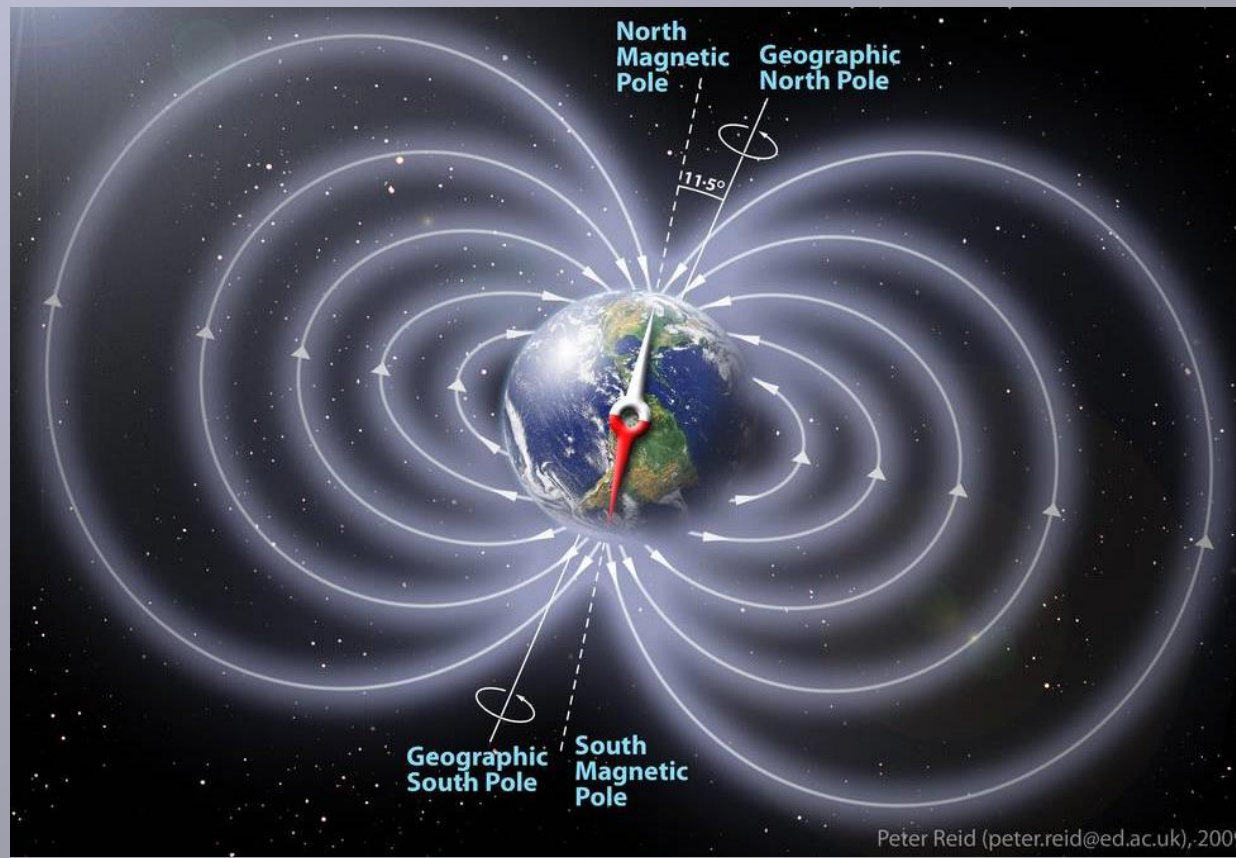


Magnetostratigrafia

Introduzione

Il **magnetismo terrestre** è un fenomeno fisico naturale presente sul pianeta Terra. Esso è assimilabile al campo magnetico generato da un dipolo magnetico con poli magnetici non coincidenti con quelli geografici e non statici, e con asse inclinato di $11,30^\circ$ rispetto all'asse di rotazione terrestre.

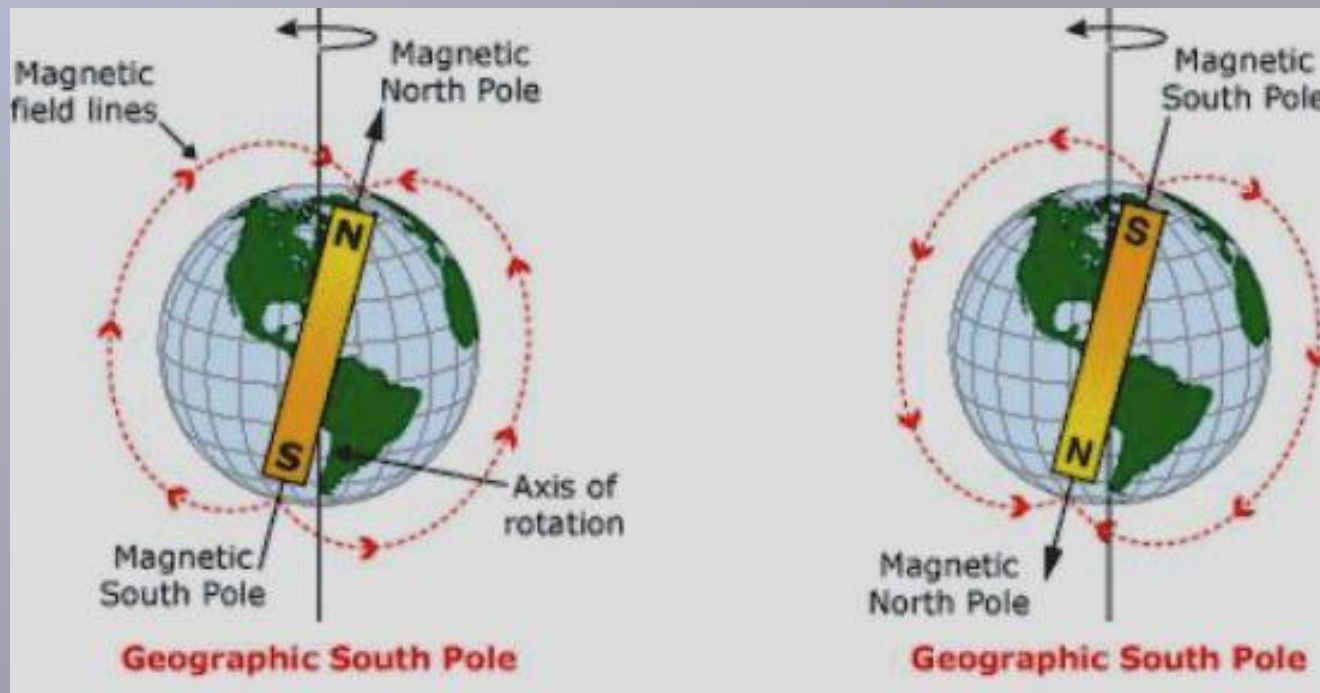


Introduzione

Il campo magnetico terrestre non è né costante nel tempo, né uniforme nello spazio.

Le variazioni del campo in direzione ed intensità possono essere misurate e presentate come valori medi giornalieri, mensili ed annuali.

Nel corso delle ere geologiche queste variazioni hanno portato alla deriva dei poli magnetici e a **ripetuti fenomeni di inversione del campo, ovvero di scambio dei poli magnetici Nord e Sud.**



Paleomagnetismo

Il **paleomagnetismo** è lo studio del campo magnetico terrestre del passato così come registrato da rocce e sedimenti nel momento della loro formazione.

Ciò è reso possibile tramite l'analisi della magnetizzazione caratteristica rimanente delle rocce e dei sedimenti che contengono (quasi sempre) piccole quantità di minerali ferromagnetici e antiferromagnetici.

Il **paleomagnetismo** si occupa dello studio dell'intensità, direzione e verso del vettore "magnetizzazione residua" (NRM: Natural Remanent Magnetization), registrato nelle rocce all'atto della loro formazione, e delle tipologie, caratteristiche e quantità dei minerali magnetici responsabili della NRM delle rocce.

Paleomagnetismo

Lo studio della NRM indica:

- lo stato di polarità magnetica nella roccia, normale o inversa,
- l'inversione di polarità magnetica nella roccia, da normale a inversa e viceversa,
- la posizione nello spazio del polo paleomagnetico corrispondente, che può mostrare una migrazione apparente dovuta al movimento della placca alla quale il polo si riferisce,
- le variazioni di intensità della componente dipolare del campo magnetico terrestre,
- le variazioni delle caratteristiche delle componenti non dipolari del campo magnetico terrestre.

Magnetostratigrafia

La **magnetostratigrafia** è lo studio della successione delle inversioni di polarità (e di intensità) del campo magnetico terrestre registrato nelle successioni rocciose e l'utilizzazione delle sequenze stabilite a fini stratigrafici.

La **proprietà magnetica più utile in stratigrafia** è indubbiamente il **cambiamento di verso del vettore della magnetizzazione residua naturale delle rocce, causato dalle inversioni di polarità del campo magnetico terrestre, avvenute frequentemente nel corso della storia geologica della Terra.**

Unità Magnetostratigrafiche

Una Unità magnetostratigrafica (= magnetozona) è l'insieme di rocce caratterizzate dal fatto di possedere proprietà magnetiche simili (e pertanto non solo la polarità magnetica) che permettono di distinguerle dai corpi rocciosi adiacenti.

I cambiamenti di verso del vettore della NRM registrati in una successione rocciosa possono essere utilizzati per suddividerla in unità caratterizzate dalla loro polarità magnetica: tali unità vengono denominate **unità di polarità magnetostratigrafica**.

Unità di polarità magnetostratigrafica

Una unità di polarità magnetostratigrafica è l'insieme di rocce caratterizzate da una polarità magnetica stabile (normale o inversa), che permette di distinguerle dai corpi rocciosi soprastanti e sottostanti.

E' limitata da **Orizzonti di inversione di polarità magnetostratigrafica**: superfici o intervalli stratigrafici di spessore limitato che separano successioni di strati rocciosi con polarità stabile opposta.

Quando l'inversione di polarità avviene gradualmente in un intervallo di strati rocciosi avente spessore di almeno un metro, allora si utilizza il termine di zona di transizione di polarità magnetostratigrafica.

Le unità di polarità magnetostratigrafica possono essere **normali** o **inverse**.

Per convenzione **un corpo roccioso con magnetizzazione rivolta verso il Polo Nord magnetico attuale ha polarità normale**.

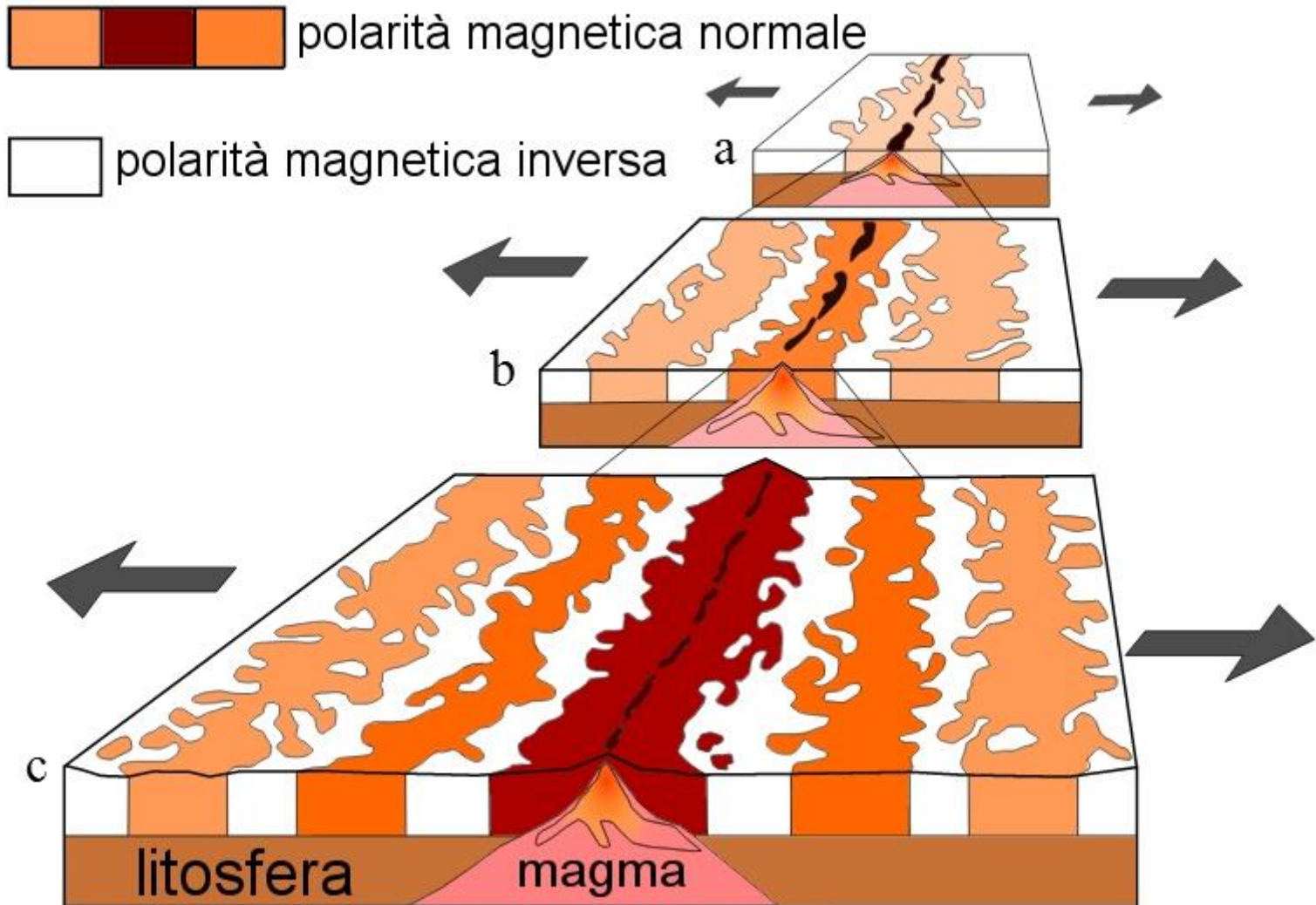
Al contrario, **un corpo roccioso con magnetizzazione rivolta verso il Polo Sud magnetico attuale ha polarità inversa**.

Unità di polarità magnetostratigrafica

La successione delle inversioni di polarità delle unità di polarità magnetostratigrafica è stato ricostruito attraverso:

- 1) lo studio di successioni in affioramento o in pozzo (carote), determinando l'orientazione della magnetizzazione residua naturale in rocce sedimentarie e/o vulcaniche datate con metodi biostratigrafici e/o isotopici;
- 2) lo studio di profili magnetometrici eseguiti durante le crociere oceanografiche ed i rilievi aeromagnetici della seconda guerra mondiale. È stato riconosciuto che **le anomalie magnetiche dei fondali oceanici costituiscono bande alternativamente a polarità normale e inversa, disposte parallelamente all'asse delle dorsali medio-oceaniche**. Tali anomalie riflettono le successive inversioni del campo magnetico terrestre, registrate dalle lave effuse dalla dorsale oceanica durante il processo di espansione dei fondi oceanici.

Unità di polarità magnetostratigrafica



Unità di polarità magnetostratigrafica

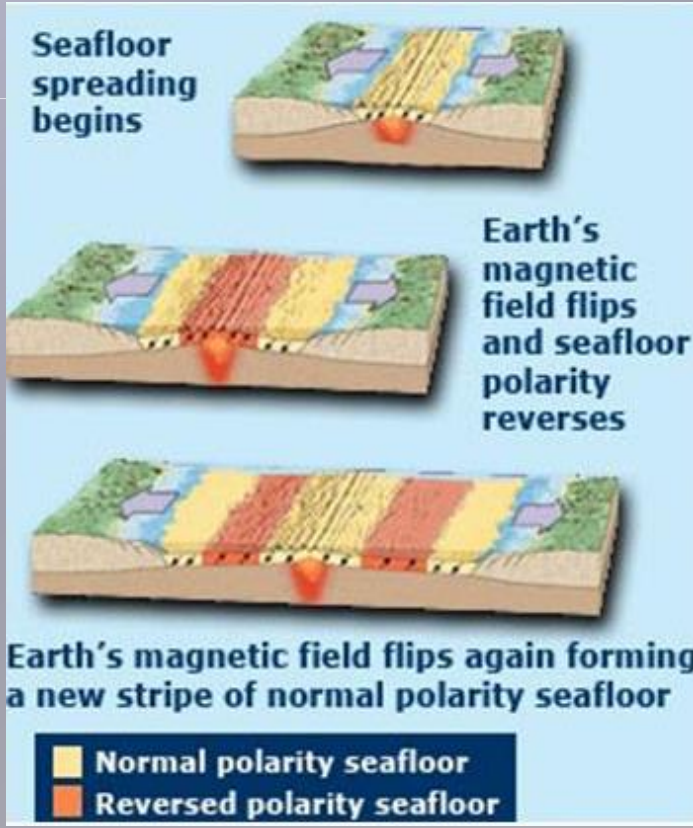
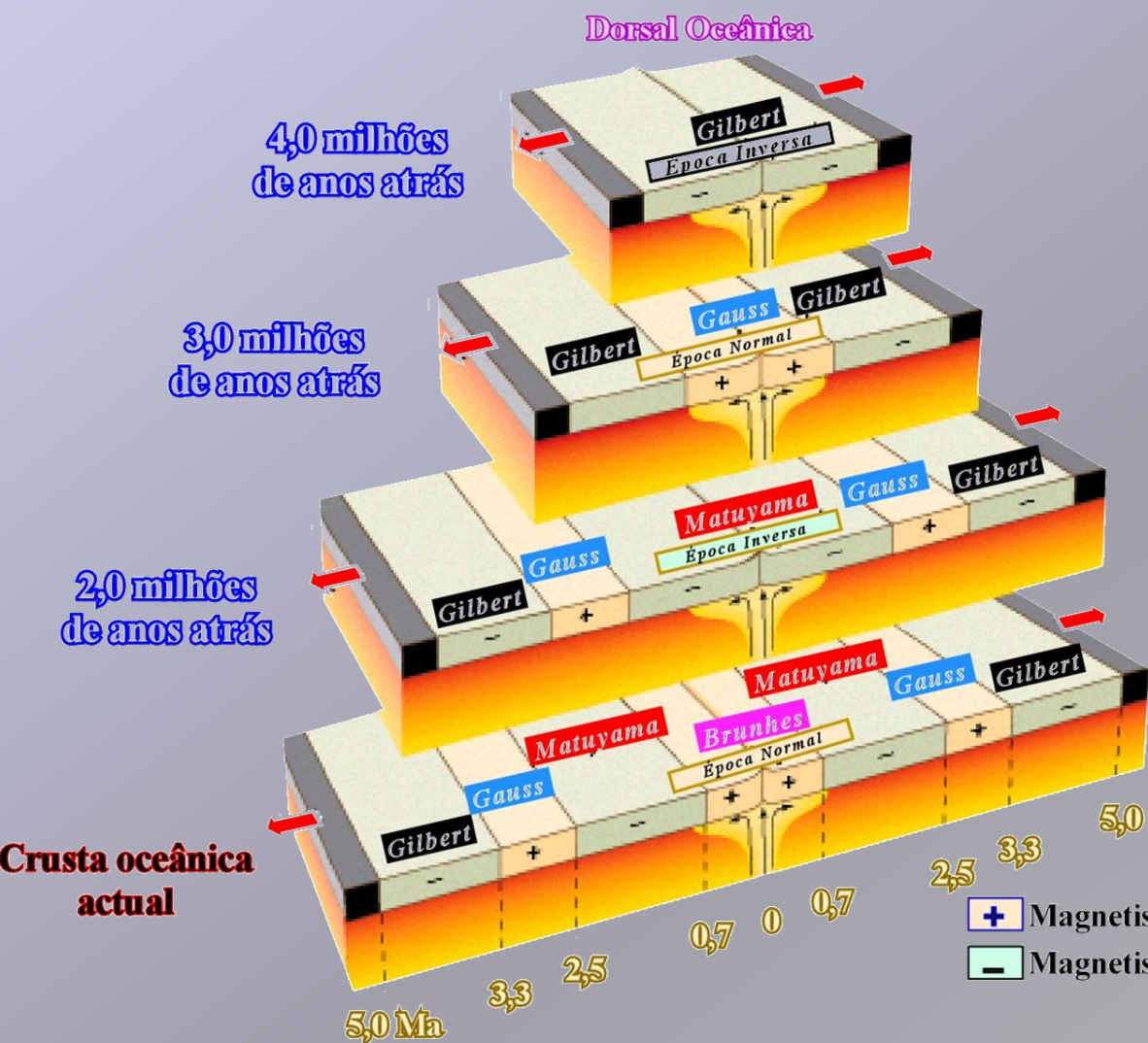
Denominazione:

Le unità di polarità vengono denominate con un numero progressivo attribuito alla coppia normale/inversa, preceduta dalla lettera C (= crono) e seguita da N (= polarità normale) o R (= polarità inversa).

Per i periodi più recenti si mantengono i nomi tradizionali dei quattro scienziati pionieri degli studi sul paleomagnetismo.

Numeric age (Ma)	Original magnetic epoch name or number	Magnetic polarity	Sea floor anomaly number	Corresponding chron number	Systematized chron number
1	Brunhes	Black	1	C1	C1 N
		White			C1 R
2	Matuyama	Black	2	C2	C2 N
		White			C2 R
3	Gauss	Black	2 A	C2 A	C2 AN
		White			C2 AR
4	Gilbert	Black	3	C3	C3 N
		White			C3 R
5	5	Black	3 A	C3 A	C3 AN
		White			C3 AR
6	6	Black	4	C4	C4 N
		White			C4 R
7	7	Black	4	C4	C4 N
		White			C4 R

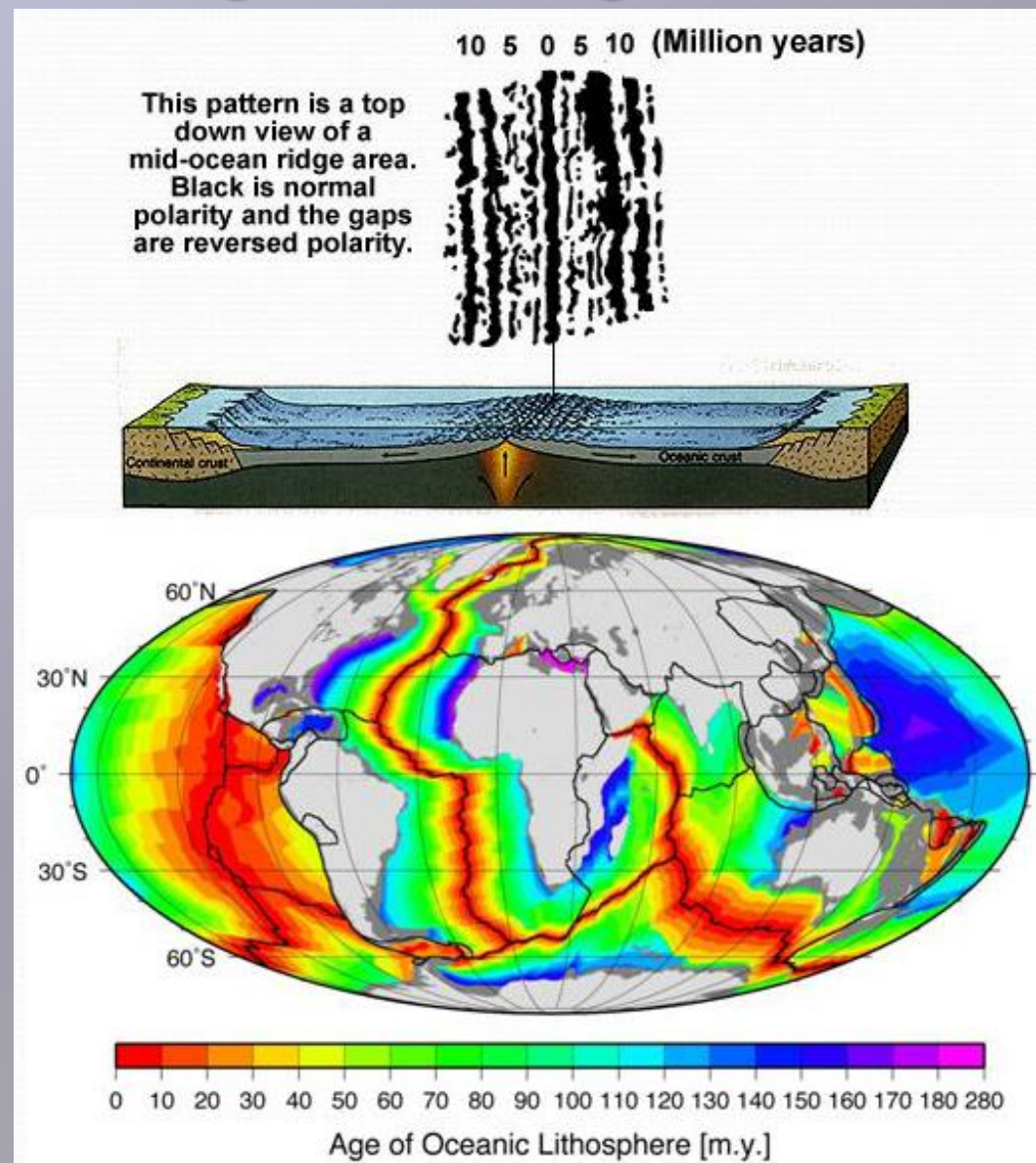
Unità di polarità magnetostratigrafica



Unità di polarità magnetostratigrafica

Attualmente la crosta oceanica più antica è dell'Oxfordiano superiore (circa 160 Ma).

Le tarature magnetostratigrafiche di rocce più vecchie sono quindi meno precise.



Rapporti con le altre unità stratigrafiche

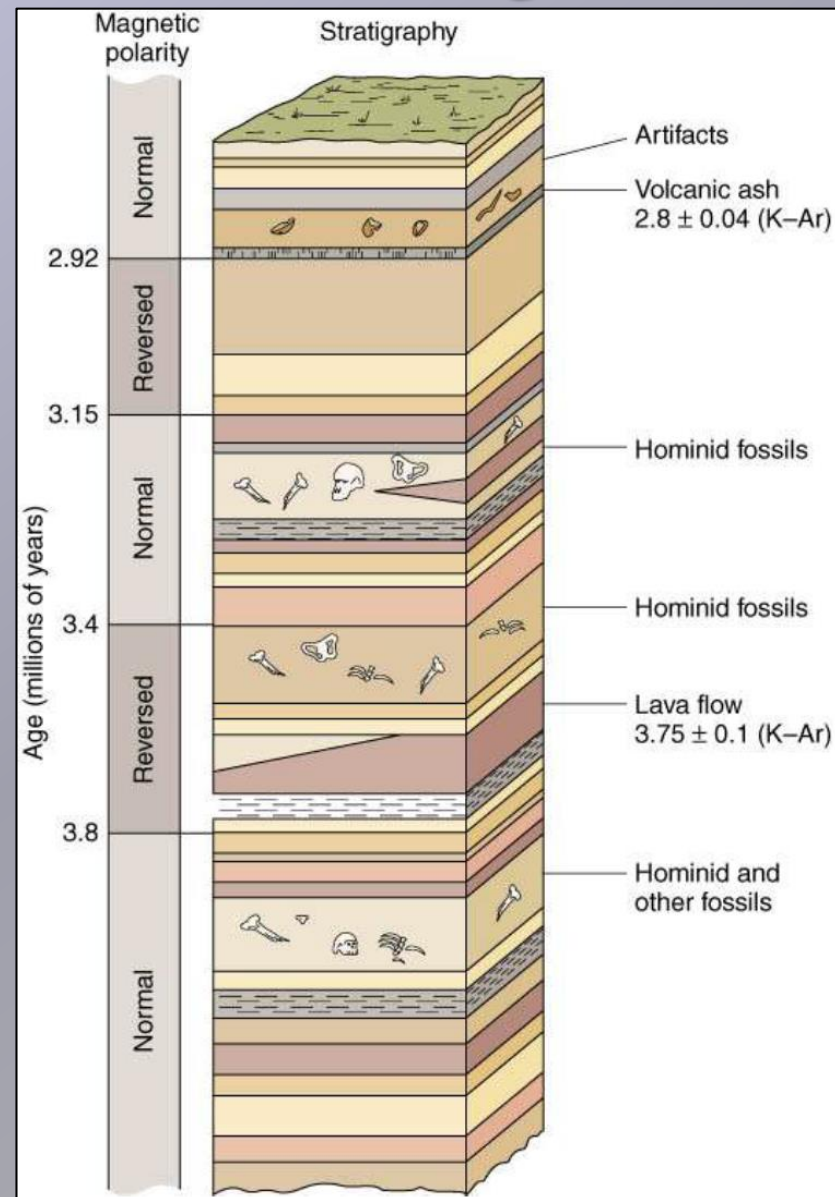
Le unità di polarità magnetostratigrafica sono **simili alle unità lito- e biostratigrafiche** per il fatto che sono basate su una proprietà misurabile delle rocce (polarità magnetica).

Hanno un'estensione geografica globale, quindi sono più simili alle unità **cronostratigrafiche**. Infatti, gli orizzonti di inversione di polarità magnetostratigrafica approssimano i cronoorizzonti, ed i corpi rocciosi da essi delimitati costituiscono unità contenenti strati che rappresentano essenzialmente lo stesso intervallo di tempo.

Però **NON** sono unità cronostratigrafiche, perché non sono definite sulla base di un intervallo di tempo, ma su una specifica proprietà fisica, cioè il cambiamento di polarità magnetica (che non è istantaneo).

Rapporti con le altre unità stratigrafiche

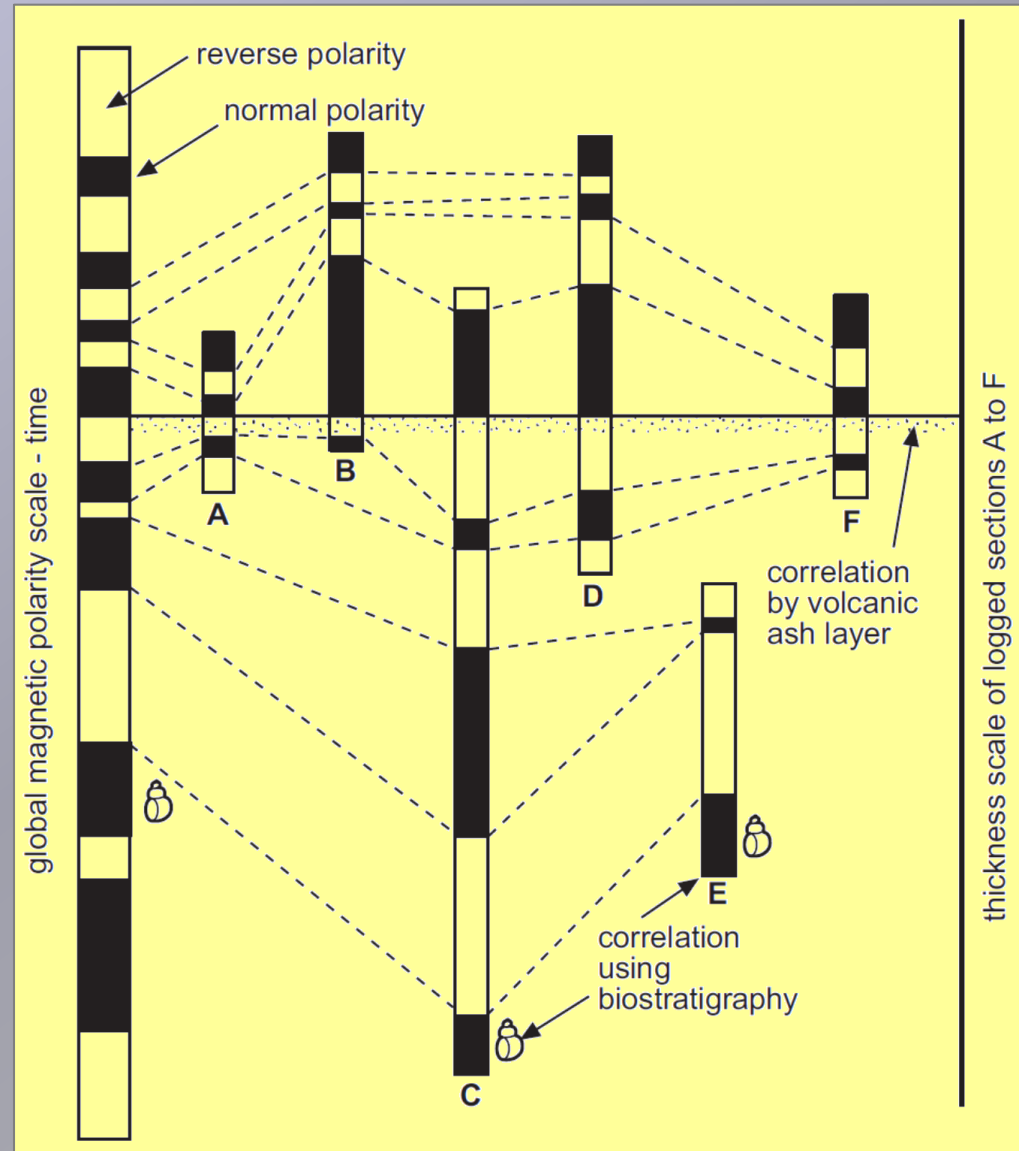
Le inversioni del campo geomagnetico vengono registrate come un segnale binario non periodico, alternativamente positivo e negativo, che in molti casi non permette di distinguere le singole unità di polarità senza l'ausilio di altri metodi, come la datazione biostratigrafica e isotopica



Rapporti con le altre unità stratigrafiche

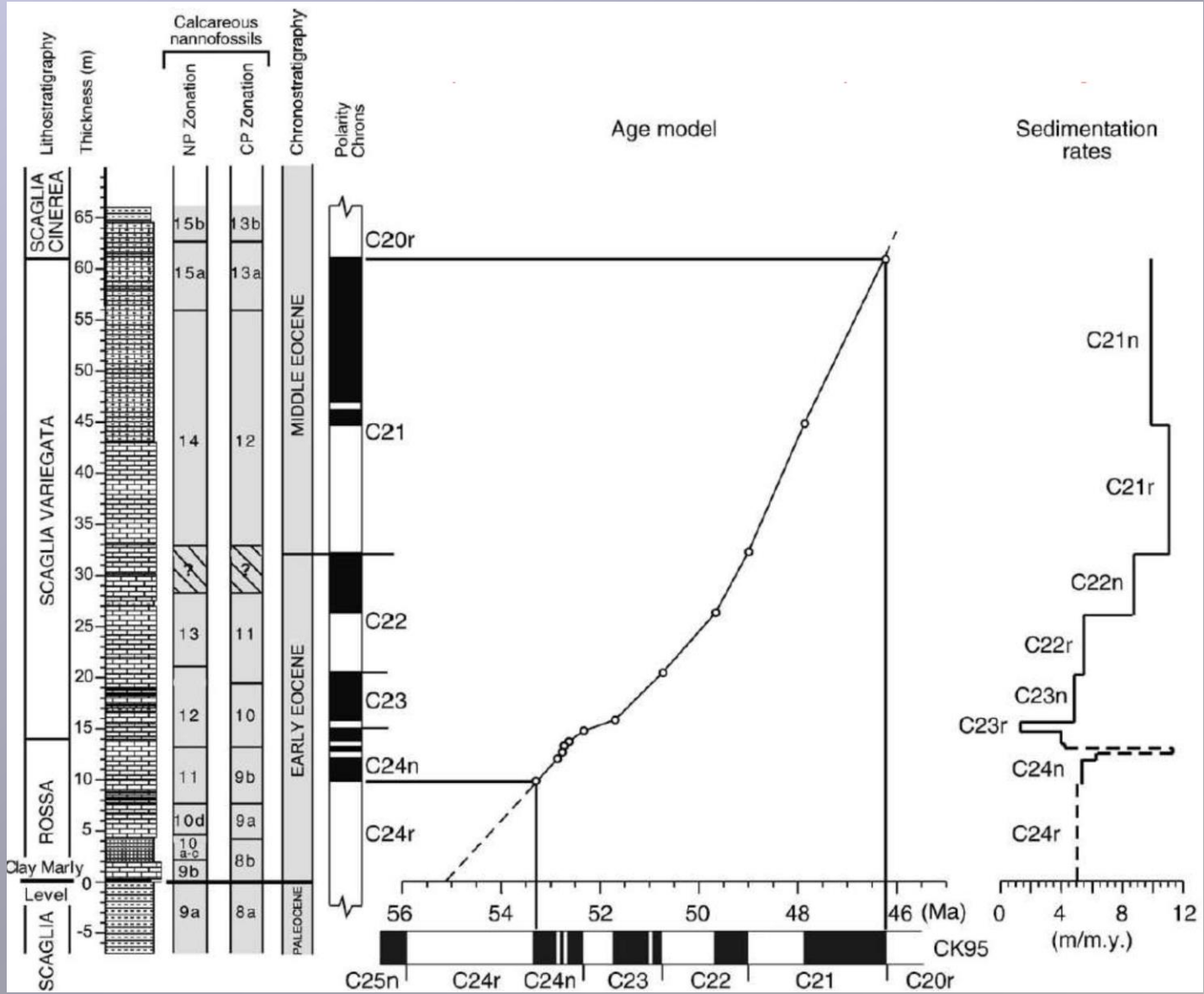
Le inversioni del campo geomagnetico vengono registrate come un segnale binario non periodico, alternativamente positivo e negativo, che in molti casi non permette di distinguere le singole unità di polarità senza l'ausilio di altri metodi, come la datazione biostratigrafica e isotopica.

Quindi per correlare le unità di polarità è necessaria l'integrazione con altri metodi.



Correlazioni

Se si conoscono con certezza i limiti delle unità di polarità le correlazioni sono agevolate

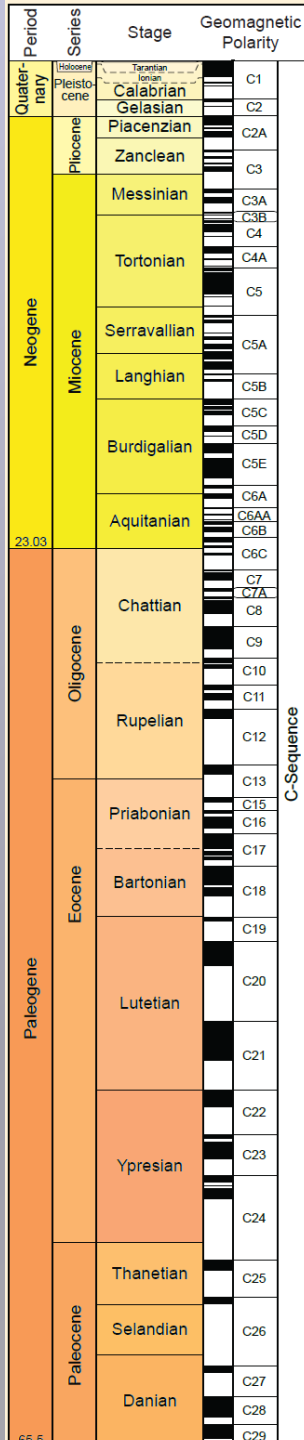


Geomagnetic Polarity Time Scale (GPTS)

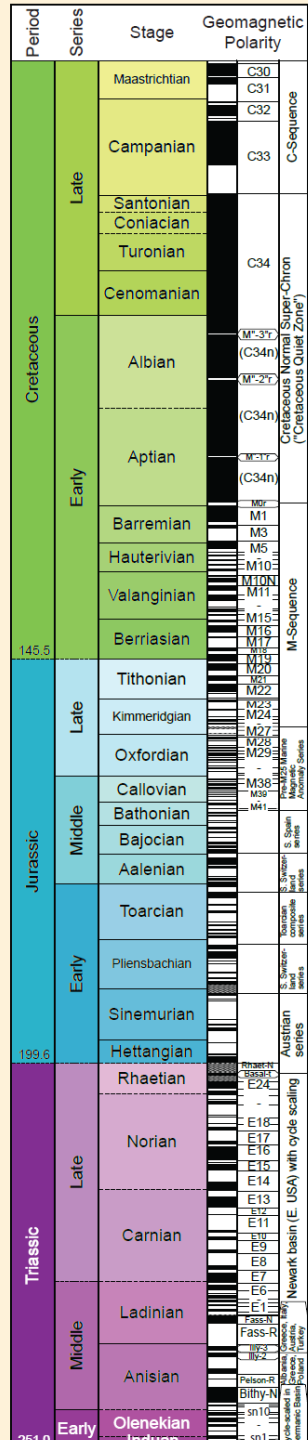
La **Scala Tempo Polarità Geomagnetiche** è costruita grazie alla combinazione di diversi metodi di indagine

- dati paleomagnetici provenienti da rocce magmatiche datate radiometricamente;
- dati paleomagnetici provenienti da rocce sedimentarie datate radiometricamente e/o biostratigraficamente;
- dati paleomagnetici provenienti dall'interpretazione delle anomalie magnetiche dei fondi oceanici.

Geomagnetic Polarity Time Scale (GPTS)



C-Sequence

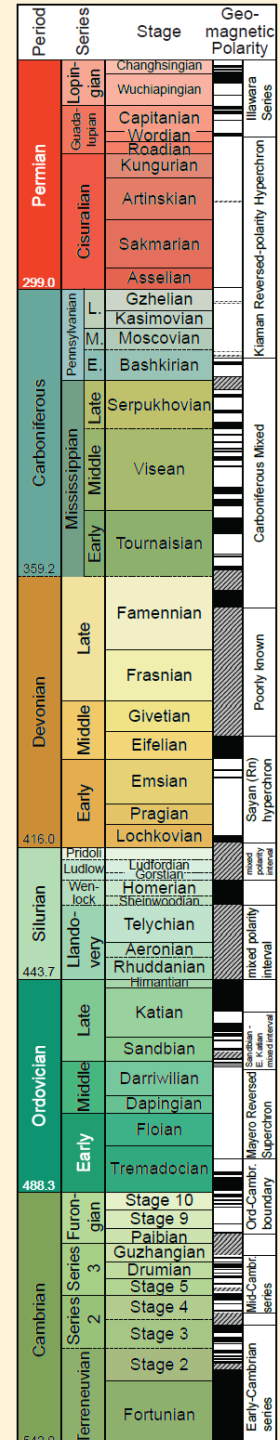


Cretaceous Normal Super-Chron (Cretaceous Quiet Zone)

M-Sequence

Austrian Series

Newark basin (E. USA) with cycle scaling



Carboniferous Mixed

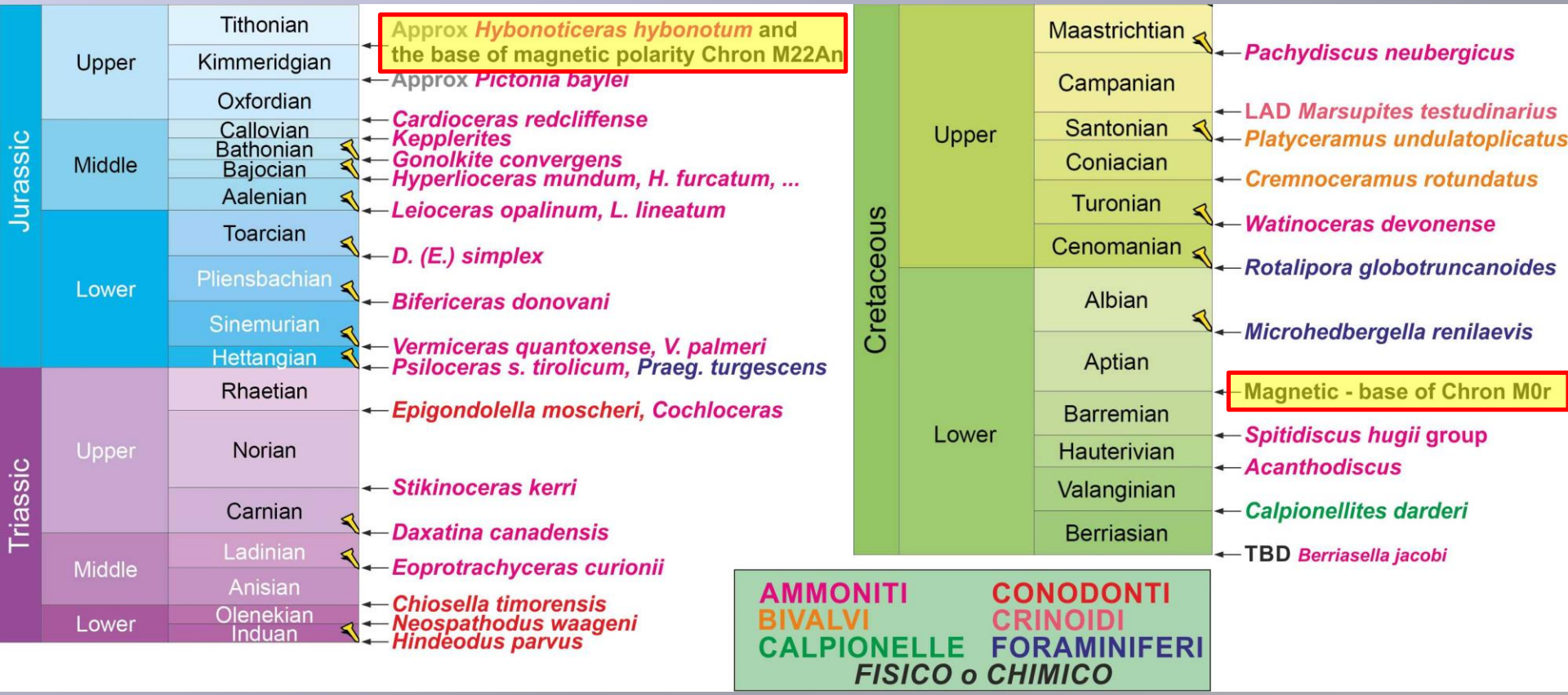
Devonian Poorly known

Silurian mixed polarity interval

Ordovician mixed polarity interval

Cambrian Early-Cambrian series

Limiti definiti su base magnetostratigrafica



Limiti definiti su base magnetostratigrafica

Quaternary	Holocene	U/L	Meghalayan	← Climatic - '4.2 ka BP climatic cooling event'
		M	Northgrippian	← Climatic - '8.2 ka BP climatic cooling event'
		L/E	Greenlandian	← Climatic - End of the Younger Dryas cold spell
	Pleistocene	Upper		← (Terentian) TBD - Climatic - base of the Eemian interglacial stage
		Middle		← (Ionian) TBD - Magnetic - Brunhes/Matuyama reversal
Neogene	Pliocene	Calabrian		← Magnetic - ~15 kyr after end of Olduvai (C2n) normal polarity chron
		Gelasian		← Magnetic - Matuyama/Gauss boundary (C2r/C2An)
	Pliocene	Piacenzian		← Magnetic - Gauss/Gilbert (C2An/C2Ar) magnetic reversal
		Zanclean		← Magnetic - base of the Thvera magnetic event (C3n.4n)
	Miocene	Messinian		← <i>Globorotalia miotumida</i> , <i>Amaurolithus delicatus</i>
		Tortonian		← last common occurrence <i>Discoaster kugleri</i>
		Serravallian		← Oxygen-isotopic event (global cooling episode) Mi3b
		Langhian		← approx <i>Praeorbulina glomerosa</i>
		Burdigalian		← approx <i>Globigerinoides altiaperturus</i>
		Aquitanian		← Magnetic - base of Chron C6Cn.2n, <i>Paragloborotalia kugleri</i>
Paleogene	Oligocene	Chattian		← base of foram Zone Pb
		Rupelian		← LAD <i>Hantkenina</i> and <i>Cribohantkenina</i>
	Eocene	Priabonian		← approx Foraminiferi e Nannoplankton
		Bartonian		← <i>Nummulites prestwichianus</i>, <i>Rhombodinium draco</i>
		Lutetian		← LO <i>Blackites inflatus</i> (CP12a/b boundary); Magnetic - middle of Chron C21r
		Ypresian		← Carbon Isotope Excursion base
	Paleocene	Thanetian		← Magnetic - Base of Chron C26n
		Selandian		← 2nd radiation of <i>Fasciculitus</i> group + sea level fall
		Danian		← Iridium geochemical anomaly + mass extinction