

CICLOS ESTRATIGRAFICOS REGIONALES Y GLOBALES

Introducción

- El registro estratigráfico está lleno de ejemplos de procesos cíclicos que ocurren a diferentes escalas de tiempo.
- Fenómenos astronómicos y otros que ocurren en el interior de la Tierra son en definitiva responsables de estos ciclos.
- El relleno de las cuencas sedimentarias es en general un proceso de largo plazo y por lo tanto es esperable que en él se encuentren representados y superpuestos diferentes tipos de ciclos.
- Al presente se cree que hay tres tipos básicos de ciclos estratigráficos ordenados según su magnitud en duración en cinco ordenes.

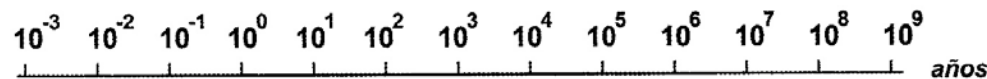
Type	Other terms	Duration, m.y.	Probable cause
First order	—	200–400	Major eustatic cycles caused by formation and breakup of supercontinents
Second order	Supercycle (Vail et al., 1977b); sequence (Sloss, 1963)	10–100	Eustatic cycles induced by volume changes in global midoceanic spreading ridge system
Third order	Mesothem (Ramsbottom, 1979); megacyclothem (Heckel, 1986)	1–10	Possibly produced by ridge changes and continental ice growth and decay
Fourth order	Cyclothem (Wanless and Weller, 1932); major cycle (Heckel, 1986)	0.2–0.5	Milankovitch glacioeustatic cycles, astronomical forcing
Fifth order	Minor cycle (Heckel, 1986)	0.01–0.2	Milankovitch glacioeustatic cycles, astronomical forcing

^a Modified from Vail et al., 1977b.

Ciclos de Primer Orden: Son de gran período (400 a 500 m.a).
Causados por fenómenos geotectónicos que llevan a la reorganización de placas litosféricas. Tienen consecuencias muy importantes en paleogeografía, cambios en el nivel del mar y clima.

Ciclos de Segundo y Tercer Orden: Cambios en la velocidad de expansión de los fondos oceánicos de períodos largos (10 a 100 m.a.) producen cambios en el nivel del mar de varios centenares de metros. Ciclos de menor duración (1 a 10 m.a.) en la velocidad de expansión de fondo oceánicos y/o combinados con formación y destrucción de grandes masas de hielo y fenómenos tectónicos regionales.

Ciclos de Cuarto y Quinto Orden: Fenómenos astronómicos con períodos de decenas a cientos de miles de años (0.5 a 0.01 m.a.) producen cambios en la cantidad de radiación solar recibida por la superficie terrestre.



rotación terrestre rotación lunar traslación terrestre anomalía magnética solar mancha solar ciclos de Milankovitch

mareas manchas solares varvas laminaciones lacustres

CUASI PERIÓDICOS

NO PERIÓDICOS

excursiones magnéticas anomalías magnéticas grandes periodos de inversión

orden: 6° | 5° | 4° | 3° | 2° | 1°
eustasia glacial ciclos eustáticos mayores

recurrencia de fases tectónicas grandes periodos orogénicos del Fanerozoico

El Niño

variaciones de alta frecuencia de $\delta^{18}\text{O}$

recurrencia de periodos anóxicos y grandes variaciones isotópicas $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{20}\text{S}$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$

tiempo de recurrencia basado en observaciones históricas

biozona

ciclo mayor de diversidad, extinciones masivas

EVENTOS

grandes tsunamis
inundaciones fluviales mayores grandes transgresiones medievales y turbiditas del Mar del Norte alemán la mayoría de las tempestitas del registro fósil grandes flujos en masa y megaturbiditas

fase eruptiva unidad eruptiva unidad de evento magmático periodo eruptivo época eruptiva

erupciones de Hawaii unidades de la erupción post 1500 años del Monte Santa Elena tiempo de recurrencia de intrusiones volcanismo del de California NW de Europa

grandes terremotos Norteamérica California

lluvias de meteoritos -1 km diámetro ≥10 km diámetro

INVERSIONES MAGNÉTICAS

EUSTASIA GLOBAL

TECTÓNICA

PROCESOS OCEANOGRÁFICOS

PROCESOS BIOLÓGICOS

EVENTOS SEDIMENTARIOS

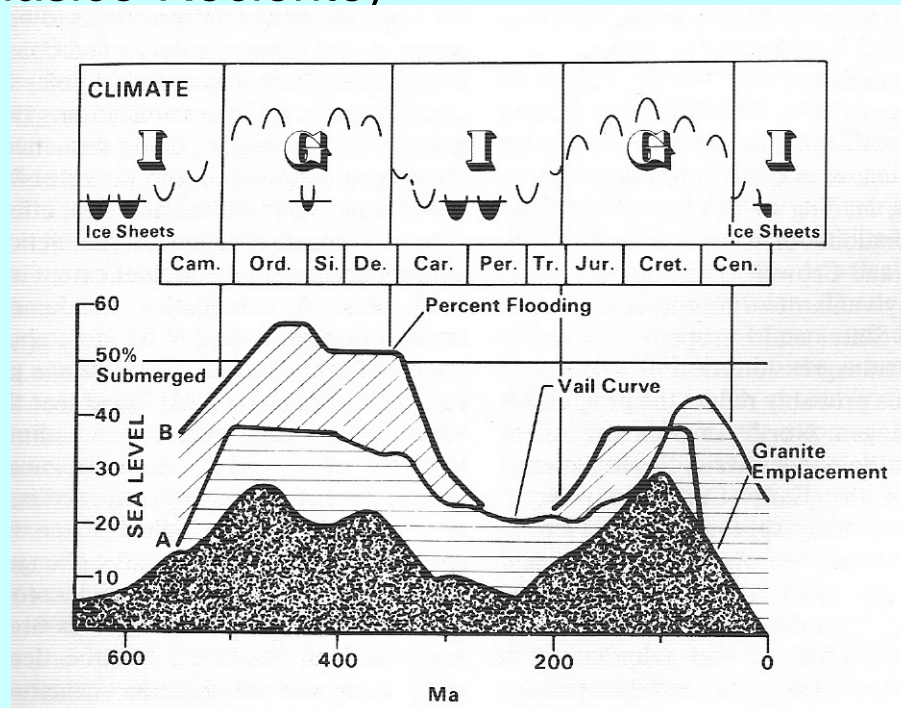
ERUPCIONES VOLCÁNICAS

TERREMOTOS

IMPACTOS

Ciclos de Primer Orden

Existen evidencias concretas de eventos sincrónicos y correlacionables a escala global (la discordancia basal cámbrica, la transgresión del Cretácico Superior, etc.). También hay evidencias de períodos de plutonismo y magmatismo (ciclos quelogénicos de Sutton, 1963). Estos grandes ciclos pueden ser relacionados con la amalgamación de continentes y su posterior desmembramiento (Precámbrico-Triásico, y Triásico-Reciente)



- Durante períodos de ruptura se incrementa la actividad de creación de fondo oceánico con corteza más joven (menos densa), subducción activa con plutonismo y volcanismo. Esto produce un aumento en el nivel del mar.
- Durante períodos de amalgamación de continentes se produce acortamiento continental y un aumento en el volumen de las cuencas oceánicas. Esto produce un descenso en el nivel del mar.
- Períodos de alto nivel del mar los océanos tienden a ser más cálidos, con gradientes latitudinales y verticales de temperatura reducidos (Greenhouse). Esto produce una reducción en la circulación oceánica y por lo tanto en la transferencia de calor desde el ecuador hacia los polos. Se producen períodos de severa estratificación y depleción de oxígeno. Las áreas de plataforma se expanden, mayor depositación de carbonatos e incremento en la biodiversidad.
- Períodos de bajo nivel del mar producen climas más variables, los océanos se enfrían (disuelven más oxígeno) y tanto la circulación oceánica como atmosférica se ve reforzada (Icehouse). Las áreas de plataforma se reducen, mayor erosión.

Ciclos de Segundo Orden

Sloss et al. (1949, 1963) describieron 6 secuencias de carácter continental para el Fanerozoico de Norteamérica. Estas fueron correlacionadas con otras tantas de las áreas cratónicas de Brasil y Rusia lo que demuestra su validez global. Sloss (1963) las definió como unidades rocosas de rango superior a Grupo o Supergrupo, de extensión continental y limitadas por discontinuidades de orden interregional.

Sloss también notó que los hem Ciclos transgresivos de esas unidades estaban mejor representados que los regresivos ya que los sedimentos en los primeros eran progresivamente cubiertos por facies de menor energía. Además los segundos finalizaban con un período de erosión.

Las 6 secuencias son: Tejas (dis. basal paleocena 64m.a); Zuni (dis. basal jurásica temprana 172 m.a); Absaroka (dis. basal carbonífera inferior tardía 325 ma.a); Kaskasia (dis. basal devónica inferior 385 m.a); Tippecanoe (dis. basal ordovicca inferior 480 m.a) y Sauk (dis. basal precámbrica tardía 600 m.a)

Estas secuencias fanerozoicas son de escala global y una de las causas más probables son los cambios eustáticos en el nivel del mar producidos por cambios en la velocidad de expansión de los fondos oceánicos, aunque las discordancias basales podrían tener además una causa tectónica.

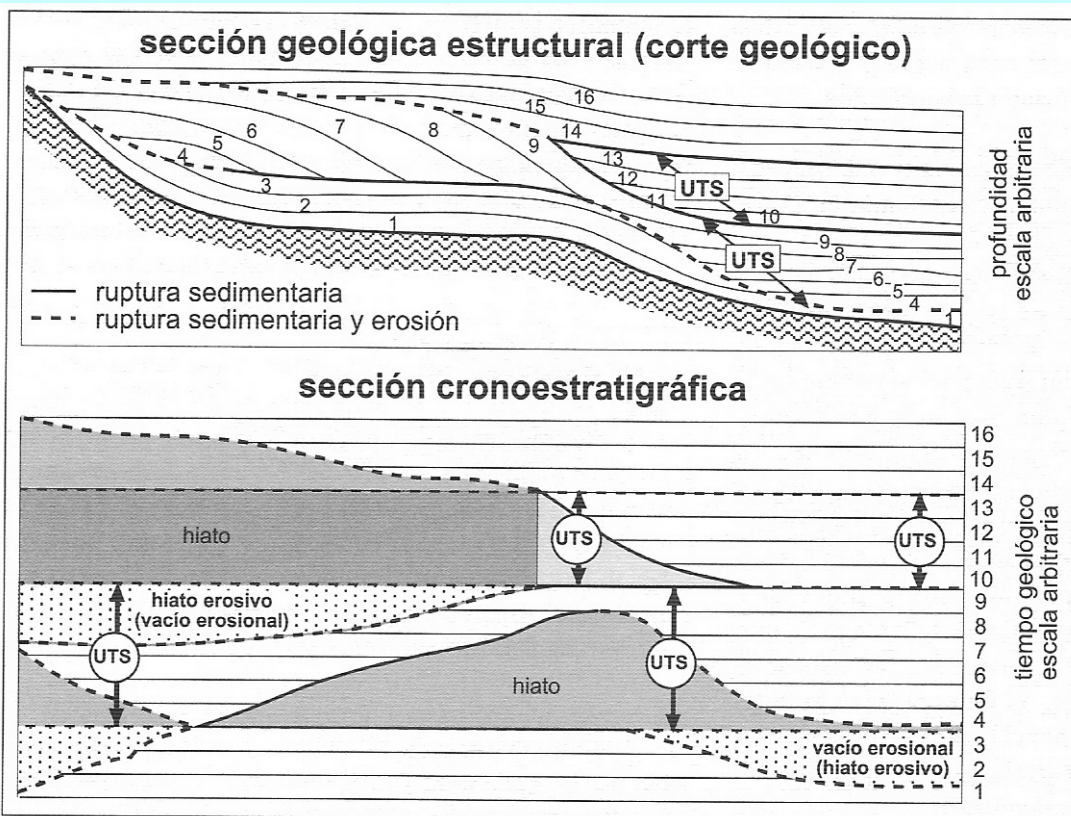
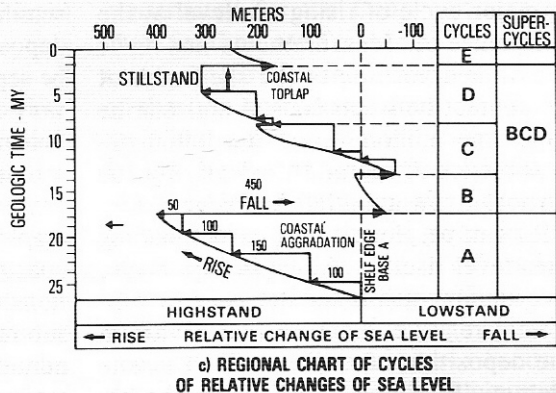
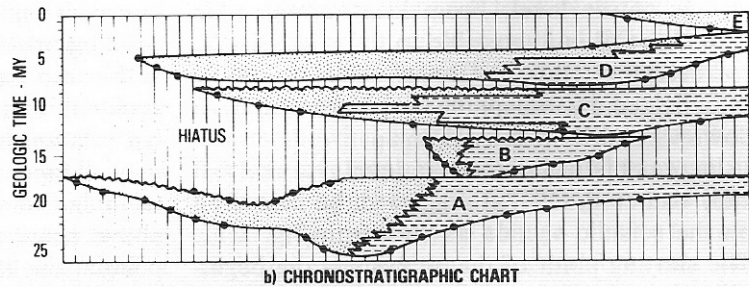
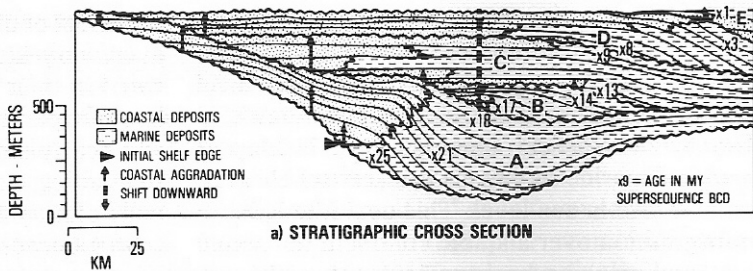
El estudio de estas secuencias se deriva de las áreas cratónicas en donde los afloramientos son limitados y por lo tanto exigen de la ayuda de datos de subsuelo (estratigrafía sísmica). En las áreas móviles estas discordancias se ven enmascaradas por otras de orden menor.

Reconstrucción de secuencias estratigráficas

El primer paso es definir las discontinuidades limitantes para cada secuencia. Esto debería ser simple excepto en zonas tectónicamente estables con continua sedimentación en el centro de la cuenca. Los reflectores más prominentes deben ser marcados dentro de cada secuencia para descifrar su arquitectura interna.

Cada secuencia debe ser datada utilizando el mayor refinamiento posible. Edades bioestratigráficas deben ser convertidas a valores numéricos. Esto permite la reconstrucción del cuadro cronoestratigráfica. Los reflectores se interpretan como líneas de tiempo y esencialmente horizontales para ser dibujadas en la coordenada tiempo. Esto muestra que los límites de las secuencias sobre grandes extensiones son diacrónicos.

Estos cuadros junto con la arquitectura de los reflectores sísmicos fueron utilizados para la construcción de los gráficos de cambio relativo en el nivel del mar (Vail, et al., 1977).



Existe aun mucha controversia sobre la validez del método de construcción de dichas cartas, a pesar de que ellas son ampliamente usadas. Otros autores trataron de demostrar su validez o refutar su utilización a través de diferentes técnicas (ver Miall 1990, pag458-464 y sus referencias). Por ejemplo. problemas tales como subsidencia flexural, cambios geoidales, etc. no fueron tenidos en cuenta en los cálculos.

Los resultados de esta tabla, por ejemplo rangos de error en el cálculo de los cambios del nivel del mar son de extrema importancia para las técnicas de delaminación y la reconstrucción de la historia de subsidencia de las cuencas.

En definitiva, los ciclos de segundo orden existen y sus causas aparentemente son los cambios en la velocidad de expansión de los fondos oceánicos, aunque otras causas tectónicas y tal vez climáticas (ej. Glaciación antártica en el Oligoceno) pueden estar sobreimpuestas

Ciclos de Tercer Orden

Existen abundantes datos en el registro geológico que confirman la existencia de ciclos estratigráficos de una escala en el rango de 1 a 10 m.a. Estos ciclos son la base de las secuencias depositacionales. Profusa bibliografía desde Sloss, Vail, Hallan, etc.)

Los rangos temporales y espesores de rocas comienzan a estar en el rango de trabajo de los geólogos de campo (formaciones, grupos).

Cambios en la velocidad de expansión de los fondos oceánicos parecen ser demasiado lentos para explicar este orden de ciclicidad. Posiblemente estos ciclos representen los efectos de rifting y convergencia de placas litosféricas a escala regional (no supercontinentes). Se relacionan con y se superimponen a los ciclos de segundo orden (spreading).

Ciclos de Cuarto y Quinto Orden

Estos ciclos tienen duraciones menores a 1 m.a.

Ciclotemas del Carbonífero de USA (Wanless y Weller, 1932).

Se presumen causas climáticas (glacioeustatismo) y astronómicas (ciclos de Milankovitch). Las glaciaciones también fueron asignadas a causas astronómicas, aunque otros fenómenos como el volcanismo pudieron haber producido cortos períodos de bajas temperaturas globales.

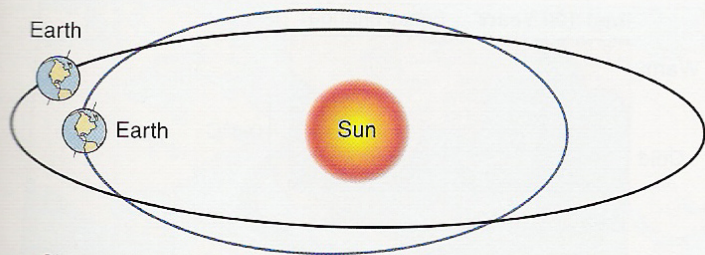
Los ciclos de cuarto y quinto orden del Pz superior y Neógeno son indudablemente glacioesustáticos. Estos períodos glaciarios coincidieron con la ubicación de continentes sobre áreas polares

Ciclos de Milankovitch

Ciclos climáticos del orden de 10.000 a 100.000 años debidos a variaciones de la órbita terrestre.

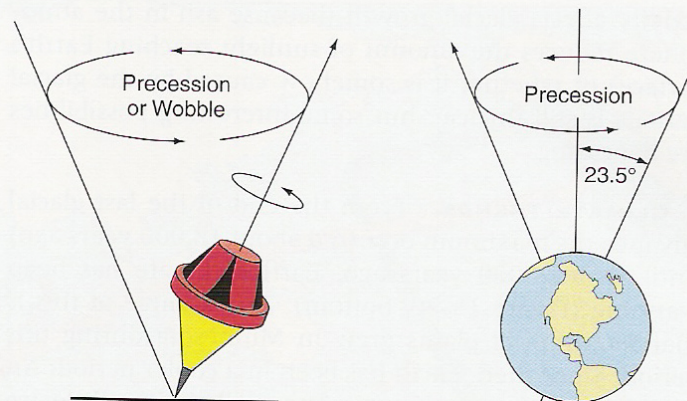
- Variación en la excentricidad orbital (períodos entre 410 y 106 ka)
- Cambios de hasta 3° en la oblicuidad de la elíptica (41 ka)
- Precesión de los equinoccios (23 ka)
- Perihelio (19 ka)

No se conoce exactamente como estos períodos pudieron haber variado en el tiempo geológico. Se pone como ejemplo la pérdida de momento angular del sistema Tierra-Luna con el alejamiento del satélite y posible alargamiento de su período de revolución.

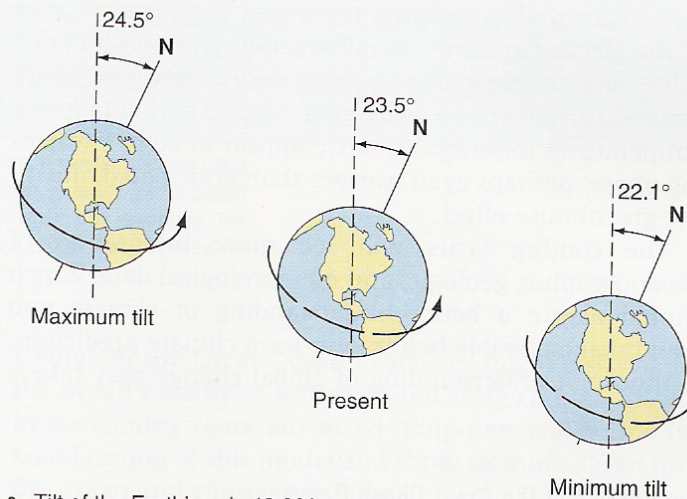


a Changes in Earth's orbit 100,000 year cycle

FIGURE 13-19 Three variations in Earth's motion relative to the sun influence Earth's climate: (a) change in Earth's orbit; (b) the precession or wobble of Earth's axis; (c) change in the tilt of Earth's axis. All distances are considerably exaggerated.



b Precession of wobble of Earth's axis 26,000 year cycle



c Tilt of the Earth's axis 40,000 year cycle

