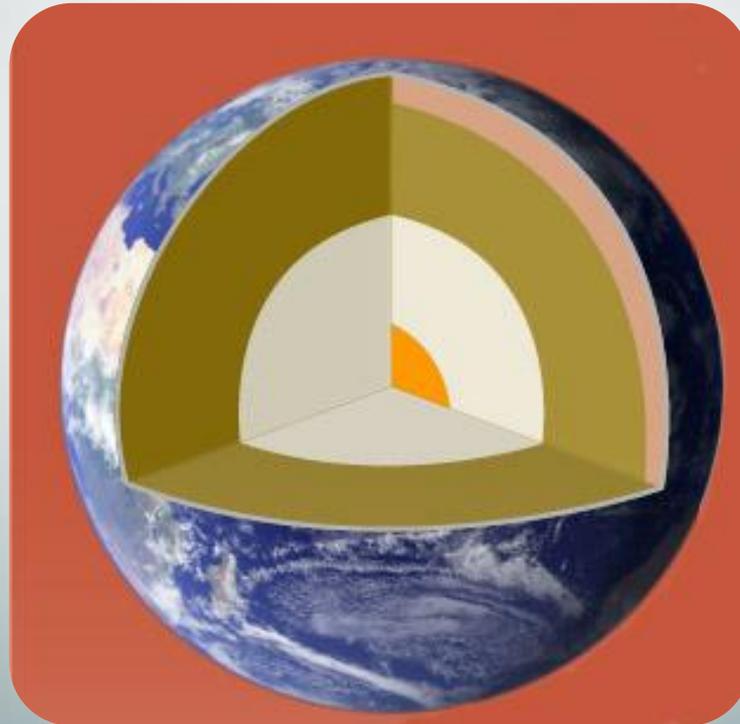


# Geología

## Tema1. Geología. Ámbitos de estudio



# La Geología

Geología, la ciencia que persigue la comprensión del planeta Tierra.

- Geología física – estudia los materiales que componen la tierra y busca comprender los diferentes procesos que actúan debajo y encima de la superficie terrestre.
- Geología histórica – busca comprender el origen de la Tierra y su evolución a lo largo del tiempo.

# La Tierra, planeta dinámico con una larga historia

- La Tierra es un planeta dinámico, a diferencia de la Luna cuya superficie es la misma que hace 1.000 millones de años.
- La dinámica terrestre es doble: externa e interna. Modifica tanto el exterior del planeta (paisaje), como las condiciones y materiales del interior.

NASA. Dominio público



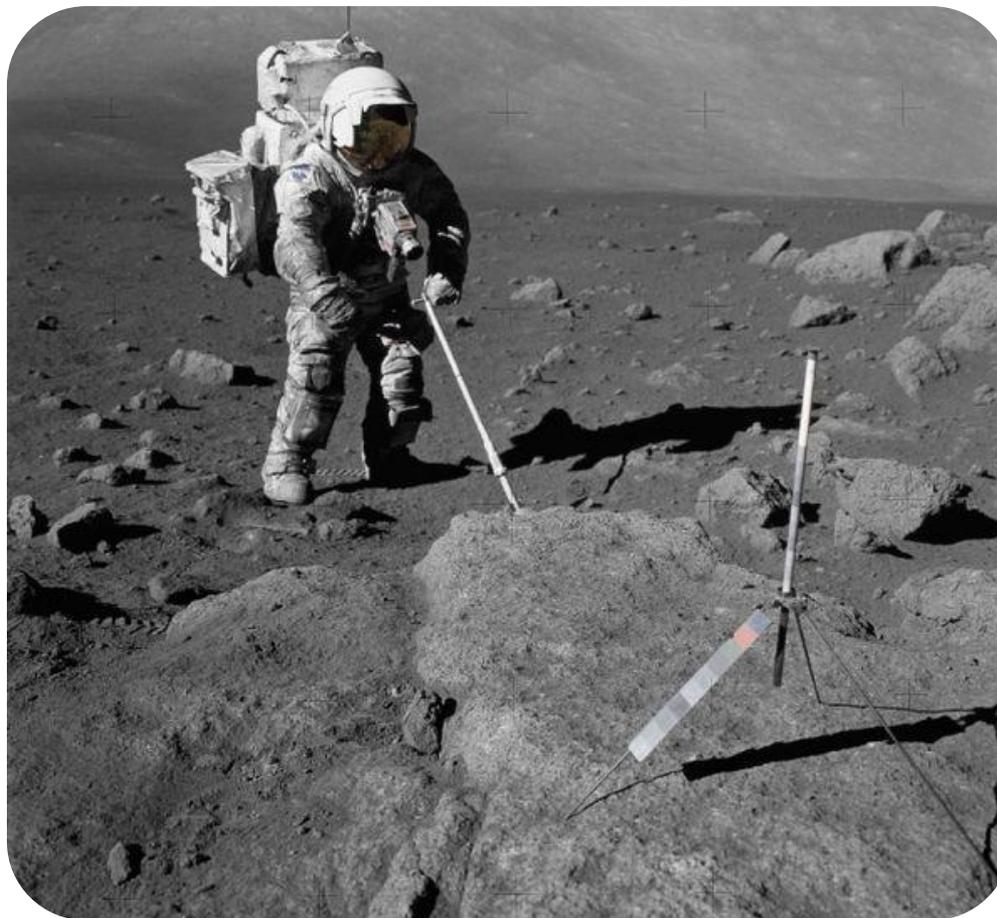
# La Geología

La Geología, el hombre y el medio ambiente:

- Existen numerosas relaciones importantes entre la humanidad y el entorno natural.
- Los problemas y cuestiones tratados por la Geología incluyen.
  - Los procesos geológicos, los riesgos naturales, los recursos, y las cuestiones ambientales.

Harrison Schmitt, geólogo y astronauta de la misión Apolo XVII (1972), tomando muestras de rocas lunares.

NASA. Dominio público



# La Geología

Algunas reseñas históricas acerca de la Geología.

La naturaleza de nuestro planeta ha sido objeto de estudio durante siglos:

- **Catastrofismo** (Siglo XVI, James Ussher, primado anglicano de Irlanda, asignó a la Tierra 4004 a.C).
- **Uniformismo** y el nacimiento de la Geología actual (finales de XVII con James Hutton: “El presente es la llave del pasado”).

# Naturaleza de la investigación científica en Geología

- La ciencia se basa en la suposición de que el mundo se comporta de una manera constante y predecible.
- El objetivo general de la ciencia es descubrir los modelos subyacentes en la naturaleza y usar ese conocimiento para hacer predicciones.
- Los científicos recogen datos científicos a través de la observación y la medida.

# Naturaleza de la investigación científica en Geología

Se explica cómo o porqué las cosas ocurren a través de:

- **Hipótesis** – Una explicación provisional (o no probada).
- **Teoría** – Una visión bien comprobada y ampliamente aceptada que, en opinión de la comunidad científica, es la que mejor explica ciertos hechos observables.

# Naturaleza de la investigación científica y en Geología

El método científico implica:

- Recogida de datos a través de la observación.
- Formulación de hipótesis y teorías.

No hay un camino fijo que conduzca a los científicos al conocimiento científico.

# Una visión de la Tierra

- La Tierra es un planeta pequeño y autónomo.
- Las cuatro esferas de la Tierra.

Hidrosfera.

Atmósfera.

Biosfera.

Tierra sólida.

# La belleza azul

NASA. Dominio público



NASA. Dominio público



Una tempestad de arena sale del Norte de África hacia el Atlántico llegando hasta las Islas Canarias.

NASA. Dominio público



### El estrecho de Gibraltar

NASA. Dominio público



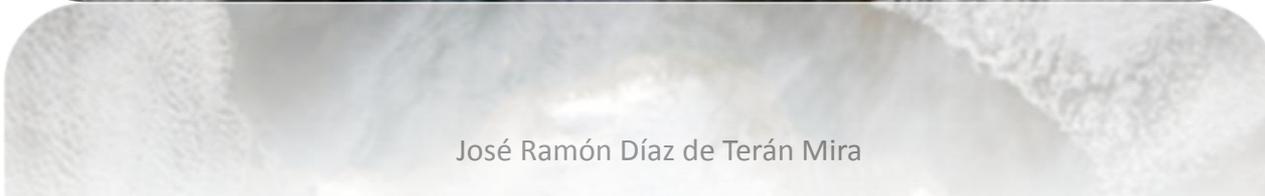
### Los Alpes de Suiza

NASA. Dominio público



### Islandia

NASA. Dominio público



### El Mar Rojo

NASA. Dominio público



NASA. Dominio público



# La Tierra como un sistema

La Tierra es un planeta dinámico con muchas partes o esferas interactuantes.

La ciencia del sistema Tierra:

- Tiene el objetivo de estudiar la Tierra como un sistema compuesto por numerosas partes interactuantes o **subsistemas**.
- Emplea un enfoque interdisciplinario para resolver los problemas ambientales globales.

### Un planeta cambiante:

- Una atmósfera con oxígeno sobre la Tierra existe desde hace poco más de 1.500 millones de años.
- Hace 70 millones de años, durante el periodo Cretácico (grandes reptiles), los niveles de CO<sub>2</sub> eran con mucho superiores a los actuales, por lo que la Tierra gozaba de un efecto invernadero global que mantenía una vegetación “tropical”.
- Para encontrar una época como la actual con casquetes de hielo en los polos (situación existente desde hace unos 10 millones de años en el Antártico y de unos 4 millones en el Ártico) hay que remontarse a más de 250 millones de años.
- La desaparición de los glaciares en la Cordillera Cantábrica (y en otros lugares del planeta) tuvo lugar hace unos 12.000-10.000 años.
- Hace unos 6.000-5.000 años la temperatura media en la región cantábrica era entre 1-2 °C superior a la actual y el nivel del mar estaba entre 0,5-2 m más alto.
- La presencia de los hayedos como bosque “autóctono” , característico de las zonas altas de la Cordillera Cantábrica, no tiene más de 4.000 años.
- Entre aproximadamente el 1400 y el 1800 de nuestra era, tuvo lugar la llamada *Pequeña Edad de Hielo*, en la cual la temperatura media era entre 0,5 y 1 °C inferior a la actual.
- En España han desaparecido desde 1980, 14 de los 27 glaciares existentes en los Pirineos ¿por qué?

# La Tierra como un sistema

- El sistema Tierra obtiene su energía del Sol que impulsa los procesos externos en la:
  - Atmósfera.
  - Hidrosfera.
  - En la superficie de la Tierra.
- El sistema Tierra es impulsado también por la energía del interior de la Tierra.

# Evolución temprana de la Tierra

El origen del planeta Tierra.

- La mayoría de los investigadores cree que la Tierra y los otros planetas se formaron esencialmente al mismo tiempo.
- **Hipótesis de la nebulosa.**
  - Nube en rotación denominada nebulosa solar.
  - Compuesta de hidrógeno y helio.
  - La nebulosa empezó a contraerse hace cerca de 5.000 millones de años.

### M16 Nebulosa del Águila

NASA. Dominio público



# Evolución temprana de la Tierra

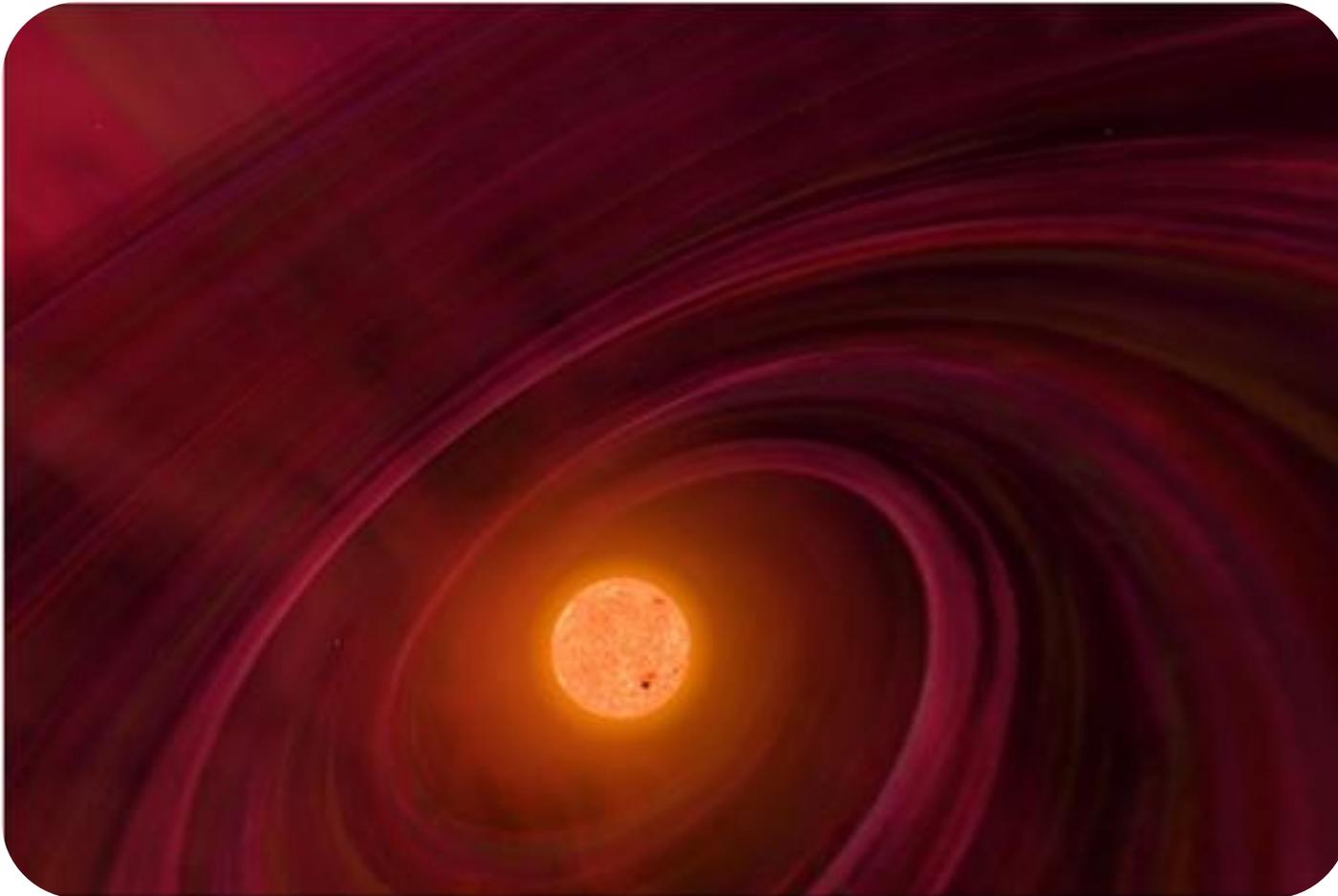
- El origen del planeta Tierra.

## Hipótesis de la nebulosa.

- Adopta la forma de un disco plano con protosol en el centro.
- Los planetas interiores empezaron a formarse a partir de sustancias metálicas y rocosas.
- Los planetas exteriores, más grandes, empezaron a formarse a partir de fragmentos de hielo (H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> y otros).

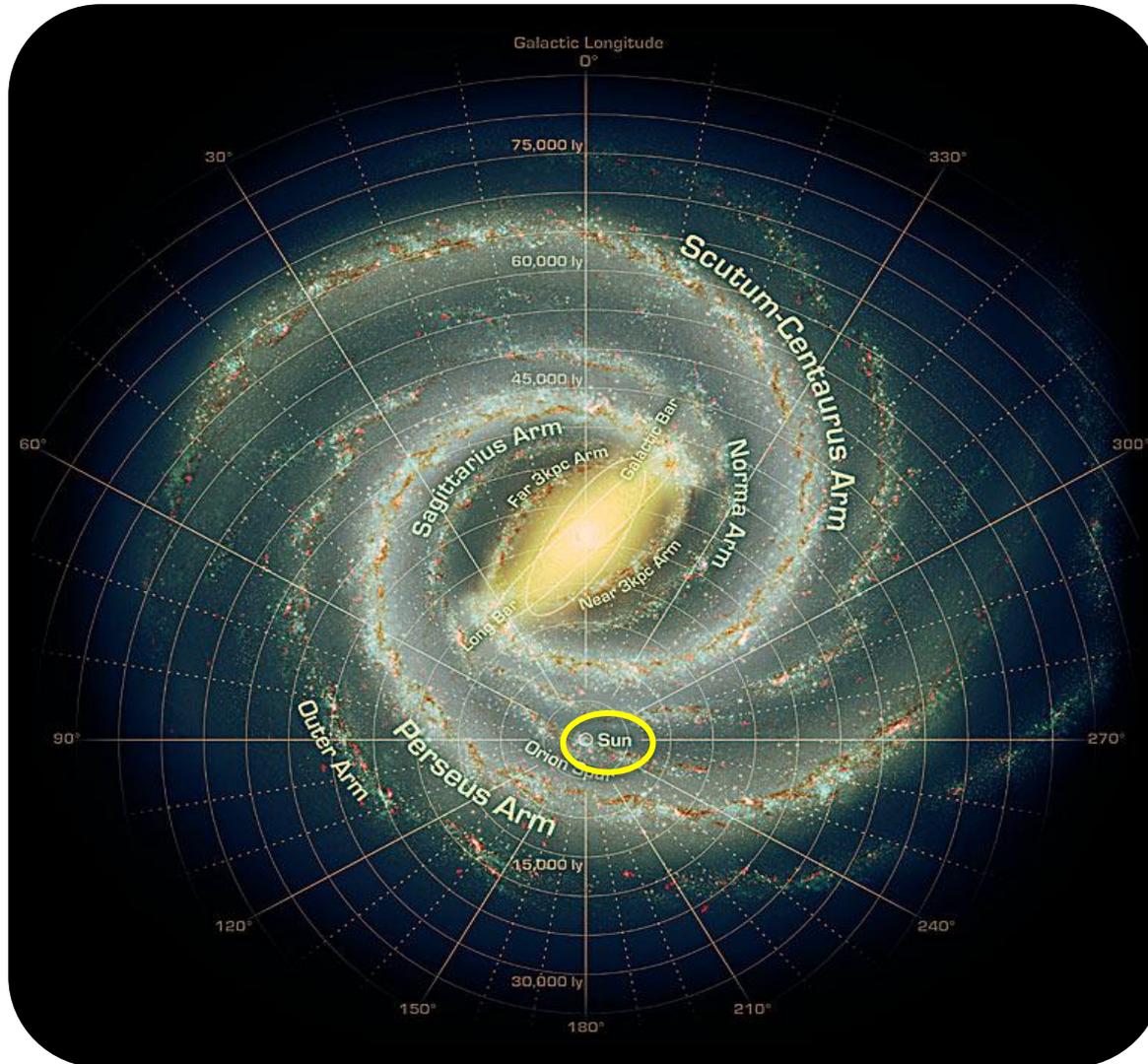
### Protoestrella

NASA. Dominio público

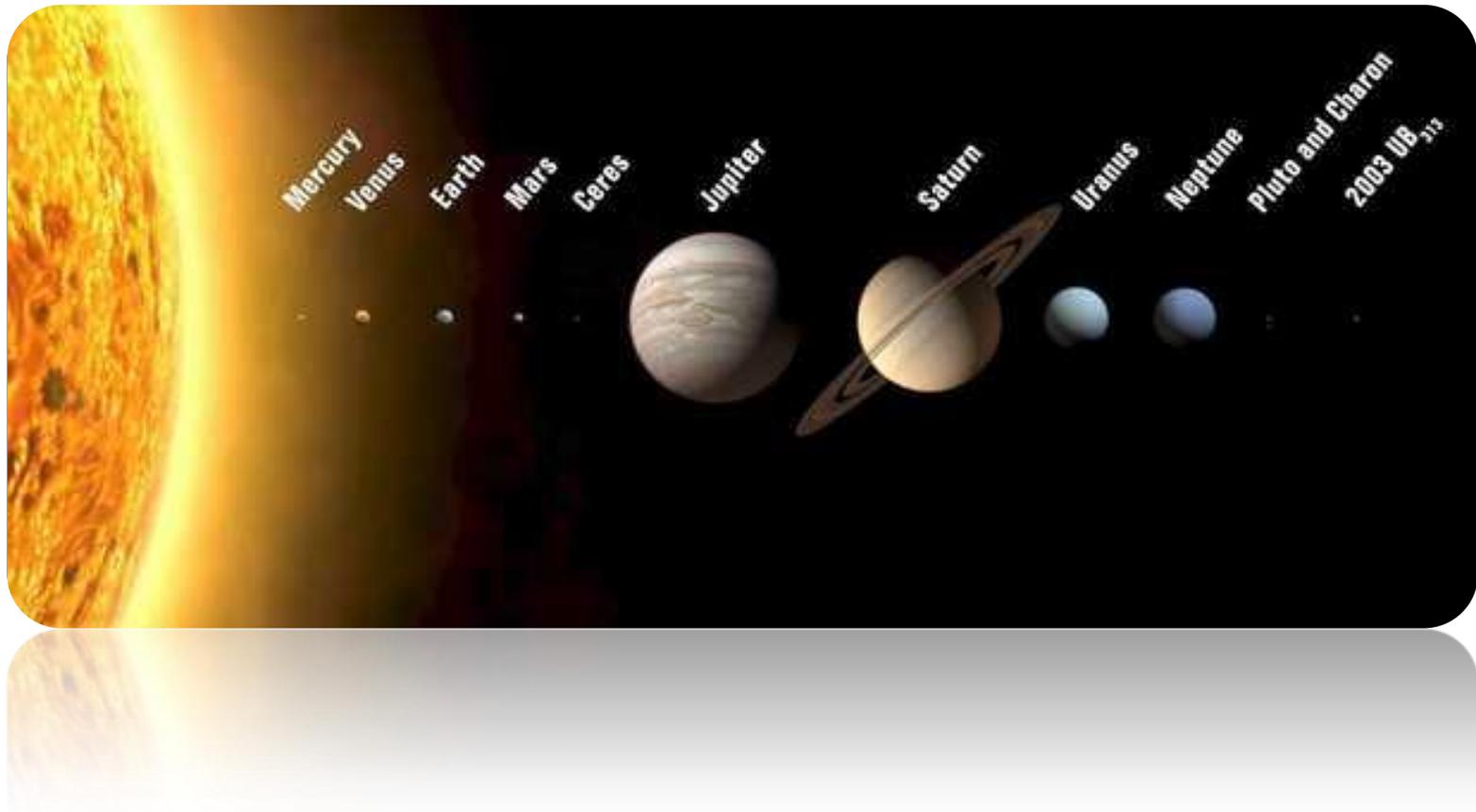


### Vía Láctea

NASA. Dominio público



# La Tierra y el Sistema Solar



# Evolución temprana de la Tierra

Formación de la estructura en capas de la Tierra:

- Los metales se hundieron hacia el centro.
- Las rocas fundidas ascendieron para formar la corteza primitiva.
- La diferenciación química estableció las tres divisiones básicas del interior de la Tierra.
- La atmósfera primitiva se desarrolló a partir de los gases del interior de la Tierra.

# Estructura interna de la Tierra

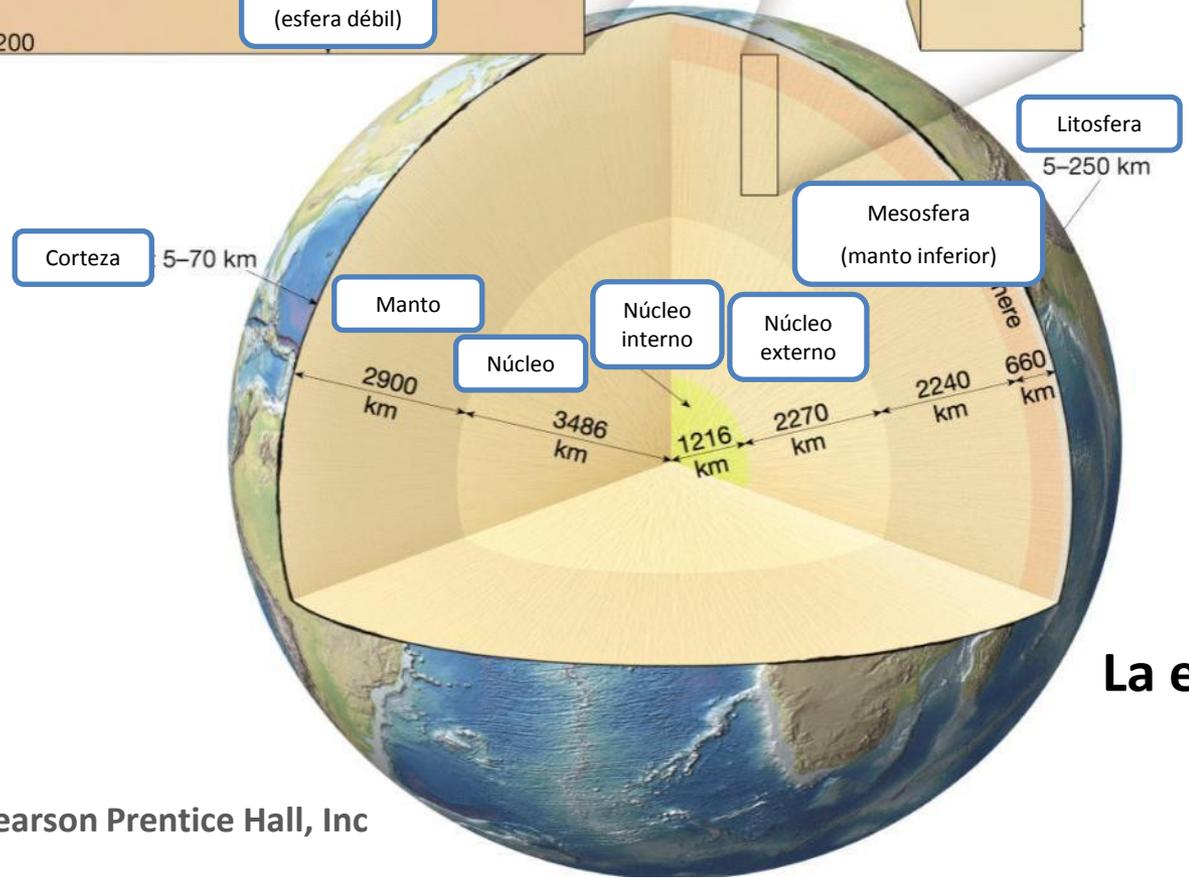
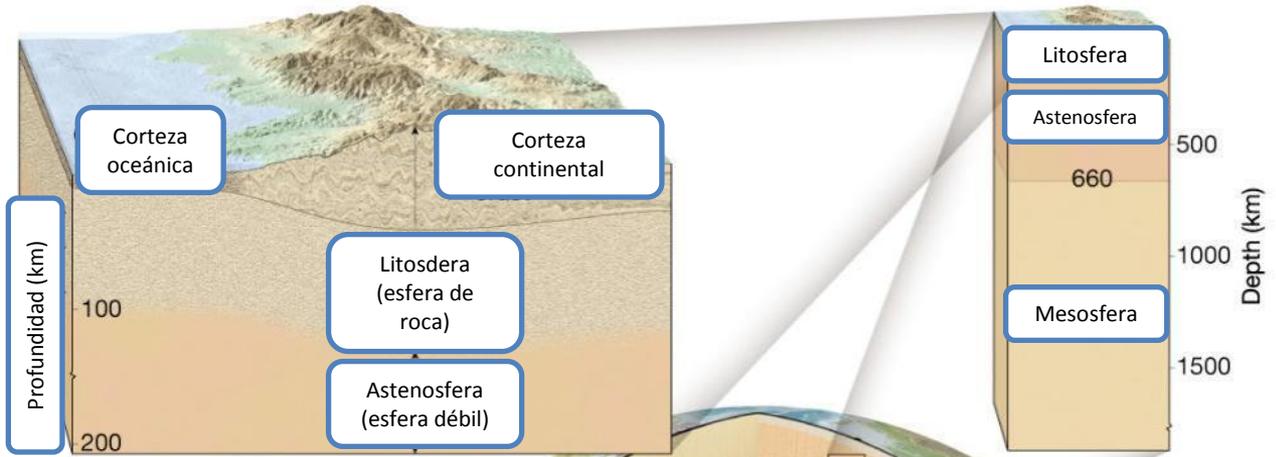
Capas definidas por su composición.

- Corteza.
- Manto.
- Núcleo.

Capas definidas por sus propiedades físicas.

- Litosfera.
- Astenosfera.
- Mesosfera.
- Núcleos interno y externo.

## Tema 1. Ámbitos de estudio



### La estructura en capas de la Tierra

# La superficie de la Tierra

La superficie de la Tierra:

- Continentes.
- Océanos.

Continentes:

- Cinturones montañosos.
  - Los rasgos más prominentes de los continentes.
- El interior estable.
  - También denominado **cratón** – compuesto por **escudos** y **plataformas estables**.

# La superficie de la Tierra

Cuencas oceánicas.

- Márgenes continentales.
  - Incluye la **plataforma continental**, el **talud continental** y el **pie de talud**.
- Cuencas oceánicas profundas.
  - **Llanuras abisales**.
  - **Fosas submarinas**.
  - **Montes submarinos**.

# La superficie de la Tierra

Cuencas oceánicas.

Sistema de dorsales oceánicas.

- La estructura topográfica más prominente de la Tierra.
- Compuesto por rocas ígneas que han sido fracturadas y elevadas.

# Tiempo geológico

Los geólogos pueden ahora asignar fechas bastante exactas a acontecimientos de la historia de la Tierra.

La datación relativa y la escala de tiempo geológico.

- La datación relativa significa que los datos se colocan en su frecuencia u orden adecuados sin conocer su edad en años.

# Tiempo geológico

La magnitud del tiempo geológico.

- Supone enormes períodos de tiempo – millones o miles de millones de años.
- Es importante la apreciación de la magnitud del tiempo geológico porque muchos procesos son graduales.

# Datación relativa

## Principio de la horizontalidad original.

- Las capas de sedimento se depositan en general en una posición horizontal.
- Los estratos rocosos planos no experimentan perturbación.

## Principio de intersección.

- Las rocas más nuevas interseccionan con las más antiguas.

## Inclusiones.

- Una inclusión es un fragmento de una unidad de roca que ha quedado encerrado dentro de otra roca.
- La roca que contiene la inclusión es más joven.

# Fósiles: evidencia de vida en el pasado

- **Fósiles** = inclusiones o restos de vida prehistórica en las rocas.
- Los fósiles en general se encuentran en los sedimentos y las rocas sedimentarias (muy pocas veces en las metamórficas y nunca en las rocas ígneas).
- **Paleontología** = estudio de los fósiles.

# Fósiles: evidencia de vida en el pasado

- Los fósiles son importantes geológicamente porque:
  - Son una ayuda en la interpretación del pasado geológico.
  - Sirven como indicadores temporales importantes.
  - Tienen en cuenta la correlación de rocas de diferentes lugares.

# Fósiles: evidencia de vida en el pasado

Tipos de fósiles.

- Los restos de organismos relativamente recientes – dientes, huesos, etc.
- Animales enteros, incluso la carne.
- Con tiempo suficiente es posible que los restos de un organismo se modifiquen (literalmente «se vuelven roca»).
- Moldes y huellas.
- Carbonización.

# Fósiles: evidencia de vida en el pasado

Tipos de fósiles.

Otros:

- Huellas.
- Madrigueras.
- Coprolitos (fossilización de los excrementos).
- Gastrolitos (cálculos estomacales pulidos).

# Fósiles: evidencia de vida en el pasado

Condiciones que favorecen la conservación.

- Enterramiento rápido.
- Posesión de partes duras (esqueleto, caparazón, etc.).

### Huellas de dinosaurios (Colunga, Asturias)



# Ejemplar de *Pseudotoucasia santanderensis* (Douvillé, 1899)



# Fósiles y correlación

- La unión de rocas de edades similares en diferentes regiones se conoce como **correlación**.
- La correlación a menudo depende de los fósiles.

William Smith (a finales del siglo XVIII) descubrió que podían identificarse y correlacionarse estratos sedimentarios de áreas muy separadas por su contenido fósil característico.

# Fósiles y correlación

## Principio de la sucesión de fósiles.

- Los organismos fósiles se sucedieron unos a otros en un orden definido y determinable y, por consiguiente, cualquier período puede reconocerse por su contenido fósil.

## Fósiles índice

- Geográficamente extendidos y limitados a un corto período de tiempo geológico.

# Datación con radiactividad (Datación absoluta)

Repaso de la estructura básica del átomo.

Núcleo:

- **Protones** = partículas con masa con carga positiva.
- **Neutrones** = partículas que no tienen carga.
- **Electrones** = partículas con carga negativa que orbitan alrededor del núcleo.

# Datación con radiactividad

Repaso de la estructura básica del átomo.

Número atómico:

- Número que identifica cada elemento.
- Igual al número de protones.

Número másico:

- Suma del número de protones y neutrones.

# Datación con radiactividad

Repaso de la estructura básica del átomo:

Isótopos:

- Variantes del mismo átomo padre.
- Difieren en el número de neutrones.
- Tienen diferente número másico que el átomo padre.

# Datación con radiactividad

- Radiactividad.

Cambios espontáneos (desintegración) en la estructura atómica del núcleo.

- Tipos de desintegración radiactiva.

- Emisión de partículas alfa.

- Emisión de 2 protones y 2 neutrones (una partícula alfa).
    - El número másico se reduce en 4 y el número atómico en 2.

# Datación con radiactividad

Tipos de desintegración radiactiva.

## Emisión de partículas beta.

- Se expulsa un electrón (partícula beta) del núcleo.
- El número másico se mantiene inalterado y el número atómico aumenta en 1.

## Captura de un electrón.

- Un electrón es capturado por el núcleo y se combina con un protón para formar un neutrón.
- El número másico se mantiene inalterado y el número atómico disminuye en 1.

# Datación con radiactividad

- **Padre:** Un isótopo radiactivo inestable.
- **Hijos:** Los isótopos que resultan de la desintegración del padre.
- **Período de semidesintegración:** El tiempo necesario para que se desintegren la mitad de los núcleos de una muestra.

# Datación con radiactividad

Datación radiométrica.

- Principio de datación radiactiva.
  - El porcentaje de átomos radiactivos que se descomponen durante el período de semidesintegración es siempre el mismo (50%).
  - Sin embargo, el número real de átomos que se descomponen disminuye continuamente.
  - Comparando la proporción del átomo padre con las del átomo hijo obtenemos la edad de la muestra.

# Datación con radiactividad

Datación radiométrica.

- Fuentes de error.
  - Se necesita un sistema cerrado.
  - Para evitar problemas potenciales debe utilizarse sólo material fresco, no meteorizado o muestras que no hayan sido alteradas.

# Datación con radiactividad

Datación con carbono-14 ([datación por radiocarbono](#)).

- Período de desintegración = 5.730 años.
- Se utiliza para la datación de acontecimientos ocurridos en la historia geológica reciente.
- El carbono-14 se produce en la atmósfera superior.
- Es una herramienta muy valiosa para los antropólogos, los arqueólogos y los geólogos que estudian la historia reciente de la Tierra.

# Datación con radiactividad

Importancia de la datación radiométrica.

- La datación radiométrica es un procedimiento complejo que requiere una medición precisa.
- Las rocas de diferentes lugares han sido datadas en más de 3.000 millones de años.
- Confirma la idea de que el tiempo geológico es inmenso.

# Escala de tiempo geológico

La escala de tiempo geológico – un «calendario» de la historia de la Tierra.

- La historia geológica se subdivide en unidades.
- Originalmente se creó utilizando métodos de datación relativa.

Estructura de la escala de tiempo geológico.

- **Eón** – la mayor extensión de tiempo.

# Escala de tiempo geológico

Estructura de la escala de tiempo geológico.

- Nombres de los eones.
  - **Fanerozoico** («vida visible») – El eón más reciente, comenzó hace unos 540 millones de años.
  - **Proterozoico**.
  - **Arcaico**.
  - **Hádico** – El eón más antiguo.

# Escala de tiempo geológico

Estructura de la escala de tiempo geológico.

- Era – subdivisión de un eón.
- Eras del eón Fanerozoico.
  - Cenozoica («vida reciente»).
  - Mesozoica («vida media»).
  - Paleozoica («vida antigua»).
- Las eras se subdividen en **períodos**.
- Los períodos se subdividen en **épocas**

# Escala de tiempo geológico

## El Precámbrico

- Los más de 4.000 millones de años anteriores al Cámbrico.
- No está dividido en unidades de tiempo más pequeñas porque los acontecimientos de la historia del Precámbrico no se conocen con gran detalle.
  - La primera evidencia fósil abundante no aparece hasta comienzos del Cámbrico.

# Escala de tiempo geológico

Dificultades para datar la escala de tiempo geológico.

- No todas las rocas pueden ser datadas por métodos radiométricos.
  - Los granos que componen las rocas sedimentarias detríticas no tienen la misma edad que la roca en la que aparecen.
  - La edad de un mineral concreto en una roca metamórfica no representa necesariamente la época en la que la roca se formó.

# Escala de tiempo geológico

Dificultades para datar la escala de tiempo geológico.

- Los materiales de datación (como el estrato de cenizas volcánicas y las intrusiones ígneas) se utilizan a menudo para determinar los diversos episodios de la historia de la Tierra y llegar a edades



# INTERNATIONAL STRATIGRAPHIC CHART

Commission de la Carte Géologique du Monde  
Commission on the Geological Map of the World

International Union of Geological Sciences

Compiled by Jurgen Remane, Chairman of the International Commission of Stratigraphy (ICS) with the collaboration of all ICS Subcommissions, A. FAURE-MURET (Université Paris Sud) and G.S. ODIN (ICS-CNRS)  
Edited by an intercommission working group with J. REMANE, M.B. CITA (IUGS-ICS); J. DERECOURT, P. BOUYSSÉ (CGMW); F. REPETTO (Unesco) and A. FAURET-MURET (UPS)  
Composition: G. ROCHE and L. DAUMAS (CNRS, Université Paris Sud, Orsay)



International Commission on Stratigraphy

EONOTHEM EON	ERATHEM ERA	SYSTEM PERIOD	SERIES EPOCH	STAGE AGE	AGE Ma +/-	GSSP	STAGE NOTATION	SERIES NOTATION	SYSTEM NOTATION	
										Ma +/-
PHANEROZOIC PH	CENOZOIC CZ	Quaternary	HOLOCENE					Q <sub>1</sub>	Q	
			PLEISTOCENE					Q <sub>2</sub>	Q	
		NEOGENE	MIOCENE	Calabrian	1.81	GSSP	N <sub>3</sub>			
				Gelasian	2.58	GSSP	N <sub>2</sub>			
				Piacenzian	3.60	GSSP	N <sub>1</sub>			
				Zanclean	5.32	GSSP				
				Messinian	7.12	GSSP				
		PALEOGENE	EOCENE	Tortonian	11.2	GSSP				
				Serravalian	14.8	GSSP				
				Langhian	16.4	GSSP				
	Burdigalian			20.5	GSSP					
	Aquitanian			23.8	GSSP					
	PALEOGENE	PALEOCENE	Chattian	28.5	GSSP					
			Rupelian	33.7	GSSP					
			Priabonian	37.0	GSSP					
			Bartonian	41.3	GSSP					
			Lutetian	49.0	GSSP					
	CRETACEOUS	UPPER/LATE	Ypresian	56.0	GSSP					
			Thanetian	57.9	GSSP					
			Selandian	61.0	GSSP					
			Danian	65.5	GSSP					
			Maastrichtian	71.3	GSSP					
		LOWER/EARLY	K	Cambrian	83.5	GSSP				
				Santonian	85.5	GSSP				
				Coniacian	89.0	GSSP				
				Turonian	93.5	GSSP				
				Cenomanian	98.9	GSSP				
				Albian	112.2	GSSP				
Aptian				121.0	GSSP					
Barremian				127.16	GSSP					
MESOZOIC MZ	UPPER/LATE	Hauterivian	132.0	GSSP						
		Valanginian	136.5	GSSP						
		Berriasian	142.0	GSSP						
		Tithonian	150.7	GSSP						
		Kimmeridgian	154.1	GSSP						
	MIDDLE	J	Oxfordian	159.4	GSSP					
			Callovian	164.4	GSSP					
			Bathonian	169.2	GSSP					
			Bajocian	176.5	GSSP					
			Aalenian	180.1	GSSP					
LOWER/EARLY	J <sub>i</sub>	Toarcian	189.6	GSSP						
		Phiensbachian	195.3	GSSP						
		Sinemurian	201.9	GSSP						
		Hettangian	201.9	GSSP						
		Rhaetian	205.1	GSSP						
TRIASSIC	UPPER/LATE	Norian	209.6	GSSP						
		Carnian	220.7	GSSP						
		Ladinian	227.4	GSSP						
	MIDDLE	T	Anisian	234.3	GSSP					
			Olenekian	241.7	GSSP					
LOWER/EARLY	T <sub>1</sub>	244.8	GSSP							
Induan	250	GSSP								

EONOTHEM EON	ERATHEM ERA	SYSTEM PERIOD	SERIES EPOCH	STAGE AGE	AGE Ma +/-	GSSP	STAGE NOTATION	SERIES NOTATION	SYSTEM NOTATION
PHANEROZOIC PH	PALEOZOIC PZ	PERMIAN	LOPINGIAN	Changhsingian	253.4	GSSP	P <sub>9</sub>	P <sub>3</sub>	P
				Wuchiapingian	253.4	GSSP	P <sub>8</sub>		
				Capitanian	265	GSSP	P <sub>7</sub>		
			GUADALUPIAN	Wordian	265	GSSP	P <sub>6</sub>	P <sub>2</sub>	
				Roadian	265	GSSP	P <sub>5</sub>		
		CARBONIFEROUS	C	PENNSYLVANIAN	Kungurian	283	GSSP	P <sub>4</sub>	P <sub>1</sub>
					Artinskian	283	GSSP	P <sub>3</sub>	
					Sakmarian	283	GSSP	P <sub>2</sub>	
					Asselian	283	GSSP	P <sub>1</sub>	
					Gzhelian	292	GSSP	C <sub>7</sub>	
	MISSISSIPPIAN	C <sub>2</sub>	TOURNAISIAN	Kazimovian	320	GSSP	C <sub>6</sub>		
				Moscovian	320	GSSP	C <sub>5</sub>		
				Bashkirian	320	GSSP	C <sub>4</sub>		
				Serpukhovian	327	GSSP	C <sub>3</sub>		
				Visean	327	GSSP	C <sub>2</sub>		
	DEVONIAN	D	UPPER/LATE	Tournaisian	342	GSSP	C <sub>1</sub>		
				Famennian	354	GSSP	D <sub>7</sub>		
				Frasnian	364	GSSP	D <sub>6</sub>		
				Givetian	370	GSSP	D <sub>5</sub>		
				Eifelian	380	GSSP	D <sub>4</sub>		
	SILURIAN	S	LOWER/EARLY	Emsian	391	GSSP	D <sub>3</sub>		
				Pragian	400	GSSP	D <sub>2</sub>		
				Lochkovian	412	GSSP	D <sub>1</sub>		
				Priddian	417	GSSP	S <sub>4</sub>		
				Ludfordian	419	GSSP	S <sub>3</sub>		
	ORDOVICIAN	O	UPPER/LATE	Homerian	423	GSSP	S <sub>2</sub>		
				Shelwoodian	428	GSSP	S <sub>1</sub>		
				Telychian	428	GSSP	S <sub>1</sub>		
Aeronian				440	GSSP	O <sub>3</sub>			
Rhuddanian				440	GSSP	O <sub>2</sub>			
CAMBRIAN	C	UPPER/LATE	"sixth stage"	467.5	GSSP	O <sub>1</sub>			
			"fifth stage"	467.5	GSSP	O <sub>1</sub>			
			Darriwilian	467.5	GSSP	O <sub>1</sub>			
			"third stage"	467.5	GSSP	O <sub>1</sub>			
			Tremadocian	495	GSSP	C <sub>3</sub>			
CENOZOIC CZ	CENOZOIC CZ	MIOCENE		500	GSSP	C <sub>2</sub>			
				520	GSSP	C <sub>1</sub>			
				545	GSSP	C <sub>1</sub>			

EONOTHEM EON	ERATHEM ERA	SYSTEM PERIOD	AGE (Different dates from the previous)	GSSA	NOTATION SYSTEM	NOTATION ERA	
							AGE (Different dates from the previous)
PRECAMBRIAN PC	ARCHEAN AR	NEOPROTEROZOIC	540		NP <sub>3</sub>	NP	
			650	GSSA	NP <sub>2</sub>		
			850	GSSA	NP <sub>1</sub>		
		MESOPROTEROZOIC	C	1000	GSSA	MP <sub>3</sub>	MP
				1200	GSSA	MP <sub>2</sub>	
				1400	GSSA	MP <sub>1</sub>	
		PALEOPROTEROZOIC	C	1600	GSSA	PP <sub>3</sub>	PP
				1800	GSSA	PP <sub>2</sub>	
				2050	GSSA	PP <sub>1</sub>	
		NEOARCHEAN	C	2300	GSSA	NA	NA
				2500	GSSA	NA	
				2800	GSSA	NA	
		MESOARCHEAN	C	3200	GSSA	MA	MA
				3200	GSSA	MA	
				3600	GSSA	MA	
		PALEOARCHEAN	C	into periods		PA	PA
						PA	
						PA	
EOARCHEAN	C			EA	EA		
				EA			
				EA			

This 2000 edition of the International Stratigraphic Chart is intended to give a clear picture of the present state of the art in chronostratigraphic subdivisions of geological time, mentioning only units recommended for international use. A typographical distinction is made between formal, semiformal and informal units.

The 1986 Guidelines of ICS (COWIE et al, 1986) and their recent revision (REMANE et al, 1996) regulate the definition of the international chronostratigraphic/geochronologic units. The Revised Guidelines were voted by the full commission of ICS as a mandatory document. Both versions of the guidelines stipulate that global chronostratigraphic units are not defined by unit-stratotypes, but their lower boundary only, following the principle introduced with the definition of the base of the Devonian in 1972 (MARTINSSON, 1977). This is indeed the only way to arrive at a global chronostratigraphic scale made of strictly contiguous units.

Phanerozoic global chronostratigraphic boundaries are formally defined by a Global Standard Stratotype Section and Point (GSSP - COWIE et al, 1986), whereas Precambrian chronostratigraphic boundaries are formally defined in terms of absolute ages: Global Standard Stratigraphic Age (GSSA - REMANE et al, 1996). In order to become mandatory, a boundary definition as to be accepted by 60% majority in successive votes, first by the working group responsible for the choice of the GSSP, then by the concerned Subcommission of ICS and finally by the Full Commission of ICS. With its ratification through IUGS, the GSSP or GSSA becomes mandatory.

FORMAL UNITS (in bold characters) are all those which have their lower boundary defined by a GSSP or GSSA voted by ICS in accordance with the Guidelines and ratified by IUGS. Proposed GSSPs (in bold italic) are pending ratification. SEMIFORMAL UNITS (normal characters): Several Subcommissions of ICS (Neogene, Paleogene, Jurassic, Triassic, Permian) have conducted a formal vote by postal ballot about the stage names which should be used and codified by a GSSP. But as long as no GSSP has been formally adopted, these units, recommendable as they are, have no formal status. INFORMAL UNITS (in italics) are not formally adopted by the Subcommissions.

The subdivisions used in the present Global Chart, are based on the proposals made by the concerned Subcommissions. Simplified subdivisions have, however been adopted for the Carboniferous and the Ordovician, in order to maintain the necessary homogeneity of presentation. The complete versions were included in the detailed explanatory note. Also some traditional names which are becoming obsolete have been omitted: Lias, Dogger, Malm in the Jurassic and Tertiary in the Cenozoic (the latter already abandoned in the first edition of this chart). "Tertiary" can be used as an informal name like Permian.

Numerical ages of the Phanerozoic chronostratigraphic boundaries were provided by Subcommission summaries, compilation in Episodes (1997) by Gradstein & Ogg, or other sources, and are subject to revision. The letter/number symbols used for divisions down to stage/age rank and the colours of the individual units are established by the CGMW, taking as a basis its Geological Atlas of the World. This chart is updated periodically during its general assemblies occurring within the International Geological Congress and upon ratification of GSSPs by IUGS.

EÓN	ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	FACIES/U.LOCAL	M.a.	P.O. FASES TECTÓNICAS		
<b>FANEROZOICO</b>	<b>MESOZOICO</b>	<b>CRETÁCICO</b>	<b>NEÓGENO</b>	HOLOCENO	(Actual)	0.01	<b>NEOALPINO</b>		
				PLEISTOCENO	CALABRIENSE	1.8			
				PLIOCENO	PLACENZIENSE ZANCLAYENSE MESSINIENSE TORTONIENSE SERRAVALLIENSE LANGHIENSE BURDIGALIENSE AQUITANIENSE	VILLAFRANQUIENSE RUSCIENSE TUROLIENSE VALLESIENSE ASTORAC ARNOCOIENSE RAMBLIENSE AGENCIENSE ARVERNIENSE SUEVIENSE RHEMANIENSE		3.4 5.3 6.5 11 14.5 16 20 23.5	
				<b>PALEÓGENO</b>	<b>EOCENO</b>	CHATTIENSE		28	<b>Castellana Pirenaica 2ª PIRENAICA 1ª</b>
						RUPELIENSE		34	
						PRIABONIENSE		37	
						BARTONIENSE		40	
						LUTECIENSE		46	
						YPRESIENSE		53	
						THANETIENSE		59	
						DANIENSE		65	
	MAASTRICHIENSE	72							
	CAMPANIENSE	83							
	<b>JURÁSICO</b>	<b>CRETÁCICO</b>	SANTONIENSE	87	<b>PALEOALPINO MESOALPINO</b>				
			CONIACIENSE	88					
			TURONIENSE	91					
			CENOMANIENSE	96					
			ALBIENSE	108					
			APTIENSE	114					
			BARREMIENSE	116					
			HAUTERIENSE	122					
			VALANGINIENSE	130					
			BERRIASIENSE	135					
			TITÓNICO	141					
			KIMMERIDIENSE	146					
	OXFORDIENSE	154							
	<b>JURÁSICO</b>	<b>CRETÁCICO</b>	CALLOVIENSE	160	<b>PALEOALPINO MESOALPINO</b>				
			BATHONIENSE	167					
			BAJOCIENSE	176					
			AALeniense	180					
			TOarciense	187					
			PLIENSbachiense	194					
	<b>JURÁSICO</b>	<b>CRETÁCICO</b>	SINEMURIENSE	201	<b>PALEOALPINO MESOALPINO</b>				
HETTANGIENSE			205						
RETIEENSE			220						
NORIENSE			230						
<b>TRIÁSICO</b>	<b>TRIÁSICO</b>	LADNIENSE	235	<b>PALEOALPINO MESOALPINO</b>					
		ANISIENSE	245						
		SCYTIENSE	250						
		CHANGHSINGIENSE	283						
<b>TRIÁSICO</b>	<b>TRIÁSICO</b>	WUCHIAPINGIENSE	283	<b>PALEOALPINO MESOALPINO</b>					
		CAPTANIENSE	284						
		WORDIENSE	284						
		ROADIENSE	272						
<b>TRIÁSICO</b>	<b>TRIÁSICO</b>	KUNGURIENSE	272	<b>PALEOALPINO MESOALPINO</b>					
		ARTINSKIENSE	280						
		SAKMARIENSE	290						
		ASSELIENSE	300						
<b>TRIÁSICO</b>	<b>TRIÁSICO</b>	THURINGIENSE	284	<b>PALEOALPINO MESOALPINO</b>					
		SAXONIENSE	272						
		AUTUNIENSE	290						
		SAÁLICA	300						

EÓN	ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	FACIES/U.LOCAL	M.a.	P.O. FASES TECTÓNICAS			
<b>FANEROZOICO</b>	<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>	<b>SILÉSICO</b>	GZELIENSE	ESTEFANIENSE	300	<b>NEOALPINO</b>			
				KASIMOVIIENSE	BARRUELIENSE CANTABRIENSE	305				
				MOSCOVIENSE	WESTFALIENSE	315				
				<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>	<b>SILÉSICO</b>		BASHKIRIENSE	NAVURIENSE	325
								SERPUKHOVIENSE	325	
								BRIGANTIENSE	325	
								ASBENSE	325	
								HOLKERIENSE	325	
								ARUNDIENSE	325	
								CHADIENSE	325	
								IVORIENSE	325	
	HASTARIENSE	325								
	FAMENIENSE	325								
	FRANSIENSE	325								
	<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>	<b>SILÉSICO</b>	GIVETIENSE	360	<b>HERCINICO O VARISCO</b>				
				EIFELIENSE	365					
				EMSIENSE	365					
				PRAGUIENSE	365					
				LOCHKOVIENSE	365					
				PRIDOLI	365					
				LUDLOW	365					
				WENLOCK	365					
				LLANDOVERY	365					
				ASHGILL	365					
				CARADOC	365					
				LLANVRN	365					
	<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>	<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>				
				TREMADOC	365					
				ARENIG	365					
				TREMADOC	365					
				ARENIG	365					
				TREMADOC	365					
				ARENIG	365					
TREMADOC				365						
ARENIG				365						
TREMADOC				365						
<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>	<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>					
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>		<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>	
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>	<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>					
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>		<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>	
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>	<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>					
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>		<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>	
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>	<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>					
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>		<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>	
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>	<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>					
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>		<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>	
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>	<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>					
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>		<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>	
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>	<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>					
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>		<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>	
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>	<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>					
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>		<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>	
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>	<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>					
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>		<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>	
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>	<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>					
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>		<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>	
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>	<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>					
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>		<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>	
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>	<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>					
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>		<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>	
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>	<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>					
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			TREMADOC	365						
			ARENIG	365						
			<b>PALEOZOICO</b>	<b>CARBONIFERO</b>		<b>SILÉSICO</b>	ARENIG	365	<b>HERCINICO O VARISCO</b>	
TREMADOC	365									
ARENIG	365									
TREMADOC	365									
ARENIG	365									

# Los 7 Principios Fundamentales de la Geología

- **PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN DE ESTRATOS** (Steno, 1638-1686). La capa/estrato más antiguo está en la parte inferior. La más reciente en la superior.
- **PRINCIPIO DE HORIZONTALIDAD ORIGINAL** (Steno). Los sedimentos se depositan en capas horizontales.
- **PRINCIPIO DE CONTINUIDAD LATERAL** (Steno). Una capa de sedimentos, cuando se deposita, se extiende lateralmente en todas las direcciones, hasta que termina contra el borde de la cuenca de sedimentación.
- **PRINCIPIO DE INTERSECCIÓN** (Hutton, 1726-1797). Una intrusión ígnea o una falla es más reciente que las rocas en las que intruye o fractura.
- **PRINCIPIO DE INCLUSIÓN**. Las inclusiones o fragmentos de una roca dentro de una capa de otra, son más antiguos que la misma capa de roca.
- **PRINCIPIO DE LA SUCESIÓN DE FÓSILES** (o Principio de la Sucesión Faunística y Floral) (Smith, 1796-1839). Los fósiles de la parte inferior de una secuencia de estratos son más antiguos que aquellos situados en la parte superior de la secuencia.
- **PRINCIPIO DE ACTUALISMO O DE UNIFORMISMO** (Hutton; Lyell en “Principios de Geología, 1830). Los procesos geológicos actuales han estado operando a lo largo de toda la historia de la Tierra.