

# Geología

Tema 2. La Tierra. Composición y estructura.



# Evolución temprana de la Tierra

El origen del planeta Tierra.

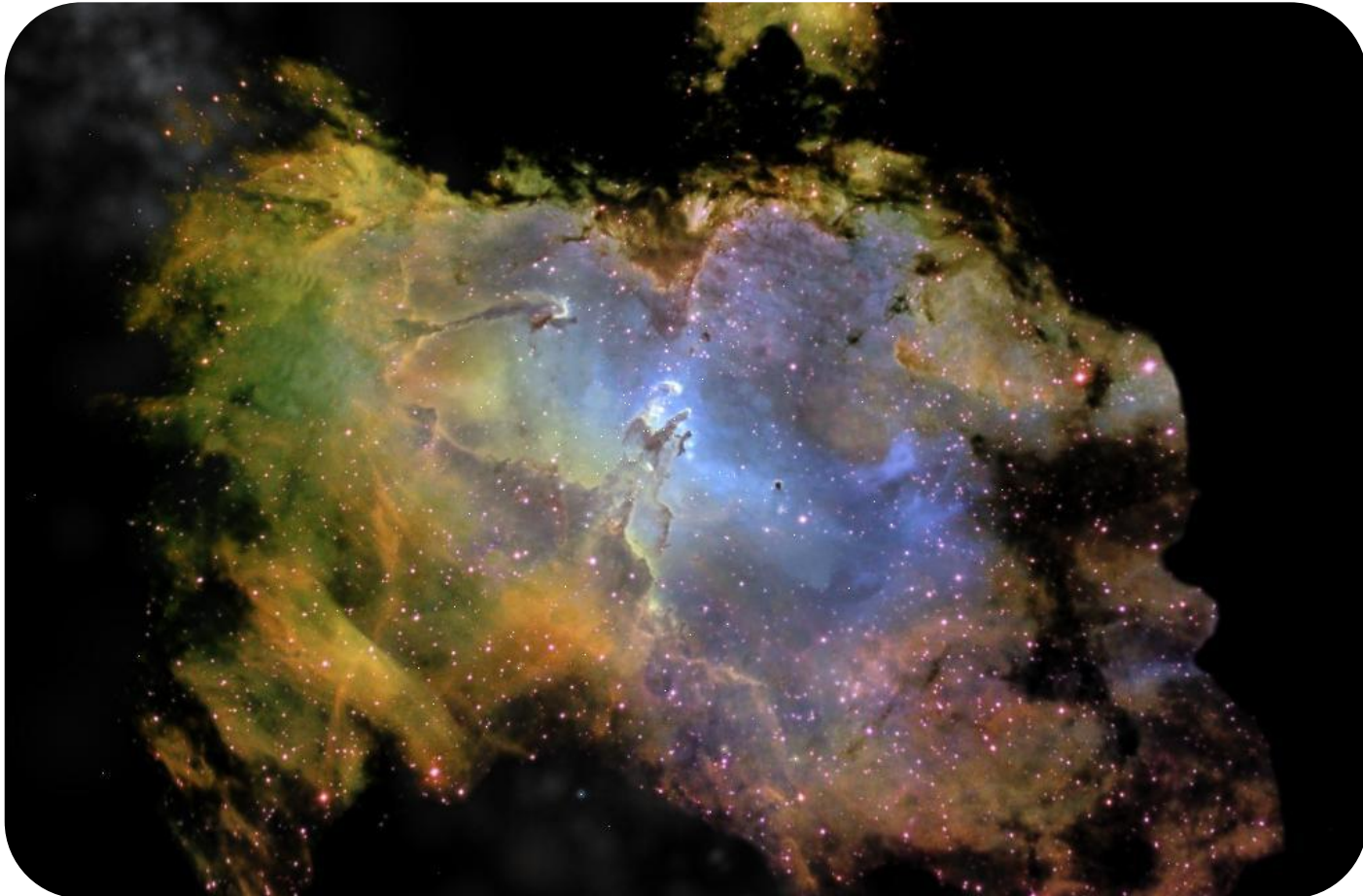
- La mayoría de los investigadores cree que la Tierra y los otros planetas se formaron esencialmente al mismo tiempo.

## 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

[www.NASA.gov](http://www.NASA.gov)



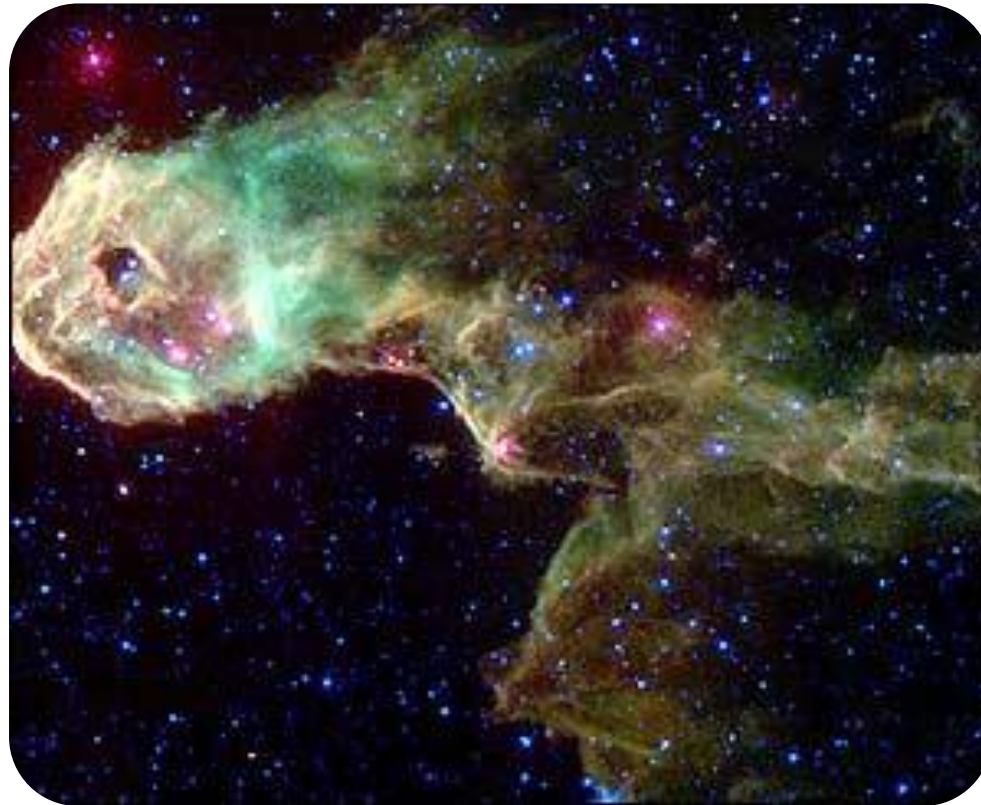
# Evolución temprana de la Tierra

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

[www.NASA.gov](http://www.NASA.gov)



# Vía Láctea (marcando nuestro Sol)





# 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.

# El interior de la Tierra

La mayoría de nuestro conocimiento sobre el interior de nuestro planeta procede del estudio de las ondas sísmicas que cruzan la Tierra.

- El tiempo que las ondas P (compresivas) y S (cizalla) necesitan para viajar a través de la Tierra varía según las propiedades de los materiales que cruzan.
- Esas variaciones corresponden a cambios en los materiales atravesados.



# Ondas sísmicas y estructura de la Tierra

- Los cambios abruptos en las velocidades de las ondas sísmicas que se producen a profundidades concretas hicieron que los sismólogos llegaran a la conclusión de que la Tierra debía estar compuesta por varias capas.
- El interior de la Tierra no es homogéneo debido a las diferencias de densidad establecidas durante el período de fusión parcial.

# Estructura interna de la Tierra

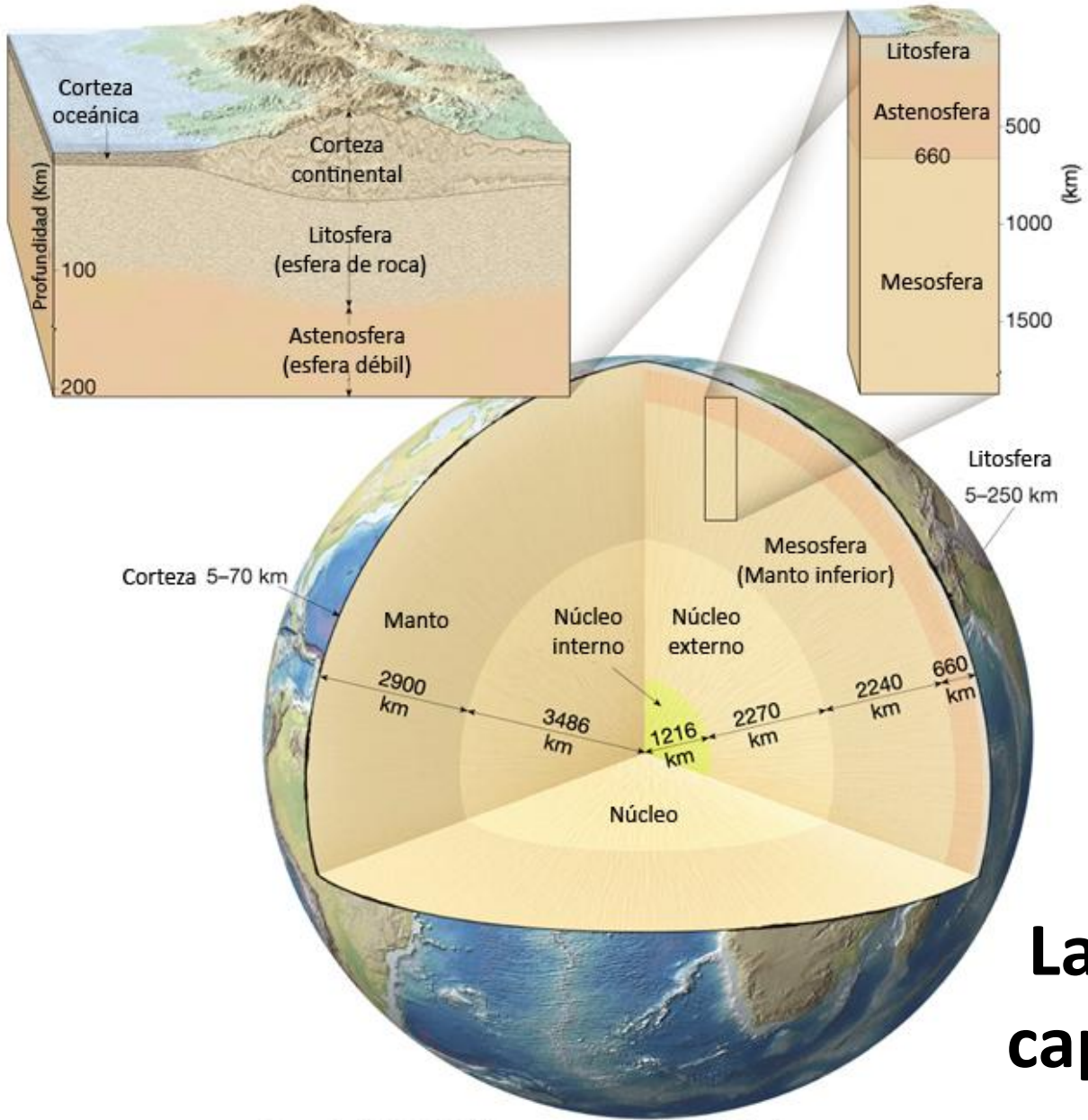
Capas definidas por su composición.

- Corteza.
- Manto.
- Núcleo.

Capas definidas por sus propiedades físicas.

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

## Tema 2. La Tierra. Composición y estructura.



# La estructura en capas de la Tierra

# Estructura de la Tierra

Capas definidas por su composición

Tres capas principales

- **Corteza** – capa externa comparativamente fina cuyo grosor oscila entre 3 km, en las cordilleras oceánicas, y 70 km, en algunos cinturones montañosos
- **Manto** – una capa de roca sólida (rica en sílice) que se extiende hasta una profundidad de unos 2.900 km
- **Núcleo** – una esfera rica en hierro con un radio de 3.486 km.

# Estructura de la Tierra

## Capas definidas por sus propiedades físicas

- El interior de la Tierra se caracteriza por un aumento gradual de la temperatura, la presión y la densidad con la profundidad.
- Según la temperatura y la profundidad, un material terrestre particular puede comportarse como un sólido frágil, deformarse como la masillas o incluso fundirse y convertirse en líquido.
- Las capas principales del interior de la Tierra se basan en las propiedades físicas y, por tanto, en su resistencia mecánica.

# Estructura de la Tierra

- Capas definidas por sus propiedades físicas.

## Litosfera (esfera de roca).

- La capa más externa de la Tierra.
- Está formada por la corteza y el manto superior.
- Caparazón relativamente frío y rígido.
- Tiene un grosor medio de 100 km, pero puede extenderse 250 km o más por debajo de las porciones más antiguas de los continentes.

# Estructura de la Tierra

Capas definidas por sus propiedades físicas.

- **Astenosfera (esfera débil).**
  - Debajo de la litosfera, en el manto superior a una profundidad de unos 600 km.
  - Una pequeña cantidad de fusión en la parte superior despega mecánicamente la litosfera de la capa inferior que permite a la litosfera moverse de forma independiente de la astenosfera.



# Estructura de la Tierra

Capas definidas por sus propiedades físicas.

- Mesosfera o manto inferior.
  - Capa rígida situada entre las profundidades de 660 kilómetros y 2.999 kilómetros.
  - Las rocas están todavía calientes y son capaces de fluir de una manera muy gradual.

# Estructura de la Tierra

El núcleo terrestre:

- Núcleo externo
  - Compuesto principalmente por una aleación de níquel y hierro.
  - Capa líquida de 2.270 km de grosor.
  - Flujo convectivo que genera un campo magnético.
  - Núcleo interno.
    - » Esfera con un radio de 3.486 km.
    - » Más fuerte que el núcleo externo.
    - » Se comporta como un sólido.

# La corteza

- Es la más fina de las divisiones de la Tierra.
  - Variaciones de grosor (superan los 70 km debajo de algunas regiones montañosas mientras que en la corteza oceánica el grosor es de 3 a 15 km).
- Dos partes.
  - Corteza continental.
    - » La densidad media de las rocas es de unos  $2,7 \text{ g/cm}^3$ .
    - » La composición media es comparable a la de las rocas ígneas félsicas de tipo granodiorita.
  - Corteza oceánica.
    - » Densidad de unos  $3,0 \text{ g/cm}^3$ .
    - » Compuesta principalmente por rocas ígneas basálticas.

# Manto

- Contiene el 82% del volumen de la Tierra.
- Capa rocosa sólida.
- La parte superior tiene composición de roca ultramáfica peridotítica.
- Dos partes.

Mesosfera (manto inferior).

Astenosfera o manto superior.

# Núcleo

- Más grande que el planeta Marte.
- Es la esfera central densa de la Tierra.
- Dos partes.
  - **Núcleo externo** – capa exterior líquida de unos 2.270 km de grosor.
  - **Núcleo interno** - esfera interna sólida con un radio de 1.216 km.

# Núcleo

## Densidad y composición.

- La densidad media es de aproximadamente  $11 \text{ g/cm}^3$  y en el centro de la Tierra se aproxima a 14 veces la densidad del agua.
- La mayor parte es hierro, con un 5% o 10% de níquel y cantidades menores de otros elementos.

# Núcleo

## Origen.

- La explicación más aceptada es que el núcleo se formó al principio de la historia de la Tierra.
- Cuando la Tierra empezó a enfriarse, el hierro del núcleo comenzó a cristalizar y empezó a formarse el núcleo interno.



# Resumen sobre la constitución del interior terrestre

- Aumento gradual de la temperatura, presión y densidad.
- A 100 km temperatura entre 1.200 °C y 1.400 °C
- A 2.900 km, temperatura de unos 4.500 °C
- En el centro, temperatura de 6.700 °C

EL INTERIOR TERRESTRE SE DIVIDE EN 3 CAPAS:

Corteza: espesor entre 3- 20 km (corteza oceánica) y 70 km (corteza continental).

- Corteza oceánica: constituida por *basaltos* (densos); edad < 180 M.A
- Corteza continental: constituida por *granitos* (poco densos); edad > 3.500 M.A

Manto: 2.900 km de grosor. Transmite ondas sísmicas, pero fluye plásticamente.

- Manto inferior o *mesosfera* (desde 2.900 km hasta los 660 km de la superficie).
- Manto superior (desde los 660 km hasta la base de la Corteza).

Núcleo: Compuesto de Fe y Ni. Presiones enormes (11 g/cm<sup>3</sup>).

- Núcleo interno, es sólido.
- Núcleo externo, es líquido, capaz de fluir generando campo magnético terrestre.

Litosfera: conjunto de Corteza y Manto superior. Es rígida y fría. Grosos medios de 100 km, hasta los 250 km debajo continentes y menores bajo Océanos.

Astenosfera: situada bajo litosfera, llega hasta los 600 km.

# El campo magnético terrestre

El campo magnético terrestre.

- El núcleo se comporta como una *dinamo*, un aparato que transforma la energía mecánica en energía magnética.
- El núcleo interno rota más rápido que la superficie de la Tierra y el eje de rotación está desalineado unos 10° con respecto a los polos rotacionales de la Tierra.

# La máquina térmica del interior de la Tierra

La temperatura de la Tierra aumenta gradualmente con la profundidad a un ritmo conocido como **gradiente geotérmico**.

- Varía considerablemente de un lugar a otro.
- En la corteza, las temperaturas aumentan a una media de 20°C a 30°C por kilómetro (la velocidad de aumento es mucho menor en el manto y en el núcleo).

# La máquina térmica del interior de la Tierra

Procesos importantes que han contribuido al calor interno de la Tierra.

- El calor emitido por la desintegración radiactiva de los isótopos de uranio (U), torio (Th) y potasio (K).
- El calor liberado cuando el hierro cristalizó para formar el núcleo interno sólido.
- El calor liberado por la colisión de partículas durante la formación de nuestro planeta.

# La máquina térmica del interior de la Tierra

Flujo de calor en la corteza.

- Proceso de **conducción**.
- El ritmo al que fluye el calor varía en la corteza.

**Convección del manto.**

- No hay un gran cambio de temperatura a medida que aumenta la profundidad en el manto.
- El manto debe tener un método más eficaz de transmisión del calor desde el núcleo hacia fuera.

# Dinámica interna

## Convección del manto:

- Es el proceso más importante que actúa en el interior de la Tierra.
- Es la fuerza que impulsa las placas litosféricas rígidas a través del planeta.
- Ya que el manto transmite las ondas S y a la vez fluye, entonces describe un comportamiento plástico (sólido y fluido).