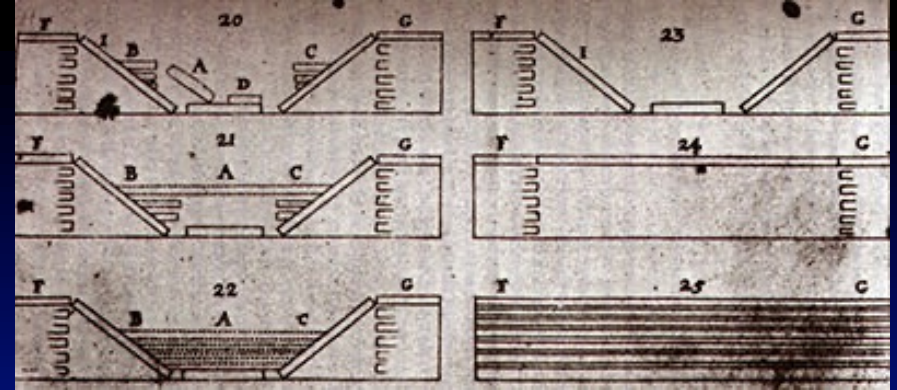


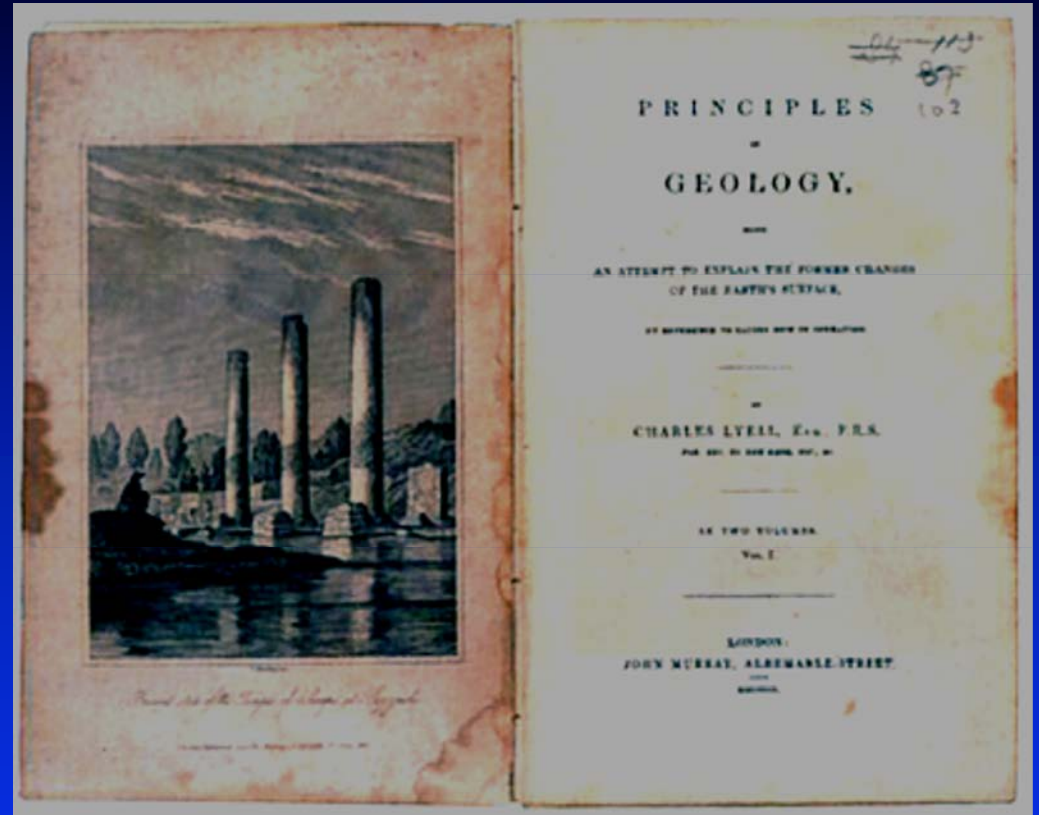
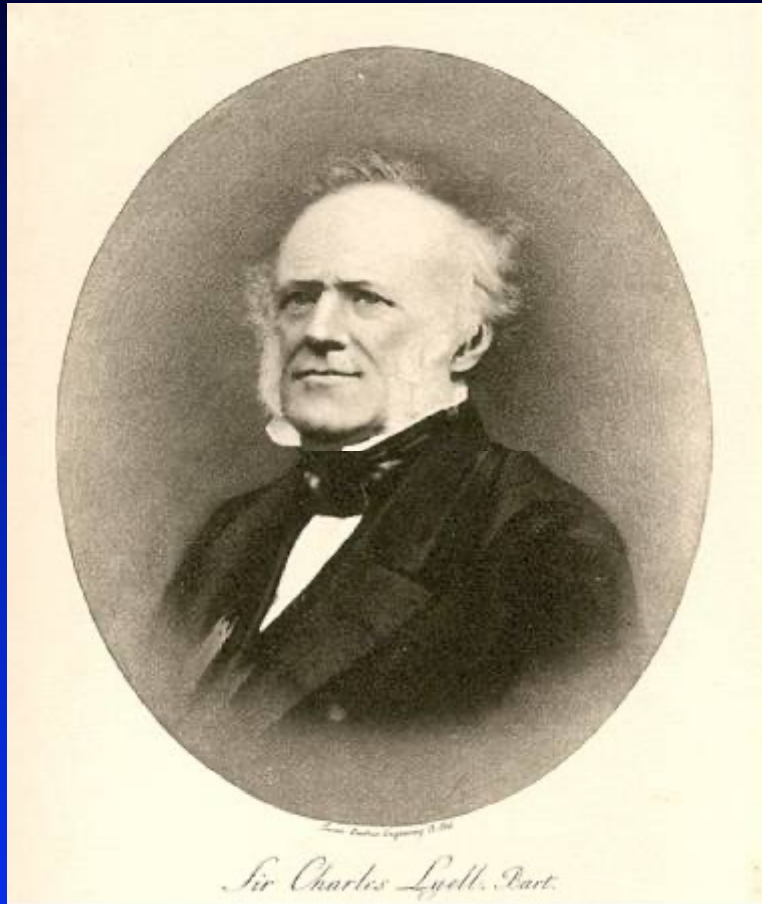
Le tre leggi di Stenone (1600)



- Principio di sovrapposizione: gli strati più antichi si trovano sotto i più recenti
- Principio di orizzontalità originale: gli strati si sono formati piatti e orizzontali
- Principio di continuità laterale: le caratteristiche di uno strato sono le stesse in tutte le direzioni



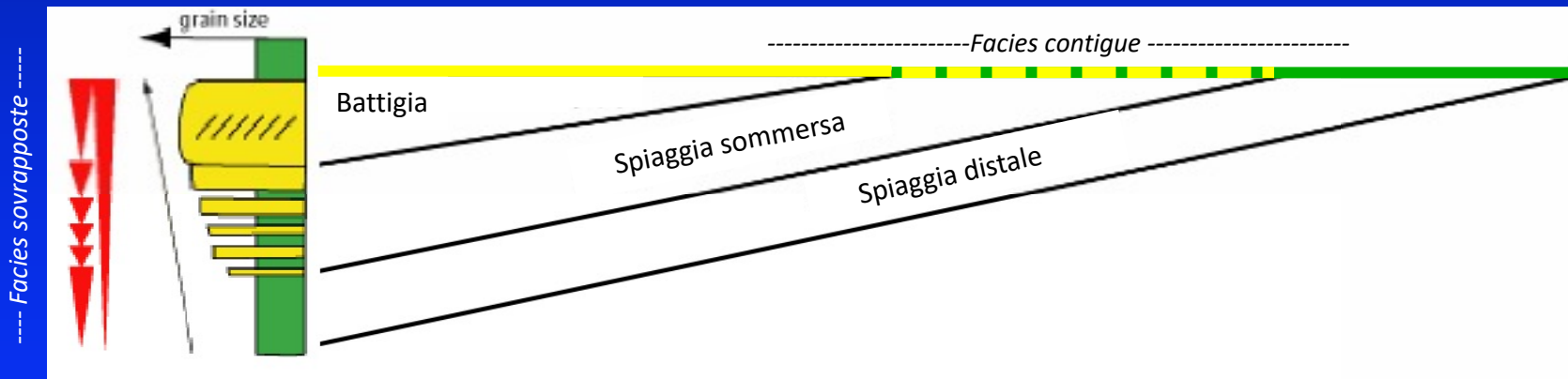
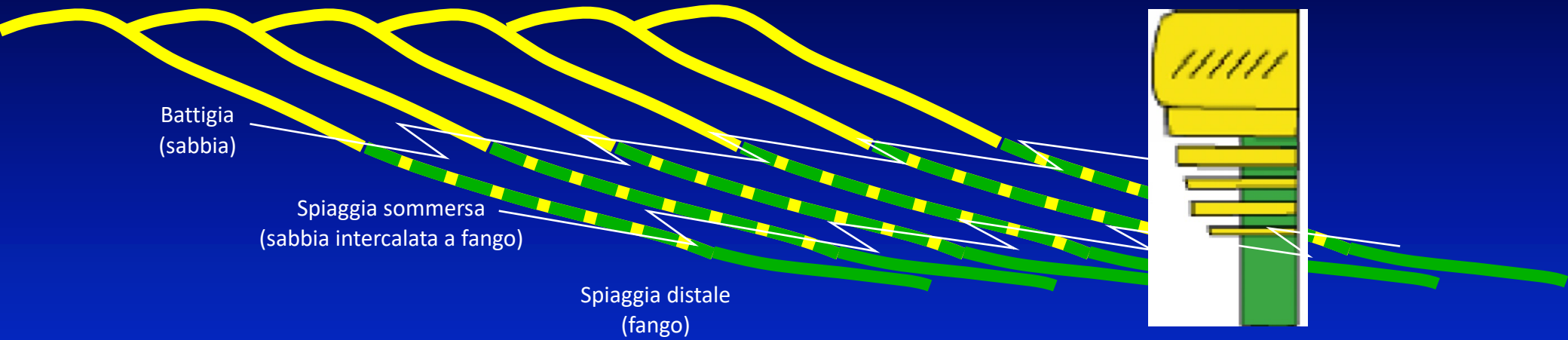
Principio dell'attualismo (o uniformitarismo)



Principles of Geology (1833)

Legge di Walter (1892)

- Principio di successione delle facies: la successione verticale delle facies rispecchia la loro distribuzione orizzontale: solo facies limitrofe possono trovarsi sovrapposte verticalmente



Il mancato rispetto della legge di Walter implica erosione/non deposizione = unconformity

Alcuni concetti di base:

Livello del mare assoluto o eustatico: livello rispetto al centro della terra (volume d'acqua)

Livello del mare relativo: dipende da livello assoluto + movimenti del suolo (↓↑)

- **Trasgressione – la costa si sposta verso terra**
 - Risalita eustatica
 - Subsidenza tettonica
 - Erosione della costa

- **Regressione – la costa si sposta verso mare**
 - Caduta eustatica
 - Sollevamento tettonico
 - Progradazione della costa

Livello del mare relativo

caduta



risalita

veloce

lenta

lenta

veloce

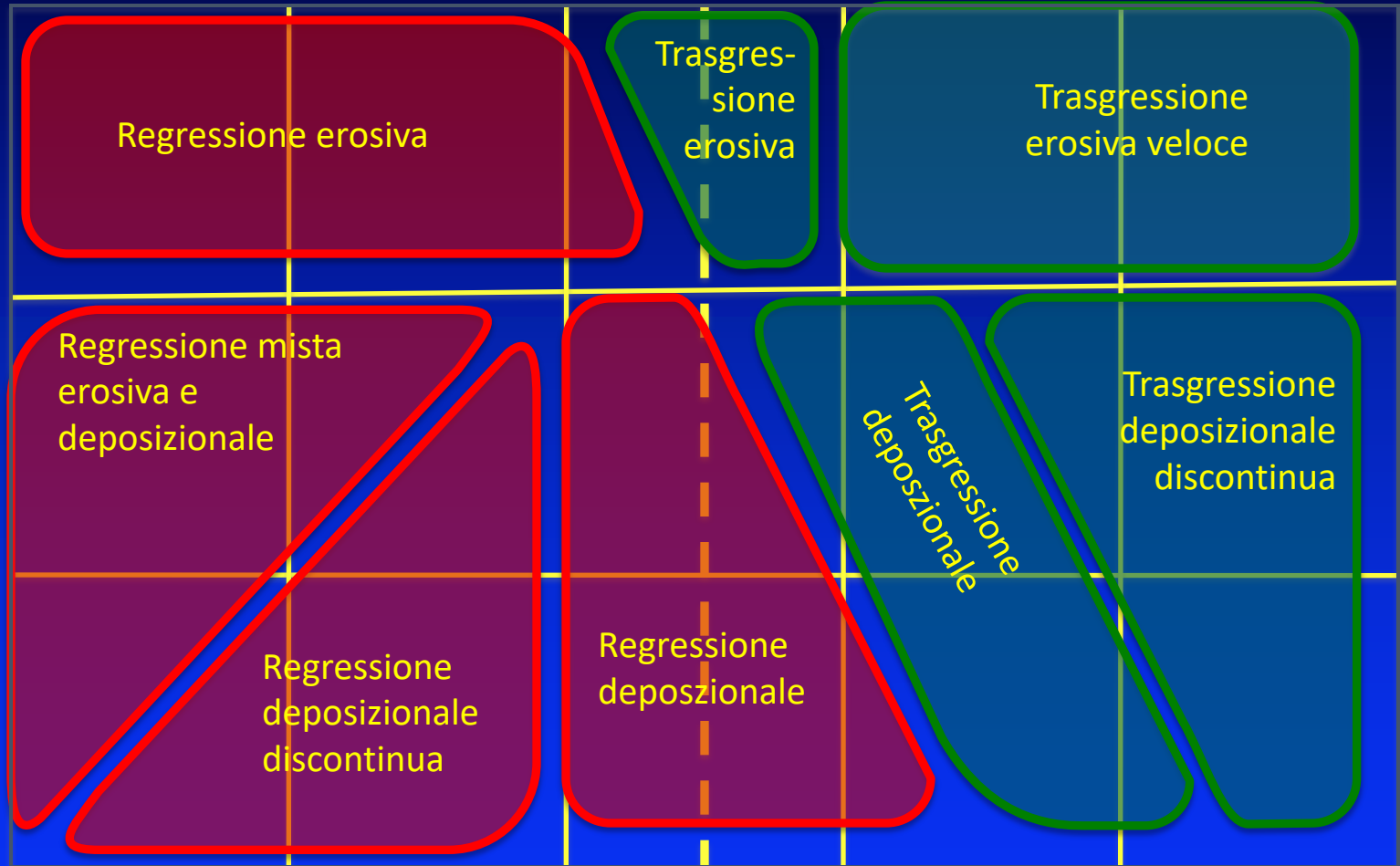
Tassi di deposizione

erosione

lenta

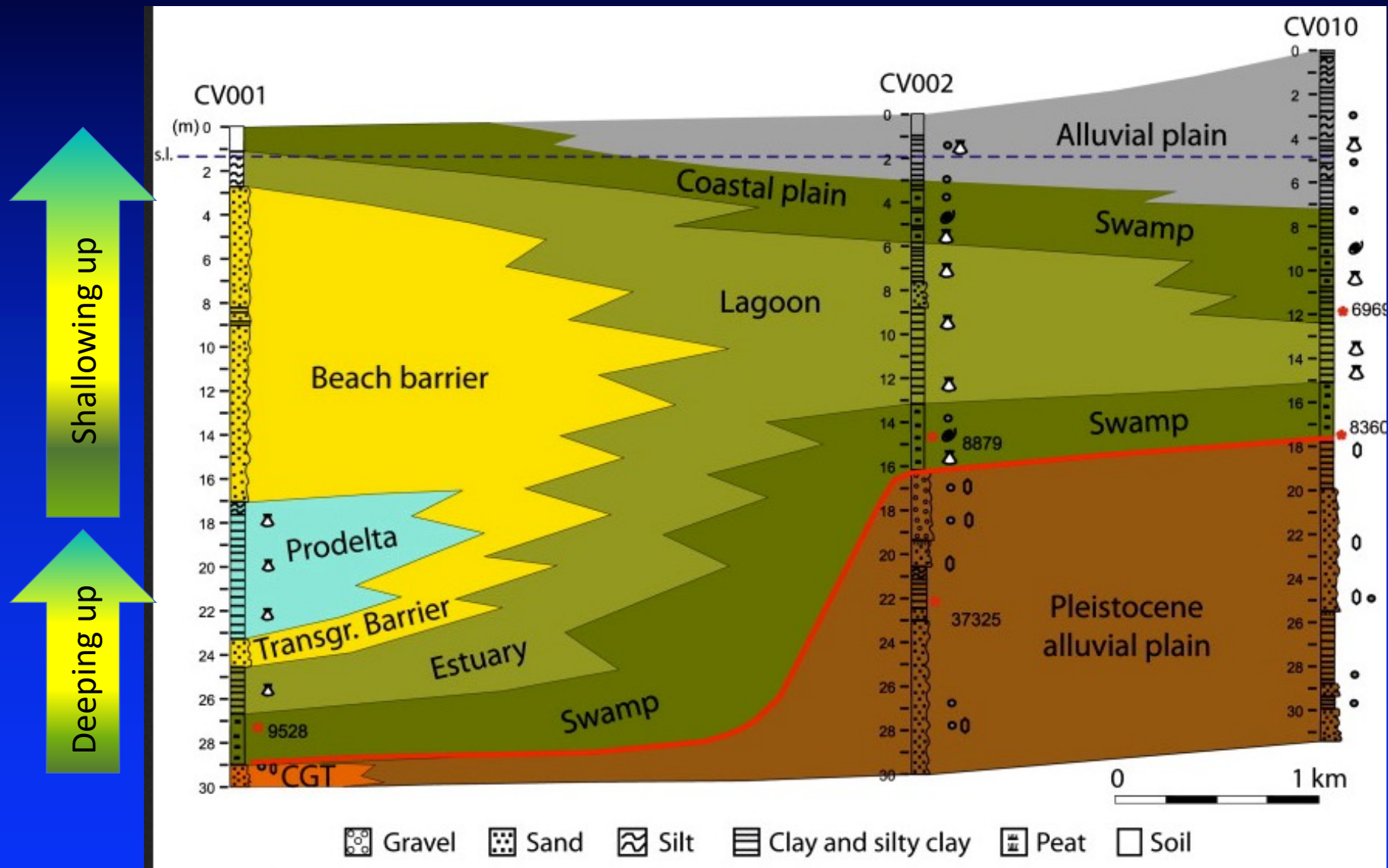
deposizione

veloce



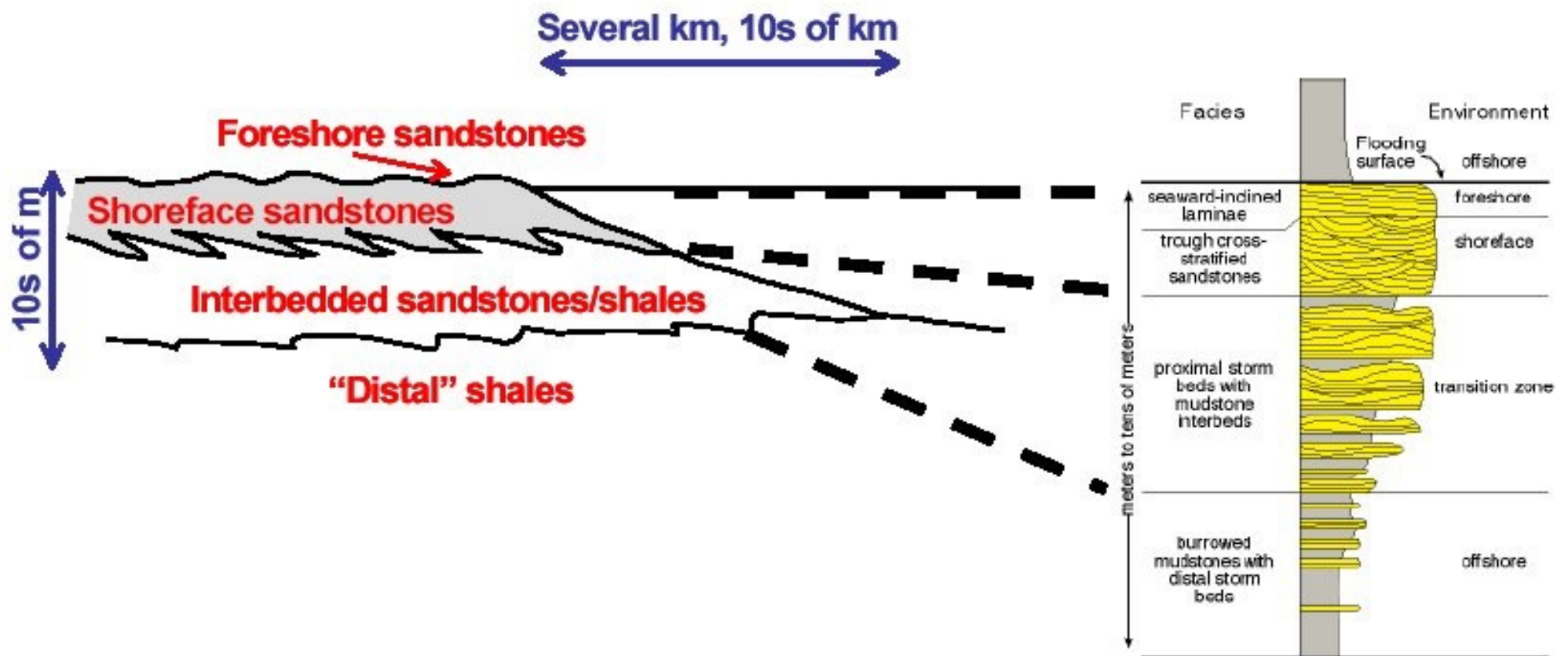
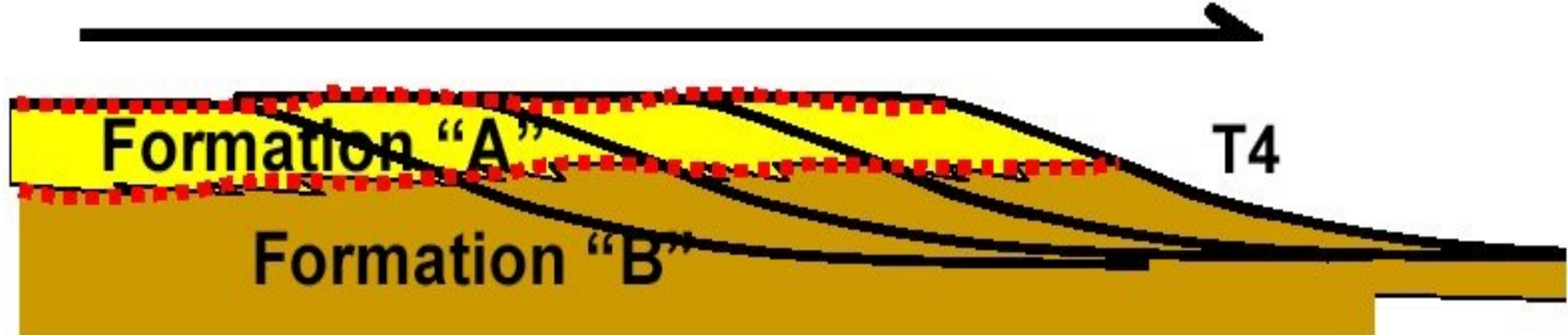
Curry 1964

le facies possono essere shallowing-up (l'ambiente deposizionale è di profondità sempre minore) o deepening up (il contrario) a seconda dell'evoluzione trasgressiva o regressiva dell'ambiente nel tempo





- Principio di sovrapposizione
- Principio di orizzontalità originale
- Principio di continuità laterale
- Principio di successione delle facies



Tipi di stratigrafia

Integrazione nella STATIGRAFIA SEQUENZIALE

Classiche

- Litostratigrafia
- Cronostratigrafia
- Biostratigrafia

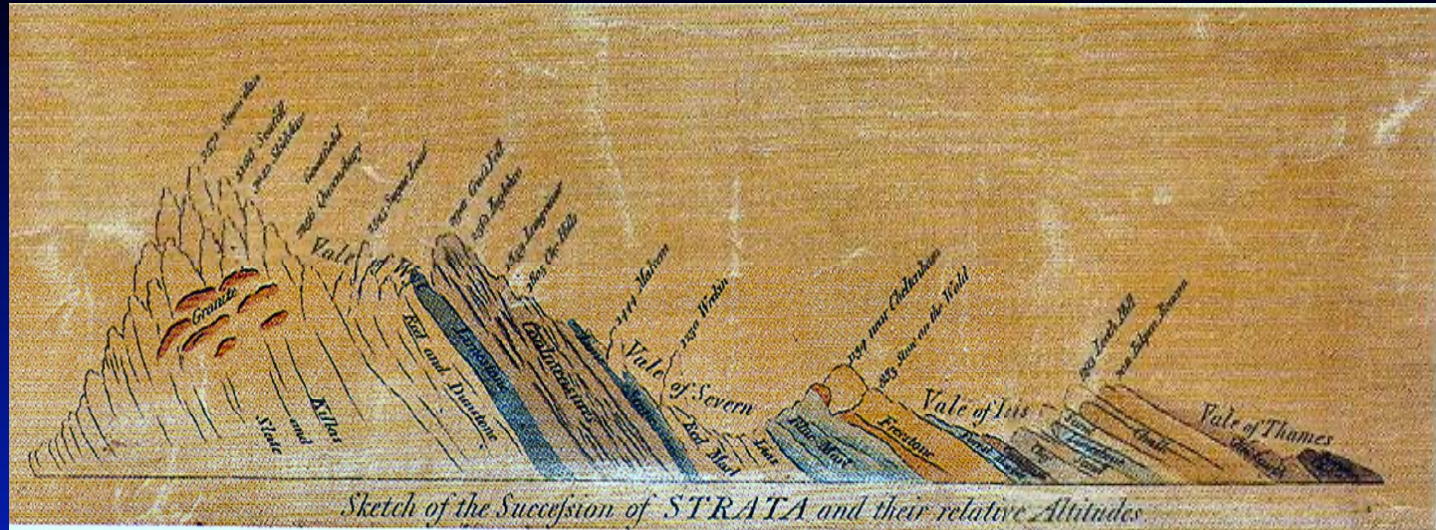
Nuove

- Sismostratigrafia
- Ciclostratigrafia
- Magnetostratigrafia
- Chemistratigrafia

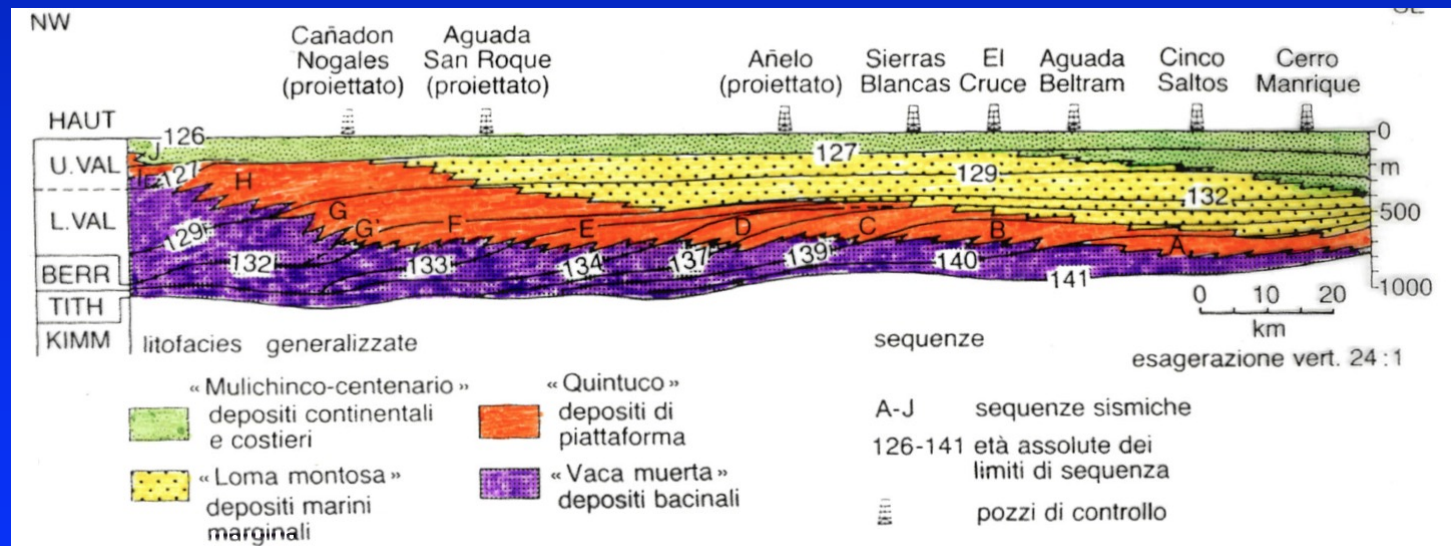
Litostratigrafia

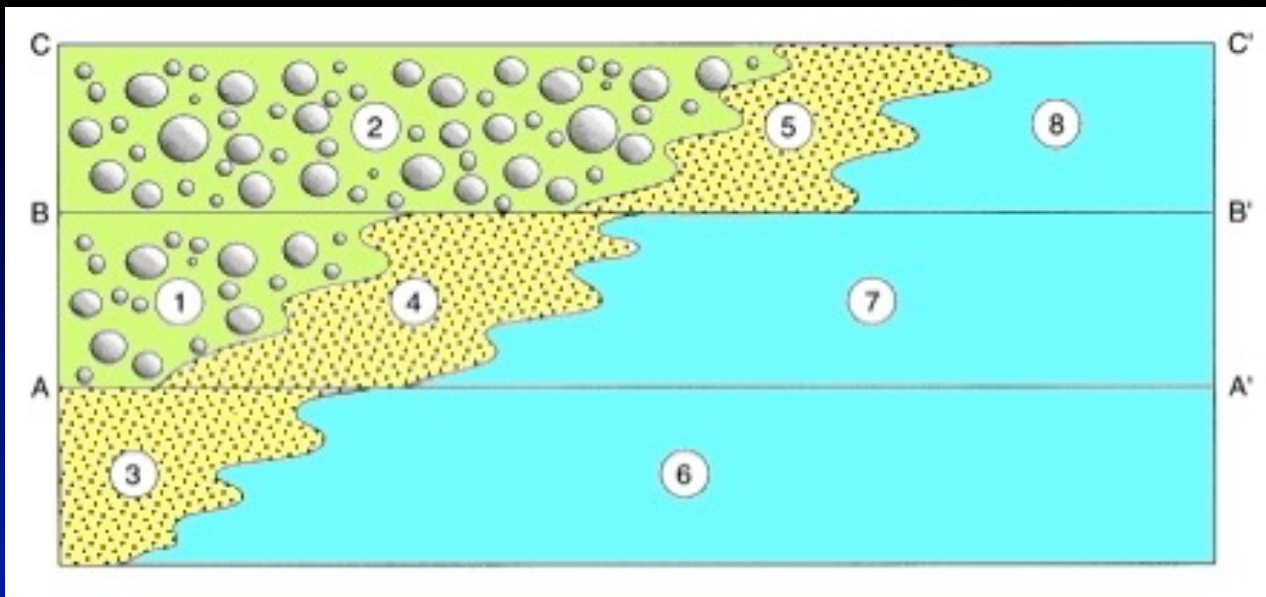
- Gruppo, FORMAZIONE, membro, letto (gerarchia di unità). Basate su descrizione di terreno; contenuto fossili ed età descritti ma NON discriminanti.
- La genesi NON è criterio discriminante: richiede interpretazione e può cambiare nel tempo
- Le unità litostratigrafiche devono avere un certo grado di omogeneità litologica





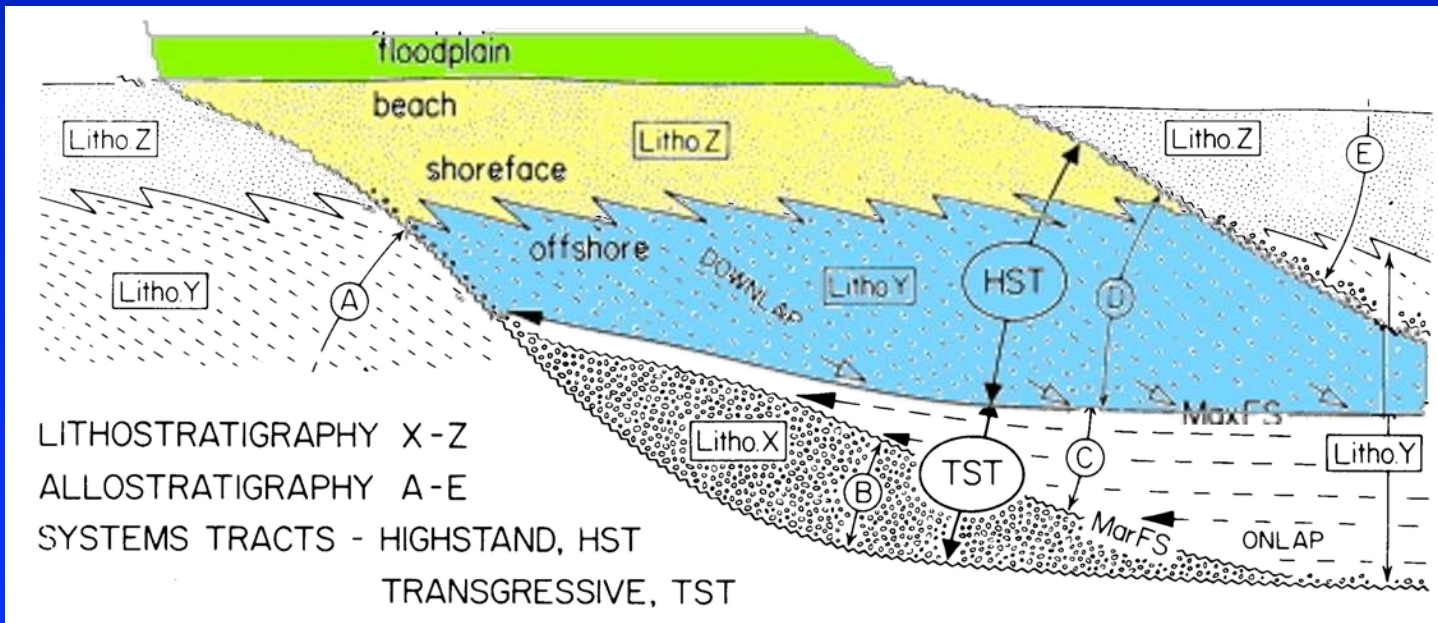
Stratigrafia Sequenziale

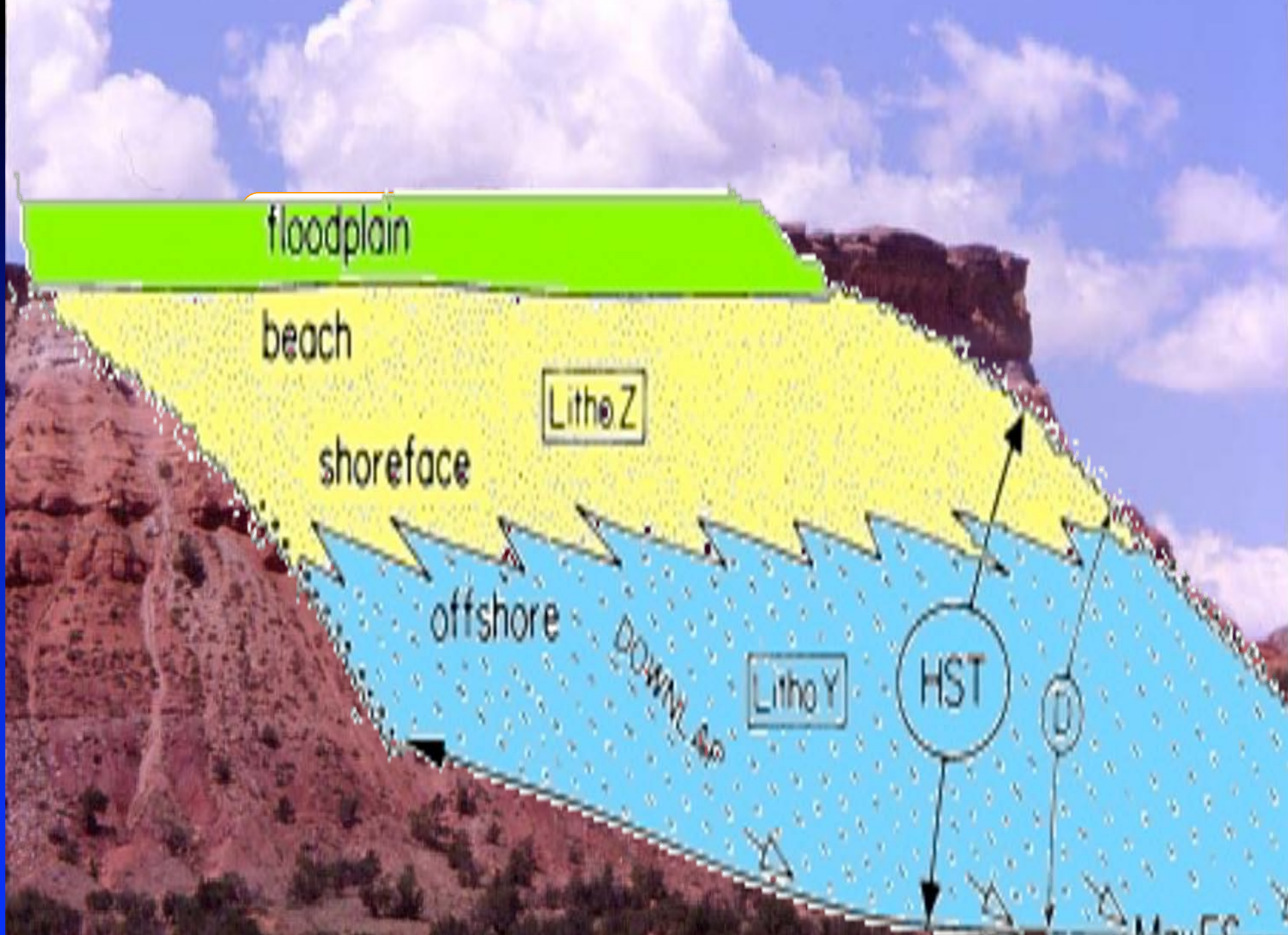




La stratigrafia sequenziale prende in considerazione le variazioni di facies all'interno del bacino per cui unità coeve

possono presentare facies diverse (in accordo con la legge di Walter)





floodplain

beach

Litho Z

shoreface

offshore

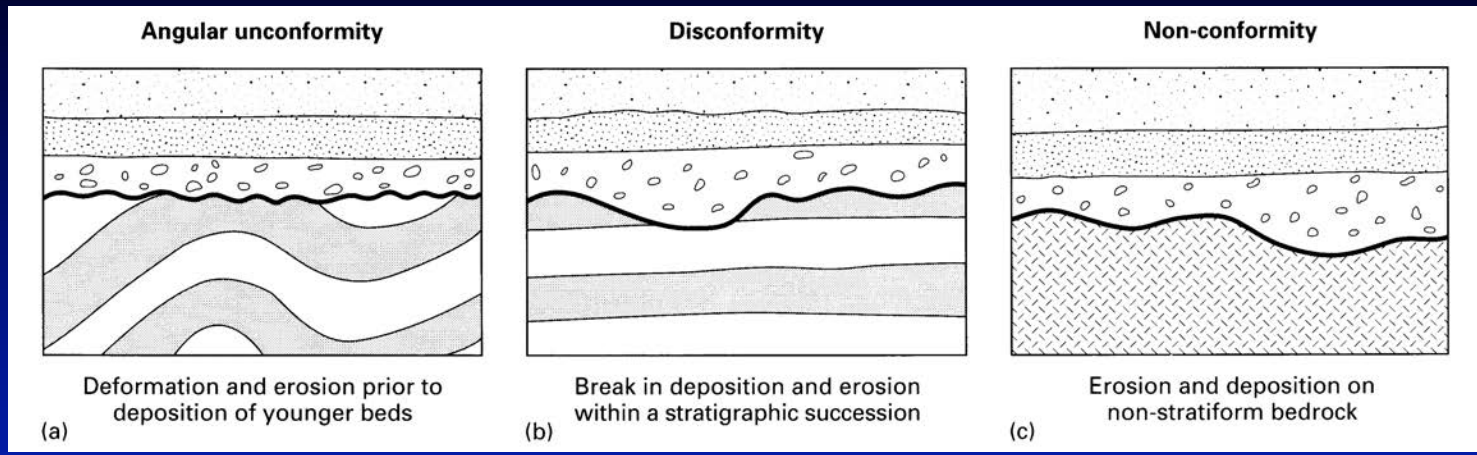
DOWNWARD

Litho Y

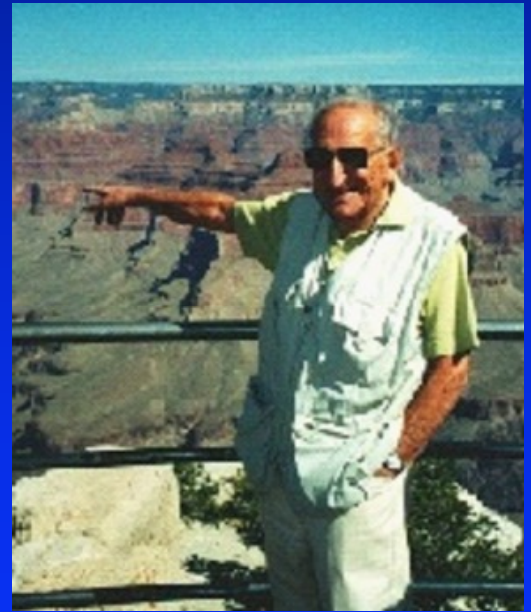
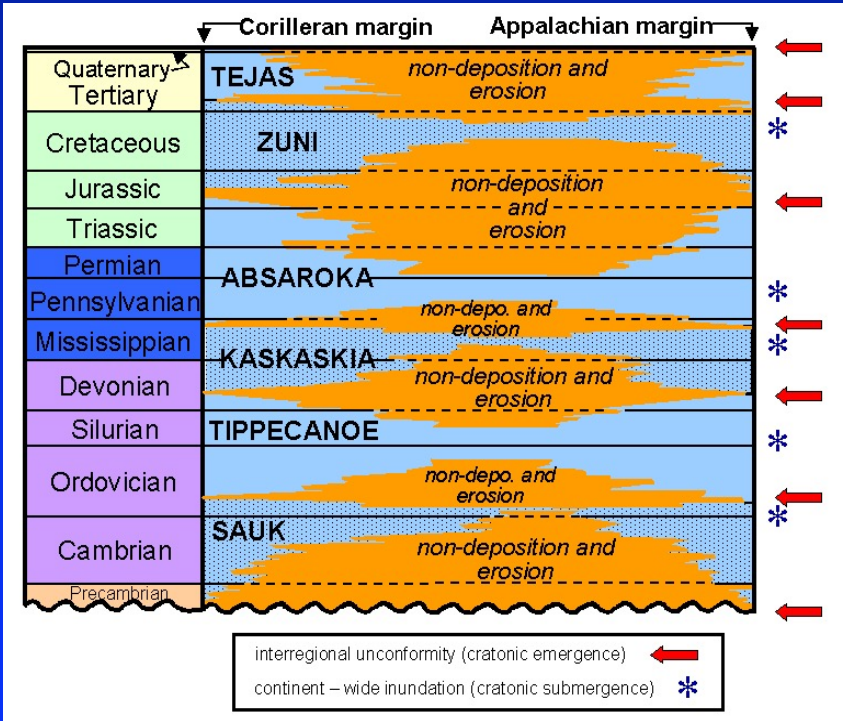
HST

D

Le **unconformity** sono superfici di erosione o non-deposizione che interrompono la continuità della sedimentazione e separano cicli sedimentari.



1963 Lawrence Sloss riconosce 6 sequenze principali in Nord America, controllate da variazioni del livello del mare



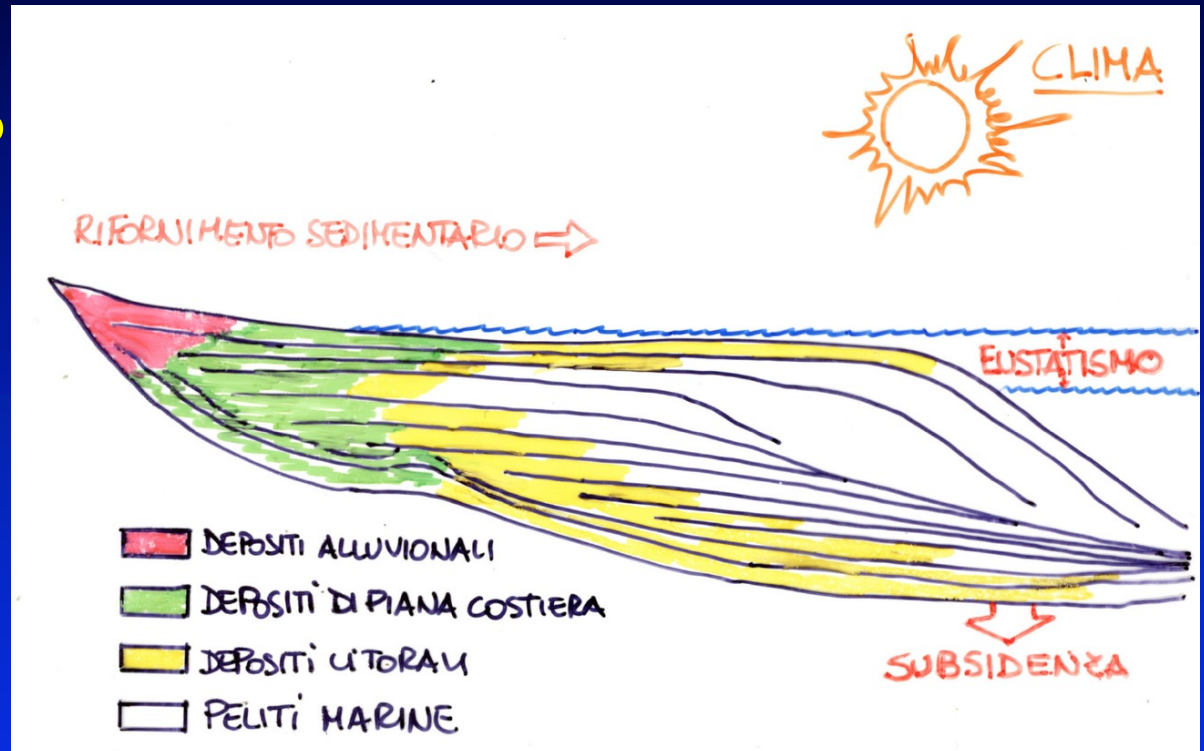
PRINCIPALI FATTORI DI CONTROLLO DELL'ARCHITETTURA STRATIGRAFICA DI UN MARGINE

- Variazioni eustatiche
- Subsidenza/sollevarimento
- Apporti sedimentari
- Clima

ALTRI FATTORI

Fisiografia

Fattori oceanografici



Le variazioni eustatiche e la subsidenza/sollevarimento determinano lo spazio disponibile per la sedimentazione >>> Accomodation

La sedimentologia registra le variazioni del livello del mare relativo, non assoluto perché non importa se è il mare che sale o la terra che scende (subsidenza)

PER CONVENZIONE SI SONO STABILITI
DIVERSI “ORDINI” DI VARIAZIONE
DEL LIVELLO DEL MARE RELATIVO

1° ORDINE \Rightarrow centinaia di milioni di anni

1I° ORDINE \Rightarrow decine milioni di anni

III° ORDINE \Rightarrow milioni di anni

1V° ORDINE \Rightarrow centinaia di migliaia di anni

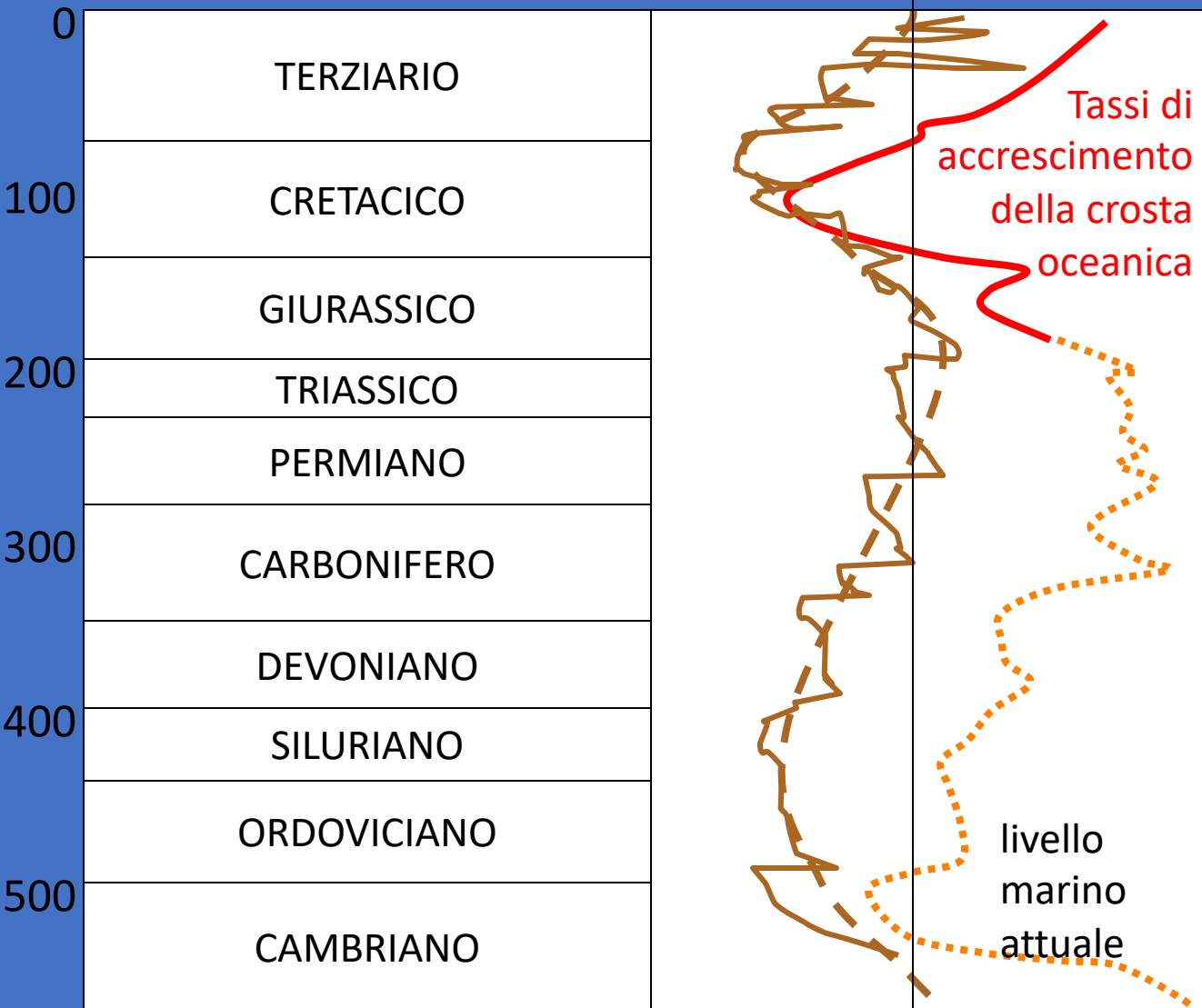
V° ORDINE \Rightarrow decine di migliaia di anni

CICLI DI 1° ORDINE

periodi ed età
(milioni di anni)

variazioni del
livello marino

innalzamento abbassamento
← →
+400 +200 0 -200 -400



← Orogenesi Alpina

← Max dispersione continenti

← Break-up

← Chiusura Pangea

← Max dispersione continenti

Break-up supercontinente proterozoico

Apertura oceani

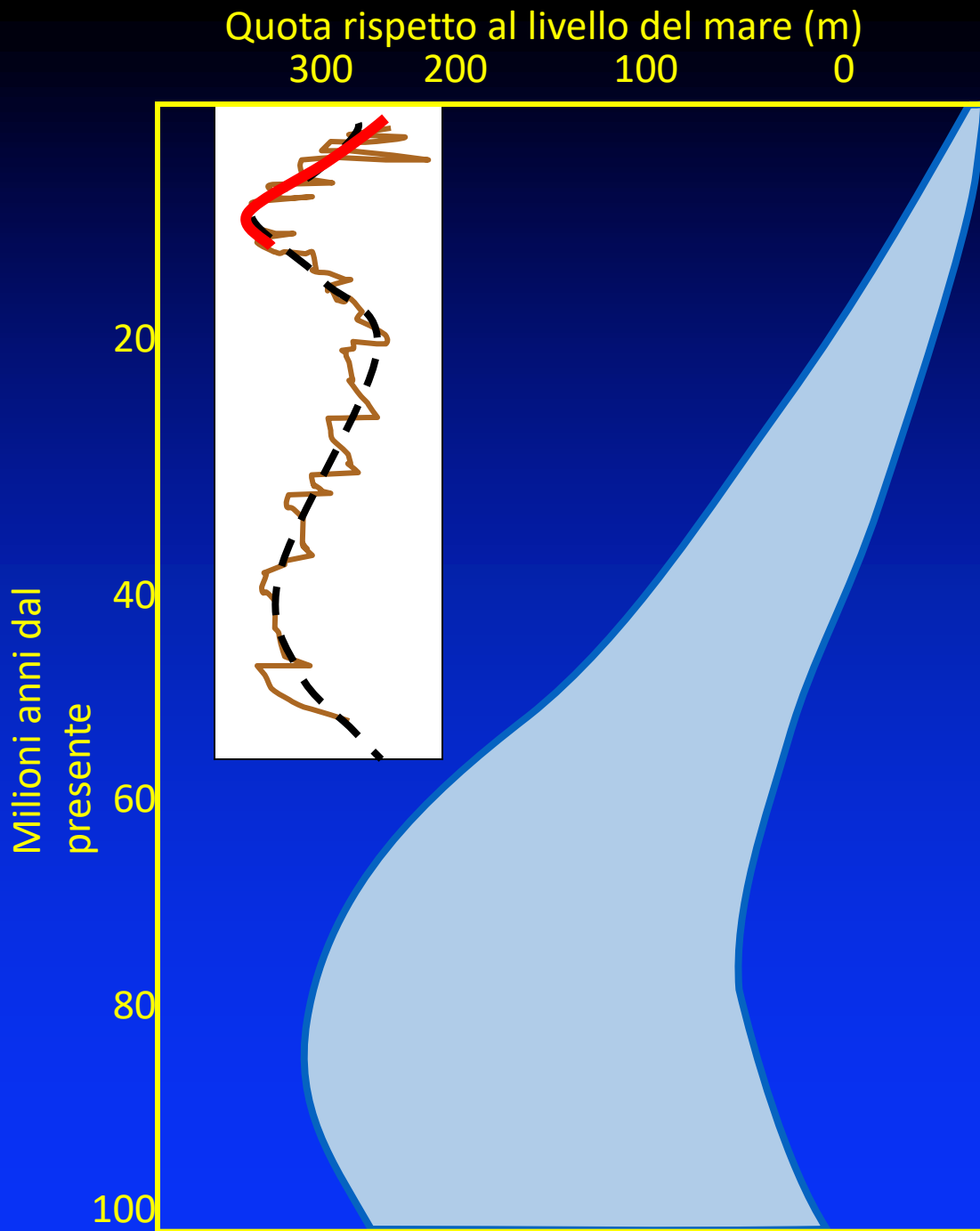


Aumento livello del mare

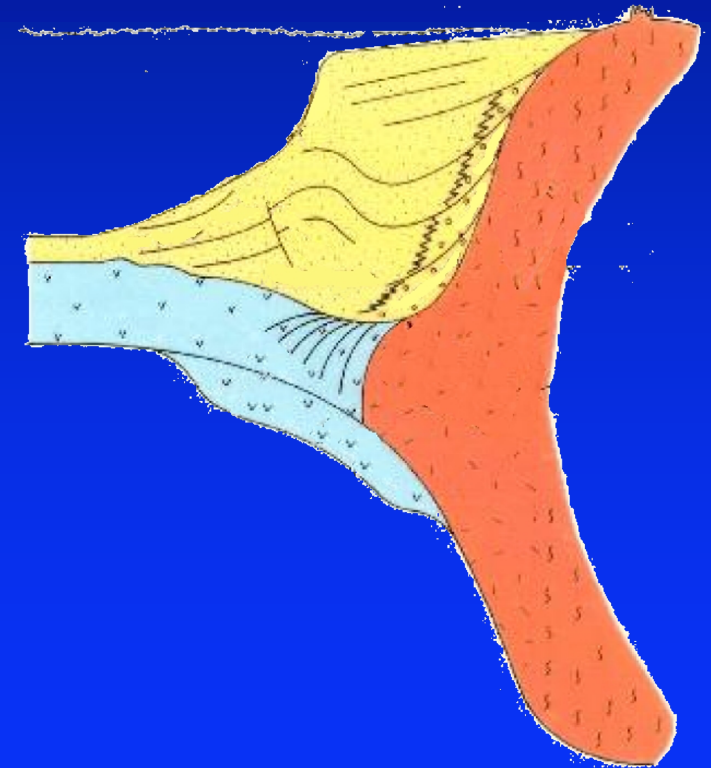
Orogenesi



Abbassamento livello del mare

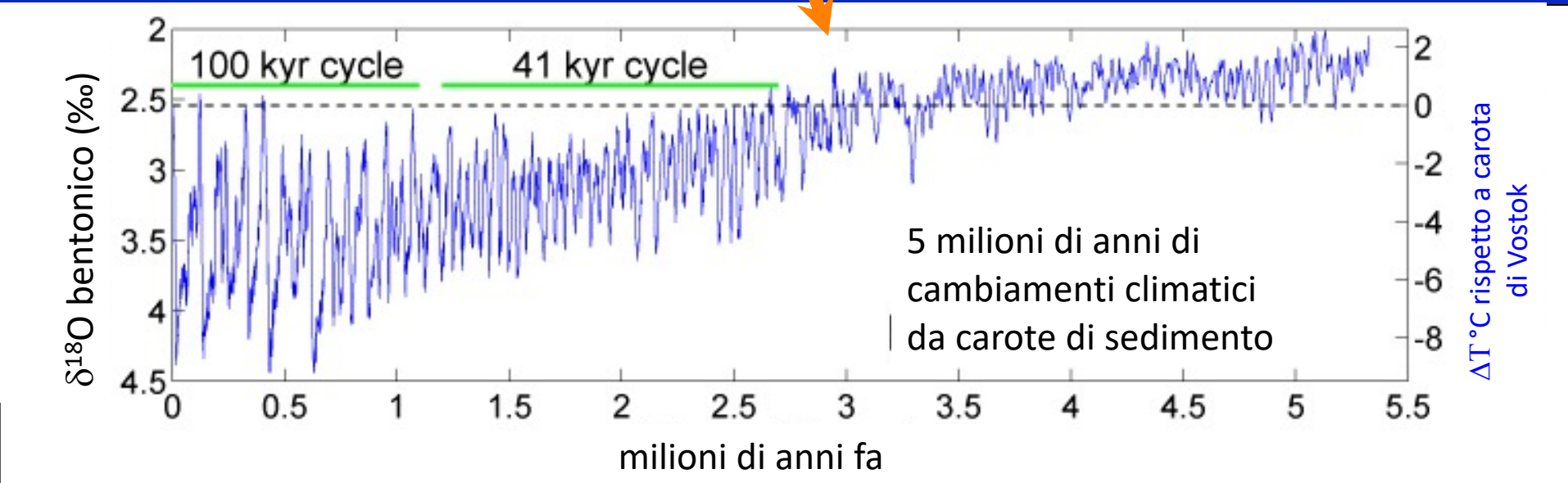


Nel Terziario il ldm è sempre stato in caduta, (ciclo di 2° ordine) ma la subsidenza dei margini, termica e da carico, ha compensato la tendenza a lungo termine con formazione di spesse sequenze sedimentarie



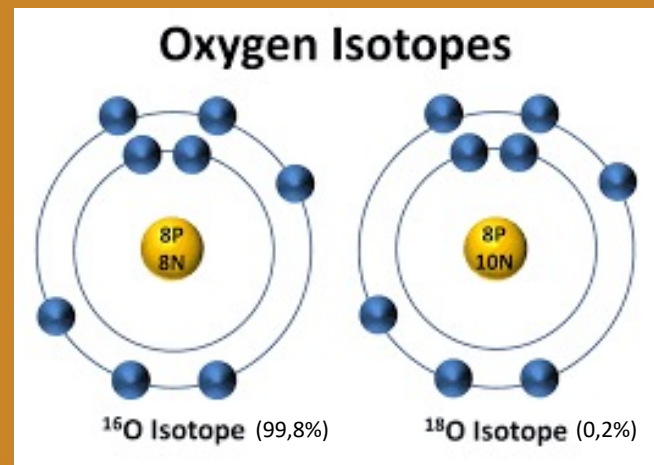


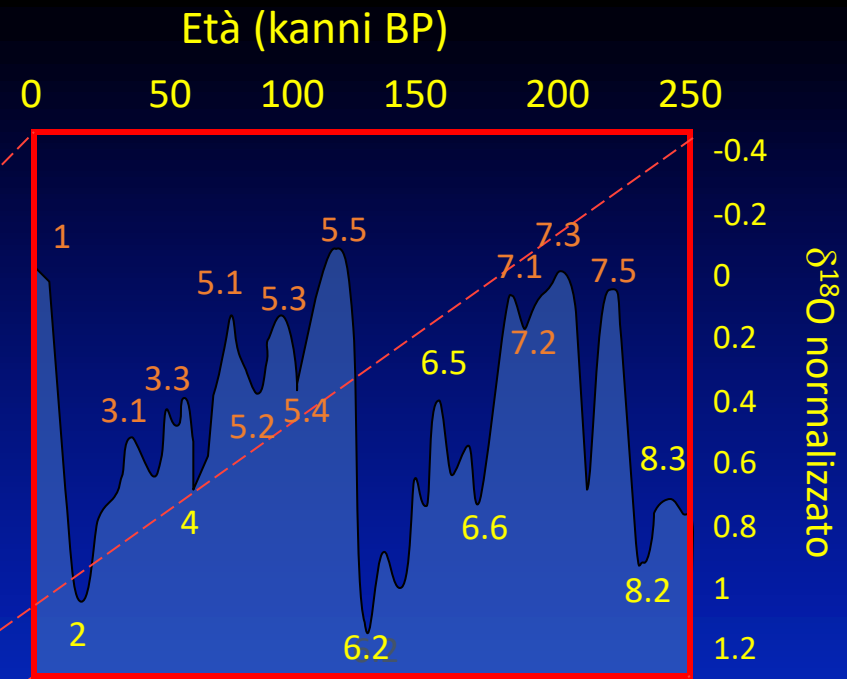
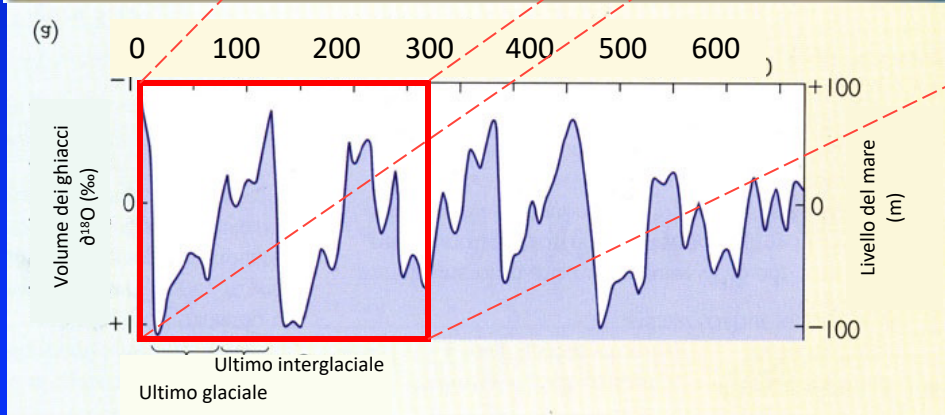
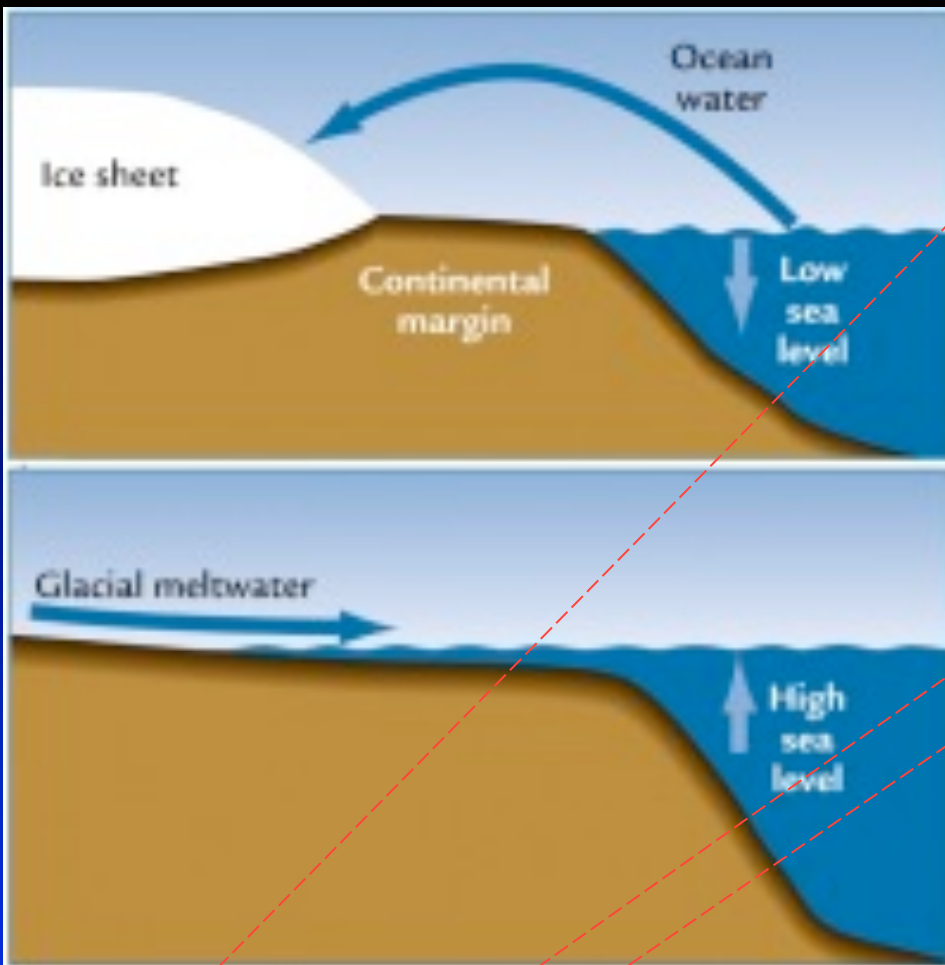
Circa 2.7 milioni di anni fa con il Quaternario, iniziano le oscillazioni milankoviane.



Distillazione isotopica di Rayleigh

come ricavare le oscillazioni del livello del mare dalla misura del rapporto $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ nel guscio dei foraminiferi bentonici





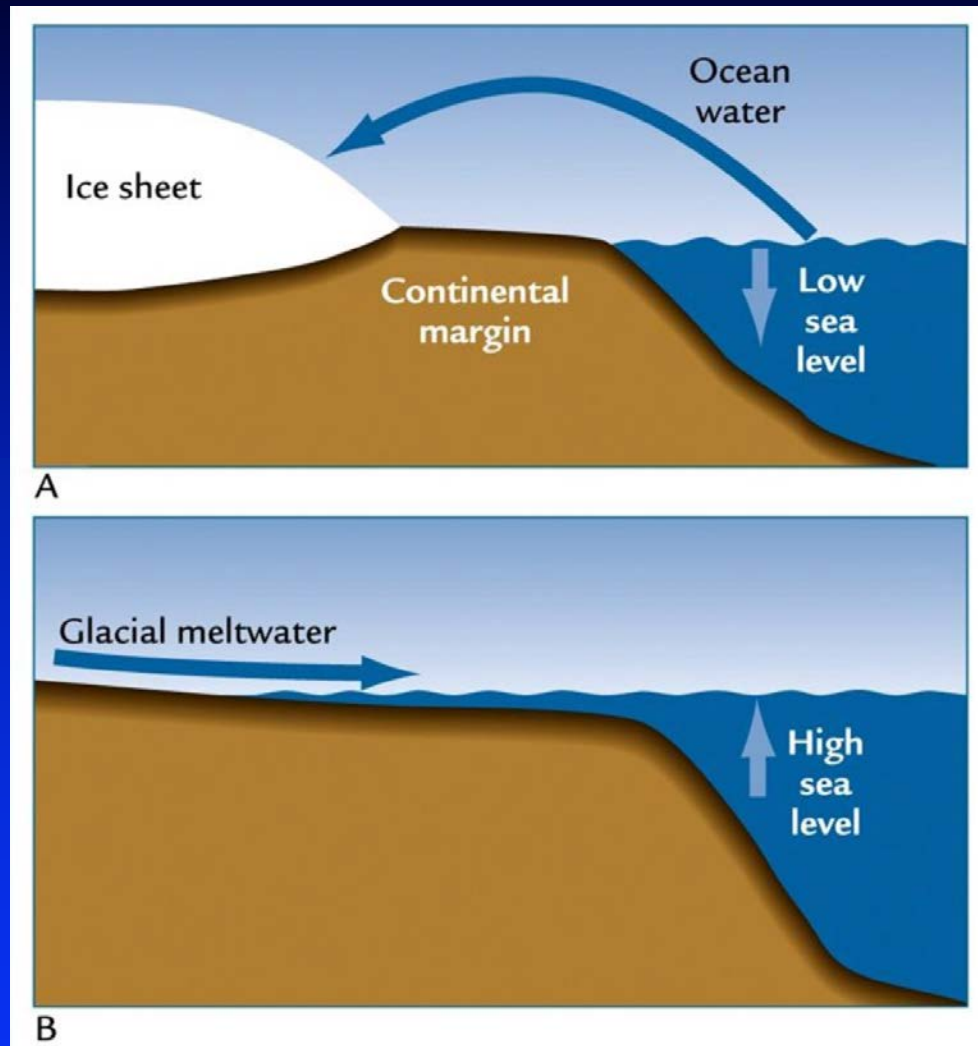
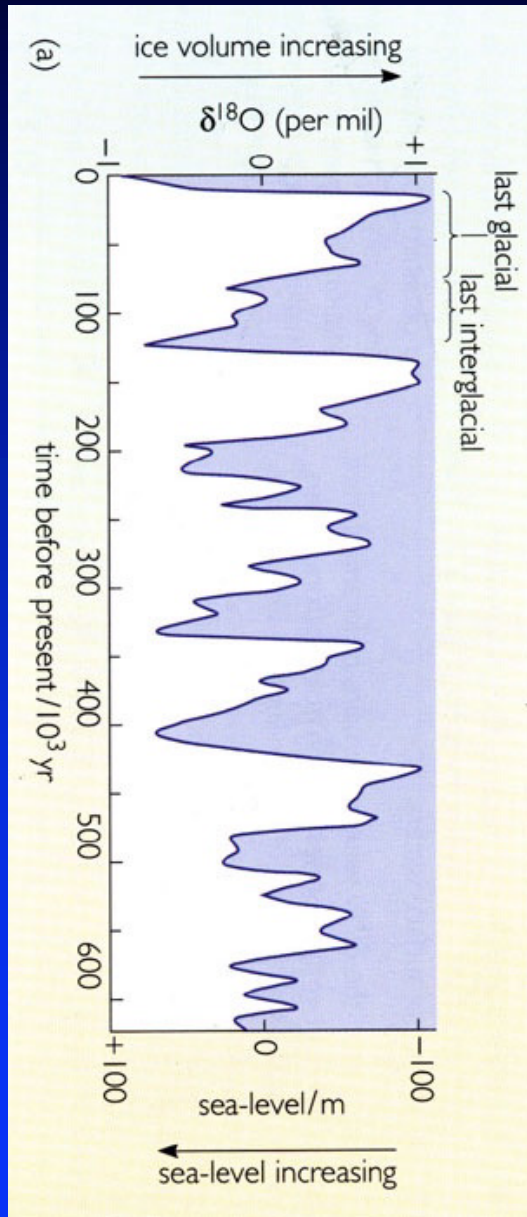
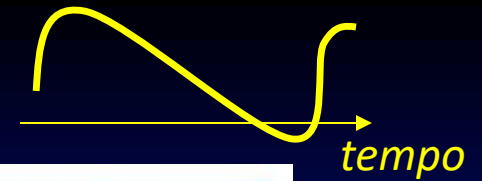
Le curve isotopiche definiscono degli STAGE o MIS (marine isotope stage).

Stage dispari indicano gli interglaciali (l'attuale è MIS1, il Tirreniano il MIS5e).

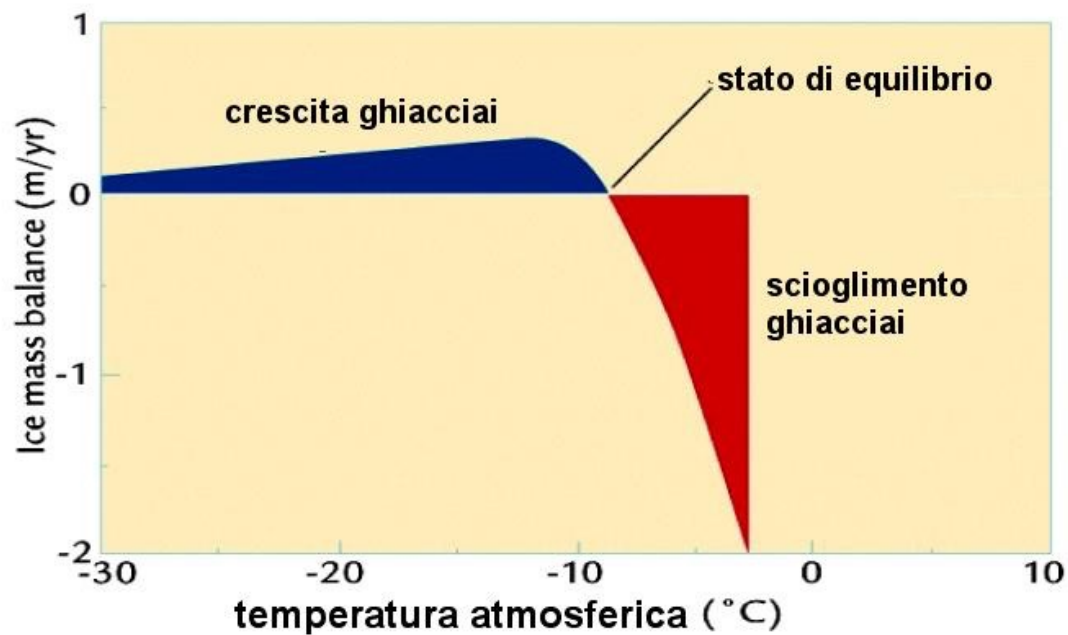
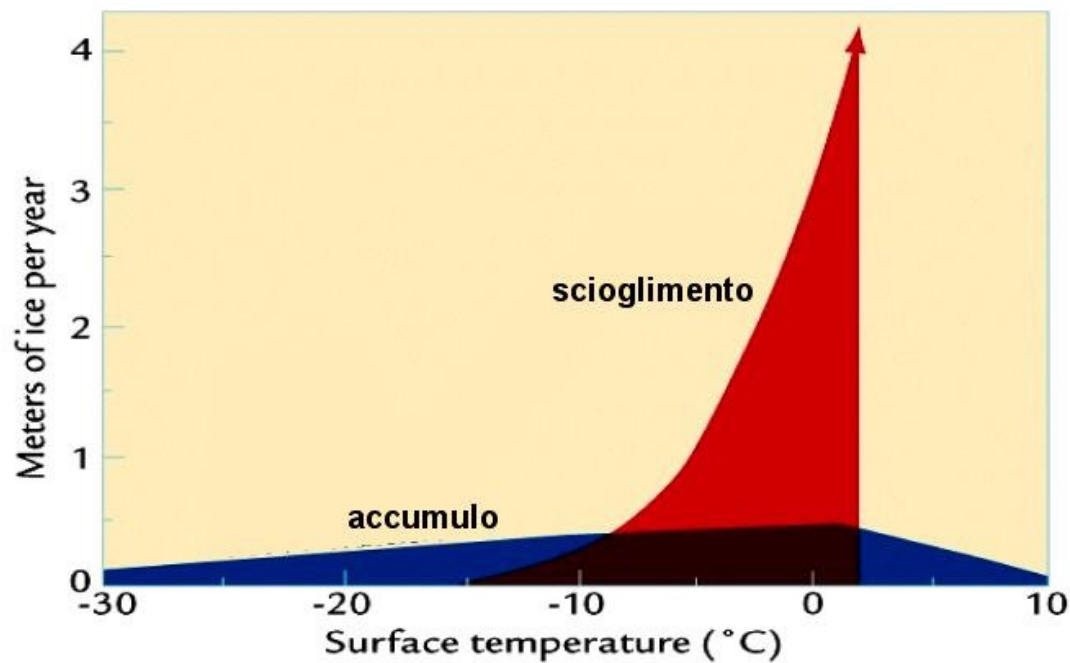
Stage pari indicano i picchi glaciali (il würmiano è il MIS2, il Riss è il MIS 6.2)

CICLI DI 4° ORDINE

Cause Climatiche (glacioeustatiche)
Lente cadute - rapide risalite



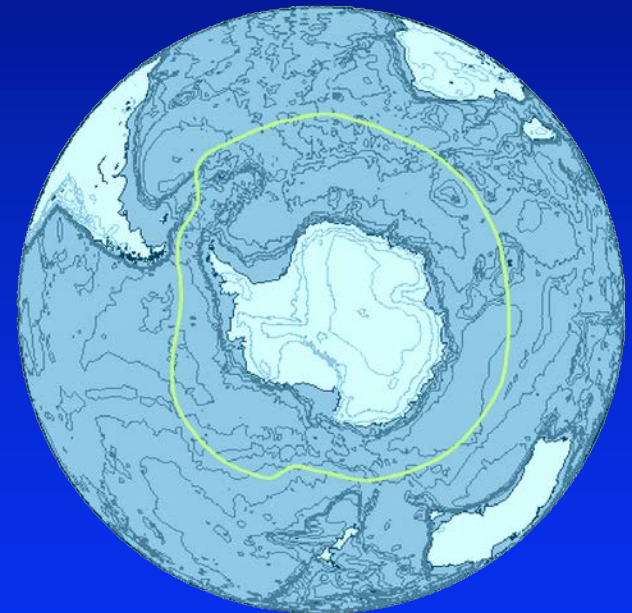
NB i cicli di 4° ordine dominano il Quaternario e la struttura più superficiale dei margini continentali



L'effetto determinante per la formazione dei ghiacci è la minima insolazione estiva che causa lo scioglimento

Infatti al diminuire della temperatura non si ha aumento dell'accumulo di ghiaccio (non c'è umidità)

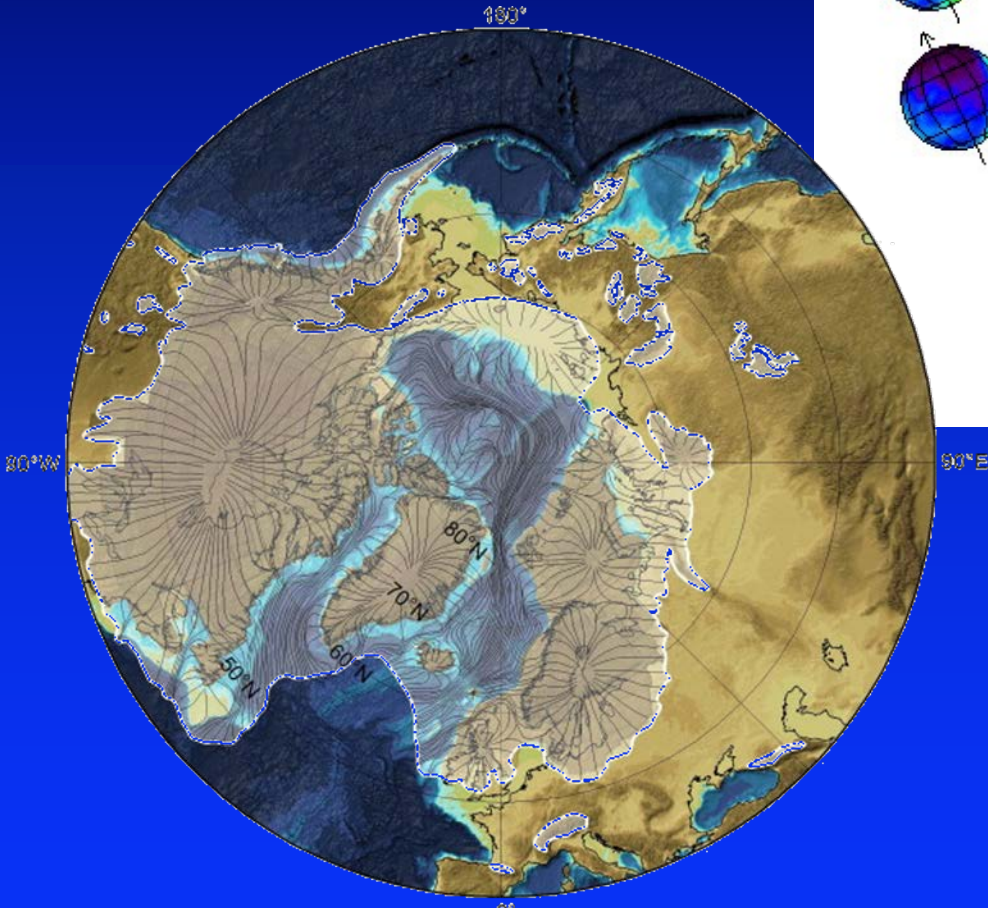
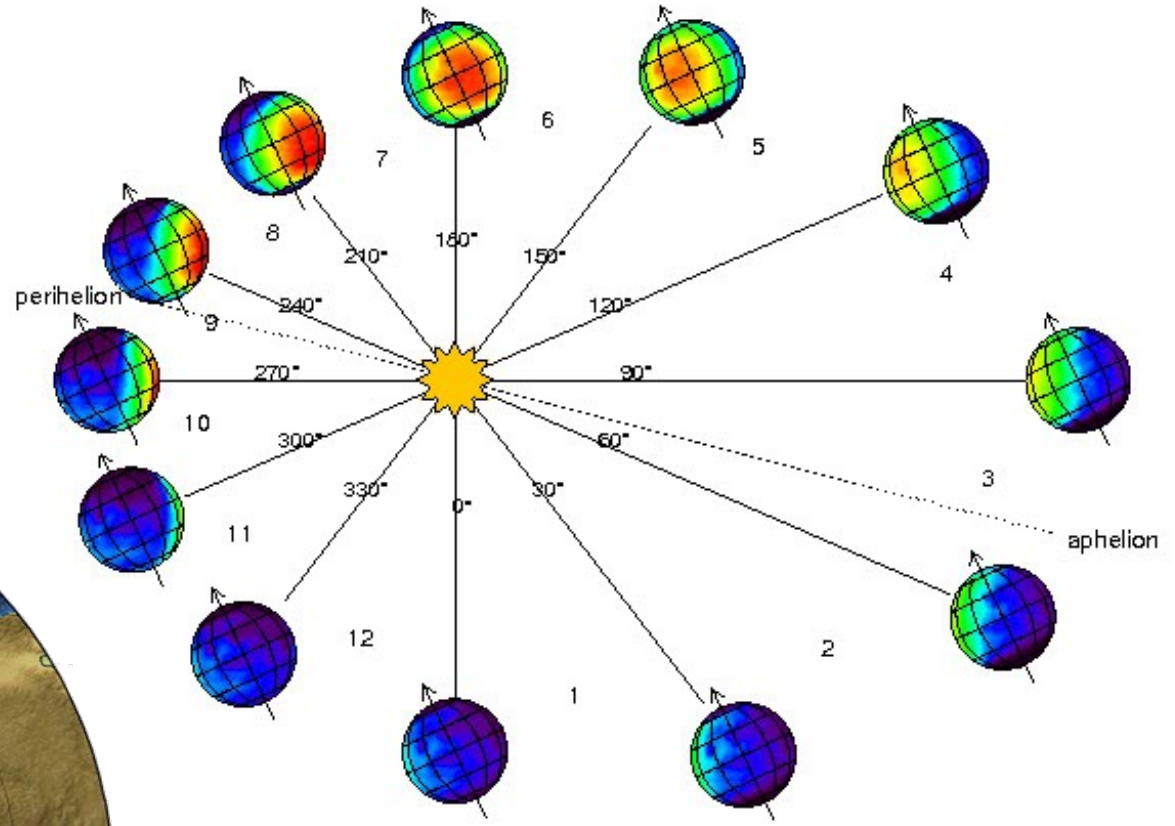
Invece se si sale al di sopra di -10° lo scioglimento aumenta enormemente

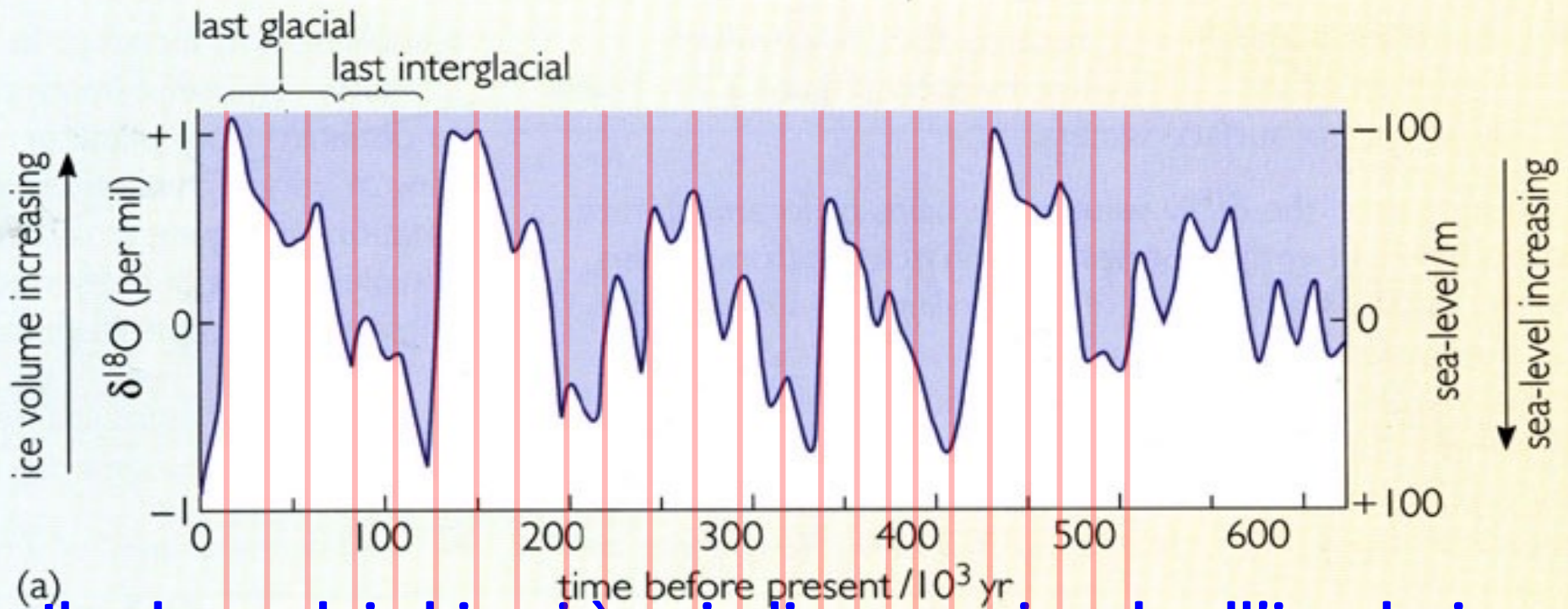


Nell'emisfero sud non ci sono masse continentali oltre l'Antartide, i ghiacciai si possono espandere solo sul mare e il pack non conta

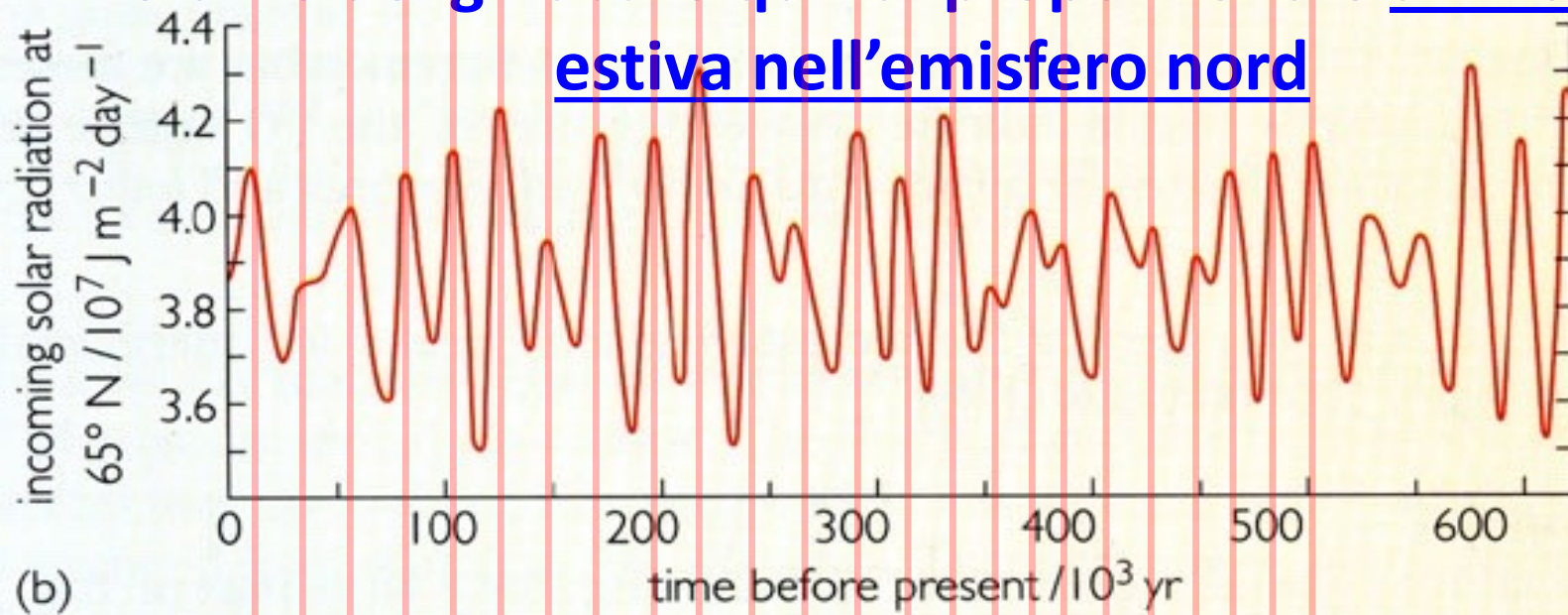
L'effetto determinante per l'eustatismo è quindi la creazione/distruzione di calotte polari nell'emisfero nord.

L'inclinazione dell'asse fa sì che un emisfero si trovi in perielio d'estate (più caldo) mentre l'altro è in afelio (estate più fresca).



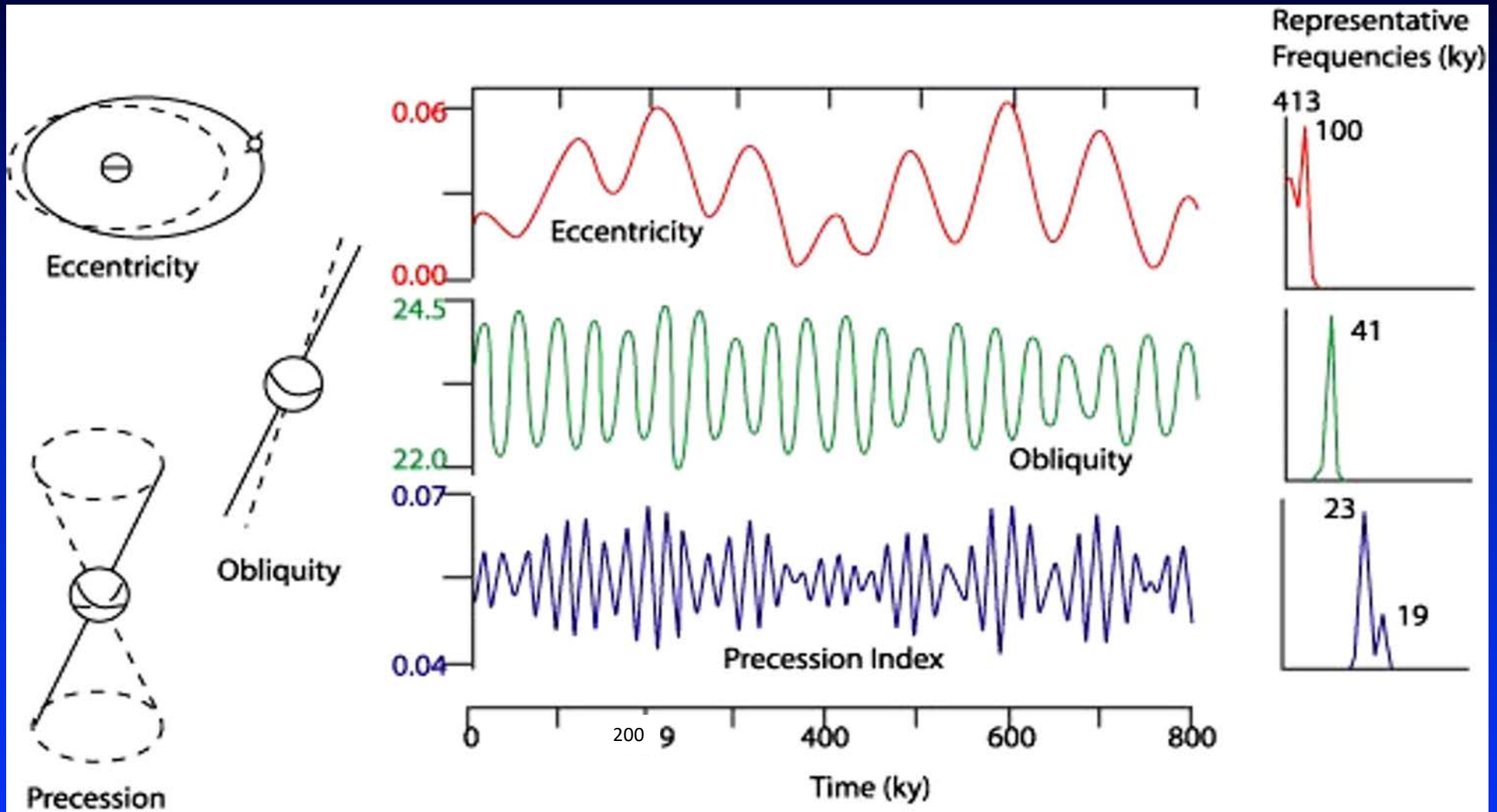


(a) **Il volume dei ghiacci è quindi proporzionale all'insolazione estiva nell'emisfero nord**

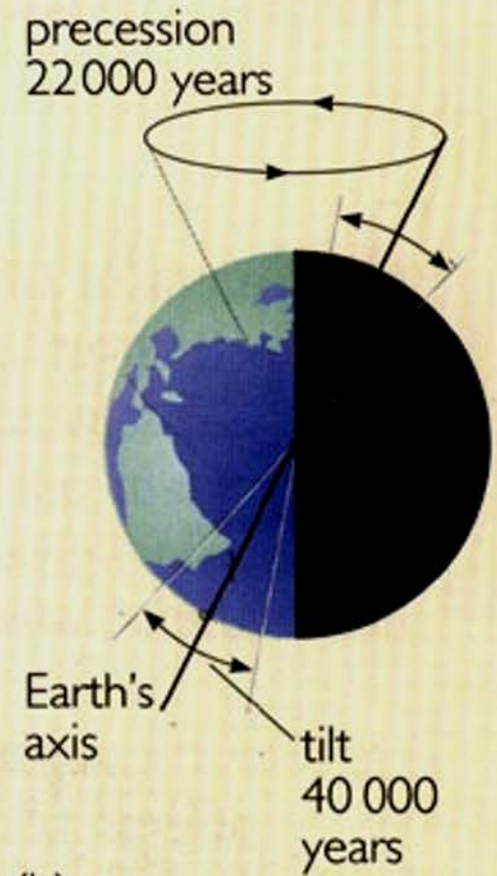
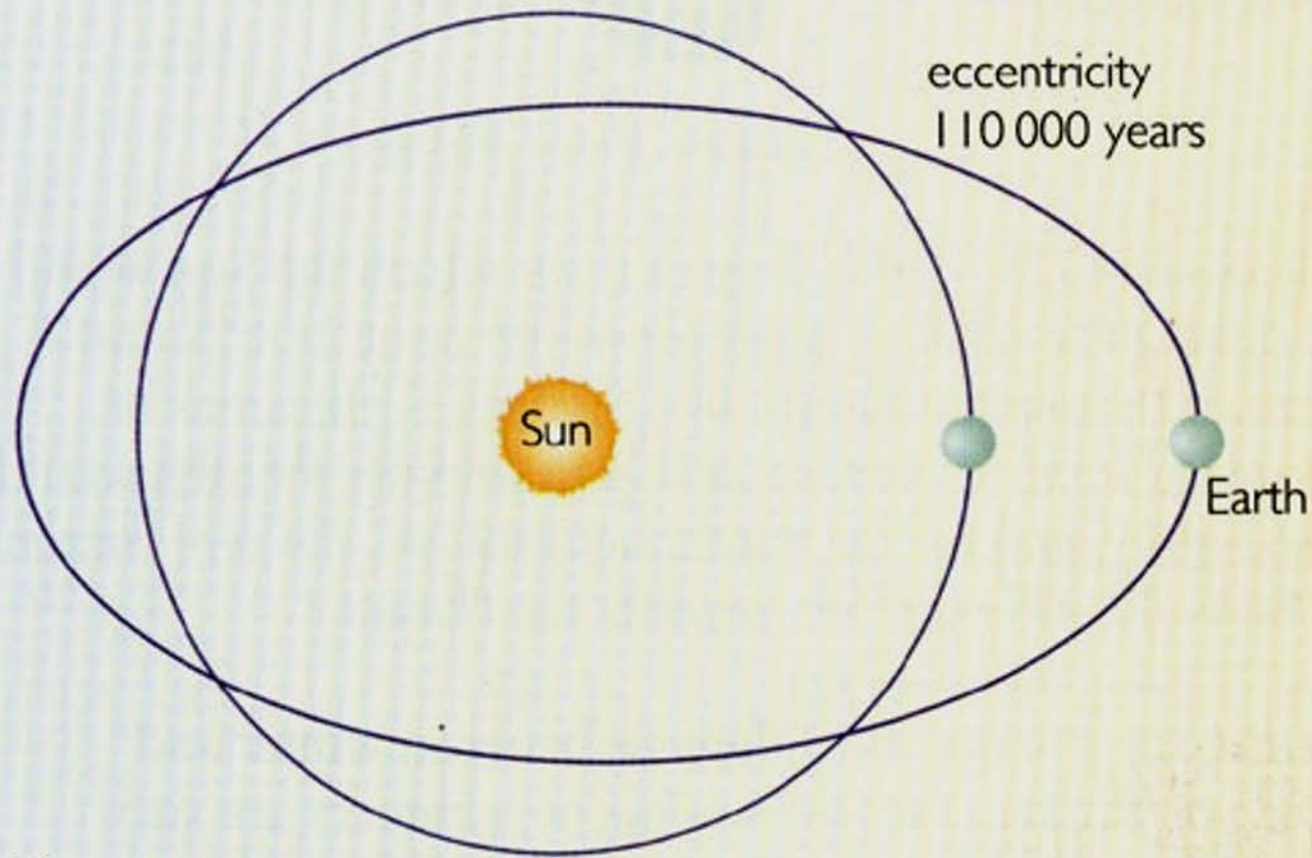


(b)

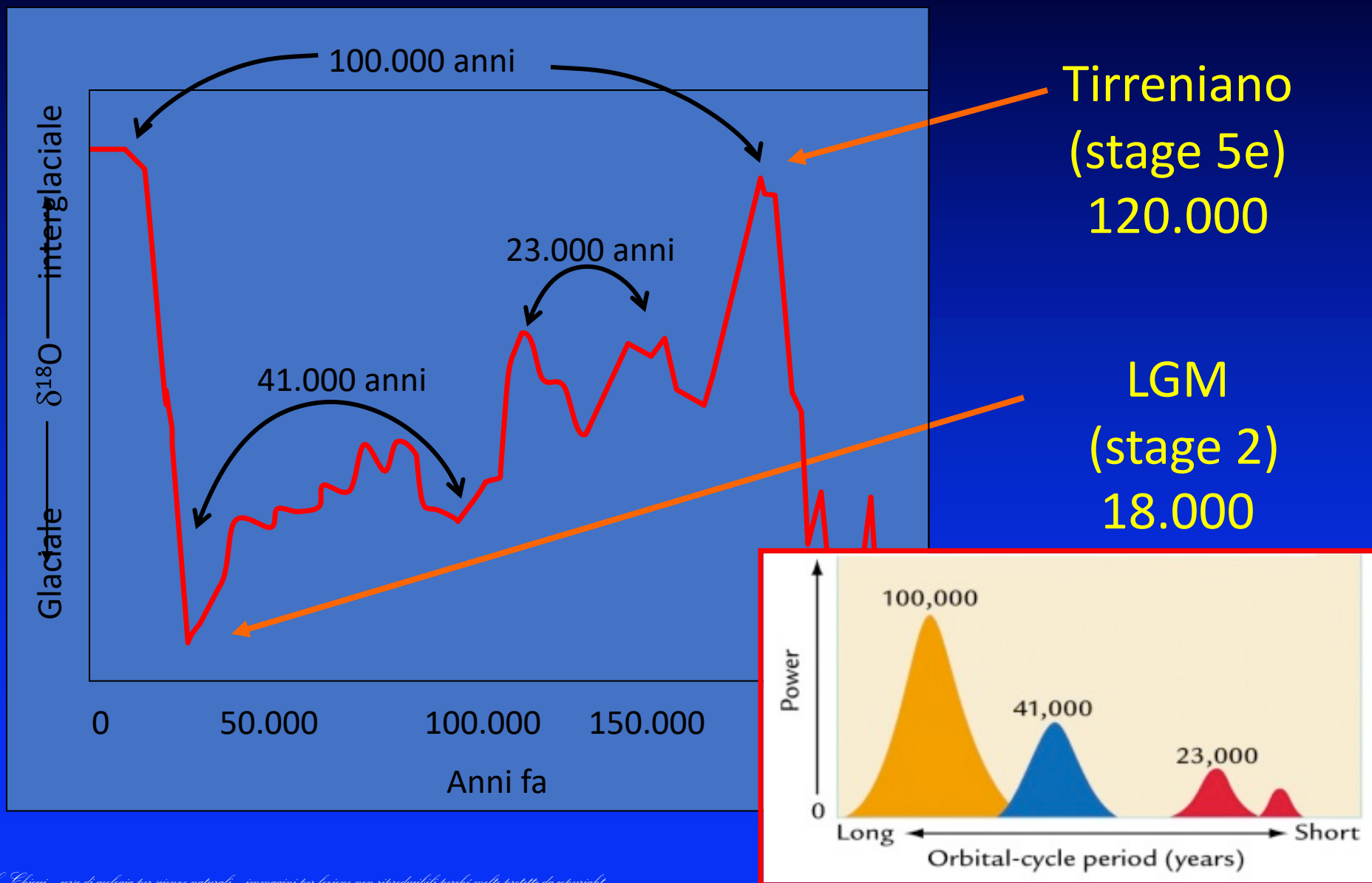
L'insolazione dipende dalla variazione dei parametri orbitali



Milankovitch Frequencies (from SEPM # 40)



Nel Quaternario si ritrovano le frequenze milanckoviane

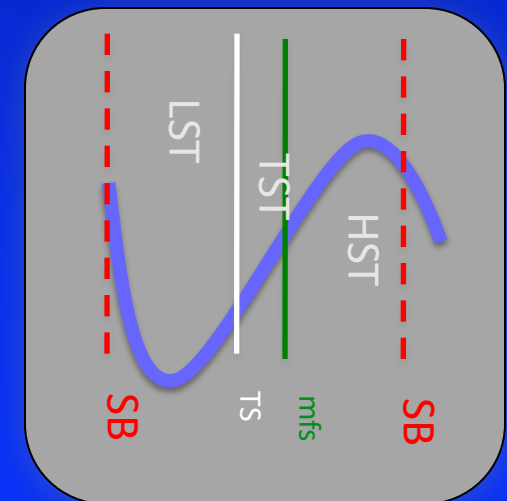
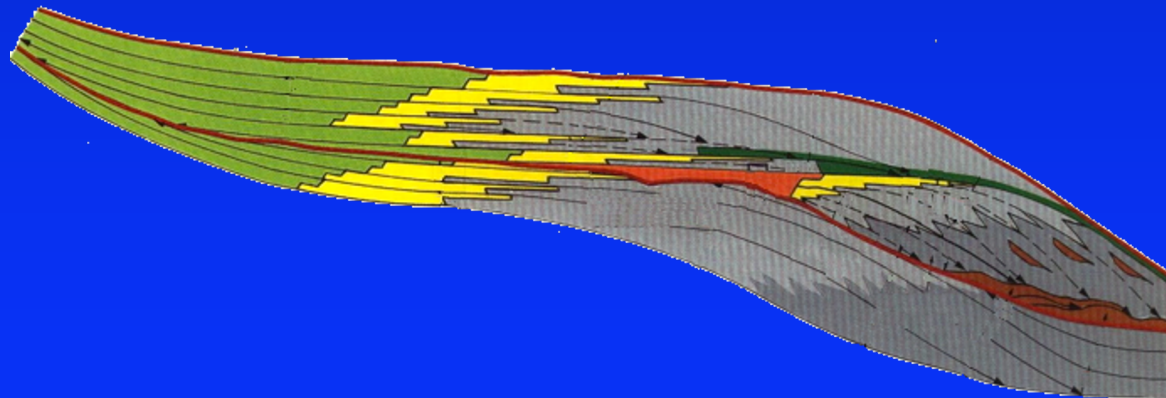


LA STRATIGRAFIA SEQUENZIALE RAPPRESENTA UN MODELLO PREDITTIVO DI EVOLUZIONE DEI MARGINI CONTINENTALI

L'unità di base è la **SEQUENZA DEPOSIZIONALE**, un "insieme di strati geneticamente correlati delimitati al tetto e al letto da superfici di inconformità o da superfici di conformità ad esse correlate"

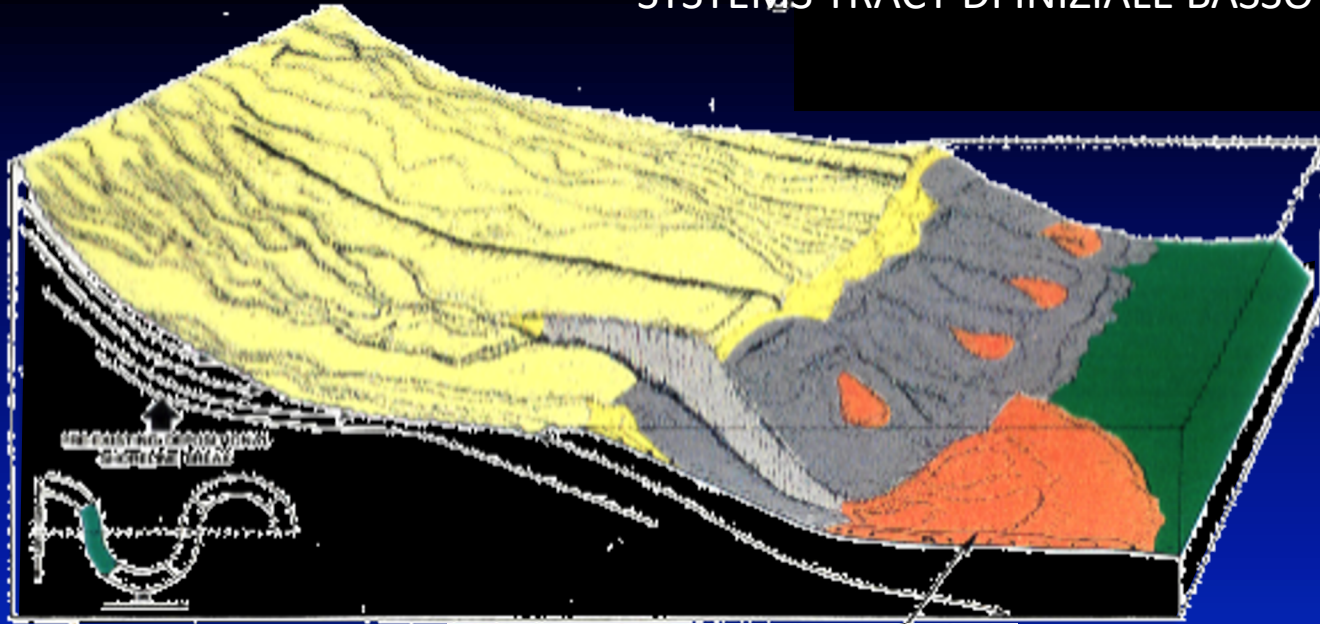
La sequenza deposizionale si suddivide in **SYSTEMS TRACT**, gruppi di sistemi deposizionali formati nello stesso contesto evolutivo (caduta, risalita, stazionamento) del livello del mare relativo.

Le superfici che delimitano i systems tract hanno significato cronostratigrafico



SYSTEMS TRACT DI INIZIALE BASSO STAZIONAMENTO

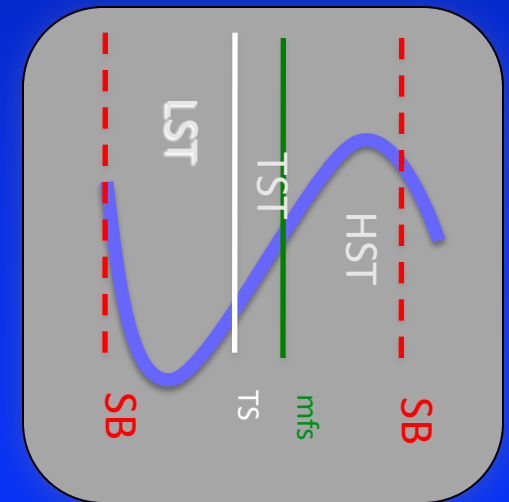
(early lowstand systems tract)



Tassi di caduta superiori ai tassi di subsidenza

Livello del mare oltre il margine della piattaforma

Paleoalvei in piattaforma, delta al ciglio, fan nel bacino



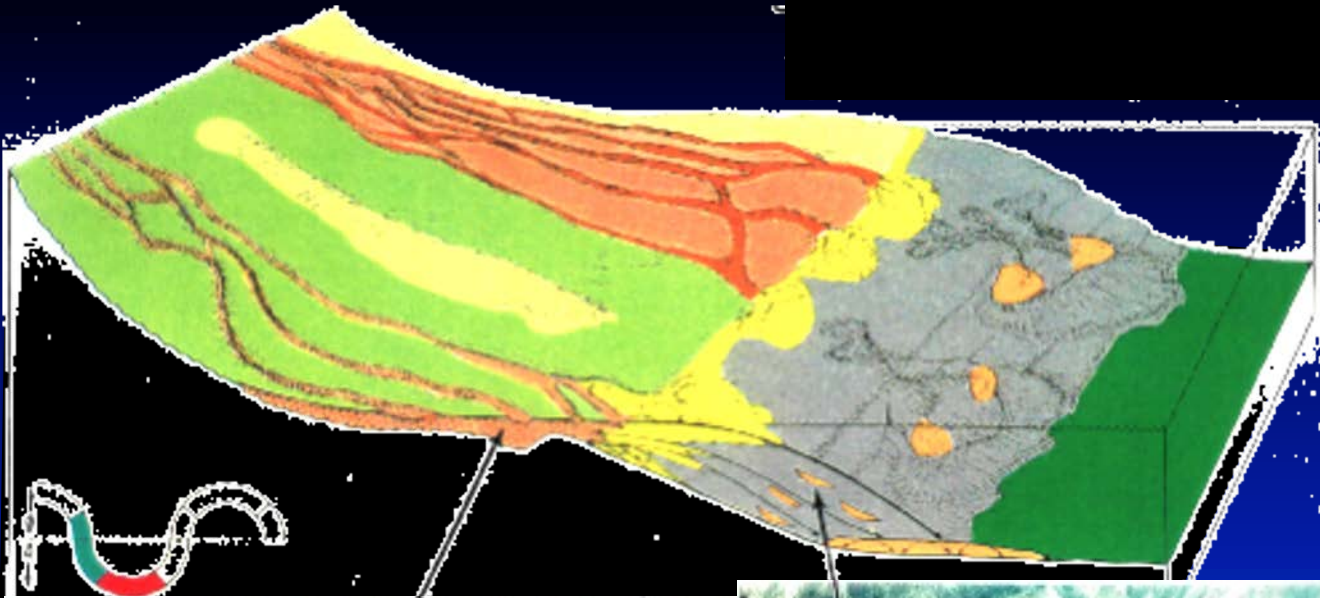
SYSTEMS TRACT DI TARDO BASSO STAZIONAMENTO

(late lowstand systems tract)

Tassi di caduta decrescono, si annullano, risalgono leggermente

Torbiditi sulla scarpata (fangose) e non più nel bacino (sabbiose)

Riempimento dei paleovali in piattaforma



Arenarie di riempimento di paleovalli in arenarie fangose, Wyoming



Torbiditi fangose di cuneo progradante, Pirenei, Spagna



SYSTEMS TRACT TRASGRESSIVO

(transgressive systems tract)

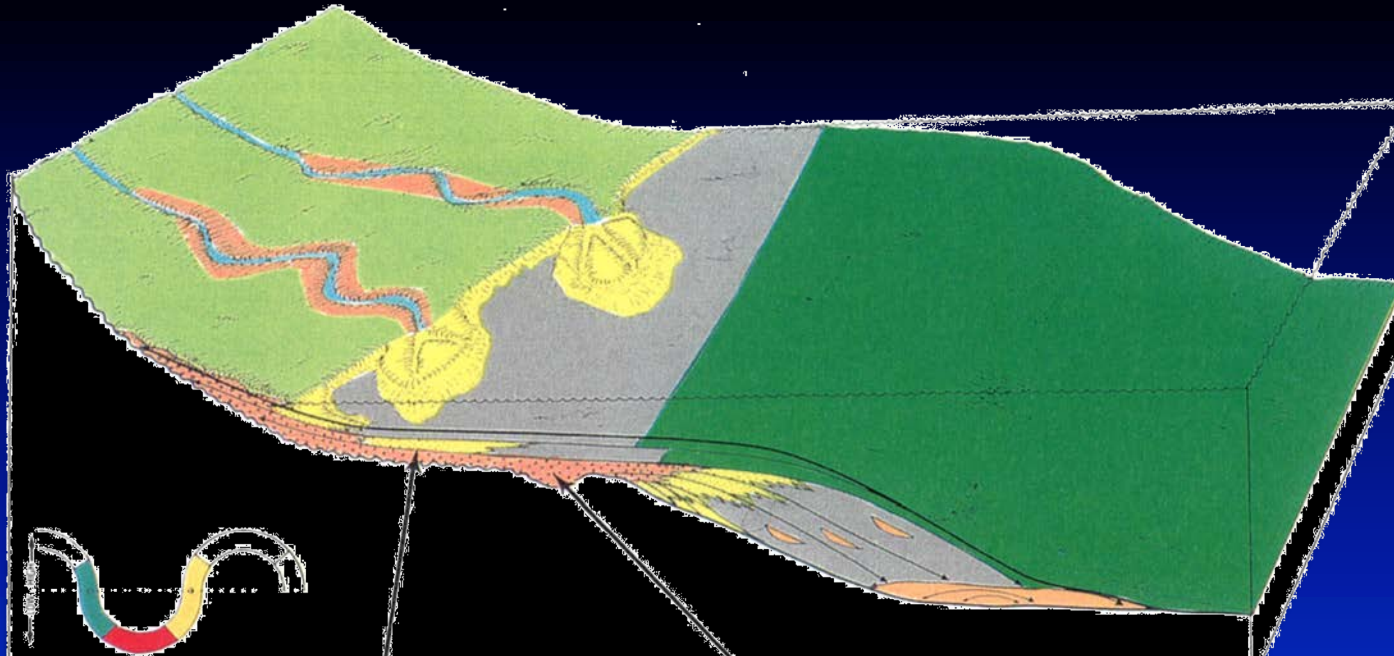
Tassi di risalita raggiungono il massimo

Tassi di sedimentazione raramente superiori a tassi di risalita

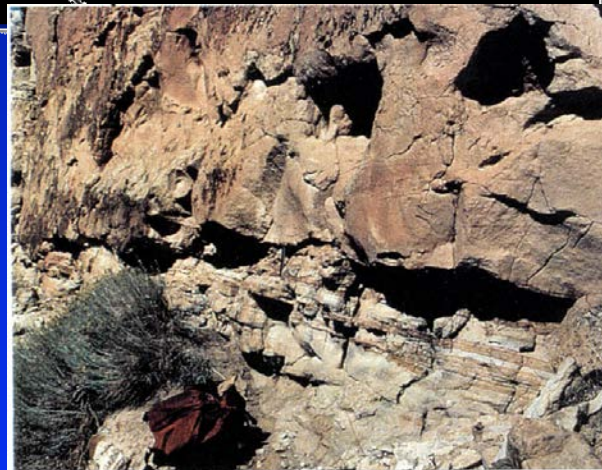
Scarsa sedimentazione (serie condensate) in scarpata e bacino

Sistemi fluviali meandricano per innalzamento livello di base, valli incise diventano lagune costiere

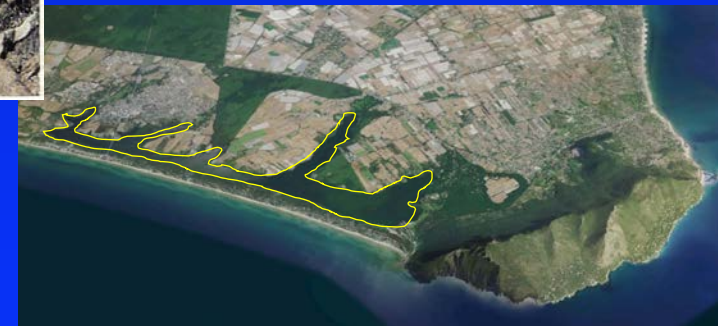
Un esempio di paesaggio trasgressivo è la pianura pontina dove la mancanza di apporti non permette all'HST di progredire



Set di parasequenze retrogradazionali, Wyoming



Riempimento di valle incisa, Wyoming



Francesco I. Chiocci - corso di geologia per scienze naturali - immagini per lezione non riproducibili senza permesso da copyright

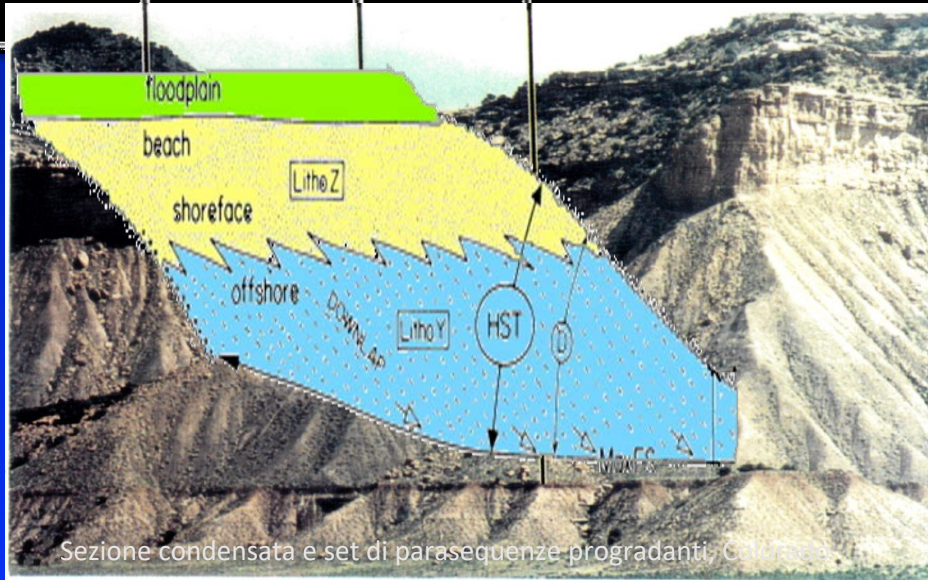
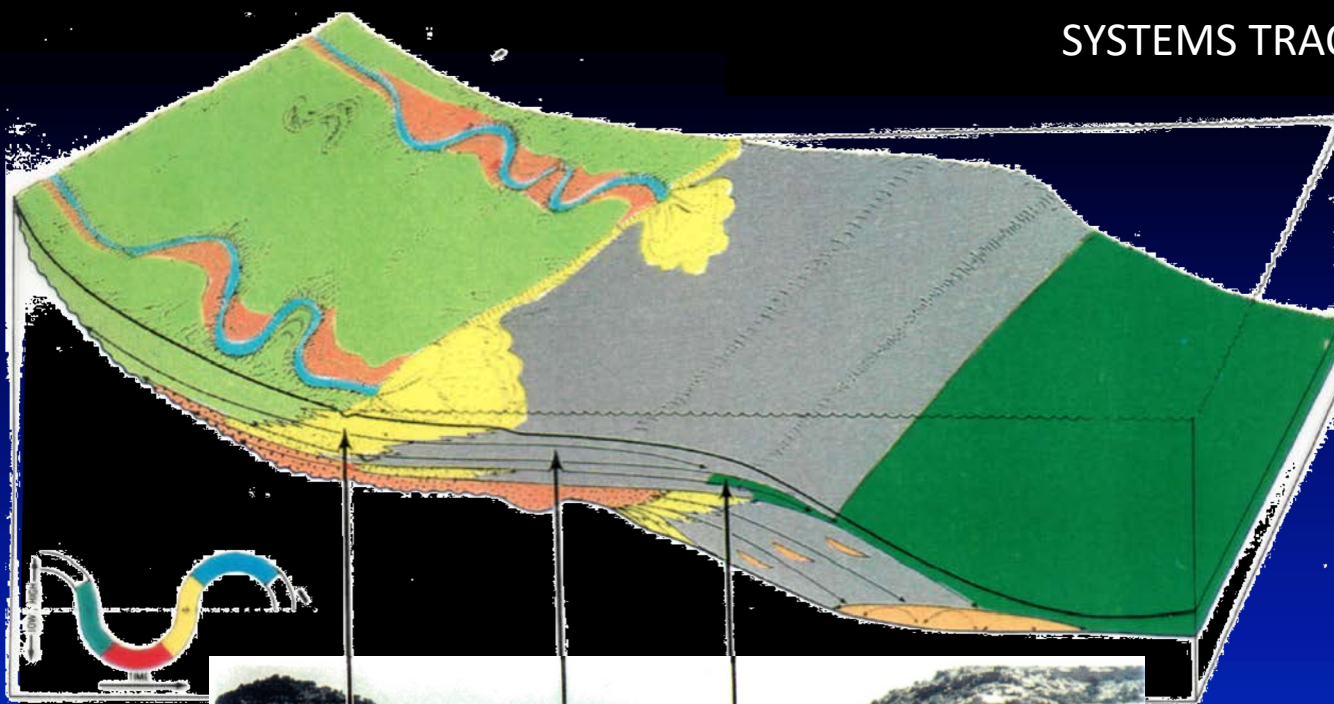
SYSTEMS TRACT DI ALTO STAZIONAMENTO

(highstand systems tract)

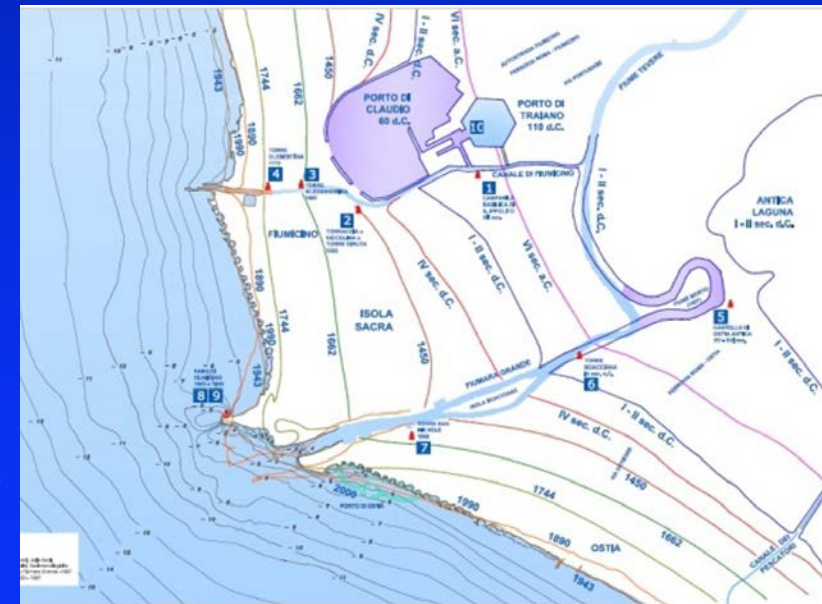
Tassi di risalita raggiungono il minimo e iniziano a invertirsi

I tassi di deposizione maggiori della creazione di accommodation causano progradazione

Le serie condensate vengono ricoperte in downlap



Un esempio di highstand regressivo è il delta del Tevere dove gli apporti, una volta che il livello del mare si è stabilizzato, hanno provocato l'avanzata della linea di riva

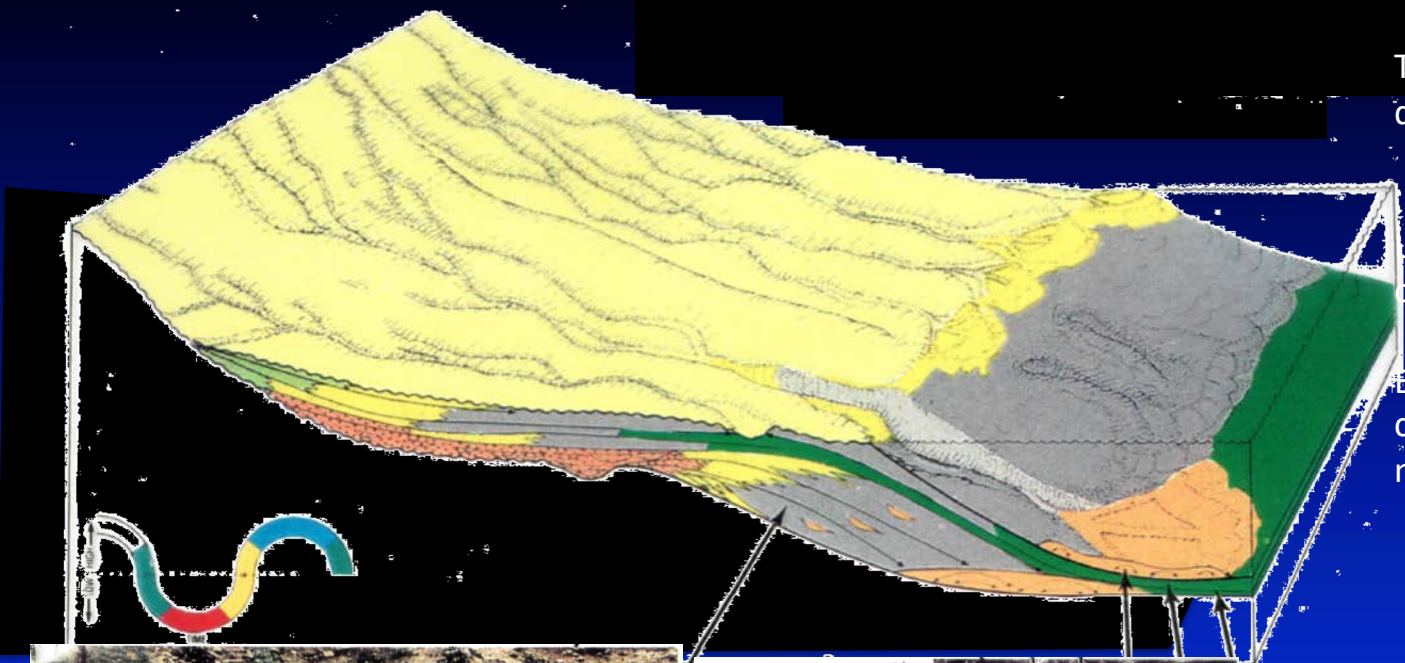


FORMAZIONE DEL LIMITE DI SEQUENZA RE-INIZIO SYSTEMS TRACT DI BASSO STAZIONAMENTO

Tassi di caduta eccedono i tassi di subsidenza

livello del mare oltre il ciglio della piattaforma

Erosione in piattaforma, canyon sulla scarpata, conoidi nel bacino



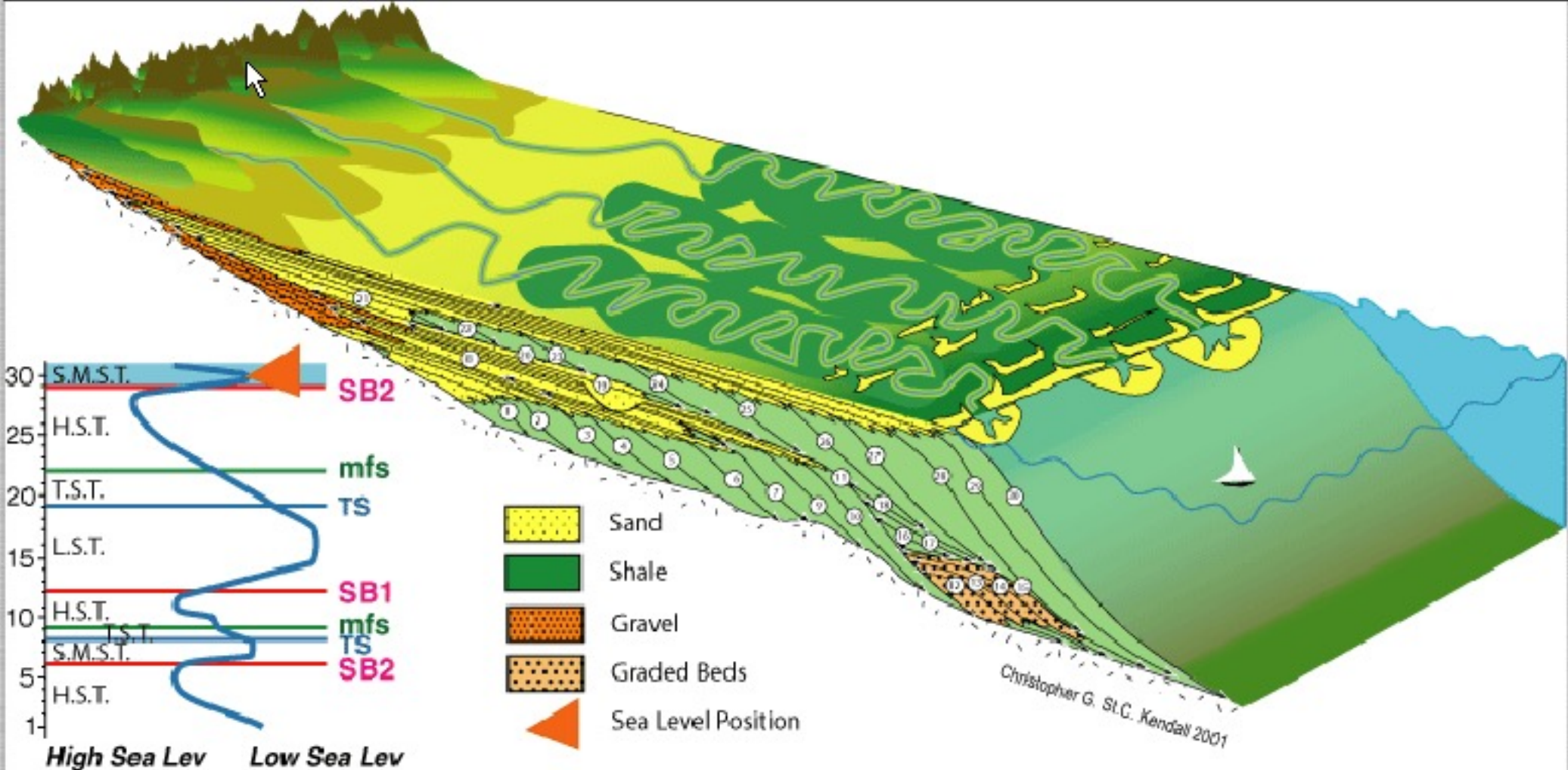
Arenarie torbitiche di scarpata, California



Torbiditi di conoide, a contatto con turbiditi di scarpata, California



Un esempio di morfologia dovuta a caduta del livello del mare è il Golfo di Botnia (Scandinavia) dove lo scioglimento dei ghiacci ha alleggerito la crosta che isostaticamente risale, causando una caduta del livello del mare relativo



La stratigrafia sequenziale rappresenta uno strumento potente per avere una terminologia e dei concetti unificanti nella ricostruzione dei margini continentali.