

GEOLOGÍA DEL CUATERNARIO

Departamento Cs. Geológicas, FCEN, UBA
Compilado por Rita Tojalo



GEOLOGÍA DEL CUATERNARIO

- Historia y Particularidades.
- Definición y terminología.
- Pleistoceno y Holoceno.
- Metodología de estudio.
- Nivel de resolución.
- Escala de trabajo temporal y espacial.
- Homogeneidad vs heterogeneidad.
- Características de las exposiciones.
- Correlación.
- Análisis geomorfológico-estratigráfico-sedimentológico-pedológico.



¿Qué es el Cuaternario?

Es una unidad geocronológica

Las unidades geocronológicas son divisiones de tiempo que se hacen en base a dataciones

Si consideramos que la historia de la tierra puede comprimirse en un año y que se habría formado a las 0:00 hs del 1ero de enero, el Cuaternario habría comenzado a las 19:00 hs del 31 de Diciembre

Tiene características particulares? ¿ Porqué es tan importante?

Porque tiene un fuerte impacto ambiental: los recursos naturales no son infinitos
Porque estudiándolo ayuda a comprender nuestro pasado y nuestro futuro

Edad de la Tierra: 4800 m.a.
Cuaternario: 1,8 m.a. o 2,6 m.a.

0,033 % 0,054 %



Particulares del Cuaternario

- . edad geológica joven de sus depósitos y consecuentemente la abundancia en el registro estratigráfico de detalles sobre aspectos paleontológicos, sedimentológicos y climáticos
- . muy cercana conexión con los procesos modernos y la biota, incluyendo al hombre
- . posibilidad de obtener dataciones numéricas de alta resolución y en escalas temporales muy cortas en el rango de pocas decenas de años, con lo que se obtiene una resolución temporal imposible de obtener en la mayor parte de la historia de la Tierra

(Lowe and Walker, 1998)

- . el hombre y sus migraciones y gran parte de nuestra herencia de vida silvestre y formas de paisaje son un relicto del último ciclo glacial
- (Wilson *et al.*, 2000)

Unidades de tiempo geológico:

CRONOESTRATIGRÁFICAS: cada uno de los volúmenes de rocas diferenciadas por su edad. Delimitadas por horizontes cronoestratigráficos (isocronos). Tangible.

GEOCRONOLÓGICAS: cada una de las unidades de tiempo geológico correspondientes a las unidades cronoestratigráficas. Abstracto

<i>U. Geocronológicas</i>	<i>U. Cronoestratigráficas</i>
<i>Éon</i>	<i>Eonotema</i>
<i>Era</i>	<i>Eratema</i>
<i>Período</i>	<i>Sistema</i>
<i>Época</i>	<i>Serie</i>
<i>Edad</i>	<i>Piso</i>
<i>Cron</i>	<i>Cronozona</i>

CUATERNARIO

Según la ICS, 2004 (International Commission of Stratigraphy)

<http://www.iugs.org/>:

“Intervalo de tiempo geológico caracterizado por las oscilaciones climáticas extremas (episodios glaciales e interglaciales) que se inició hace aproximadamente 2,6 m.a. Está constituido por las épocas Holoceno y Pleistoceno, así como por el piso Gelasense (Plioceno superior)”

Gibbard y Van Kolschoten, 2004

Según INQUA, 2006 (International Union for Quaternary Research)

<http://www.inqua.tcd.ie/>:

“Sub-Eratema/Sub-Era correlativa con la parte superior del Sistema/Período Neógeno y con un límite inferior coincidente con la base del piso Gelasense, datada en 2,6 m.a.”

Quaternary Research, 65 (2006) 1-2

ES ÚNICO!!!!!!!!!!

1. es el único momento en que ambos polos están cubiertos por mantos de hielo
2. está caracterizado por patrones repetidos y relativamente regulares de cambios climáticos en periodos de tiempo que van desde cientos de miles de años a menos de 100 años
3. estos cambios pueden ser estudiados con un mayor grado de resolución que cualquier otro periodo de la historia de la tierra.
4. el hombre evolucionó durante este periodo de cambios climáticos y ocupó cada continente y virtualmente a cada tipo de ambiente, sea cálido o frío, húmedo o seco.





5. gran parte de la vida silvestre y formas del paisaje son un relicto del ultimo ciclo glacial que terminó hace unos 20000 años.
6. El Cuaternario no se ha terminado aún, por lo que comprender el pasado puede ayudar a predecir cambios climáticos y ecológicos futuros

Es una ciencia multidisciplinaria e interdisciplinaria y que necesita de la cronología, sin ella ese objeto está en el aire
Como subdividimos el tiempo?????: seg, minutos, horas, días,
años, miles de años, millones de años

CUATERNARIO



- ¿Sobre qué bases está definido el Cuaternario?
Las glaciaciones, la aparición del hombre? ¿Es así realmente?
Dadas sus características únicas ¿ Requiere de una metodología de estudio también única?
¿Que son los geólogos del Cuaternario? ¿Qué los diferencia del resto de los geólogos?
¿Porqué se ha convertido en una especialidad?
¿Es distinto un geólogo del Cuaternario a uno del Paleozoico, del Precámbrico, del Mesozoico o del resto del Cenozoico?

CUATERNARIO, CUATARTARIO, CUARTÁRICO?????

Cual es la verdadera pronunciación???????



A partir del final del Cretácico comienza un enfriamiento generalizado que según Wilson et al. (2000), tiene tres orígenes principales :

Deriva continental: apertura y clausura de pasos oceánicos. Distribución latitudinal de áreas continentales

Procesos magmáticos: volcanismo, CO₂ atmosférico y aerosoles, formación de la corteza oceánica y cambios globales del nivel del mar

Levantamiento de continentes debido a tectónica: modificación de la circulación atmosférica, levantamiento de áreas por encima de la línea regional de nieve.

Este enfriamiento no abarca todo el Cenozoico ya que por ej en el Eoceno habría predominado clima subtropical húmedo a tropical seco, lo que permitió la generación de Ultisoles y la formación de ferricretes

Cuando se inicia el Cuaternario?????

•El criterio original de la aparición de restos humanos coincidente con el comienzo del Pleistoceno no se puede tomar sino como una primera aproximación debido a hallazgos de restos de homínidos firmemente datados entre 2.9 y 3.8 Ma, es decir en niveles del Plioceno.

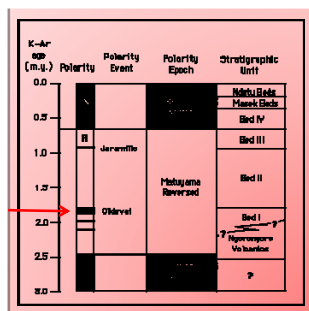
•Por otra parte, las glaciaciones, sinónimo de Cuaternario según el concepto dominante en el siglo XIX y parte del XX, también se inician antes, durante el Terciario.

•El criterio o los criterios empleados para establecer el límite se basan en la intensidad, magnitud y representación estratigráfica del episodio de enfriamiento.

•Formalmente se ha ubicado en 1.8 Ma el límite Plioceno/Pleistoceno, pero actualmente un número considerable de investigadores piensa que debería fijarse en alrededor de 2.6 Ma.

•Los que proponen dejarlo en 1.8 Ma, aducen razones históricas, nomenclaturales y de prioridad en la definición. Estaría representada la base del Pleistoceno en la sección de Vrica, con aparición de especies del norte en el Mediterráneo

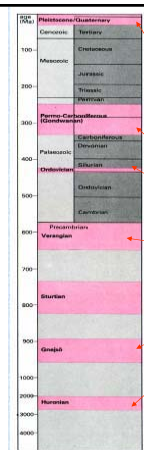
•Coincidiría con Olduvai

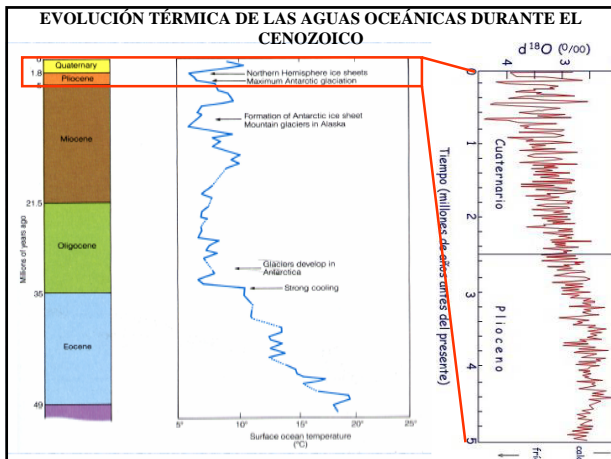


-
-
-
-
-
-



Pequeña edad de hielo





UN POCO DE HISTORIA....

➤ Los estudios de Cuaternario representan una de las ramas más jóvenes de las ciencias geológicas con una historia que tiene menos de 200 años.

• Antiguamente se creía que la edad de la Tierra se remontaba a 4004 AC, esta estimación se basaba en cálculos genealógicos de fuentes bíblicas realizadas por el Arzobispo Ussher de Armagh y publicado por primera vez en 1658.

• Los estudios del Cuaternario comienzan a fines del siglo XVIII, el término es acuñado por: Arduino (1714-1795)

- Desnoyers (1829): lo utiliza en la cuenca de París para diferenciar estratos terciarios que pasaban transicionalmente a estratos más jóvenes. Se basó en trabajo de campo (relaciones estratigráficas y estructurales, relaciones geomorfológicas y contenido fósil)

DECIDE NO USAR EL TÉRMINO BASADO EN PROBLEMAS DE CORRELACION

A comienzos del siglo XIX surge el Uniformitarismo (los procesos geológicos que operan en la actualidad para modificar la corteza terrestre, han actuado de la misma manera regular y esencialmente con la misma intensidad a lo largo del tiempo geológico: "el presente es la llave del pasado")

Esta doctrina fue concebida por James Hutton en su publicación:

Teoría de la Tierra (1785). Influenció a Sir Charles Lyell en *Principios de Geología* (1830-1833, trabajo de tres volúmenes).



Lyell, a su vez, influenció a Charles Darwin. Este gradualismo extremo ha llevado a numerosas consecuencias infortunadas, incluyendo el rechazo de eventos catastróficos o repentinos frente a evidencia positiva a favor de ellos, sin ninguna otra razón sino el hecho de que no fueron graduales. ("Post Gradualism", *Science*, vol. 262, 1 de octubre, 1993, pg. 122)



-Buckland (1822) asociaciones de vertebrados en cuevas

-

Reboul (1833): redefine el Cuaternario para incluir todos los estratos que contienen flora y fauna actual (*extant*) y así los diferencia de los terciarios en los cuales todos los fósiles son de organismos extinguidos

•Teoría Glacial:

-de Saussure (*Voyages dans les Alpes*)

-Jean de Charpentier: usando evidencias de bloques erráticos y morenas, concluye que los glaciales suizos habían sido en el pasado mucho más extensos


-Agassiz (1837): teoría de la Gran Era de Hielo (*Great Ice Age*). Explica las extinciones de megamamíferos adaptados a condiciones tropicales por el clima frío de las glaciaciones. Interpretación alternativa a la Inundación Bíblica

Agassiz (1840): *Estudios sobre los glaciales*, donde describe los movimientos, las morenas, su influencia en el desplazamiento, la erosión de las rocas y la formación de las estrías





-Mac Laren (1841) enuncia por primera vez la teoría Glaciostática, explicando las relaciones entre glaciales y nivel del mar



-Morlot (1856) divide al Cuaternario en:

Época moderna

Época de la Segunda Glaciación

Época Diluviana



Época de la Primera Glaciación

Jamieson (1865) vinculación entre la Teoría Glacial y la evidencia de las terrazas marinas elevadas (efectos glacioeustáticos)

-1865. Scottish. Bases para la hipótesis glacio-isostática (condición de equilibrio que presenta la superficie terrestre)

-1877. Geike. Etapas glaciales e interglaciales

-Penck en colaboración con Brückner escribe su obra *Los Alpes durante el período glacial* (1901-1909), donde definieron las cuatro glaciaciones de los Alpes (Günz, Mindel, Riss y Würm)

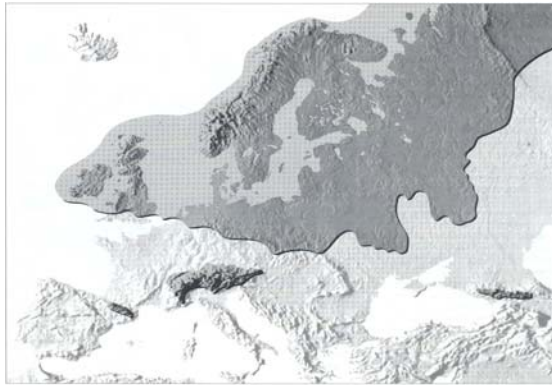
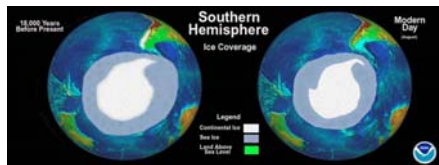
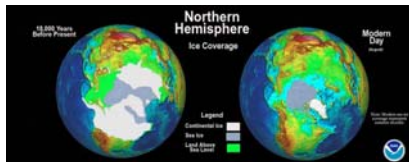
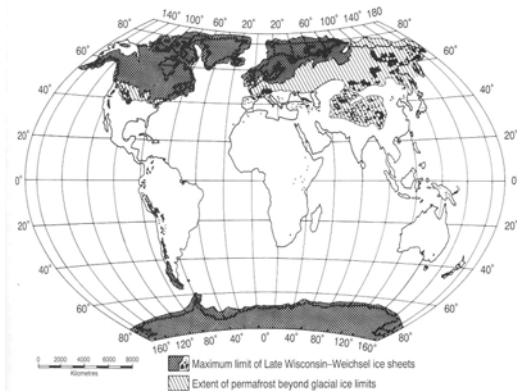
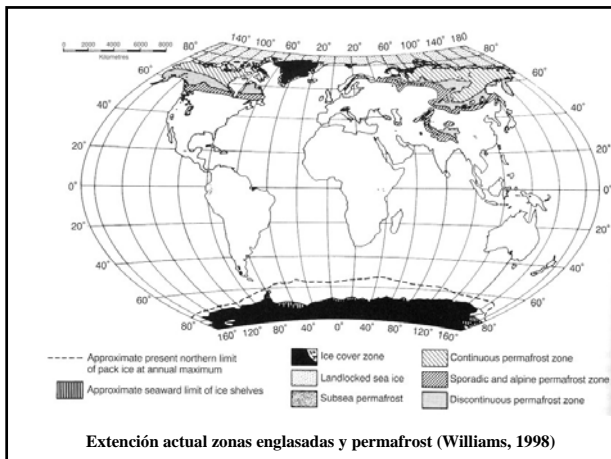


Figure 2.2 The maximum extent of Quaternary glaciation in Europe (modified after West, 1977)

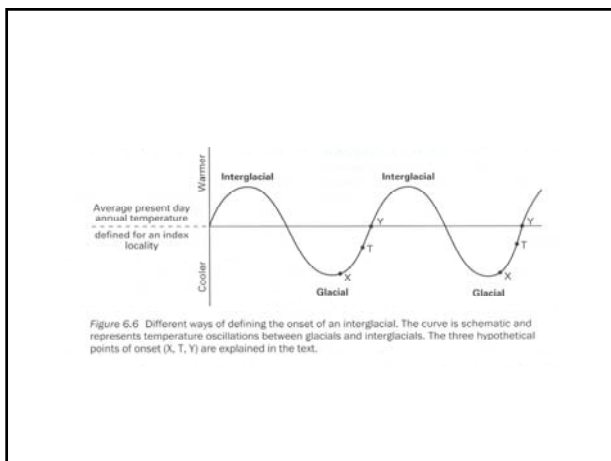


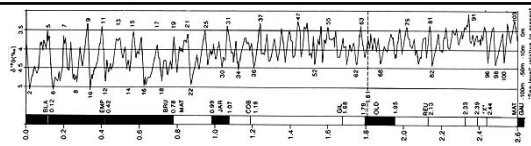


Extensión mundial glaciación (Williams et al., 1998)





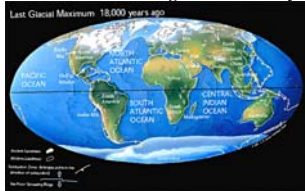




Registro de isótopo de Oxígeno en los últimos 2,6 Ma.

Los picos representan los intervalos cálidos

A partir de los 800.000 ybp se incrementaron las glaciaciones con gran repercusión en las medianas latitudes. Ocurrieron unas 8-10 glaciaciones principales. La última ~20000 ybp (Weichselian/Wisconsin) y otra que tuvo lugar antes del último interglacial ~ 130000 ybp (Saalian/Illinoian)



<http://www.scotese.com/lastice.htm>

Las latitudes medias fueron sujetas repetidamente a clima frío, forzando a plantas y animales a migrar o adaptarse o extinguirse. Los patrones globales de vientos y corrientes oceánicas cambiaron, causando cambios de gran escala en los patrones de aridez y precipitación en el mundo

Como grandes volúmenes de aguas formaban glaciales en los picos de las glaciaciones, el nivel del mar cayó alrededor de 150 m, por lo que había bastas plataformas continentales áridas

Los cambios ambientales rápidos causaron una rápida evolución de la megafauna

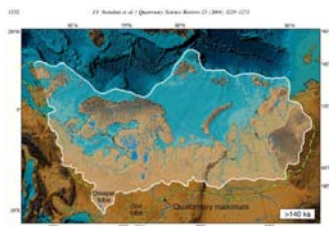
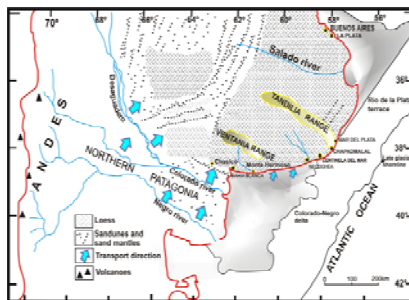


Fig. 17. A reconstruction of the maximum sea-level extent in Europe during the Eem-Weichselian (c. 130–100 ka), based on review of published records. The sea-chest extent in Europe and Siberia during the Weichselian is discussed below by Andrieux (2006). The corresponding sea level on the European continent further west follows the Eemian low of Halmann et al. (2000) and the boundary of the Binneglo lake (cf. Scholten et al., 2004). The approximate maximum extent of the Quaternary glacial limit (dotted line) is indicated by a dotted line. Notes that were either sea-chest and glacial (dark) or non-sea-chest (light) are indicated. Grey and white blocks are discussed in this reconstruction.



Zárate y Blasi, 1993

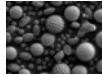
Fines del siglo XIX y comienzos del XX: evidencias de cambios ambientales en áreas situadas más allá de las zonas englazadas (pluviales, interpluviales).

-Kennard (1897) y Kennard and Woodward (1901) análisis de moluscos terrestres y de agua dulce.



-von Lozinski (1909): utiliza por primera vez el término periglacial

-Von Post (1916): análisis a partir de polen



En las últimas dos décadas en el mundo entero ha habido un notable incremento de los estudios de Cuaternario, hace pocos años que se produjo una revolución por conocer con mayor detalle el último capítulo de la historia geológica de la Tierra

Este incremento en los estudios del Cuaternario se ve reflejado en la aparición de nuevas revistas específicas, desde *Quaternary Research* (en los 70'') a *Quaternary Science Reviews*, *Quaternary International*, *Journal of Quaternary Science*, así como revistas con números especiales destinados al Cuaternario (*Journal of South American Earth Sciences*, *RAGA*, etc)

En los últimos 50 años con el Modelo de cambio climático global y predicción del cambio futuro, se destacan varios aspectos:

Avances metodológicos y técnicos

Daticiones de eventos cuaternarios

Estratigrafía de fondos marinos profundos

Perforaciones de mantos de hielo polares y glaciales

Tectónica global

Modelos basados en computadoras
(Hipótesis de Gaia)



La hipótesis de Gaia es un conjunto de modelos científicos de la biosfera en el cual se postula que la vida fomenta y mantiene unas condiciones adecuadas para sí misma, afectando al entorno

La atmósfera y la parte superficial de la Tierra se comportan como un todo coherente donde la vida se encarga de autorregular sus condiciones esenciales tales como la temperatura, composición química y salinidad en el caso de los océanos. Sería un sistema autorregulador (que tiende al equilibrio). La teoría fue ideada por el químico James Lovelock en 1969 (publicada en 1979)



“Gaia”, diosa griega de la Tierra (Gaia, Gea o Gaya). Un modelo sencillo que suele usarse para ilustrar la hipótesis Gaia es la simulación del mundo de las margaritas



Según la segunda ley de la termodinámica un sistema cerrado tiende a la máxima entropía. La atmósfera de la Tierra debería hallarse en equilibrio químico, todas las posibles reacciones químicas ya se habrían producido y su atmósfera se compondría mayoritariamente de CO₂ (aproximadamente 99% de CO₂) y solo vestigios de oxígeno y nitrógeno. Según la teoría de Gaia, el que actualmente la atmósfera la compongan un 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y apenas un 0,03% de CO₂ se debe a que la vida mantiene estas condiciones



La teoría clásica supone que La Tierra poseía las condiciones apropiadas para que la vida se diese en ella, y que esta vida se había limitado a adaptarse a las condiciones existentes, así como a los cambios que se producían en esas condiciones. La hipótesis de Gaia lo que propone es que dadas unas condiciones iniciales que hicieron posible el inicio de la vida en el planeta, ha sido la propia vida la que las ha ido modificando, y que por lo tanto las condiciones resultantes son consecuencia y responsabilidad de la vida que lo habita.

Para explicar cómo la vida puede mantener las condiciones químicas se destaca la gran capacidad de los microorganismos para transformar gases que contienen nitrógeno, azufre y carbono

J. Lovelock, 1985. *Gaia, una nueva visión de la vida sobre la Tierra*. Ediciones Orbis.
J. Lovelock, Lynn Margulis, H. Atlan, F. Varela, H. Maturana y otros, 1989. *Gaia. Implicaciones de la nueva biología*. Editorial Kairós
J. Lovelock, 1993. *Las edades de Gaia*. Editorial Tusquets.
J.Lovelock 2006 *La venganza de la tierra. La teoría de Gaia y el futuro de la humanidad*. Editorial Planeta

METODOLOGÍA DE ESTUDIO

Se utiliza la misma metodología de estudio pero...
La escala de análisis espacial y temporal es distinta → **RESOLUCIÓN**
Son procesos de poca duración en la escala geológica

↓

MUESTREO DE DETALLE PORQUE LA ESCALA ES DE MAYOR DETALLE

Se trabaja con la Teoría General de Sistemas
Distintos elementos combinados entre sí y si uno cambia todos lo hacen para restablecer el equilibrio
Podemos hablar del sistema clima, el sistema fluvial, el sistema suelos, el sistema pendientes
Son sistemas abiertos

En los depósitos cuaternarios puedo ver las formas y voy a tener distintos depósitos según en que parte de la forma se muestree (loma, bajo, zona de pendiente). Es muy útil ubicarse con foto aérea y luego reconocer las formas en el terreno

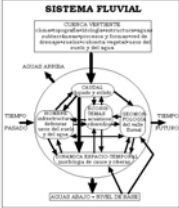
REGISTRO CUATERNARIO

Proviene de:

- Materiales continentales.
- Materiales de los fondos oceánicos
- Testigos de hielo

EL SISTEMA FLUVIAL CONSTITUYE LA UNIDAD BÁSICA DE ANÁLISIS DEL PAISAJE CONTINENTAL

Considerarlo un SISTEMA nos permite comprender la dinámica de los procesos de erosión y sedimentación, el paisaje, la formación de suelos, la interrelación de los subambientes (cuenca alta, cuenca baja, divisorias, pendientes, zona de canal, de planicie, de canal abandonado, de barras, etc.)
La concepción generalizada y común no ha sido fácil de establecer, ya que el estratígrafo y el sedimentólogo ven el producto final en su lugar de depositación, mientras que el hidrólogo, el geomorfólogo estudian el paisaje dinámico



ESCALAS ESPACIALES Y TEMPORALES

La diferencia metodológica entre las investigaciones del Cuaternario y las del Pre-Cuaternario es la resolución que se necesita para reconstruir la historia geológica, arqueológica o paleoecológica. En la práctica la resolución se obtiene a través de la escala de trabajo espacial y temporal. De las escalas de trabajo depende la cantidad de muestras que se tomen para los diferentes análisis y esto incidirá en las interpretaciones y en cuanto se aproximen estas a la realidad



¿Cual es la razón por la muchos geólogos consideran que los depósitos pampeanos son homogéneos?

Porque metodológicamente tenemos incorporado un concepto de tiempo geológico muy amplio para la resolución que necesitamos en el Cuaternario, en escala temporal cientos, miles o decenas de miles de años y regiones muy amplias

Y que pasa con los mapas?

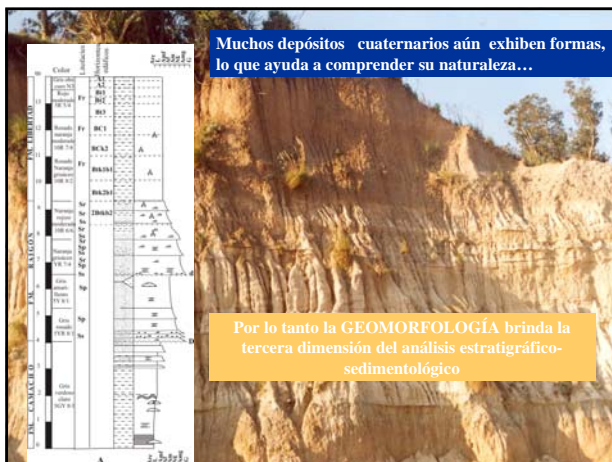
Cuando se lo mapea generalmente es incoloro e indiferenciado. Se lo trata como un paquete y siguiendo el principio de la posición en la secuencia, si hay un espesor de depósito por encima de unidades terciarias y en neta discordancia, ES EL CUATERNARIO!!!!

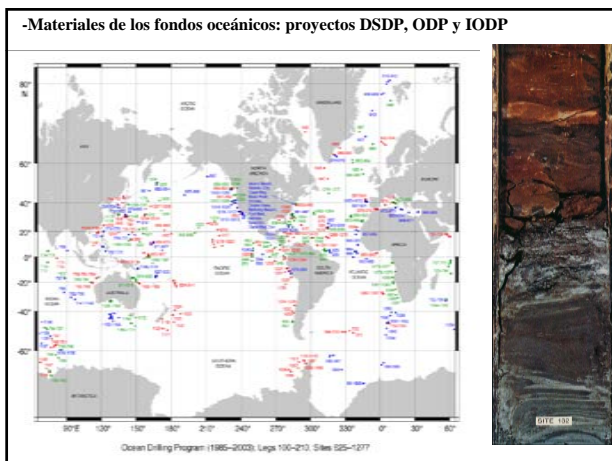
A veces, los autores han indicado la existencia de terrazas, depósitos de drift, es decir geoformas

Como resultado se han obtenido modelos sobresimplificados y muy generales
Como en general se los estudió desde el punto de vista estratigráfico y sedimentológico los depósitos son homogéneos a la escala del tiempo geológico de decenas o millones de años
Recién en los últimos años el SEGEMAR está encarando las Hojas Geológicas de Llanura, en la llanura chacopampeana

- Las fluctuaciones climáticas han originado cambios en el paisaje (y en la sedimentación), pero que ha sido distinta según el ambiente considerado
- La migración de especies, los eventos de extinción, las ocupaciones humanas, no se producen simultáneamente en todo el paisaje
 - Dentro de un sistema fluvial la sedimentación no ocurre simultáneamente dentro de todo el sistema en un lapso determinado, o la erosión, o la formación de suelos









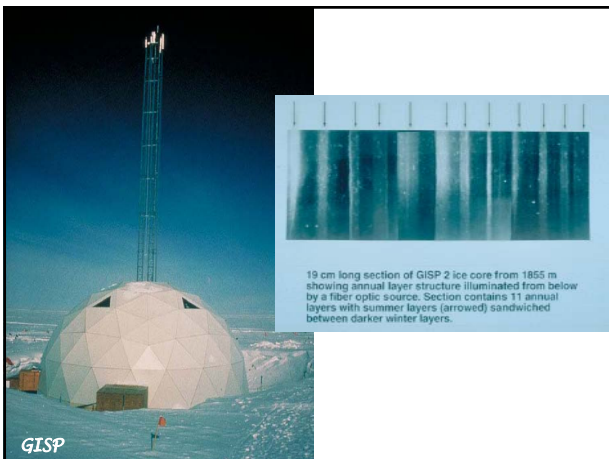
-Testigos de hielo: programas Vostok y Law Dome (Antártida) y GISP 1 y 2, y GRIP (Groenlandia)



Vostok Station (Russia)



Law Dome



GISP

19 cm long section of GISP 2 ice core from 1855 m showing annual layer structure illuminated from below by a fiber optic source. Section contains 11 annual layers with summer layers (arrowed) sandwiched between darker winter layers.
