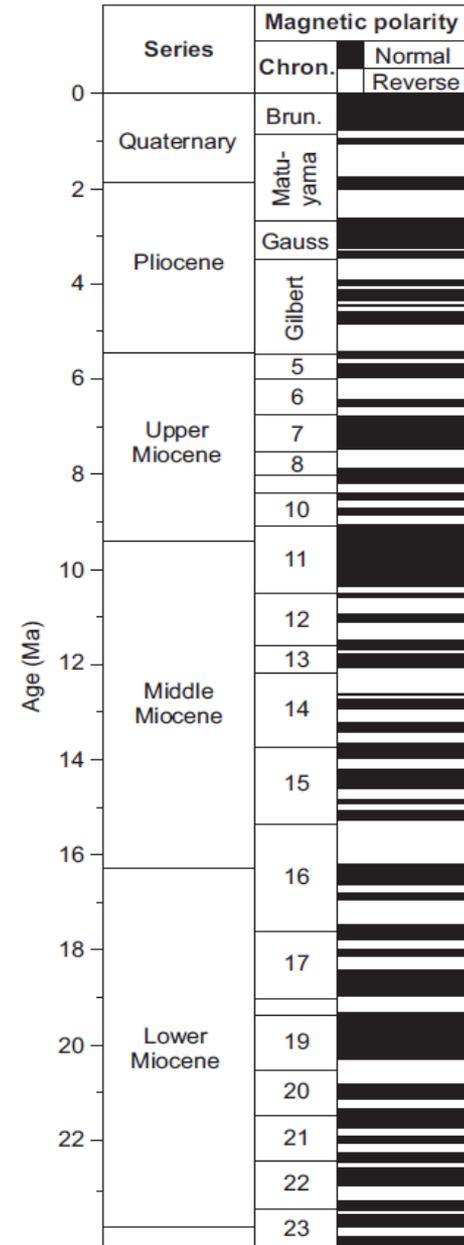


# Magnetostratigraphy and paleomagnetism

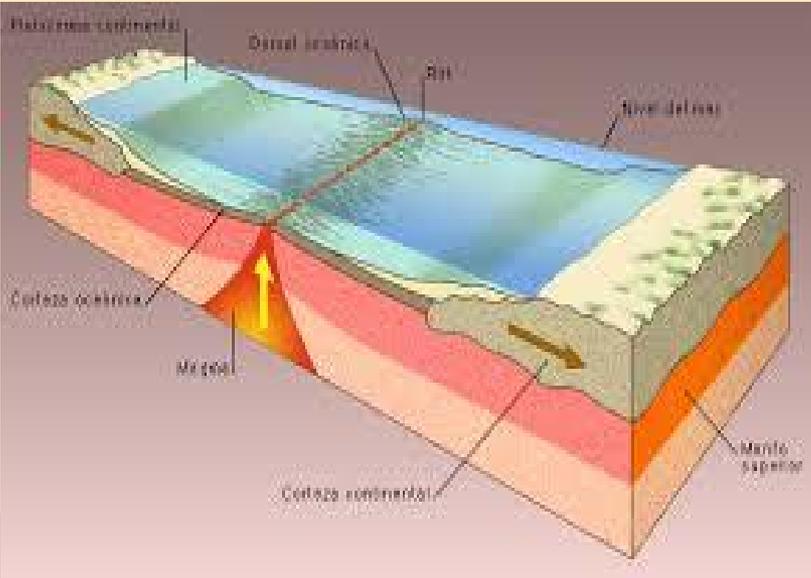


**Magnetoestratigrafía:** Es el estudio de las características magnéticas de secuencias estratificadas de roca.

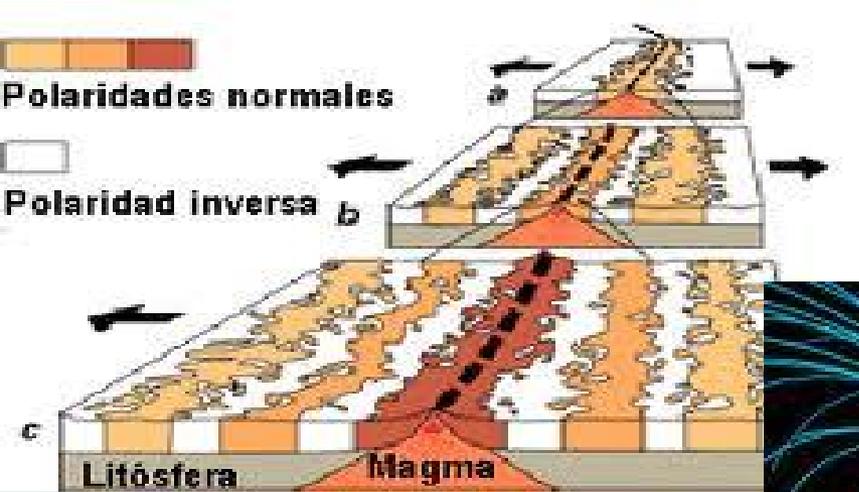
**Paleomagnetismo:** Es la disciplina que estudia el magnetismo retenido por las rocas, con el objetivo de obtener un registro en las configuraciones del campo geomagnético del pasado



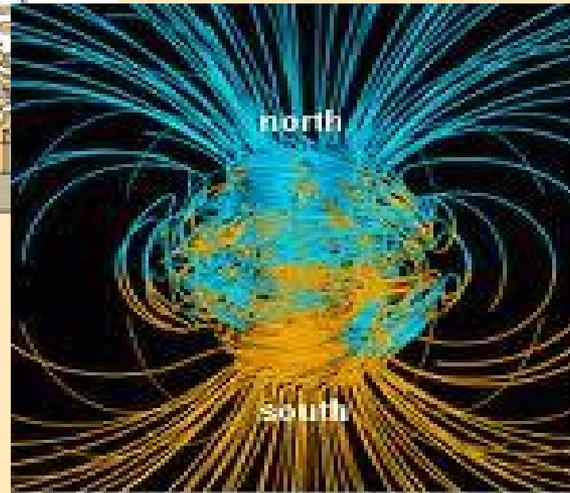
**Fig. 21.4** Reversals in the polarity of the Earth's magnetic field through part of the Cenozoic. (From Haq et al. 1988.)



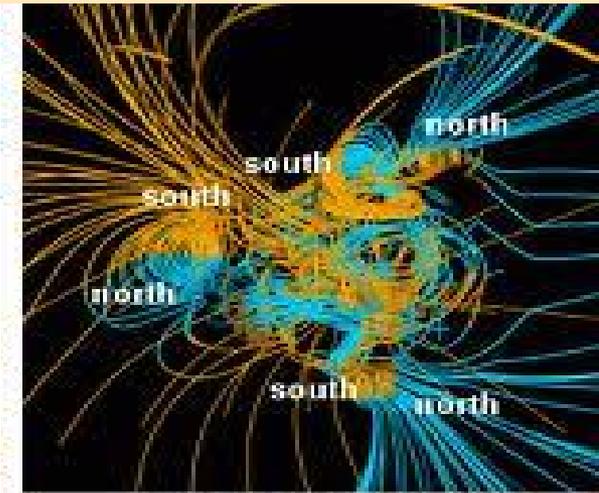
Desde la década de los 60's, con el desarrollo del concepto de expansión del fondo oceánico y la Tectónica de placas, (Hesse T Wilson) Se han tomado registros rigurosos sobre el Magnetismo de la tierra (polos geomagnéticos), llegando a la conclusión de que nuestro planeta presenta periodos de **Polaridad normal N-S** y **Polaridad inversa S-N**



Estos procesos de variación magnética ocurren de forma irregular en la escala del tiempo geológico, variando desde períodos cortos 4000-5000 años a varios millones de años.



between reversals

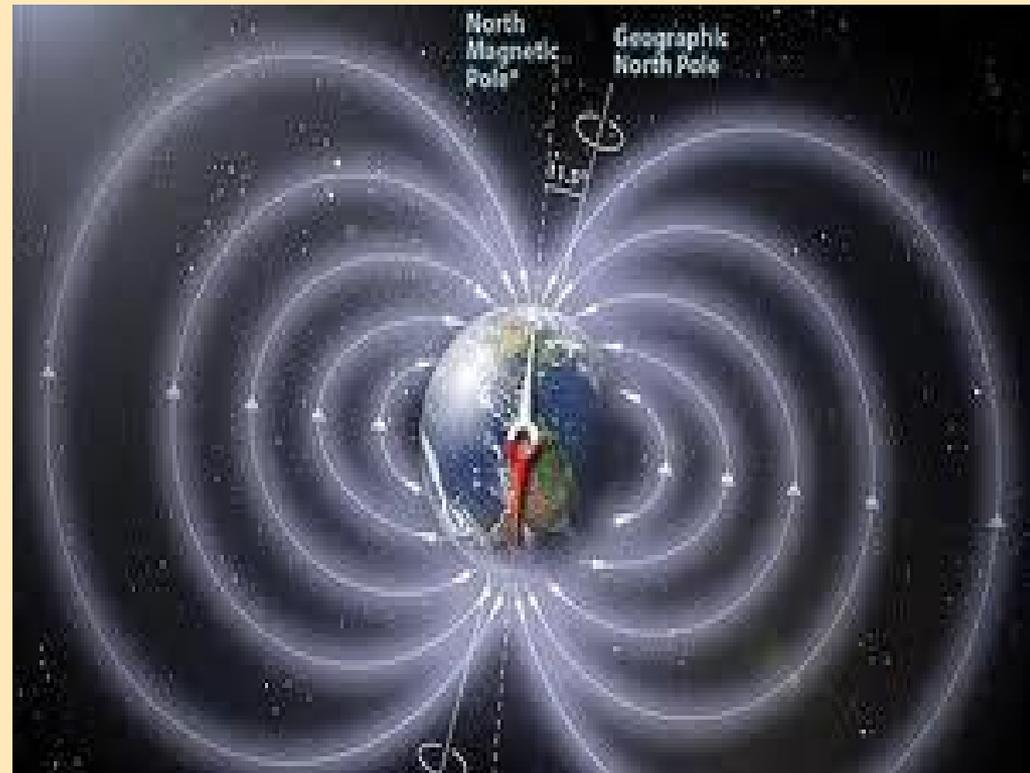


during a reversal

# Registro en el campo magnético de las rocas

El magnetismo de las rocas, es el estudio del comportamiento y propiedades magnéticas de los distintos tipos de rocas y de los minerales que las constituyen, tal y como se encuentran en la naturaleza. La caracterización magnética de una muestra, requiere la medición de diversos parámetros entre los cuales encontramos al "Punto de curie" (°C).

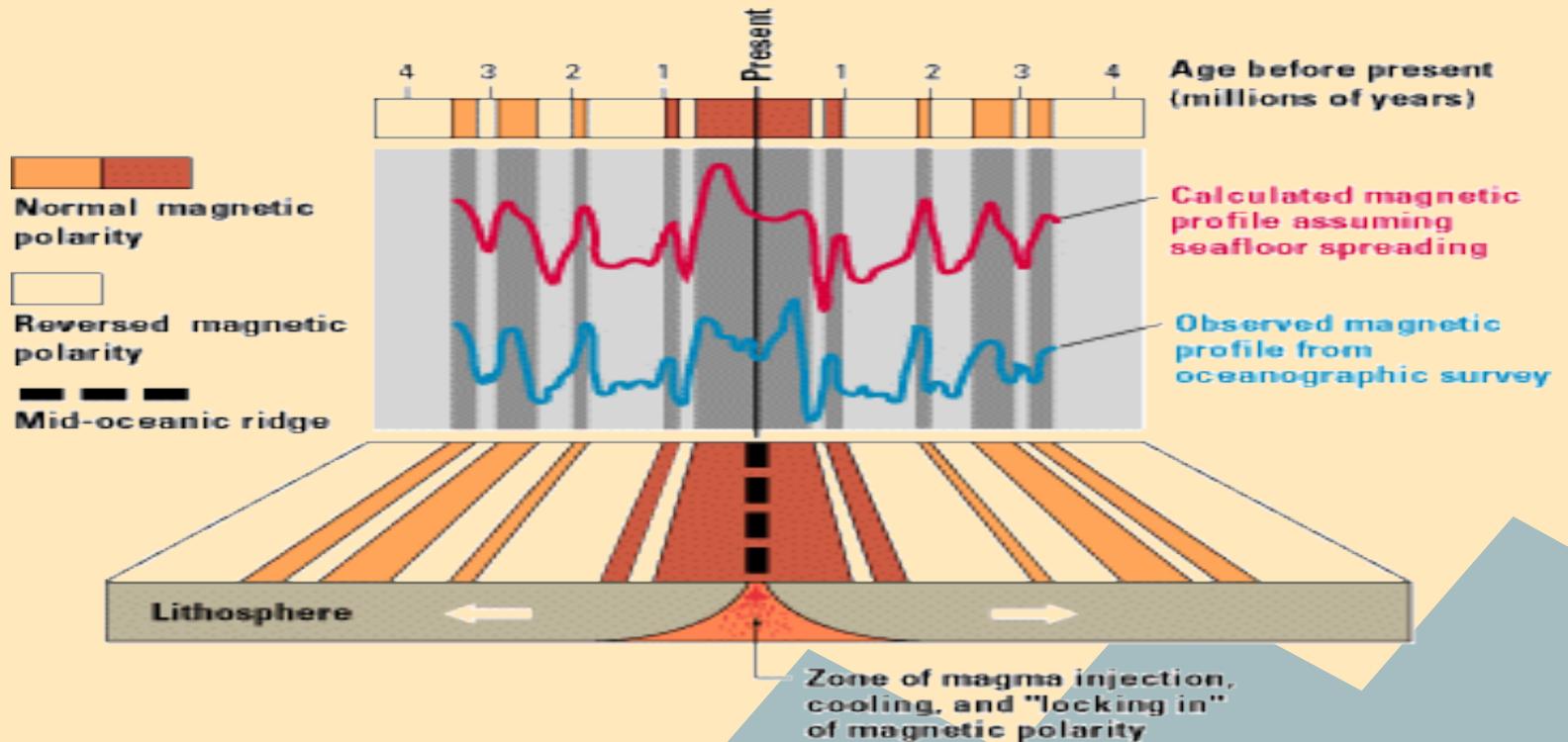
El Punto de curie, es una temperatura a la cual los dipolos magnéticos del material formador de una roca, se alinean con respecto al campo geomagnético de ese momento en la historia geológica.



Dentro del registro magnético en rocas, se han identificado diferentes procesos, por los cuales las rocas adquieren propiedades magnéticas, siendo TRES, los procesos más significativos:

## 1. Thermal Remanent Magnetization (TRM)

Se aplica generalmente a minerales altamente magnéticos que se encuentran principalmente en rocas ígneas. Una vez que la roca se litifica, (debajo de la temperatura de su punto de curie) el magnetismo adquirido por la misma, queda encerrado en un cristal que se alinea al campo geomagnético.

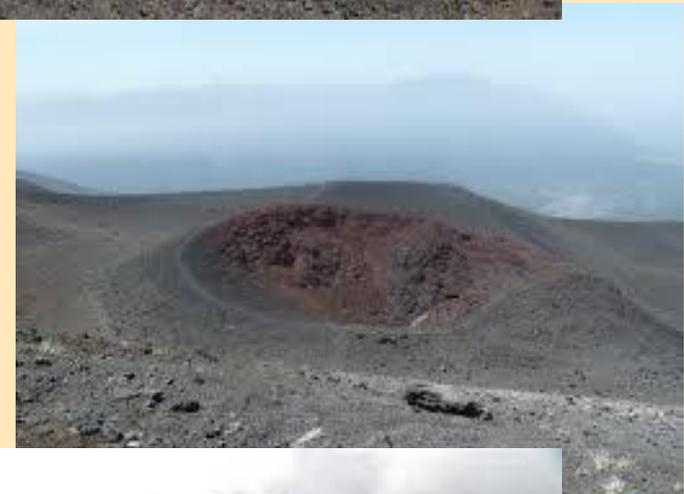


## 2. Detrital Remanent Magnetization (DRM)

Cuando una roca ígnea es intemperizada y erosionada, sus minerales magnéticos y el resto de la roca en sí, se convierten en *partículas sedimentarias*.

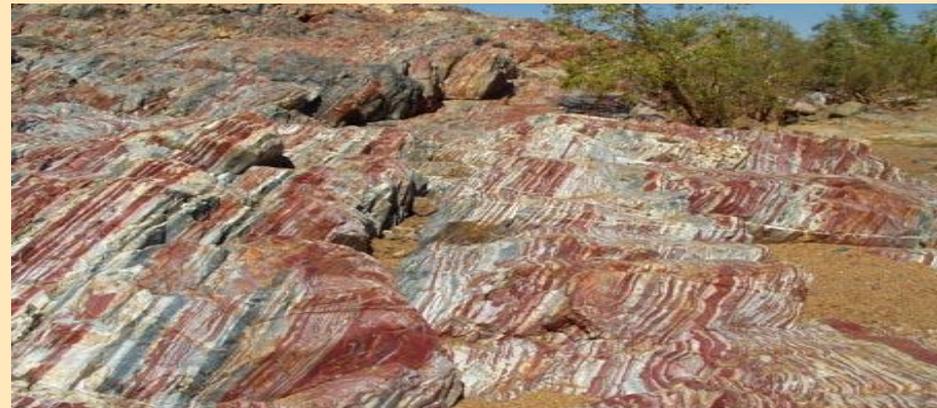
Estos pequeños granos magnéticos se comportan como diminutas barras magnéticas, las cuales se alinean al campo geomagnético cuando éstos se depositan en forma de sedimentos.

Por lo general, este tipo de remanencia es inferior en unos tres órdenes de magnitud con respecto a *TRM*.



### 3. Chemical Remanent Magnetization (CRM)

Después del intemperismo, el hierro es disuelto de la roca madre y se mueve a través de las aguas subterráneas y el subsuelo; dando lugar a que estos iones se precipitan en un lugar distinto al de su origen en la forma de *Hematita*. Estos depósitos se concentran en núcleos y crecen, adquiriendo un magnetismo remanente que es paralelo al campo geomagnético.



# Muestreo, Mediciones y Análisis

Para medir el magnetismo de las rocas, es necesario tomar varias muestras de lugar, NO se puede saber el magnetismo de una zona con solo hacer una simple medición; así al llevar un mayor número de muestras que converjan en un mismo patrón magnético, se podrá lograr un *cálculo estadístico* de la zona.

Para empezar, hay que sacar un núcleo del estrato, esto se logra a través de una *perforadora/taladro portátil*. Luego, se llevan las muestras al laboratorio para ser estudiadas con un *magnetómetro*.



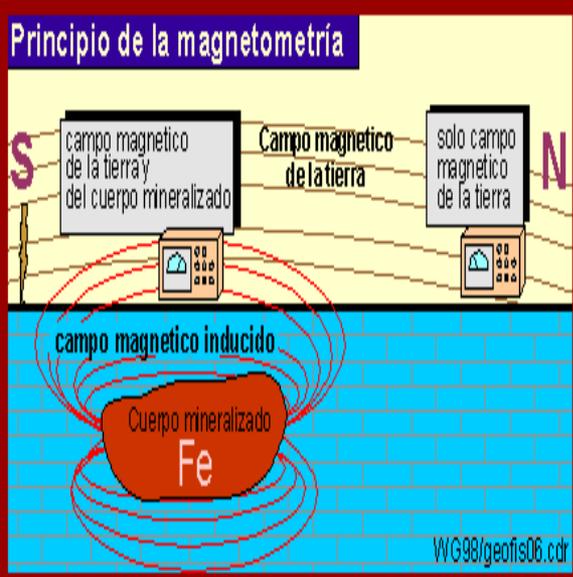


Un magnetómetro, es un dispositivo que mide la intensidad y la dirección del vector magnético de la muestra.

Existen diferentes dispositivos capaces de medir el magnetismo de las rocas, pero ahora sólo se mostrarán los más representativos, los cuales son:

Magnetómetro de Spin (Spinner magnetometer)

Magnetómetro criogénico (Cryogenic magnetometer)



Cuando una muestra es medida por primera vez en el laboratorio, ésta conserva todo el magnetismo que ha adquirido desde su formación hasta el presente. A este magnetismo inicial se le llama *Natural Remanent Magnetization (NRM)*

Si queremos conocer el (NRM) de una roca, es necesario "Limpiarla", aplicando métodos de *Desmagnetización*.

La desmagnetización se lleva a cabo a través de dos métodos principales:

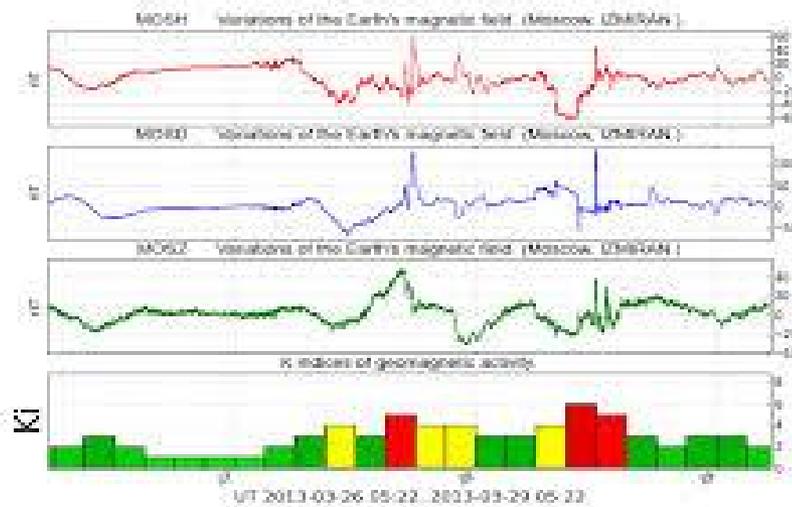
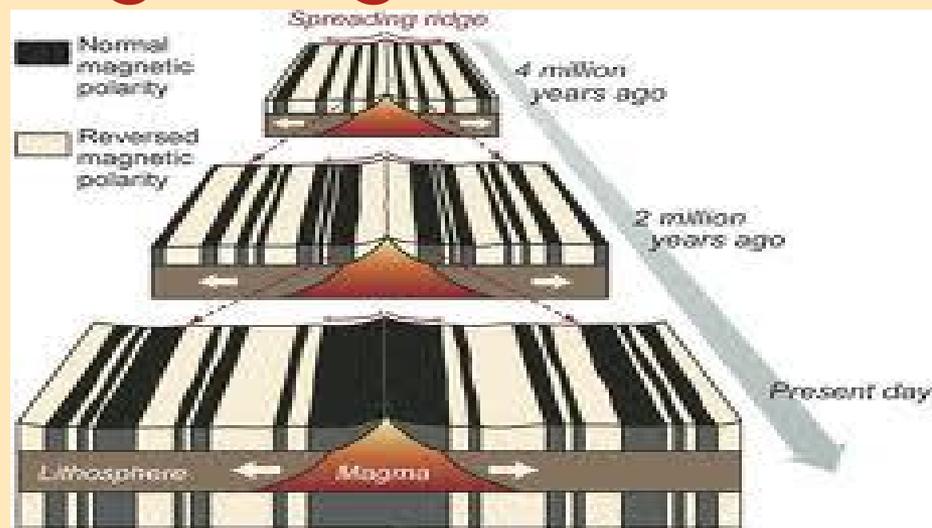
*Alternating Field (AF) demagnetization*: Interacción de la roca con un fuerte campo magnético alterno.

*Thermal demagnetization*: La muestra es calentada cada vez a más altas temperaturas, luego se enfría en un lugar alterno (protegido del campo magnético actual)

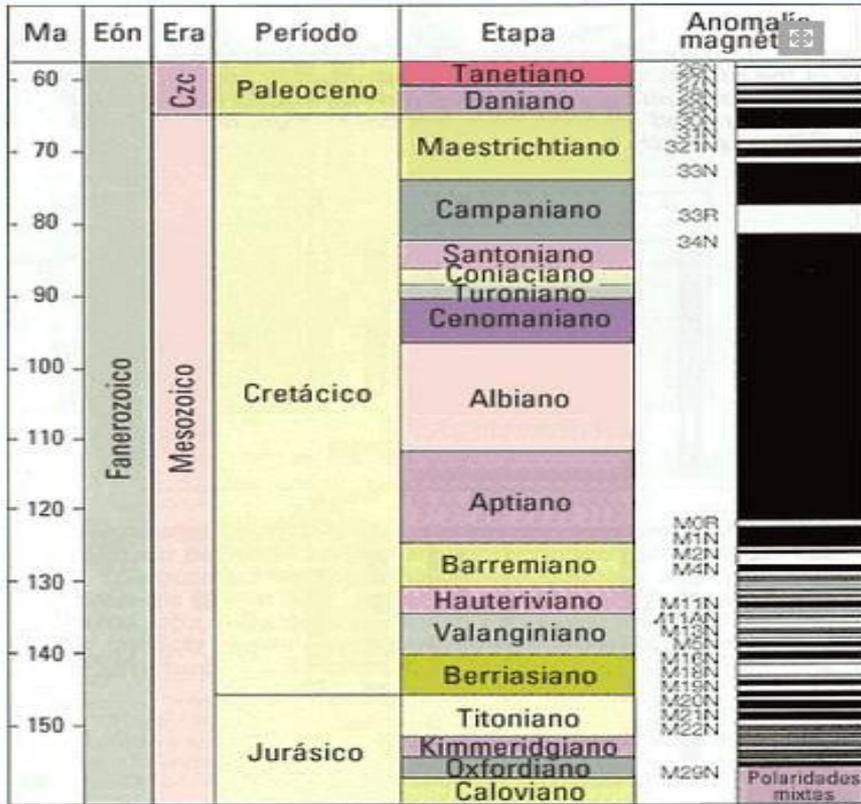


# Reversiones del campo y la Escala del tiempo de polaridad geomagnética

Como se mencionó al principio, antes de la década de los 60's, no se tenían conocimientos suficientes acerca del campo geomagnético, aunque ya desde 1906 el Físico Francés Bernard Brunhes, descubrió que algunas rocas volcánicas presentaban un magnetismo de  $180^\circ$  en dirección contraria al geomagnetismo de la época. Éste fue el inicio de lo que más tarde, (1963-1969) un grupo de científicos (Cox, Doell y Dalrymple) retomáran y dieran como resultado el descubrimiento de los episodios de "reversiones" que presentan los polos magnéticos del planeta...



# Correlación Magnetoestratigrafica

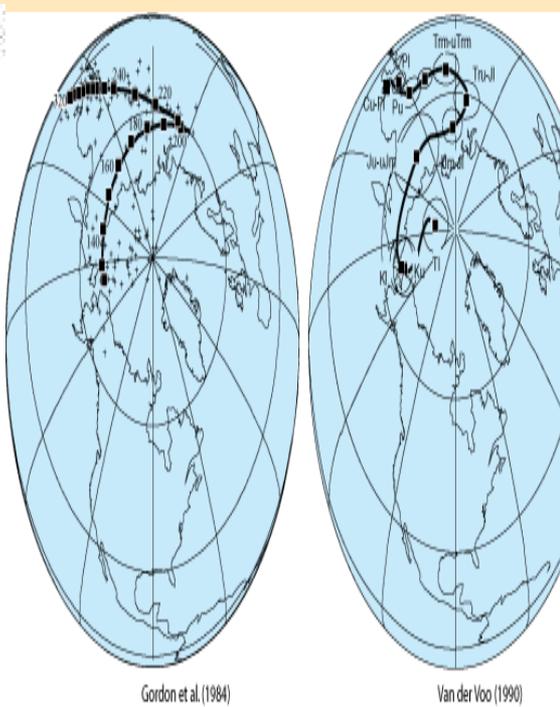
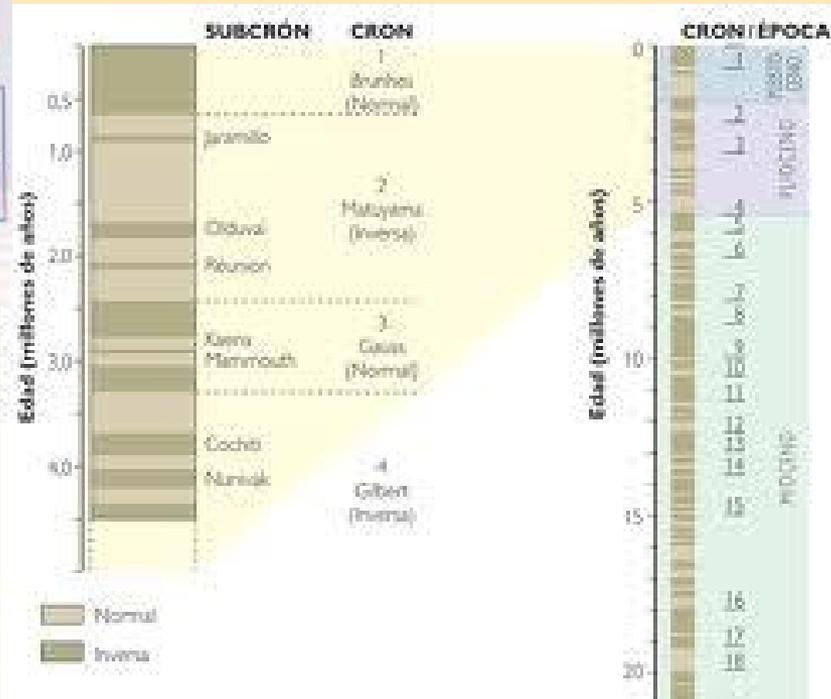
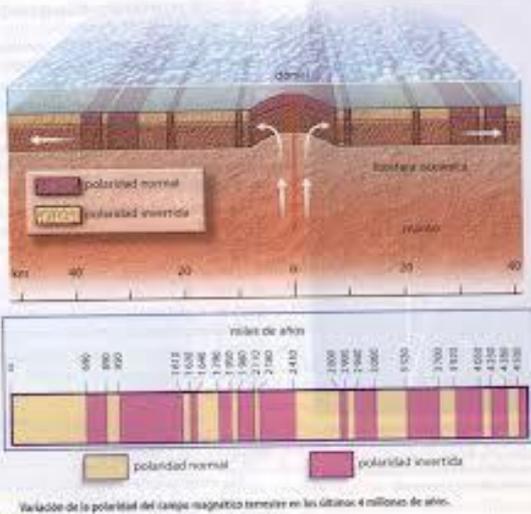
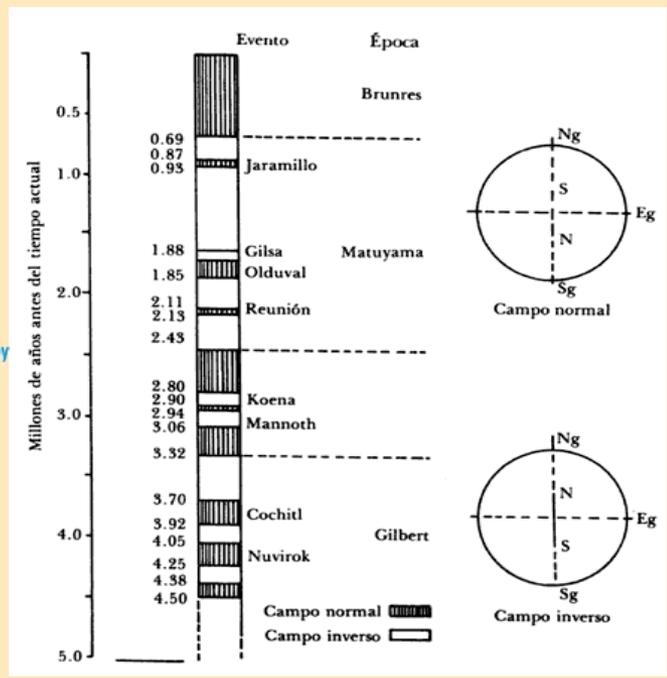
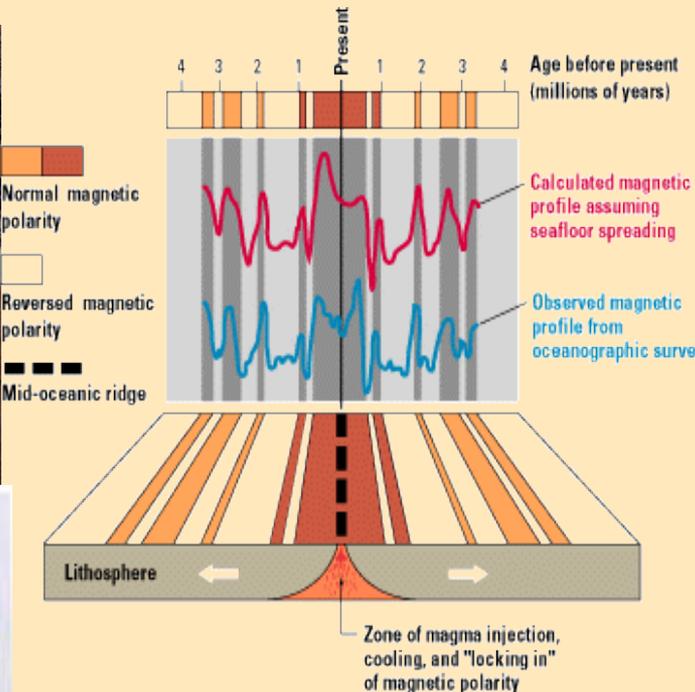


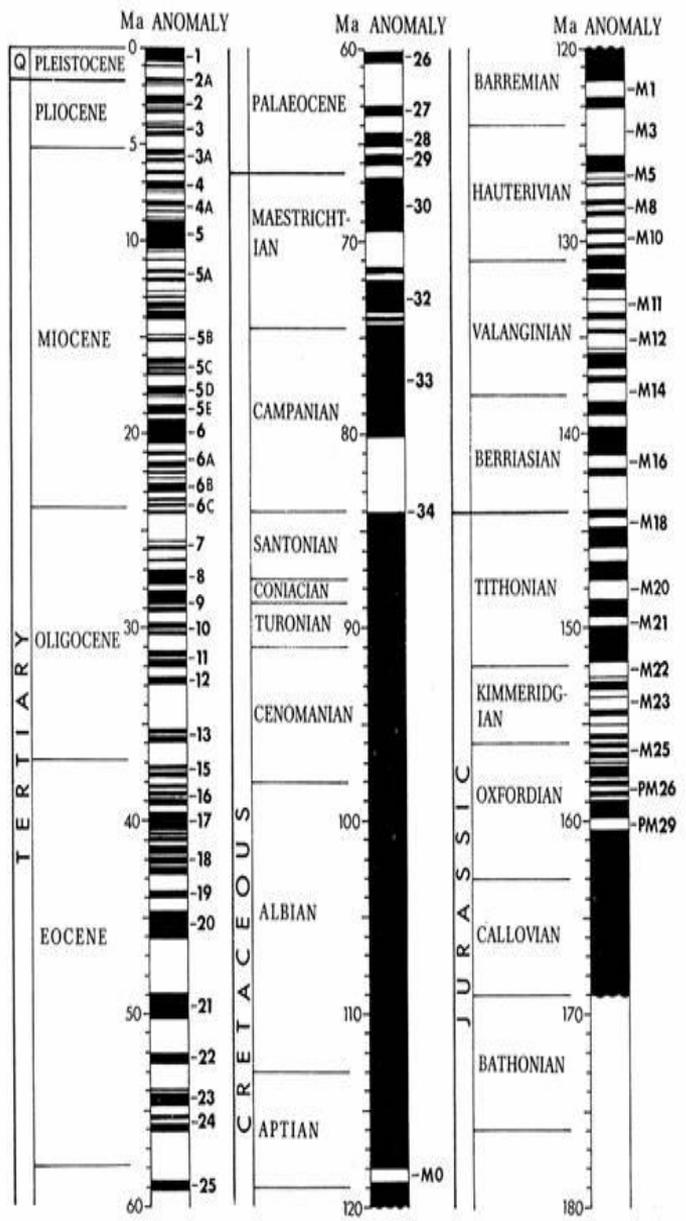
Escala de tiempo de polaridad geomagnética (GPTS). Mediante la datación de las rocas que muestran inversiones de la polaridad magnética, los geólogos establecieron una escala de tiempo geológico parcial de la secuencia y duración de las inversiones de la polaridad magnética de la Tierra. Una porción de la escala de tiempo geológico se muestra en las columnas Ma (por millones de años), Eones, Eras, Períodos y Etapas. La secuencia de inversiones magnéticas, donde N indica 'normal' y R 'polaridad inversa,' se muestra en la columna de la derecha.

La historia de la polaridad de la tierra, no es una herramienta de análisis completa, si no se usan otras *técnicas geofísicas de correlación, (Bioestratigrafía o Datación radiométrica).*

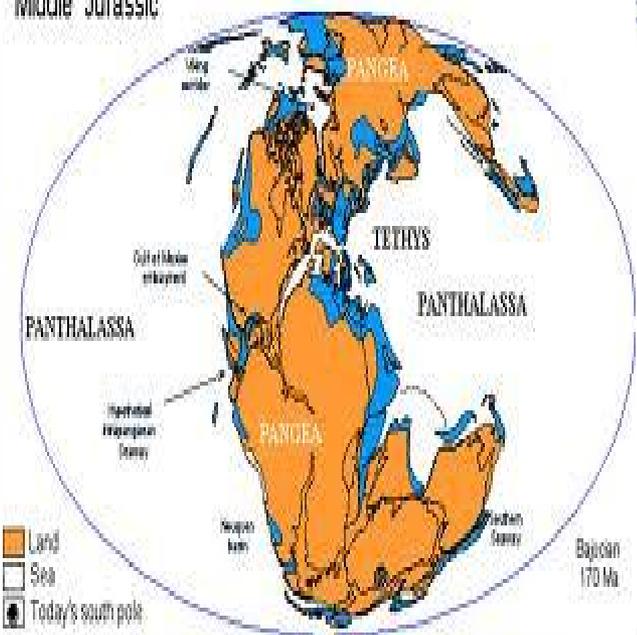
Aunque sí nos ha dejado claro un par de acciones:

- El patrón de reversiones polares son irregulares y no tienen periodicidad.
- Las reversiones polares ocurren "a nivel mundial" y son independientes de "facies o de litologías"
- Se puede medir el magnetismo de cualquier tipo de roca
- Una sola muestra NO sirve para generar un registro de polaridad, se necesitan "varias"
- Solo una larga secuencia de rocas con zonas polares de gran longitud, pueden ser correlacionadas





### Middle Jurassic



### enozoic Reversals

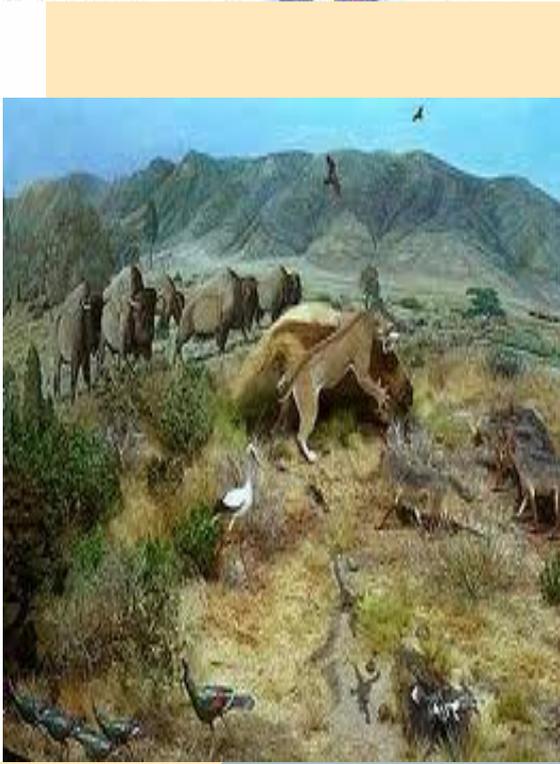
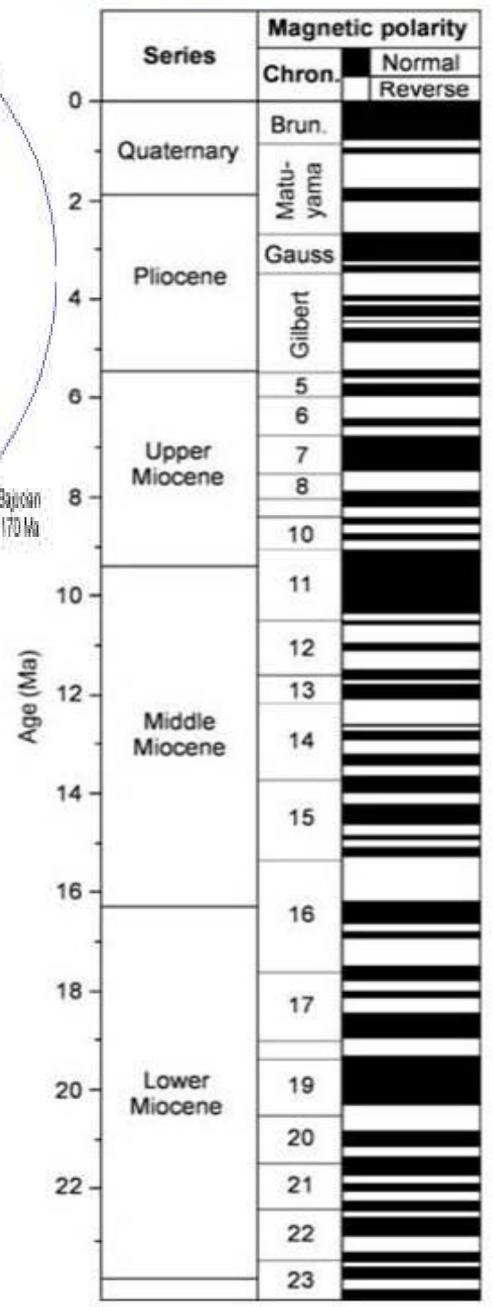
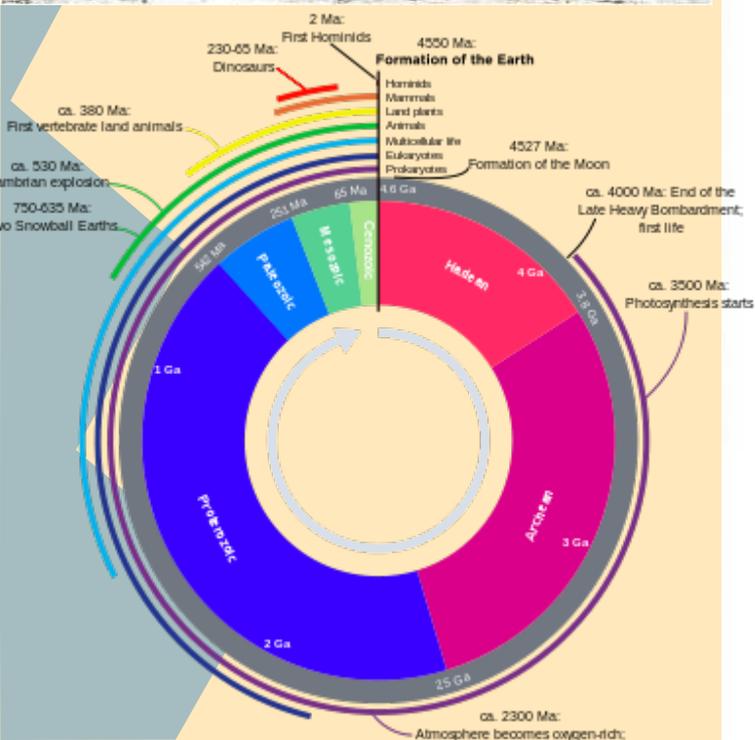
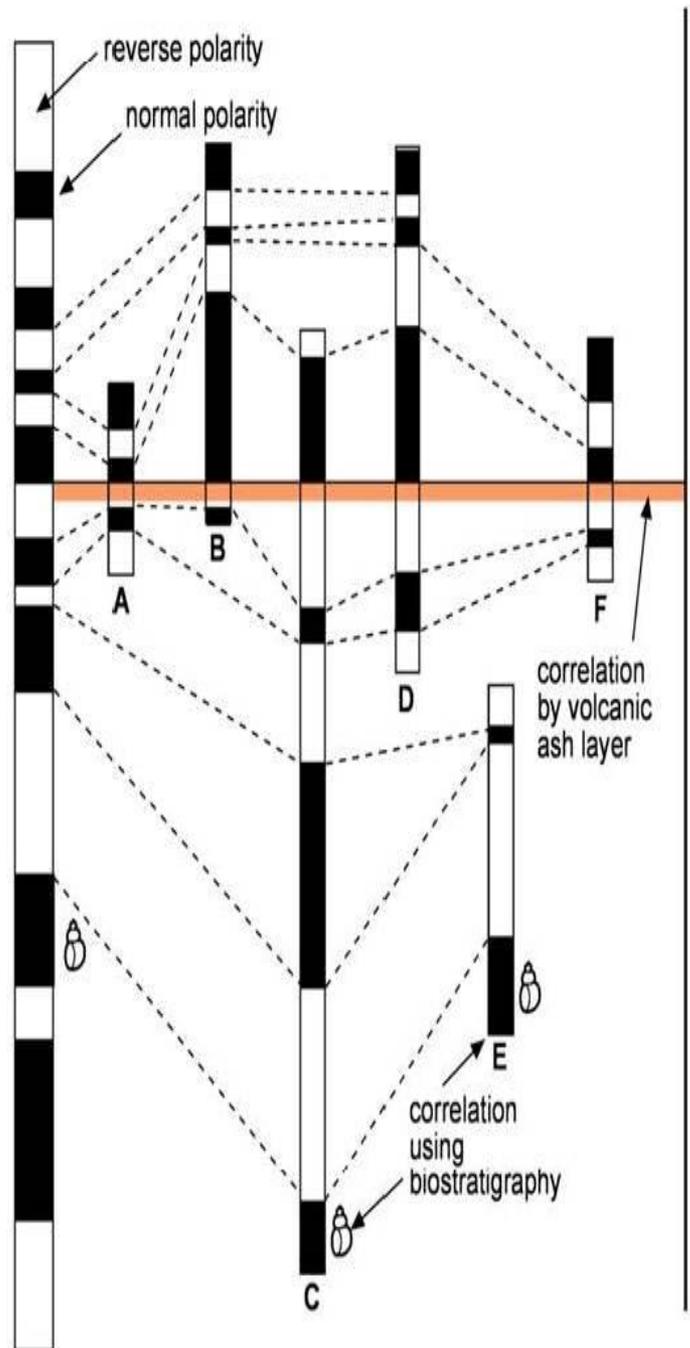


Fig. 20 Geomagnetic polarities (numbers) and geologic time scale for the Jurassic to recent times. Note the long periods of normal polarity for much of the Cretaceous and early Jurassic periods. Dates in millions of years before present (Ma).



global magnetic polarity scale - time



# Bibliografía:

-Prothero Donald R. *Sedimentary Geology An introduction to Sedimentary Rocks and Stratigraphy* 2<sup>a</sup> Ed W. H. Freeman and Company, E.U. 2004

-Nichols, G., 2009. *Sedimentology and Stratigraphy*. Wiley-Blackwell 2nd. Edition