Aux 10

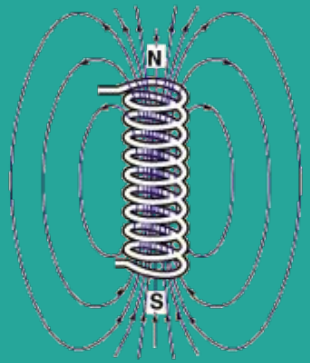
Felipe Cespedes
Borja Farah

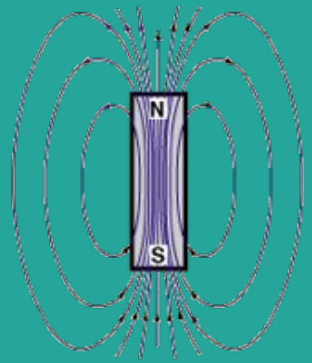
Materia

- Geomagnetismo
  - Variaciones
  - Momento dipolar magnético
  - Tipos de magnetismos
- Interpretación anomalías magnéticas corticales

Campo Magnético Terrestre

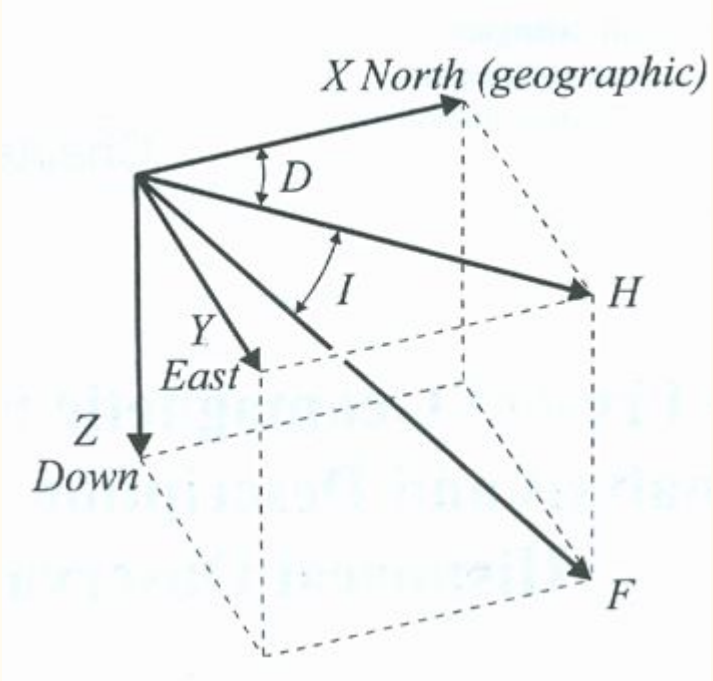
- Campo magnético terrestre se aproxima a un dipolo magnético que, en este momento, está casi alineado con el eje de rotación.
- Tiene una leve inclinación que varía cada año.
- La nomenclatura que se utiliza para el campo magnético terrestre es inversa la nomenclatura habitual para magnetismo.
- Componente sur magnética se encuentra en el polo norte geográfico en el modelo terrestre.
- Nos protege de vientos solares.





Componentes Campo Magnético

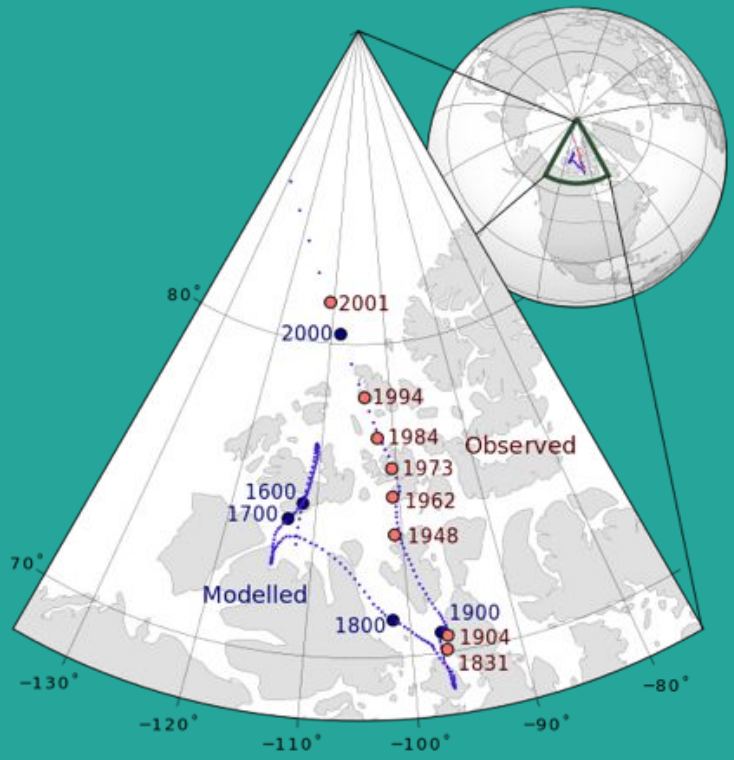
- F: Campo total.
- H: Componente horizontal total.
- I: Inclinación, ángulo entre H y F.
- D: Declinación, ángulo horizontal entre Norte geográfico y H.
- Es importante notar que todas estas, menos F, cambian dependiendo de de mi ubicación geográfica.



Campo Magnético Terrestre

Variaciones en tiempo humano:

- El polo norte magnético varía geográficamente y en intensidad.
- En particular, geográficamente varía del orden de km's por año. Esto es muy **rápido!**
- A partir del siglo 20, y un poco antes antes, fue posible medir sistemática y empíricamente su componente total.
- A través de modelamiento, con uso de magnetización remanente en rocas, ha sido posible medir sus variaciones en tiempos no medidos.



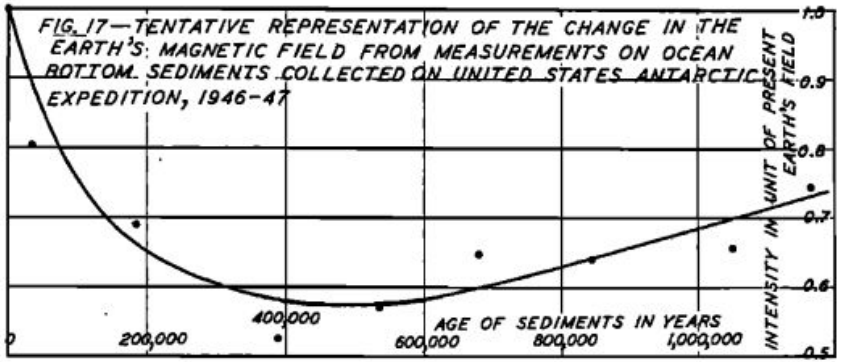
Componentes Campo Magnético

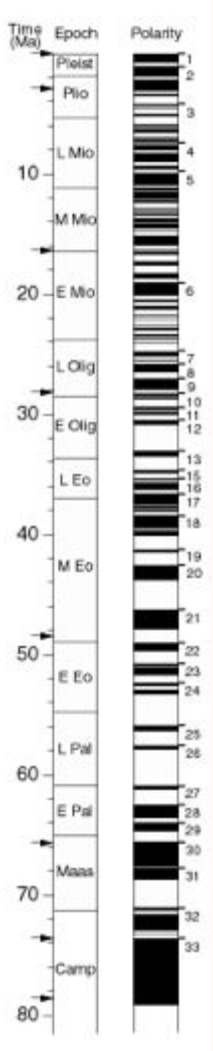
Variaciones en tiempo geológico:

- A escala geológica, o sea M's de años, el campo magnético terrestre ha llegado a invertirse completamente.
- También su intensidad ha variado.
- Se sabe que esto está fuertemente ligado a la velocidad de rotación y procesos de convección en el núcleo.

PRE-HISTORY OF THE EARTH'S MAGNETIC FIELD

By E. A. Johnson, Thomas Murphy, and O. W. Torreson





Dipolo Magnético Terrestre

μo: permeabilidad magnética del vacío.

$$W = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{(dp)\cos\theta}{r^2} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{m\cos\theta}{r^2}$$

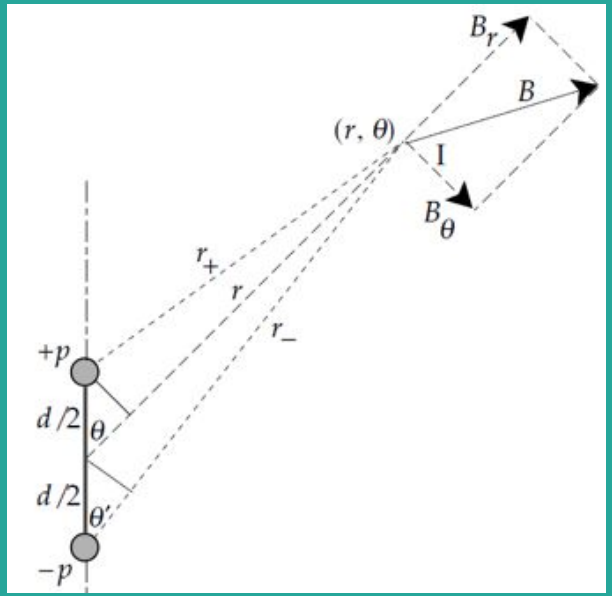
Para modelar el campo magnético terrestre, utilizamos un modelo dipolar.

- Momento magnético "**m**": este se extrae del cálculo del potencial magnético, y está definido como "d * p", donde:
  - p: fuerza de un polo.
  - d: distancia entre polos.

  , así, este caracteriza al dipolo magnético.
- A partir de m se puede calcular la intensidad del campo magnético terrestre, en el ecuador de:

$$m_T = 7.768\times10^{22}\,Am^2$$

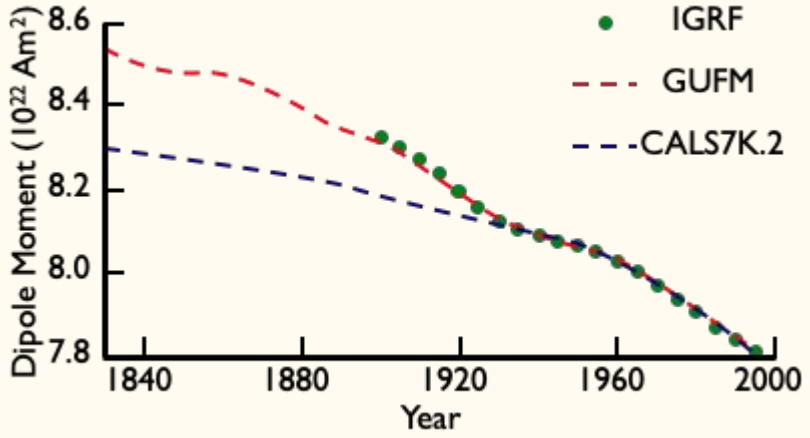
$$B_0 = \frac{\mu_0 m_T}{4\pi a^3} \approx 30000nT$$

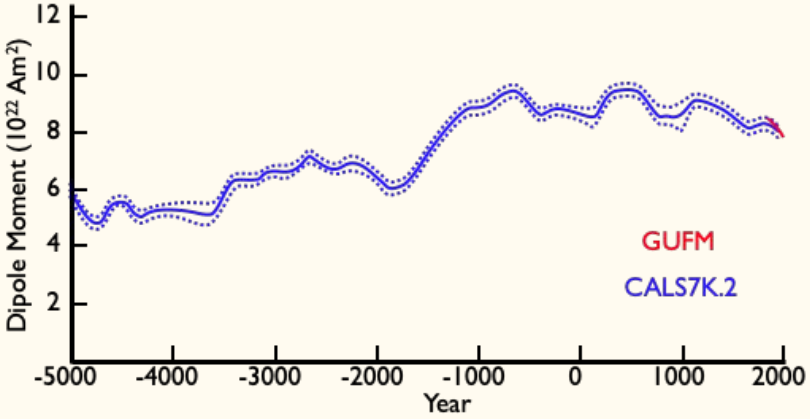


$$\|B\| = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{m}{r^3}\sqrt{3\cos^2\theta + 1}$$

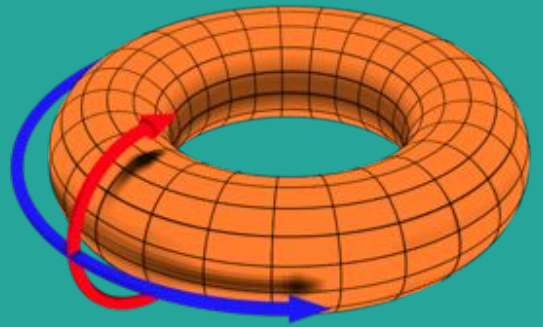
Dipolo Magnético Terrestre

- A partir de mediciones de momento magnético y recuperación de datos a partir de sedimentos, se puede observar que:
  - Actualmente el momento magnético dipolar está decayendo a tasas del 5-6% por siglo.
  - Este ya ha tenido decaimientos similares en los últimos 1000's de años





Geodinamo



Como ya dijimos, el campo magnético terrestre está fuertemente ligado a su rotación y dinámica del núcleo.

- Ya que el núcleo es rico en He, su movimiento de convección(núcleo externo) y rotación sobre el eje terrestre de partículas cargadas, causa un campo magnético.
- El núcleo externo es líquido (T pasa curva de punto de fusión), con lo que material liviano del núcleo interno tiende a ascender, provocando así un movimiento toroidal.

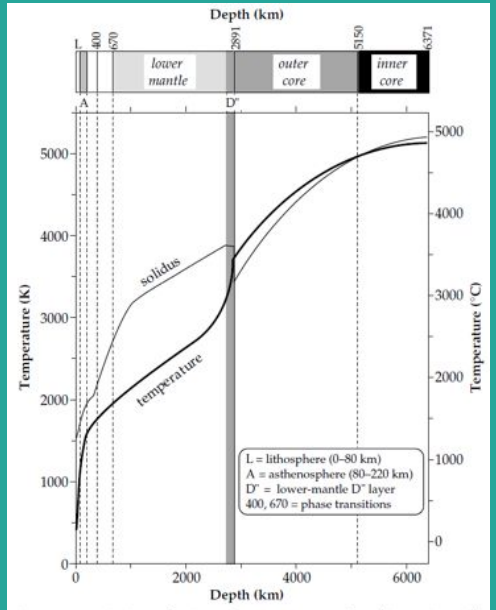
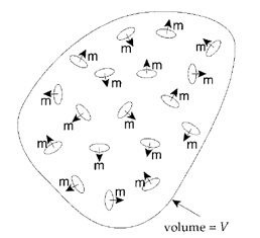


Fig. 4.14 Variations of estimated temperature and melting point with depth in the Earth (based upon data from Stacey, 1992).

Magnetización

$$M = \frac{1}{Volume} \sum_i m_i$$

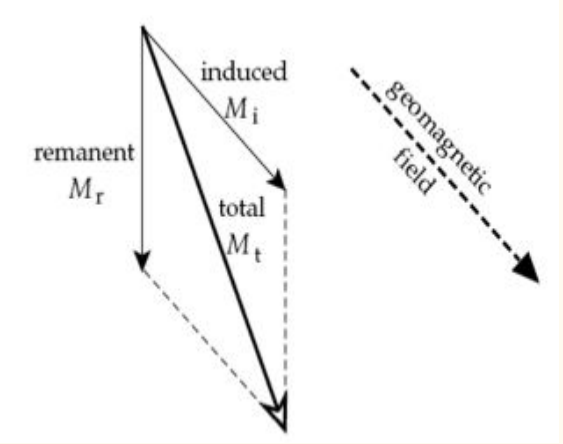


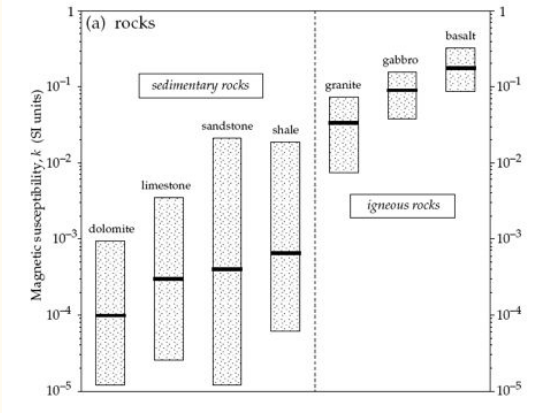
Calcularemos la magnetización M de un objeto como la sumatoria de todos sus momento dipolares magnéticos, dividido por su volumen.

Hay 2 tipos de magnetización:

- Magnetización inducida: Mi = k H
  - Magnetización de un cuerpo por causa de un campo magnético externo, H. Esta depende de k.
  - Susceptibilidad Magnética "k": cuanto se magnetiza un material en presencia de un campo externo. Esta varía dependiendo del material.
- Magnetización remanente: Mr
  - Magnetización inherente a un material, independiente de campo externo.
  - Esta puede variar bajo ciertas condiciones (T de Curie).

La **Magnetización Total** "Mt" de un cuerpo viene dada por: Mi + Mr



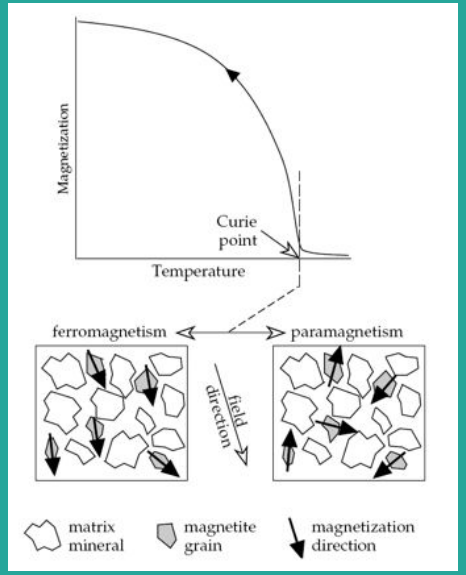


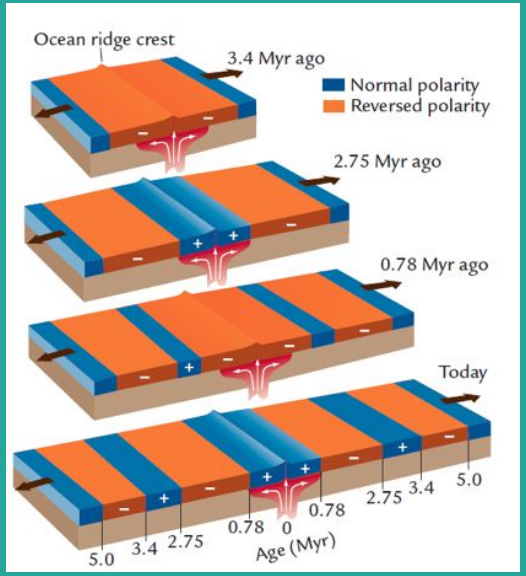
Susceptibilidades de distintas rocas

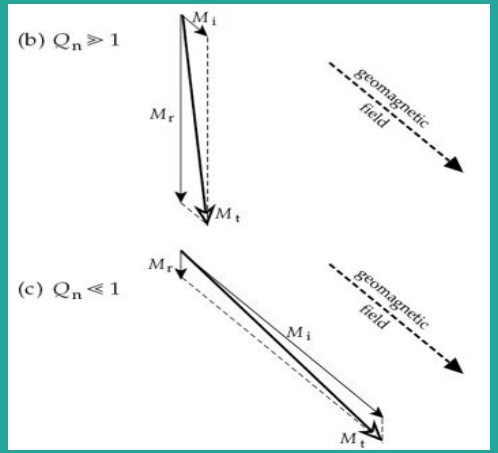
Magnetización

- Temperatura de Curie:
  - Temperatura a partir de la cual un cuerpo **“resetea” su magnetización remanente** (Paramagnético), la cual se re-ordena bajo el campo magnético presente.
- Razón de Konigsberg:
  - Razón entre Magnetización inducida y Magnetización remanente en una roca.

$$Qn = Mr \,/\, Mi$$

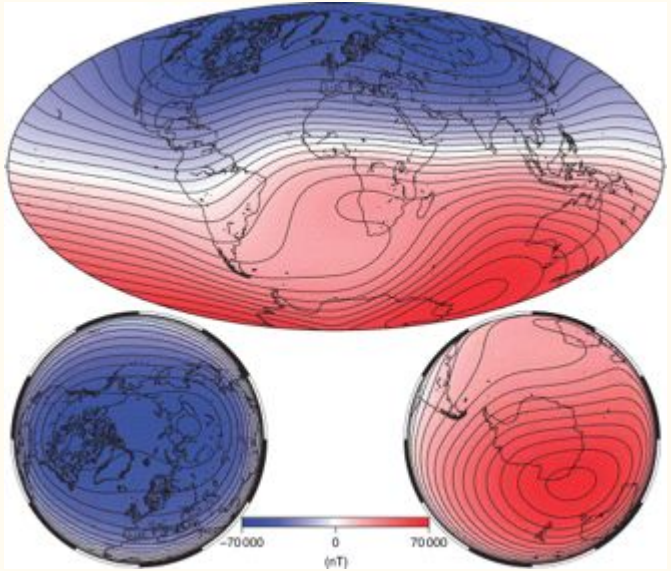




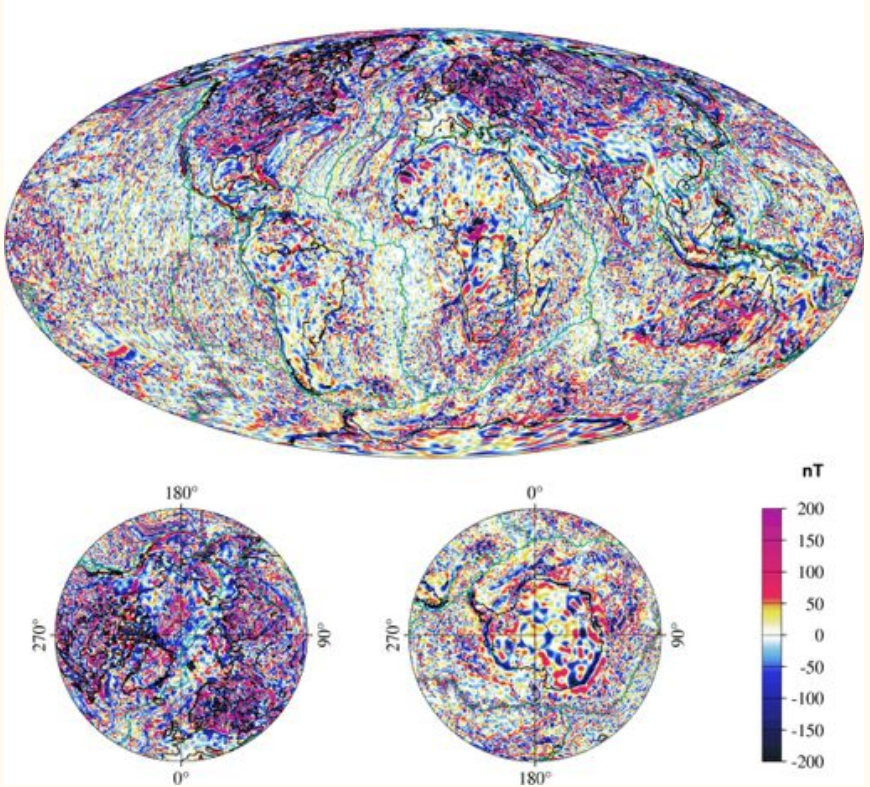


Anomalías de gravedad

Campo magnético total terrestre en superficie tiene aproximación dipolar.



Pero, el campo magnético cortical tiene varias anomalías magnéticas.



Ejercicio 1

- Haga un esquema de la anomalía magnética producida por una intrusión basáltica ubicada en zona donde predomina las rocas sedimentarias, que se enfrió pasado su temperatura de Curie en un momento cuando el Campo Magnético estaba Invertido y con $Q << 1$:
  - Polo Norte
  - 45° Norte
  - 45° Sur