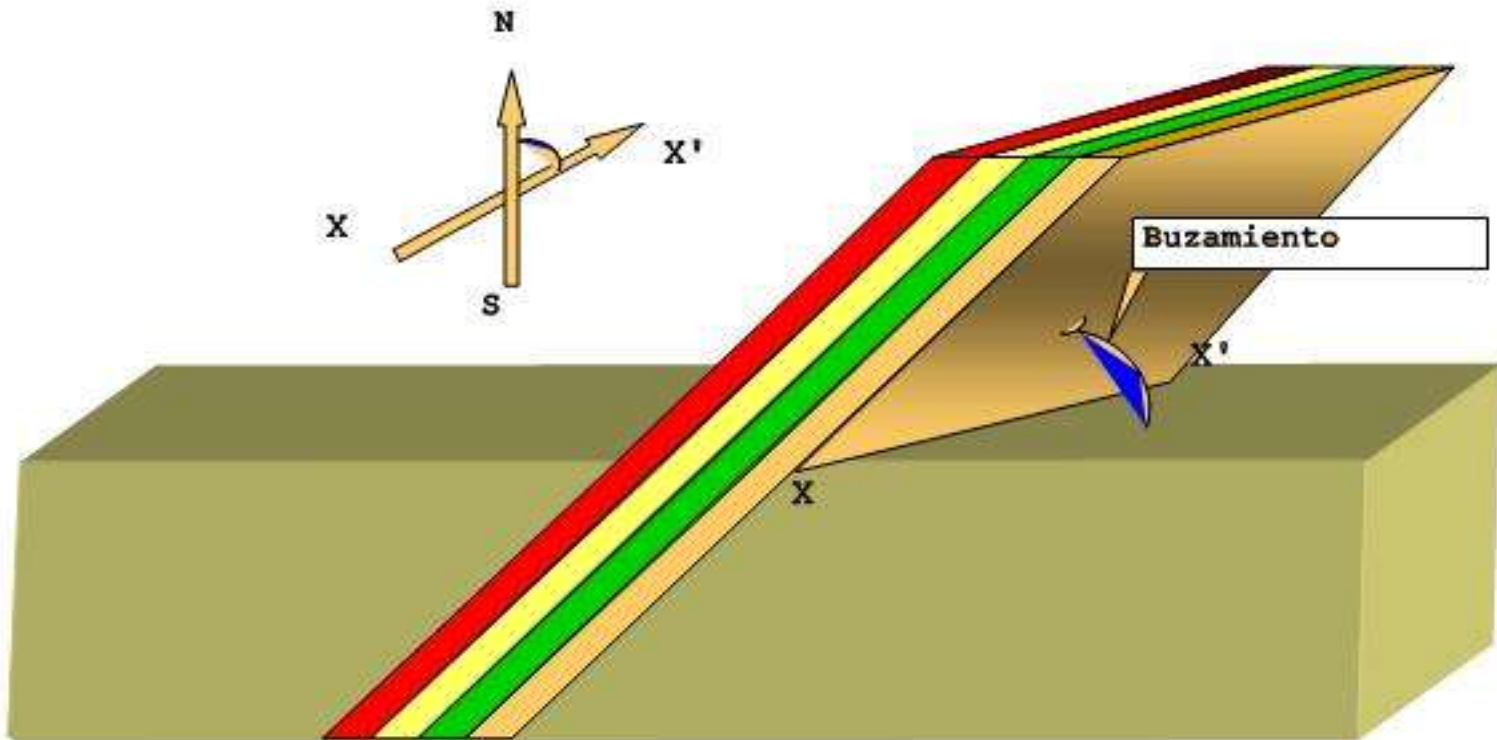
Ejercicio: deducir una fórmula para hallar el espesor real conociendo el espesor aparente y el ángulo de buzamiento del estrato.

$$E_{real} = E_{apar} \cdot \text{sen } \beta$$

BUZAMIENTO Y DIRECCIÓN DE UN ESTRATO

Buzamiento: ángulo agudo que forma el estrato con la horizontal. Se mide con el clinómetro.

Dirección: ángulo que forman la línea de intersección del estrato con la horizontal (XX') y la línea Sur-Norte marcada por una brújula.



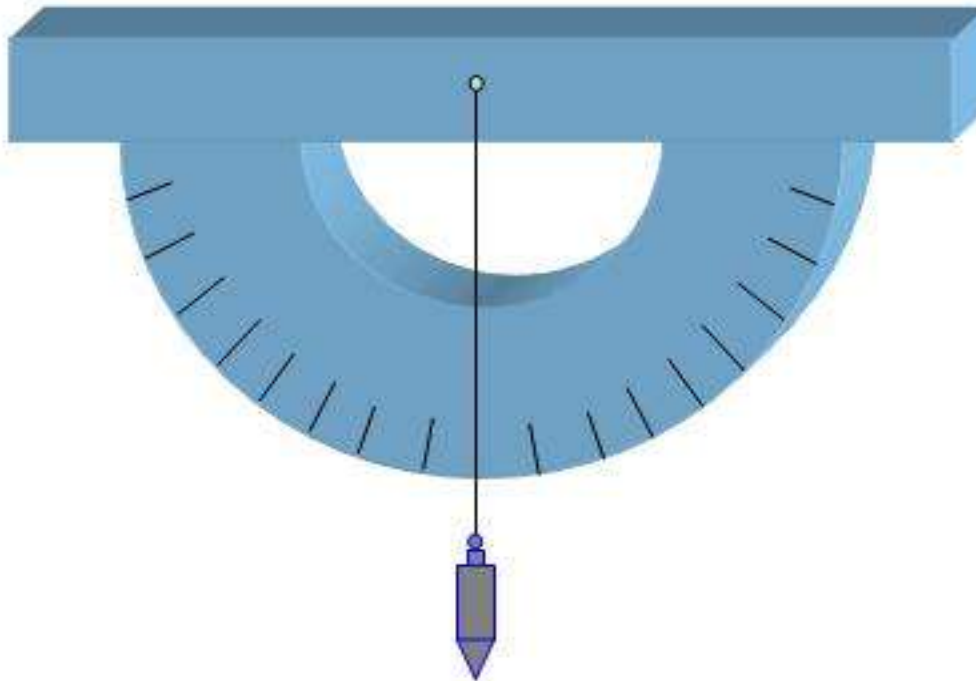
BUZAMIENTO DE UN ESTRATO



buzamiento

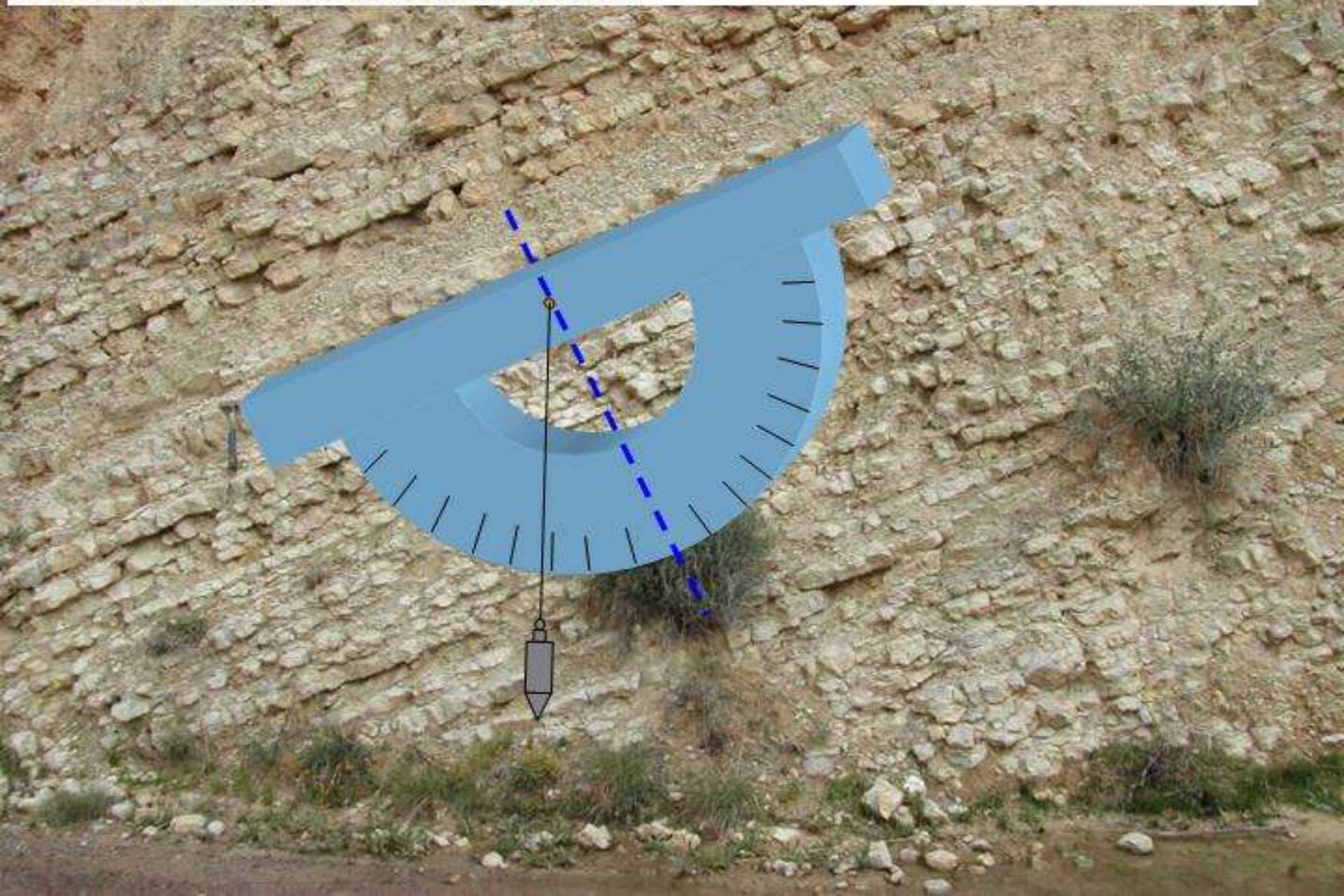
CLINÓMETRO

Clinómetro: es un instrumento con el que se mide el buzamiento de los estratos.

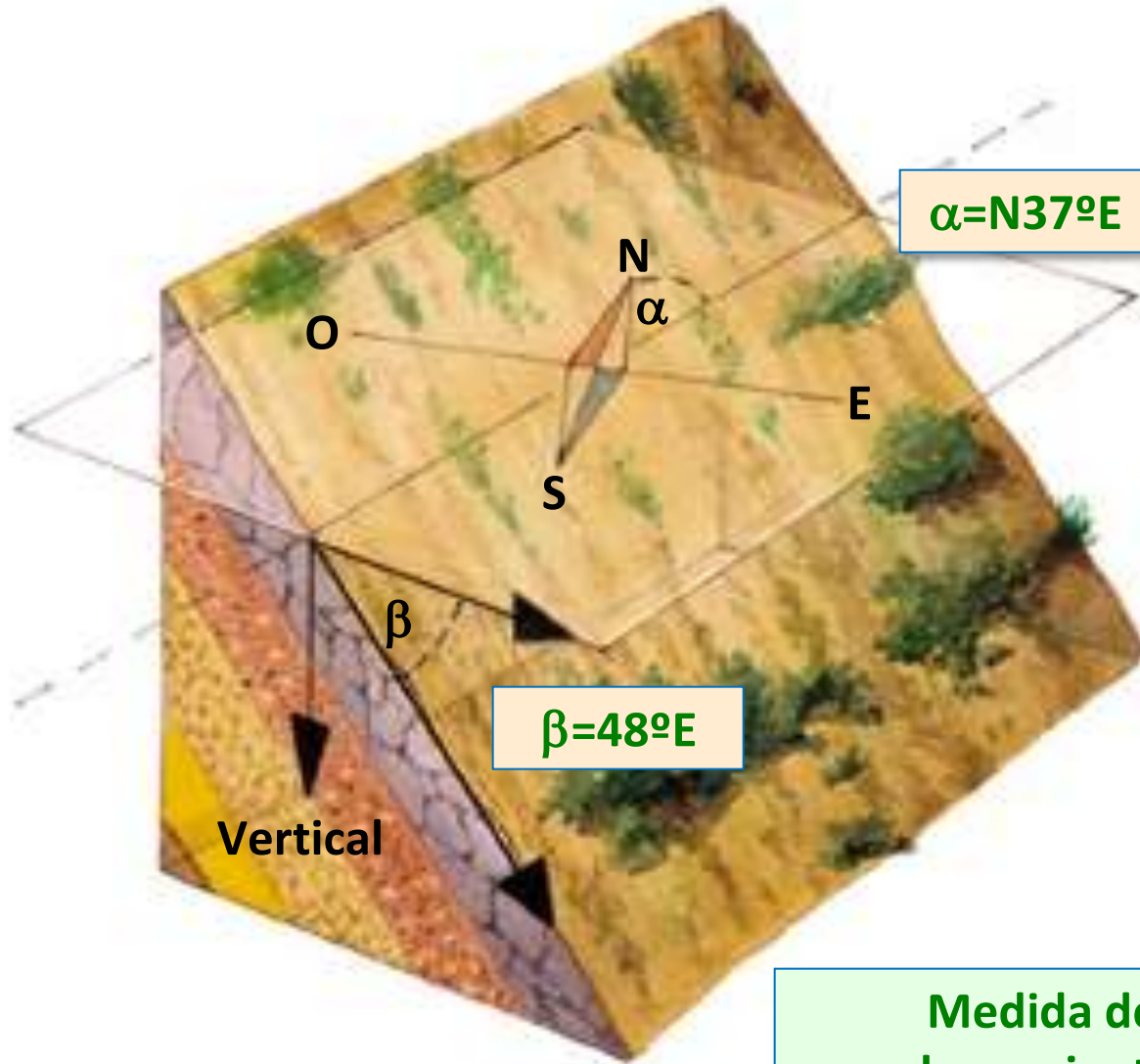


CLINÓMETRO

Medida del buzamiento con el clinómetro.



MEIDA DE LA DIRECCIÓN O RUMBO Y DEL BUZAMIENTO



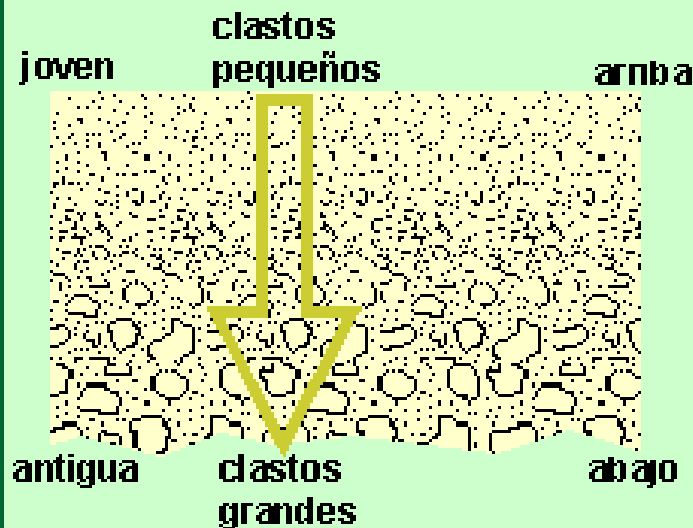
Brújula de geólogo con un clinómetro incorporado para medir el buzamiento.

Medida del buzamiento

TIPOS DE ESTRATIFICACIÓN

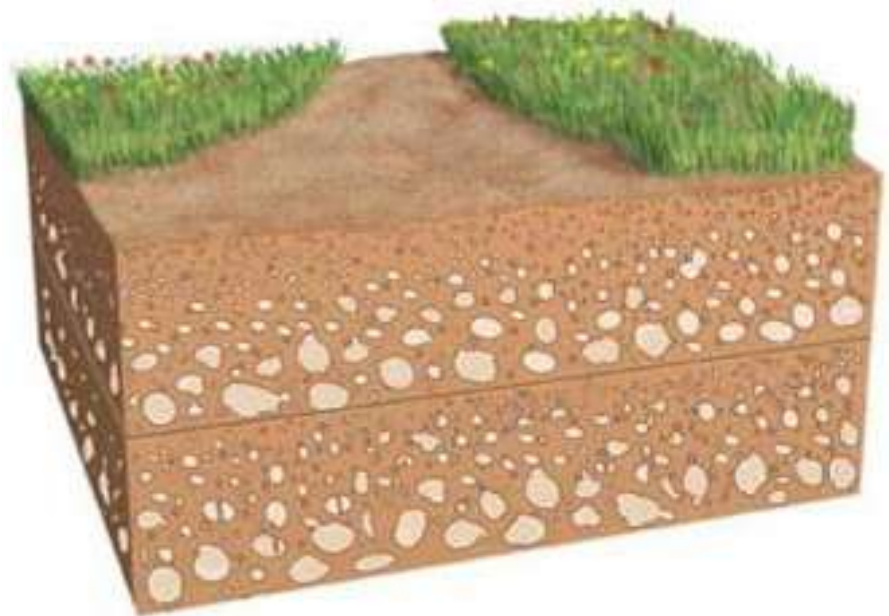
- ◆ Homogénea
- ◆ Gradada o con granoselección
- ◆ Cruzada

Estratificación gradada



WG99 /
Estrat04.cdr

GRANOSELECCIÓN



ESTRATIFICACIÓN CRUZADA



Las láminas forman con el *muro* un ángulo muy bajo que aumenta progresivamente hacia el *techo*.

ESTRATIFICACIÓN CRUZADA

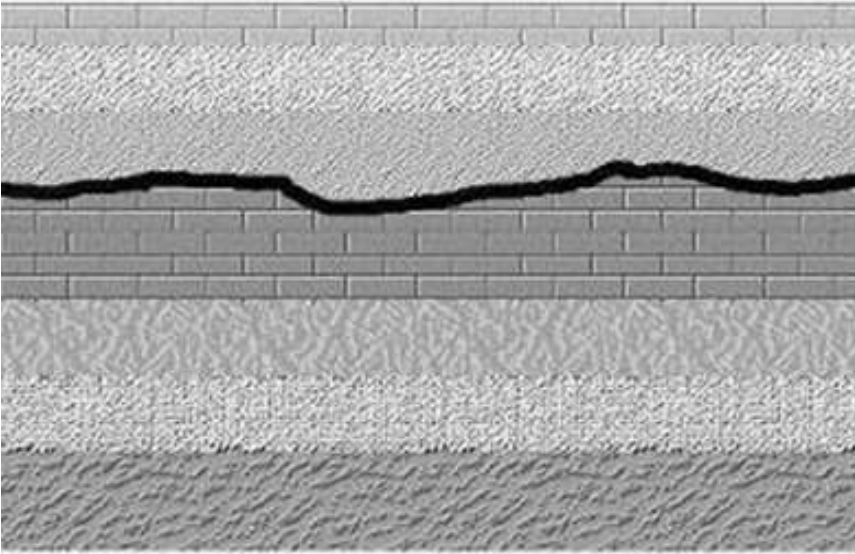


ESTRATIGRAFÍA

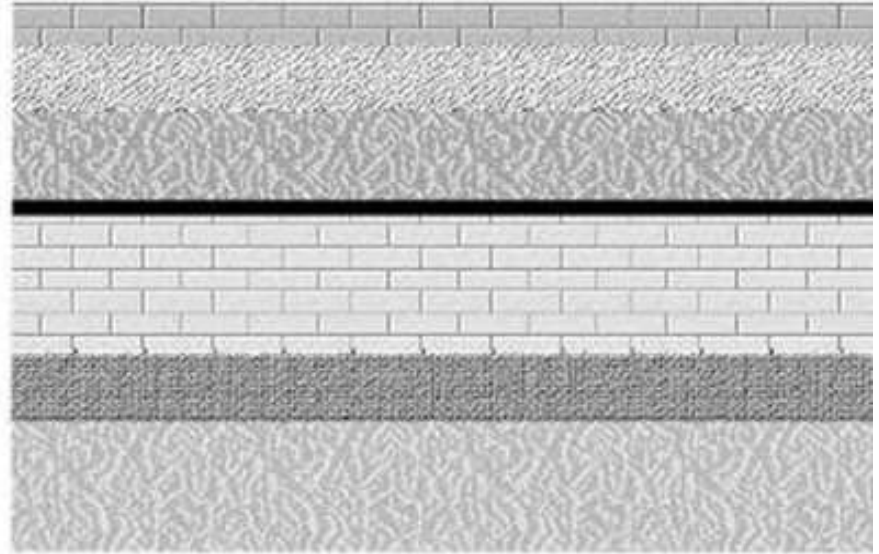
Discordancias

TIPOS DE DISCORDANCIAS

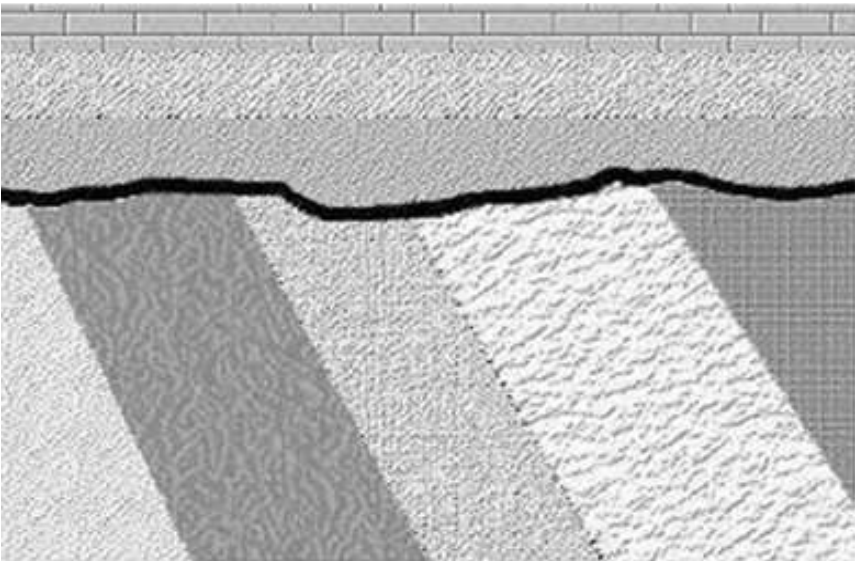
Disconformidad o discordancia erosiva



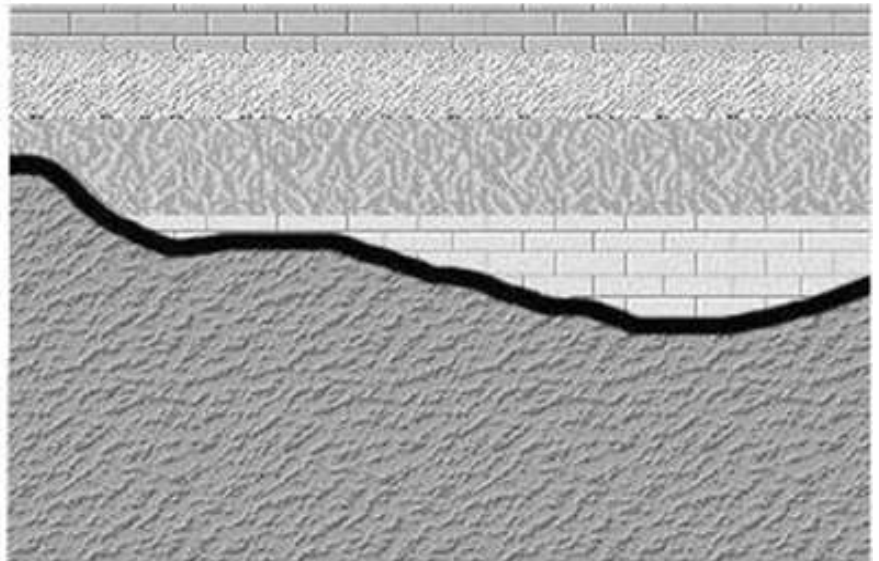
Paraconformidad



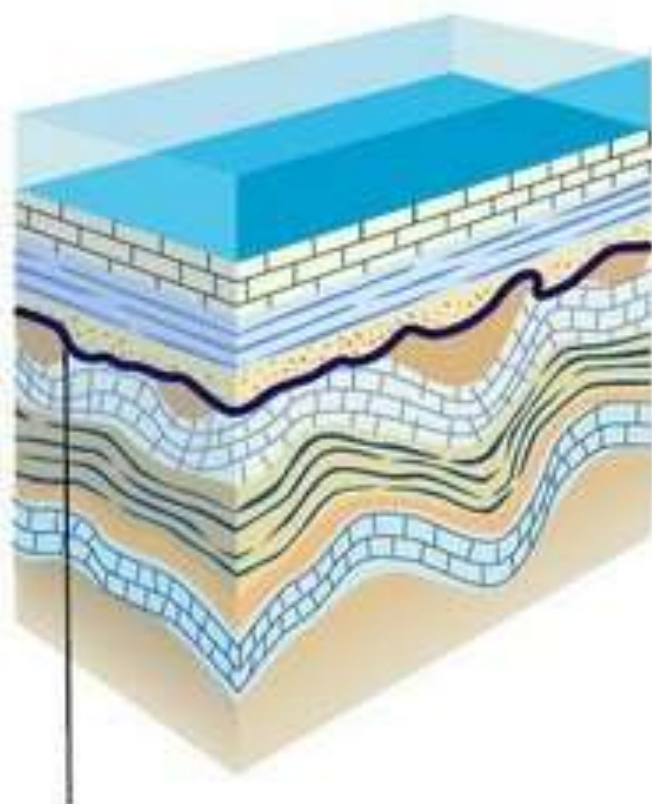
Discordancia angular



Inconformidad o no conformidad

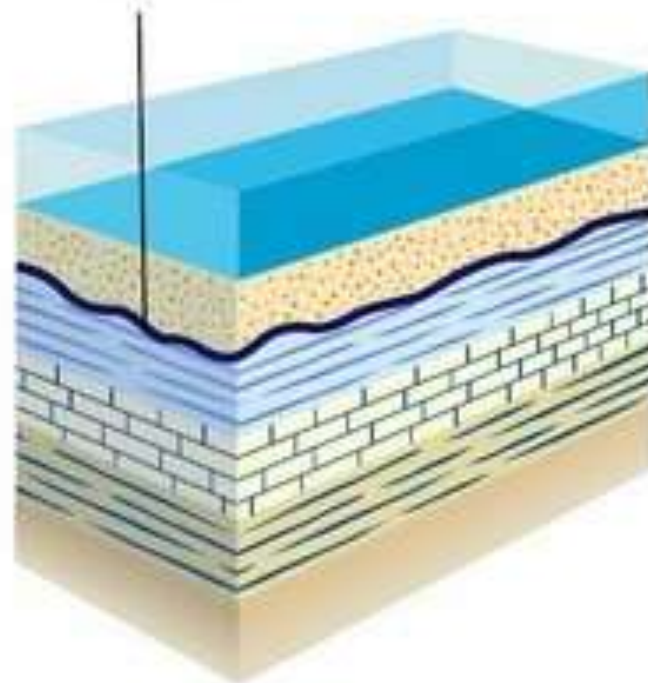


TIPOS DE DISCORDANCIAS

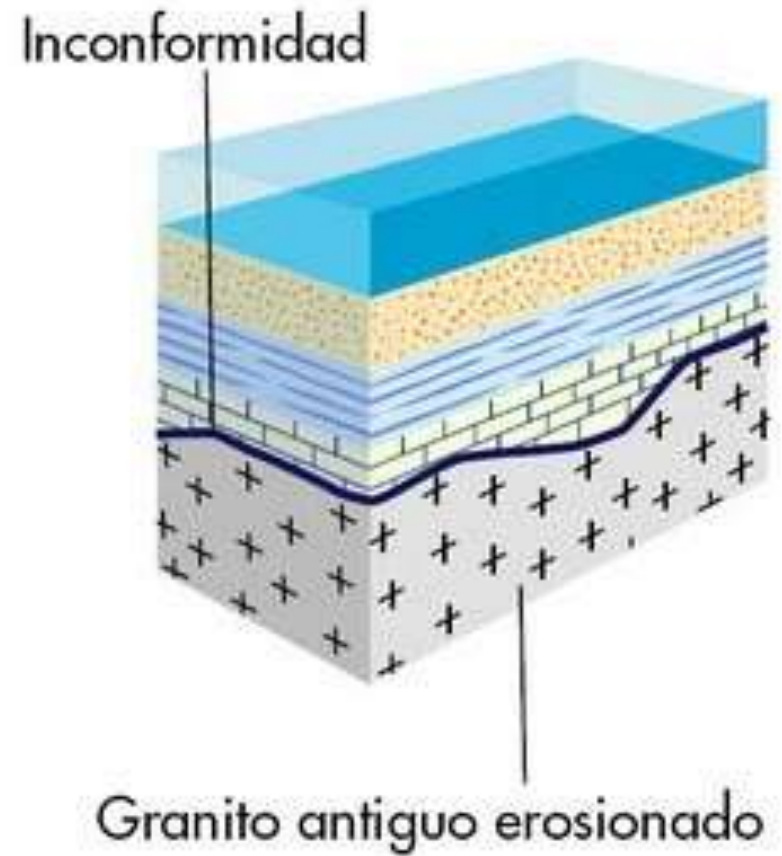
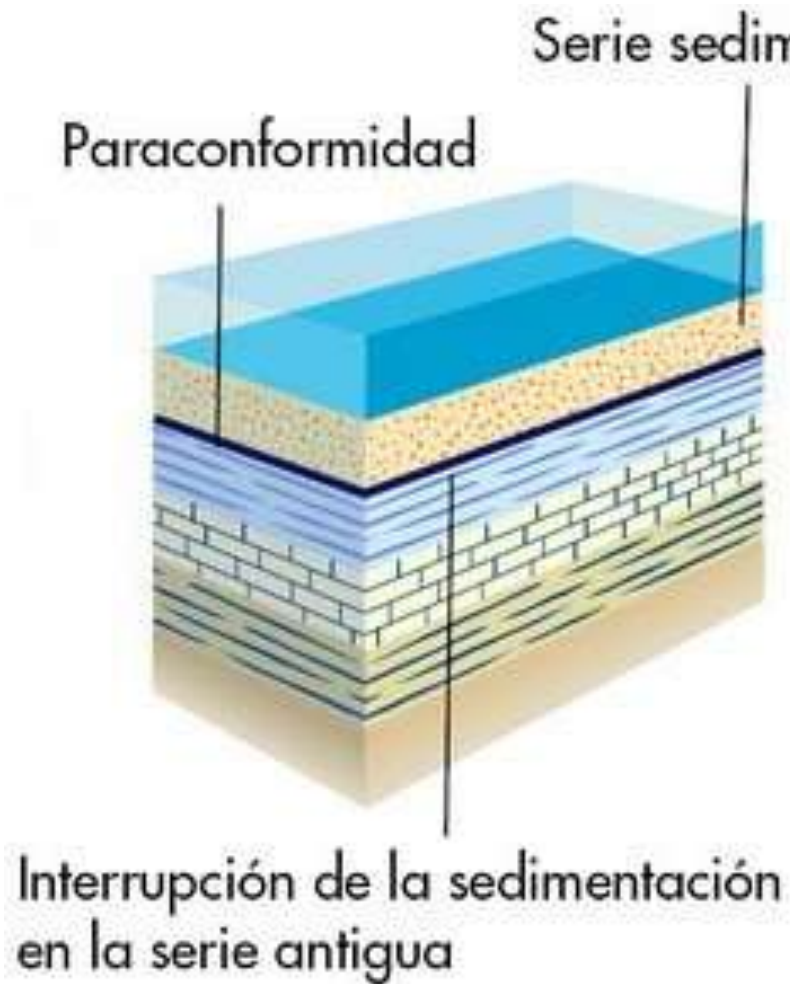


Discordancia angular

Disconformidad



TIPOS DE DISCORDANCIAS



DISCORDANCIA ANGULAR



DISCORDANCIA ANGULAR



DISCORDANCIA ANGULAR



WG2002

Principios de la cronología relativa



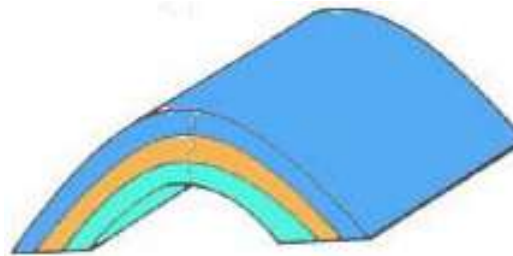
DATACIÓN DE LOS ESTRATOS



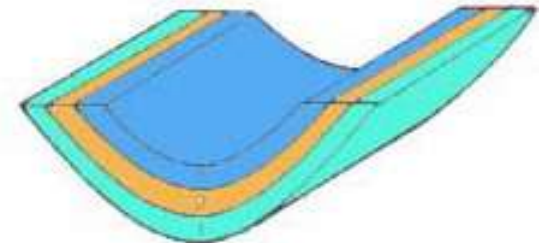
¿Cuál es la polaridad de las capas?

DATACIÓN

**Relativa
Absoluta**



Antiforme



Sinforme

¿Cuál es anticlinal y cuál es sinclinal?

Catastrofismo

- Tª diluvial
- Tª de las creaciones múltiples
- Tª de la “manzana arrugada”



Georges Cuvier (1769-1832)

Todos los estratos son de la misma edad, pues son un acto de la Creación.



TEORÍA DILUVIAL Y DE LAS CREACIONES MÚLTIPLES



Catastrofismo: LOS FÓSILES SON LA PRUEBA DEL DILUVIO



Edad Media: LOS FÓSILES SON CAPRICHOS DE LA NATURALEZA



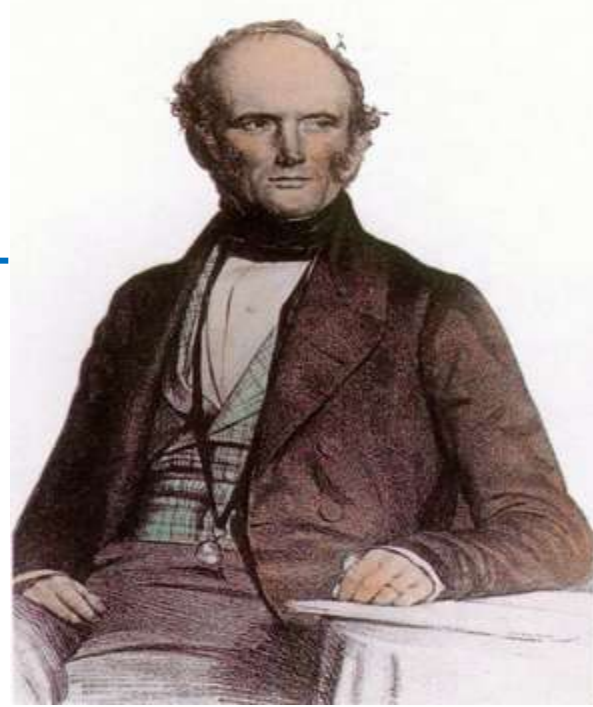
PRINCIPIO DEL ACTUALISMO

Gradualismo / actualismo

↖ Uniformitarismo



Se opone al *catastrofismo*:
"el presente es la clave del pasado".



Charles Lyell (XIX)



PRINCIPIO DEL ACTUALISMO



Los procesos físico-químicos que actúan hoy día, son los mismos que han actuado en el pasado.

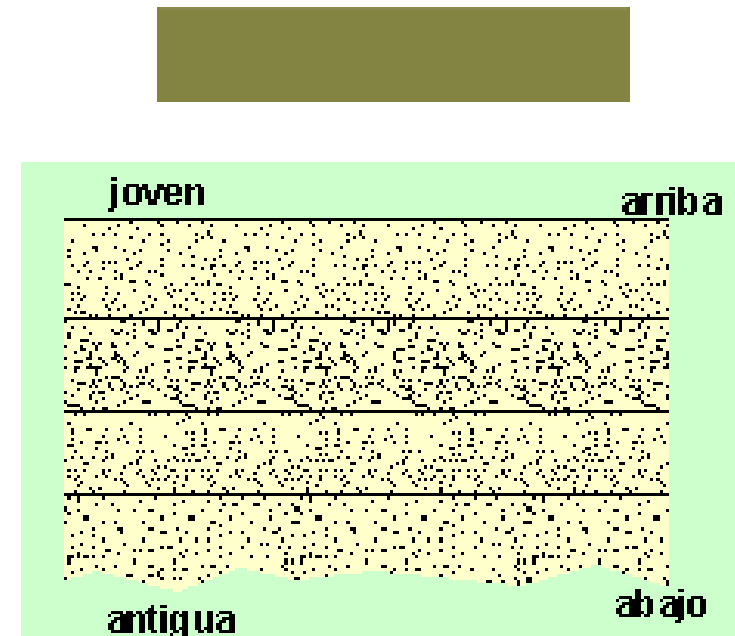
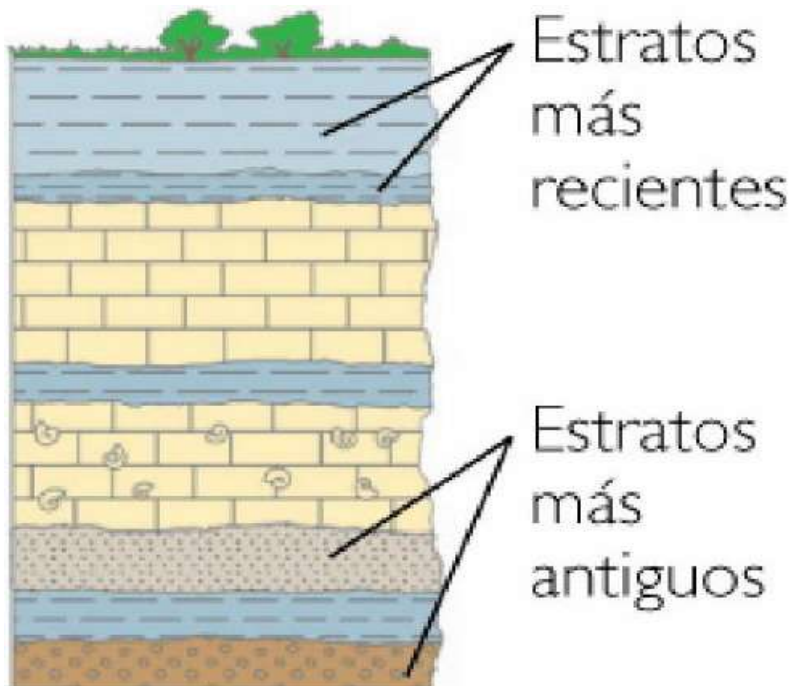
**Meandros encajados sobre rocas calizas.
Río Duratón (Segovia).**

PRINCIPIOS DE LA CRONOLOGÍA RELATIVA



P. de la superposición de los estratos (STENO, 1669)

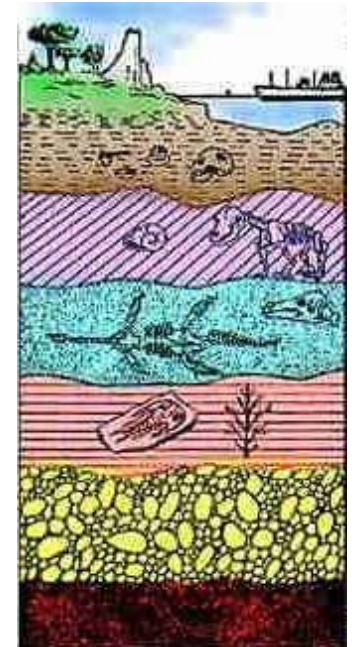
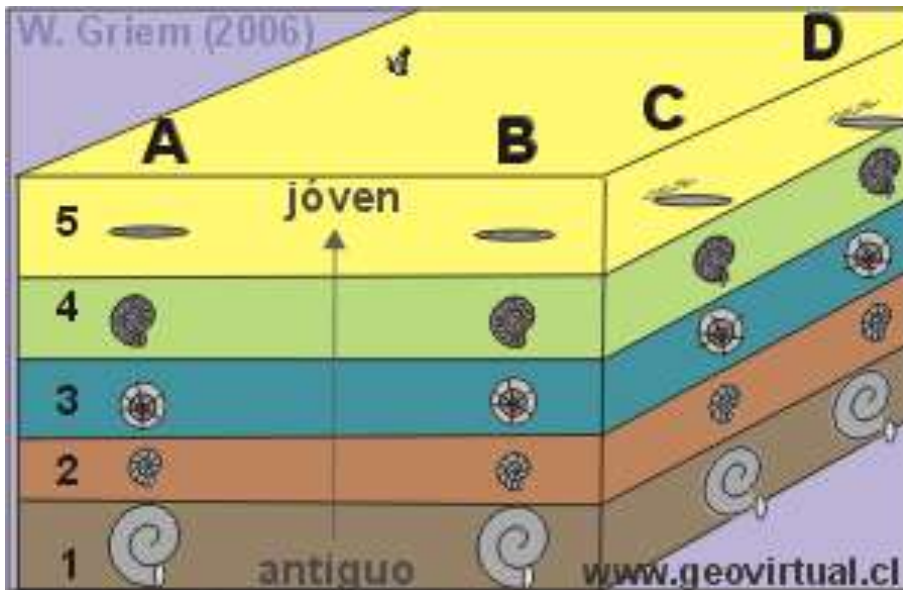
Los sedimentos



PRINCIPIOS DE LA CRONOLOGÍA RELATIVA



P. de la sucesión de la fauna y de la flora



Los fósiles de los estratos inferiores son más antiguos que los de los estratos superiores.

PRINCIPIOS DE LA CRONOLOGÍA RELATIVA

■ P. de la horizontalidad

Facies



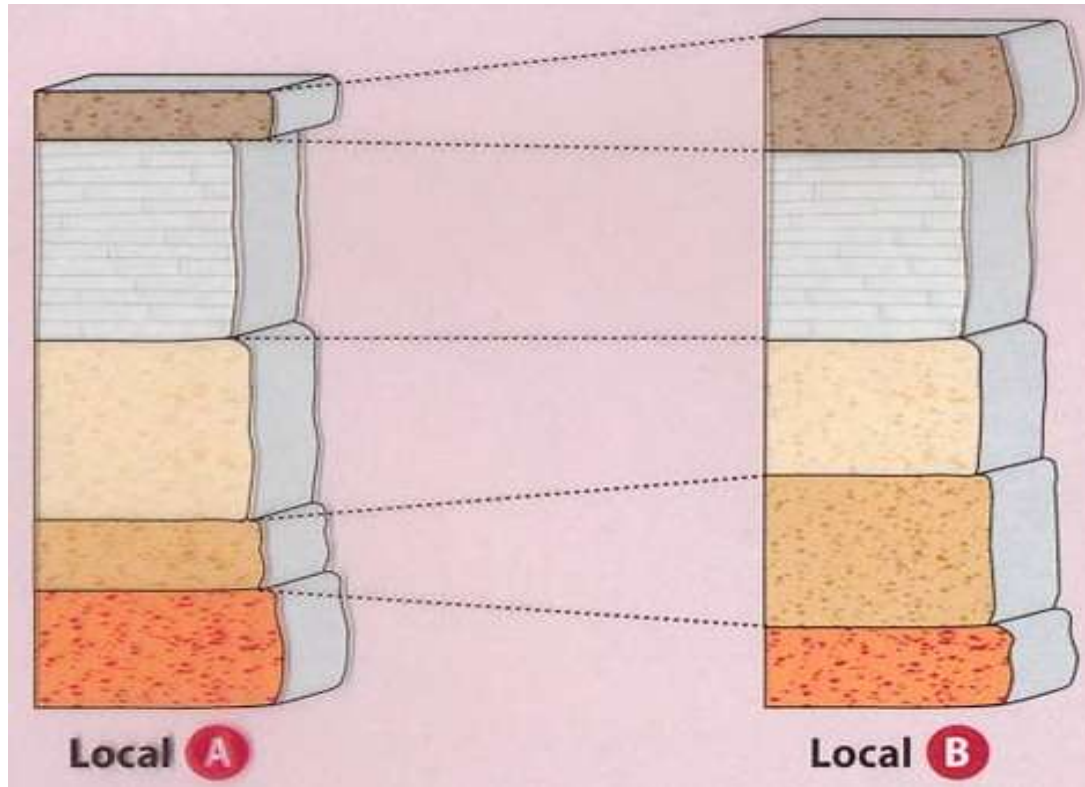
WG98/Facies01.cdr

Un estrato tiene, aproximadamente, la misma edad en toda su extensión.

PRINCIPIOS DE LA CRONOLOGÍA RELATIVA



P. de la continuidad lateral

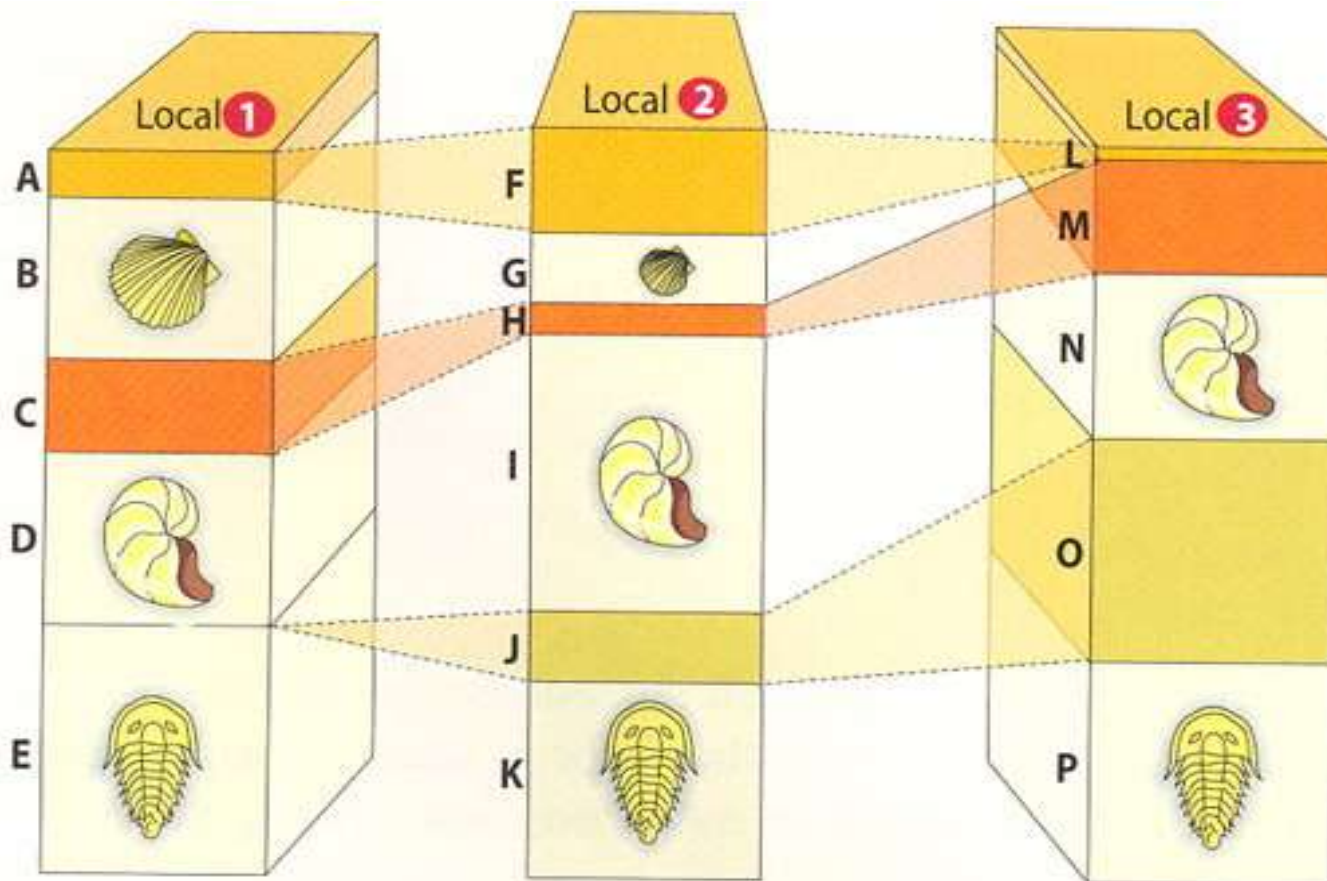


Dos conjuntos de estratos que tienen características idénticas son de la misma edad.

PRINCIPIOS DE LA CRONOLOGÍA RELATIVA

■ P. de identidad paleontológica

Dos conjuntos de estratos que tienen fósiles idénticos son de la misma edad.



Estratos con la misma edad:

B e G

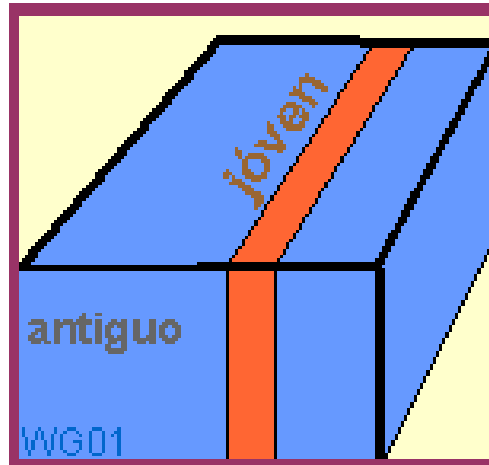
D, I e N

E, K e P

PRINCIPIOS DE LA CRONOLOGÍA RELATIVA



P. de afectación de los estratos



Un fenómeno geológico es anterior a los materiales que afecta y posterior a los que no afecta.

¿Qué fenómeno ocurrió primero: el dique o la formación rocosa?



Marcas en la superficie de estratificación



CON FRECUENCIA ENCONTRAMOS ESTRATOS VERTICALES

¿Cuál es la polaridad de estas capas?



Estratos verticales en Santo Toribio de Liébana (Cantabria)

AQUÍ TENEMOS ESTRATOS INVERTIDOS

Pliegue recumbente (acostado)



Si encontramos estratos invertidos, ¿cómo averiguar la polaridad de las capas? ¿Se trataba de un anticlinal o de un sinclinal?

PLIEGUES HORIZONTALES EN *CHEVRON* O ACORDEÓN

¿Cuál es la polaridad de las capas?



Marcas en las superficies de estratificación

- ➔ **Marcas de relleno**
- ➔ **Marcas de corriente**
- ➔ **Marcas de grietas de desecación**
- ➔ **Marcas de rizadura (*ripple marks*)**
- ➔ **Marcas de animales**

Nos dan criterios para conocer la *polaridad de los estratos*

MARCAS DE RELLENO



Relleno de un *canal de corriente*

PALEOCANAL DE CORRIENTE



MARCAS DE CORRIENTE

Entrantes en el techo y salientes en el muro, a causa de los clastos que ruedan o saltan.



Marca por impacto (“*prod mark*”)

Se produce un *saliente (altorrelieve)* en el *muro* del estrato depositado en el *entrante* del techo de la capa que sufrió el impacto.

MARCAS DE CORRIENTE



MARCAS DE CORRIENTE



GRIETAS DE RETRACCIÓN O DESECACIÓN

GRIETAS DE DESECACIÓN

Su anchura disminuye hacia el interior del estrato, presentando una sección en V



Fosilizadas



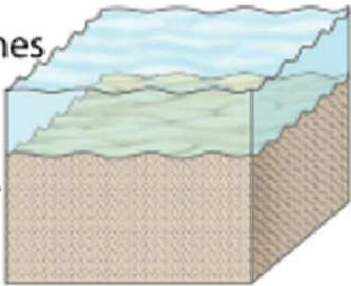
MARCAS DE RIZADURA (*RIPPLE MARKS*)



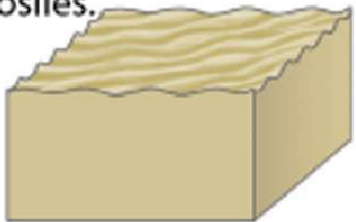
Sus crestas son agudas y los senos romos

MARCAS DE RIZADURA (RIPPLE MARKS)

Ondulaciones
actuales
en la arena
de la playa.



Ripple-marks
ondulaciones
fósiles.



MARCAS DE RIZADURA (*RIPPLE MARKS*)

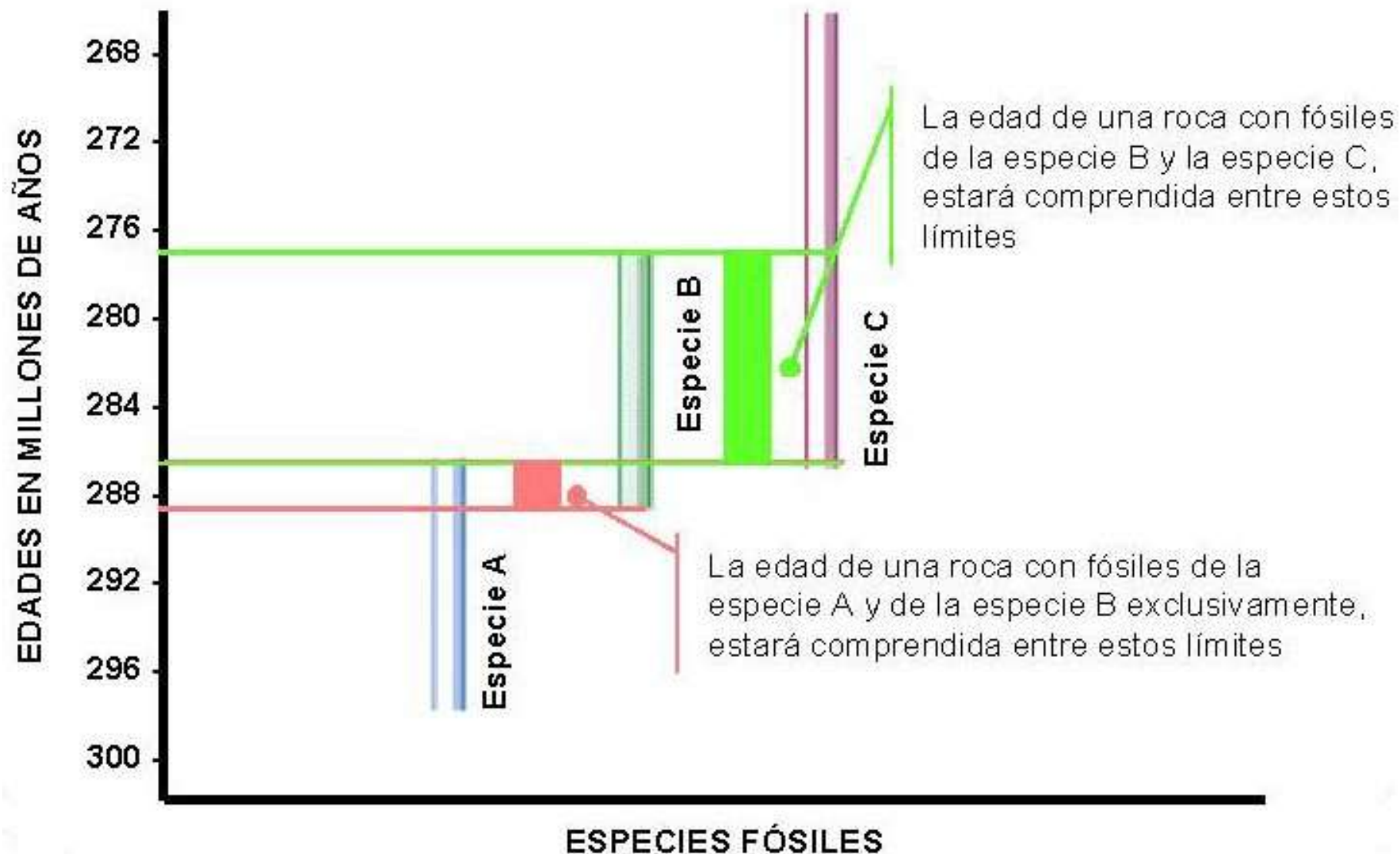


MARCAS DE RIZADURA (*RIPPLE MARKS*)



APORTACIÓN DE LOS FÓSILES PARA LA DATACIÓN

Los fósiles y la información que proporcionan



MARCAS FÓSILES EN LA SUPERFICIE DE ESTRATIFICACIÓN



Marcas de animales:

- Huellas: *crucianas*, *icnitas*, *burrows*,...
- Coprolitos
- Gastrolitos,
- Galerías,...



Coprolito

Huellas de aves



Perforaciones



Pistas



Burrows



Icnitas

ICNITAS



ICNITAS



CRUCIANAS



BURROWS (BIOTURBACIÓN)



Son marcas debidas a funciones de alimentación o de morada

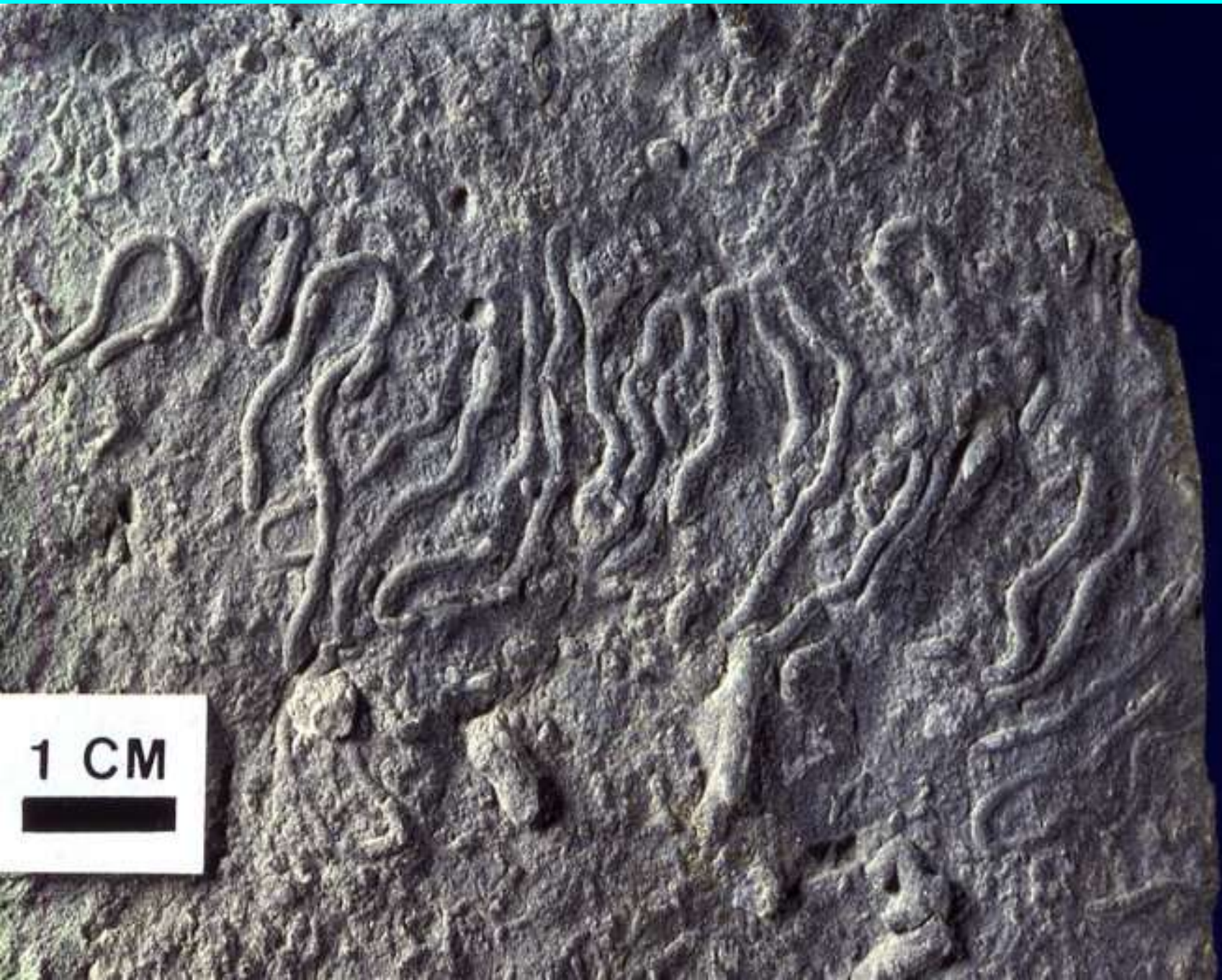
BURROWS (BIOTURBACIÓN)



BURROWS (BIOTURBACIÓN)



BURROWS (BIOTURBACIÓN)



Datación de las capas



DATACIÓN RELATIVA

La **estratigrafía**, el estudio de los estratos, nos va a permitir datar, esto es, saber la edad de las rocas y de los fósiles que en ellas se encuentran de una manera relativa. Para ello nos basaremos en los siguientes principios:

- **Principio de superposición:** Los estratos superiores son, normalmente, más modernos que los inferiores.
- **Principio de sucesión de la flora y la fauna:** Los fósiles de seres vivos de los estratos inferiores son más antiguos que los de los estratos superiores.
- **Principio de continuidad:** Un estrato tiene, aproximadamente, la misma edad en toda su extensión.
- **Principio de identidad paleontológica:** Dos conjuntos de estratos que tienen fósiles idénticos son de la misma edad.
- **Principio de afectación de los estratos, marcas en la estratificación,...**

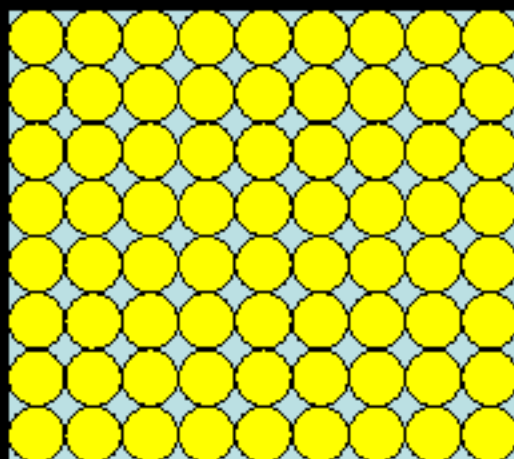
La datación basada en estos principios recibe el nombre de **datación relativa** pues no permite conocer la edad real de las rocas y sus fósiles sino únicamente aventurar cuáles son más antiguas y cuáles más modernas. Como se basa en los estratos únicamente podremos datar las rocas sedimentarias y metamórficas.

DATACIÓN ABSOLUTA

La **datación relativa** no permite conocer la edad real de las rocas y sus fósiles sino únicamente aventurar cuáles son más antiguas y cuáles más modernas. Esto sólo es posible mediante la **datación absoluta**.

Esta técnica se basa en la presencia en todo tipo de rocas de minerales que contienen **isótopos** radiactivos. Estos se desintegran a un ritmo constante, denominado **periodo de semidesintegración o vida media** transformándose en otros más estables, por lo que actúan como una especie de relojes geológicos.

La vida media es el tiempo que tarda en desintegrarse la mitad de una determinada cantidad de un isótopo radiactivo.



PRINCIPALES ISÓTOPOS USADOS EN LA DATACIÓN ABSOLUTA

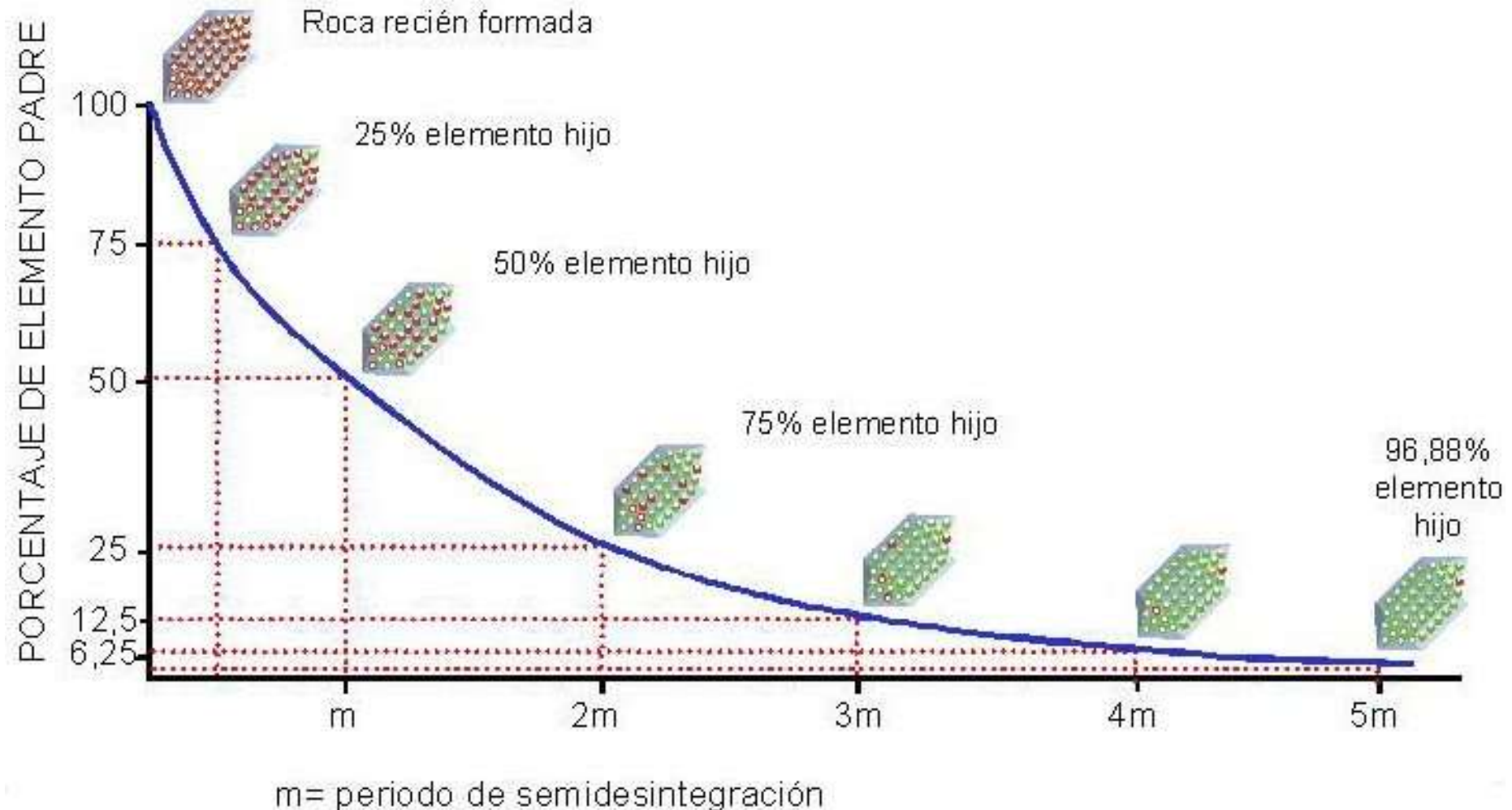
Los principales isótopos empleados en la datación absoluta son:

Isótopo inicial	Elemento final	Vida Media (años)
Uranio ²³⁸	Plomo ²⁰⁶	$4,5 \times 10^9$
Uranio ²³⁵	Plomo ²⁰⁷	$0,7 \times 10^9$
Torio ²³²	Plomo ²⁰⁸	14×10^9
Rubidio ⁸⁷	Estroncio ⁸⁷	51×10^9
Potasio ⁴⁰	Calcio ⁴⁰ y Argón ⁴⁰	$1,3 \times 10^9$
Carbono ¹⁴	Nitrógeno ¹⁴	5750

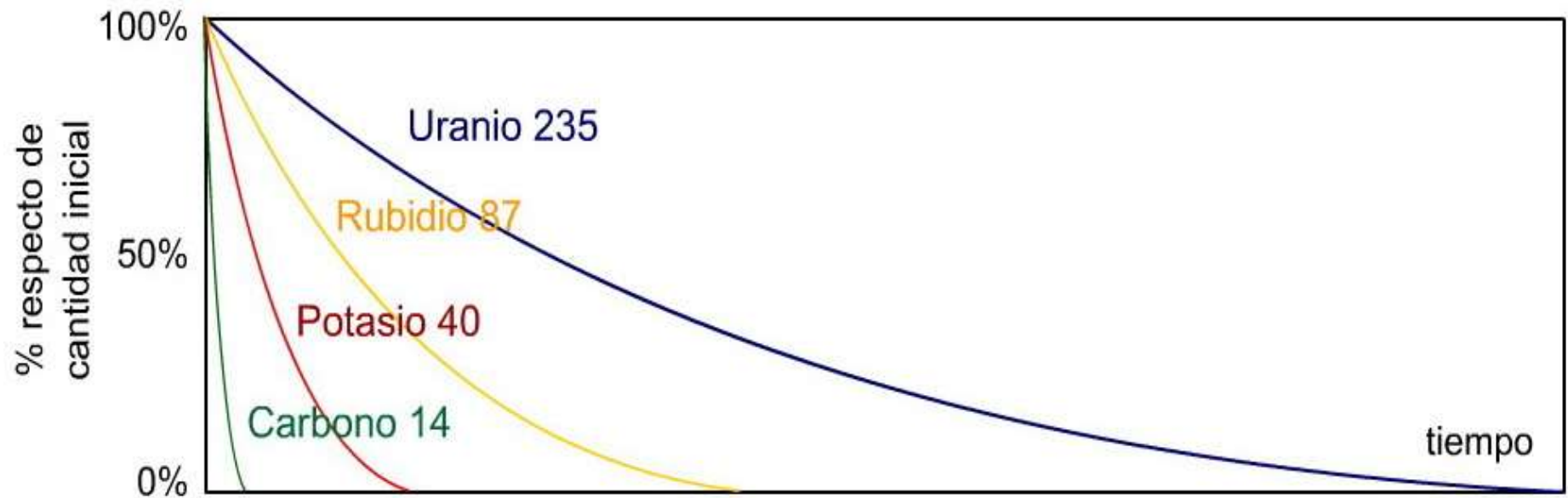
El Carbono¹⁴ se emplea para periodos menores de 25 000, pues al irse reduciendo la cantidad inicial a la mitad cada 5750 años, la cantidad de carbono que queda para periodos más antiguos es muy pequeña y no es detectable.

PERIODO DE SEMIDESINTEGRACIÓN

Evolución de la proporción de elementos padre e hijo



PERIODO DE SEMIDESINTEGRACIÓN



Uranio 235 $\xrightarrow{713 \text{ ma}}$ Plomo 207

Rubidio 87 $\xrightarrow{47 \text{ ma}}$ Estroncio 87

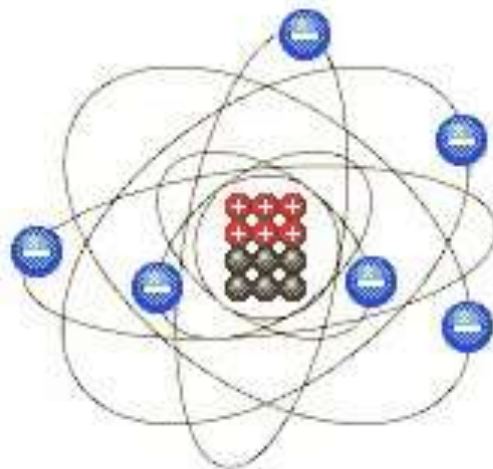
Potasio 40 $\xrightarrow{1.27 \text{ ma}}$ Argón 40

Carbono 14 $\xrightarrow{0.0057 \text{ ma}}$ Nitrógeno 14

vida media (*ma*=millones de años)

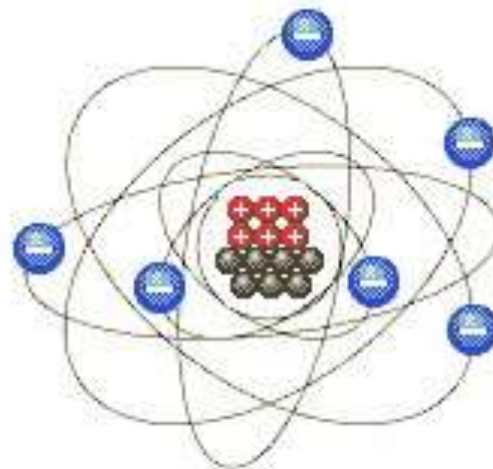
DATAÇÃO POR C^{14}

Carbono 12



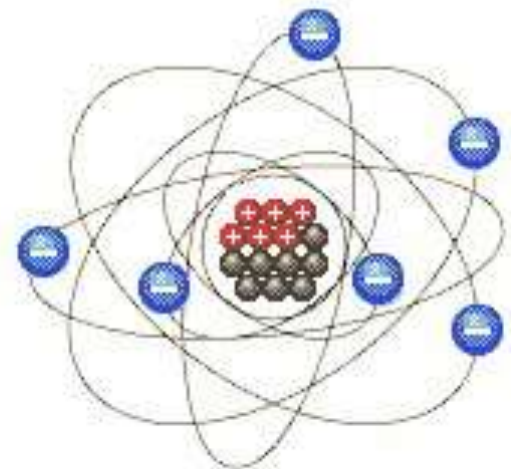
estable

Carbono 13



estable

Carbono 14



inestable (radiactivo)

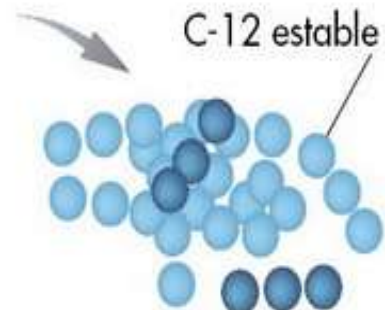
 Protón  Neutrón  Electrón

DATACIÓN POR C^{14}

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



Una pequeña parte del fósil se incinera y se convierte en CO_2



C-14 inestable

C-14 pierde un electrón y pasa a N-14

Nitrógeno

Electrón

Espectrógrafo de masas

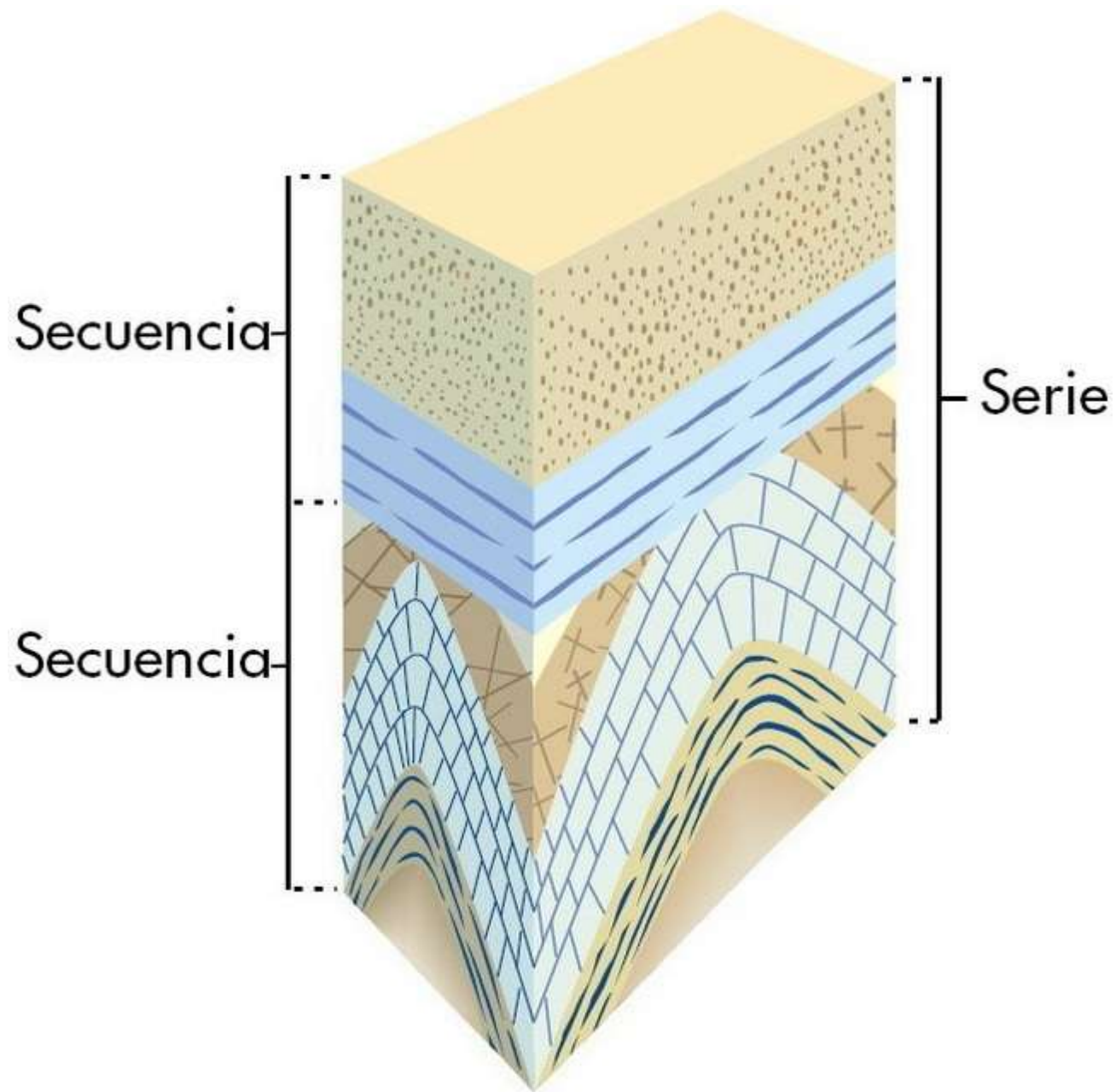
Los organismos vivos absorben $C-14$ (carbono radiactivo) durante su vida

Fósil

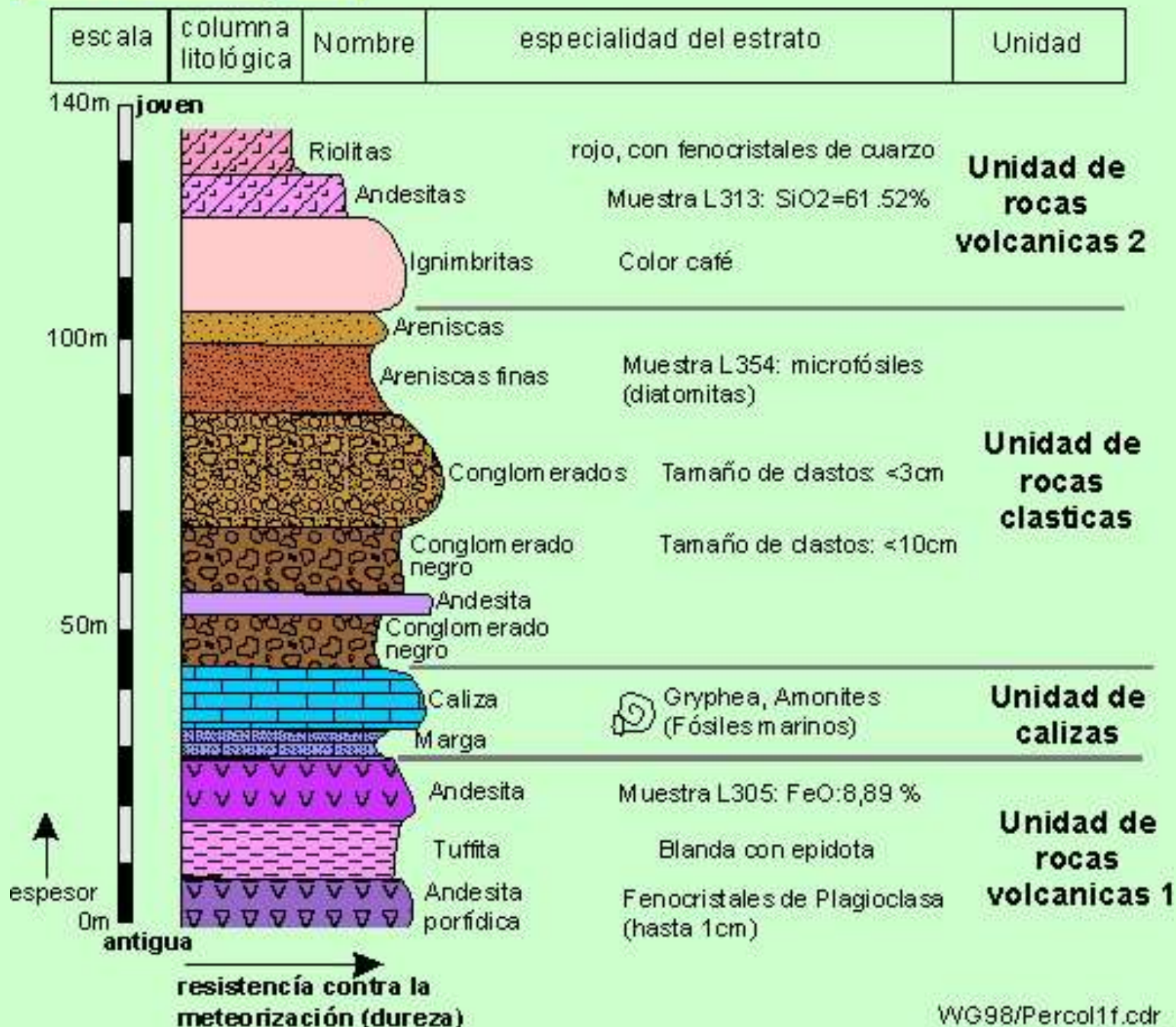
Series estratigráficas



SECUENCIAS Y SERIES ESTRATIGRÁFICAS

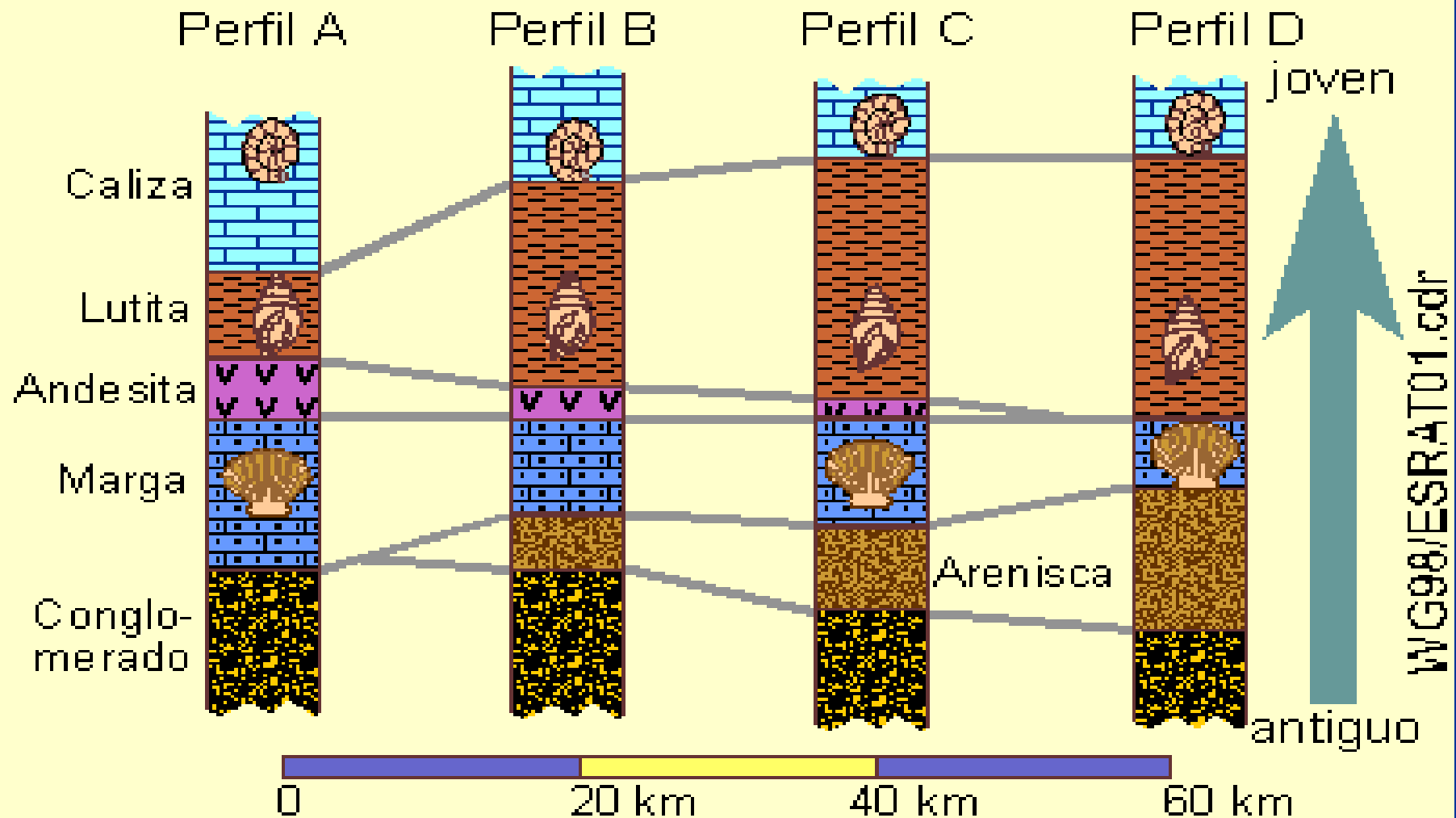


COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS

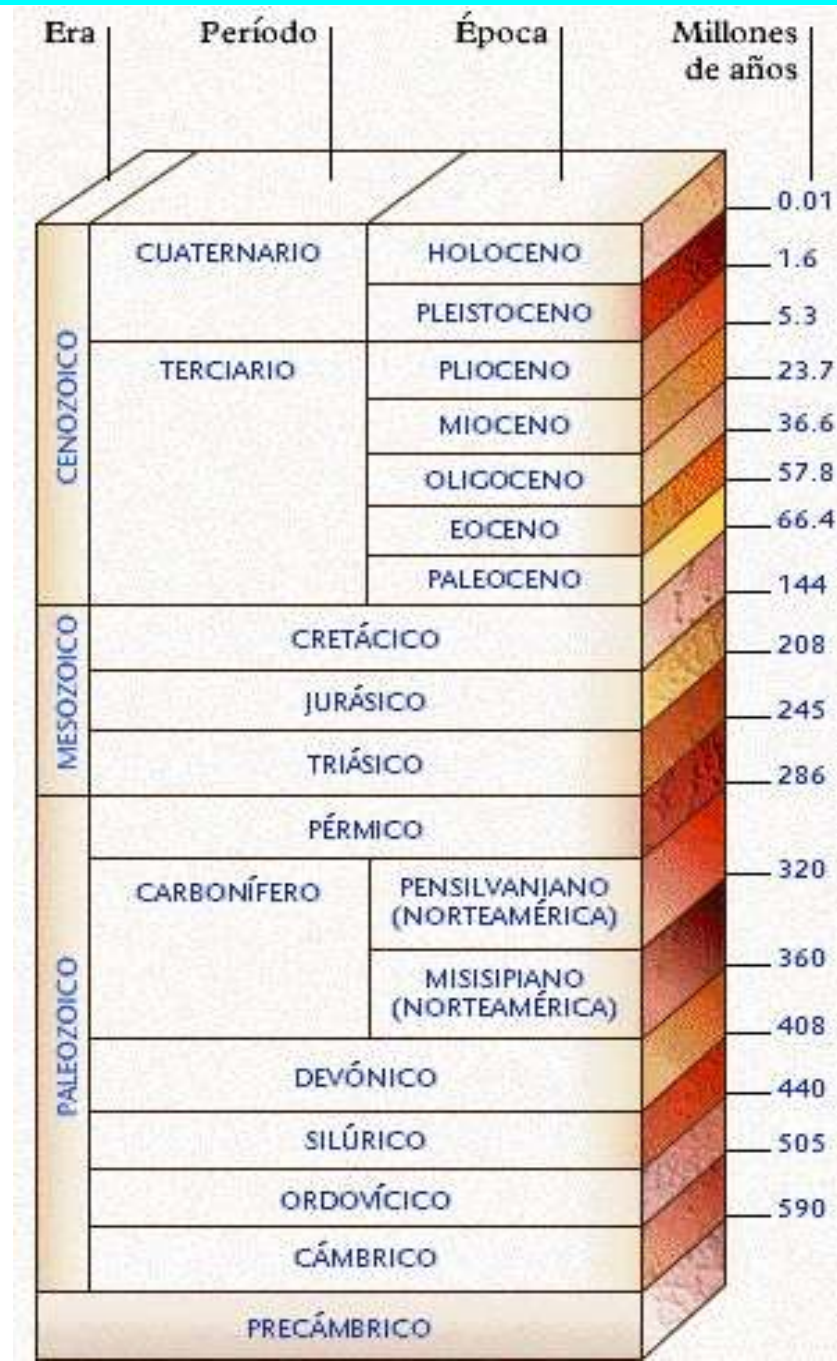


Estratigrafía

Correlación - Edad relativo



SERIE ESTRATIGRÁFICA GLOBAL



EL TIEMPO GEOLÓGICO

se divide en

EONES

se dividen en

ERAS

se dividen en

PERÍODOS

include toda

LA HISTORIA DE LA TIERRA

es una sucesión de

pueden reconstruirse por

CAMBIOS GEOLÓGICOS Y BIOLÓGICOS

se ordenan por

LAS HUELLAS QUE DEJAN

LOS FÓSILES

COMO

Los materiales
que originan

Las estructuras resultantes

Las formas
que dejan

informan sobre

La vida en el pasado

Dónde se
formó la roca

Cuándo se formó la roca

DATA CIÓN ABSOLUTA

utilizando

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

COMPO

DATACIÓN RELATIVA

utilizando

RELOJES GEOLÓGICOS

COMO

ISÓTOPOS
RADIATIVOS

- se interpretan con

PRINCIPIO DE ACTUALISMO

HORIZONTALIDAD DE LOS ESTRATOS

SUPERPOSICIÓN

SUCESIÓN DE ACONTECIMIENTOS

FIN

