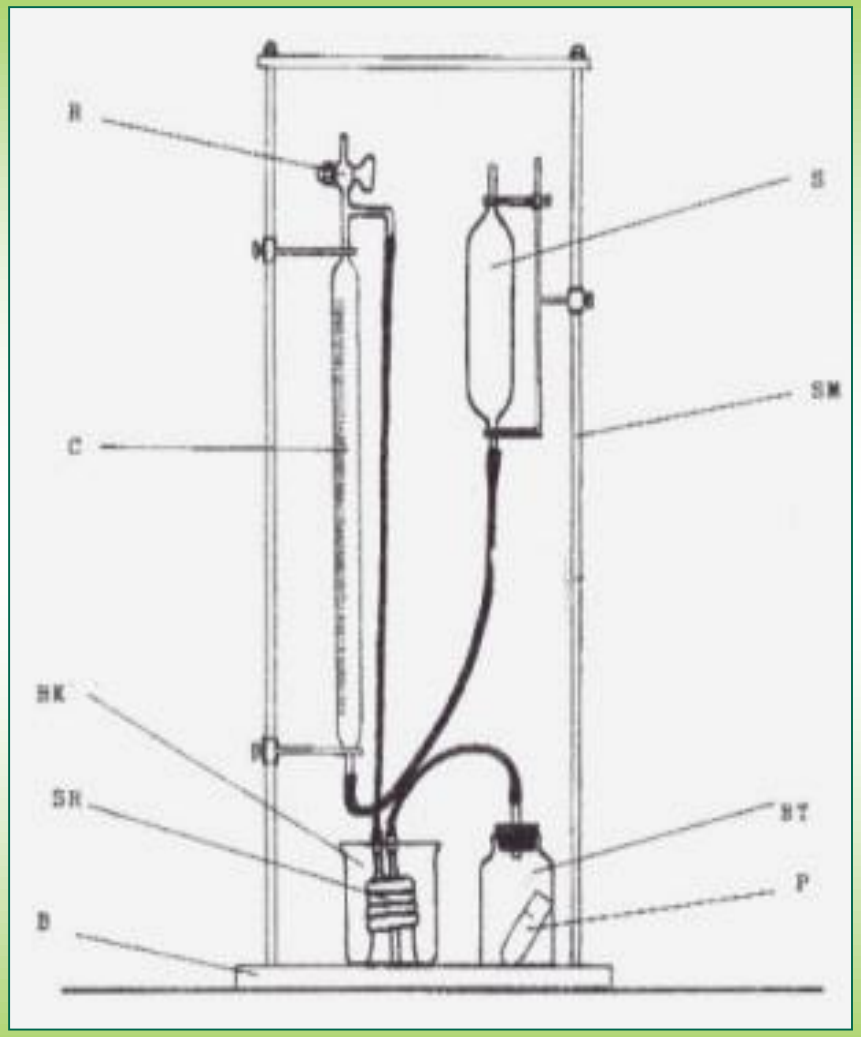
Rocce carbonatiche

Rocce carbonatiche (CaCO3 > 50 %) [1]

- Rappresentano il 15-20 % delle rocce sedimentarie
- **Sono connesse con la biosfera -> contenuto in *fossili* FONDAMENTALI per la definizione delle successioni stratigrafiche (*età relative delle rocce*), ma anche per definire i *paleoambienti***
- genesi e deposizione locali (non c'è trasporto)
- Subiscono diagenesi precoce e intensa
- sono rocce che hanno meccanismi di formazione diversi (clastiche, precipitazione chimica e **biochimica**)

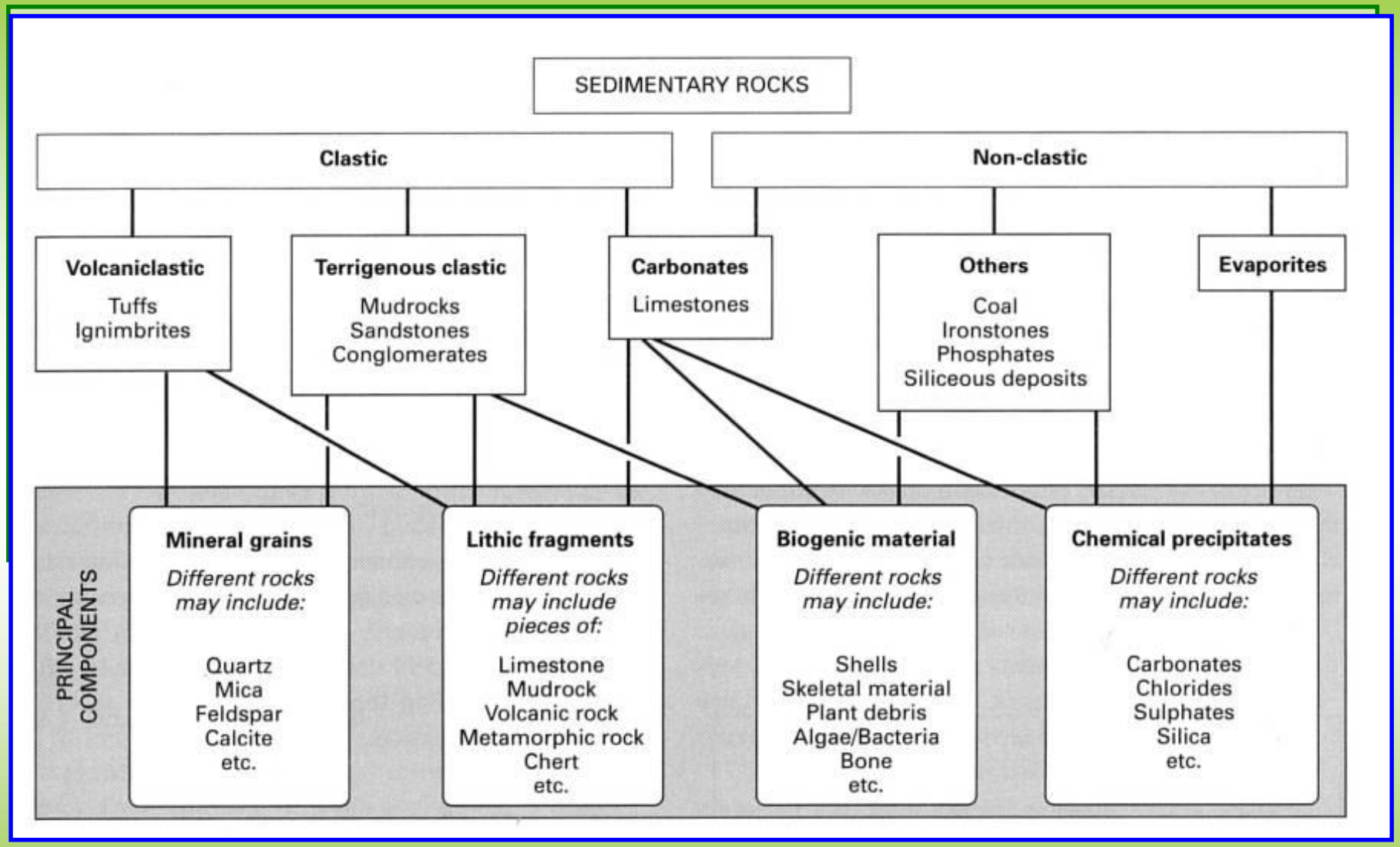
[1] si usa il calcimetro: si attacca il $CaCO_3$ con HCl in eccesso e si misura la CO_2 svolta

CALCIMETRO



- Meno di grammo di campione in polvere
- Circa 10 cc di HCl al 17 % (in eccesso)
- Tenere sotto controllo la temperatura
- $CaCO_3 + HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$
- Si sviluppa CO_2, se ne misura il volume
- Legge dei gas PV=nRT
- Dal volume di CO_2 si calcola la % di $CaCO_3$ del campione

Tipi di r. carbonatiche



Mineralogia dei carbonati

- ***Calcite***: trigonale ($CaCO_3$)
- ***Aragonite***: rombica, ma **metastabile.** Ambiente metamorfico di basso grado, ma anche speleotemi, organismi
- ***Mg calcite***: anche se Ca ed Mg hanno differenti raggio ionici, si forma calcite con il 12-17 moli % di $MgCO_3$, ma è **metastabile**
- ***Dolomite***: diversa composizione chimica : $Ca(Mg, Fe)(CO_3)_2$. Struttura cristallina molto complessa e ordinata: tempi di cristallizzazione lunghissimi. Roccia di genesi secondaria

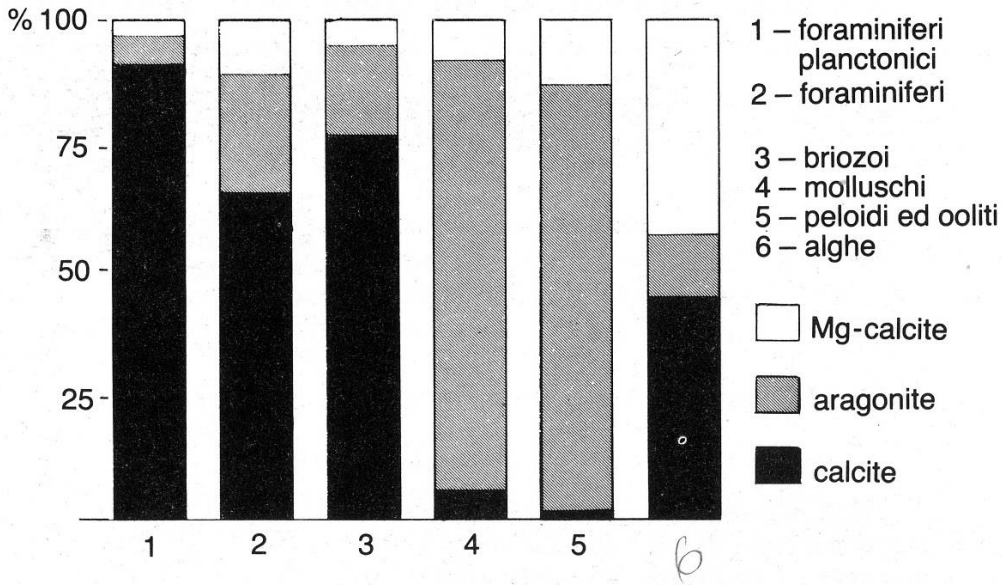
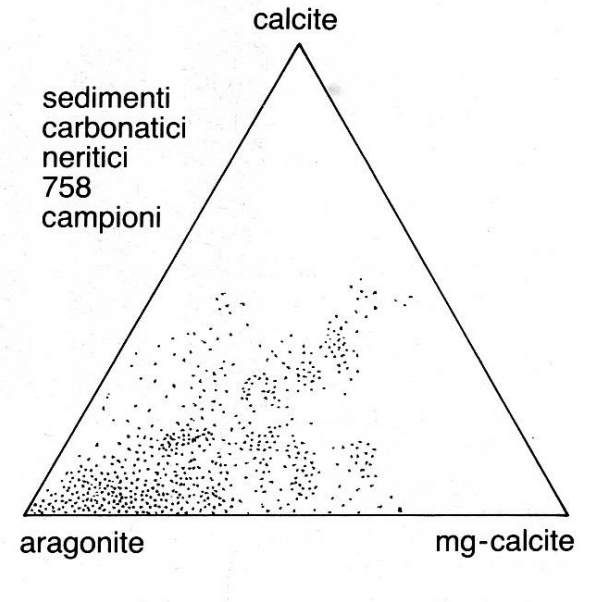


Fig. 4.3 – Composizione mineralogica media di sedimenti carbonatici contenenti più del 50% del costituente nominato. Si vede chiaramente che la composizione dipende dalla tassonomia e dal tipo di sedimento: molluschi ed ooliti sono prevalentemente aragonitici, le alghe hanno un alto contenuto di Mg–calcite, i foraniferi planctonici sono quasi esclusivamente calcitici. (Da Pilkey e Blackwelder, 1968.)

Alcuni organismi si creano gusci o esoscheletri in forme metastabili che durante la diagenesi si trasformano in calcite

Neritico: di piattaforma



R. Carbonatiche bioclastiche: fondamentali per il contenuto in fossili, modalità di datazione *relativa* delle rocce

- ***Ma anche, più recentemente indicatori di paleoclima*** attraverso la geochimica isotopica (isotopi stabili). L'ossigeno ha 3 isotopi: 16 (99.76 %); 18 (0.20 %) e 17 (0.04 %)
- In un **carbonato marino** ($CaCO_3$**)** il rapporto $^{18}O/^{16}O$ è legato al rapporto $^{18}O/^{16}O$ nell'acqua marina
- varia con la tassonomia dell'organismo
- ***E' funzione sia della temperatura dell'acqua sia, soprattutto del rapporto acqua dolce (calotte glaciali) / acqua salata. Quindi è un importante indicatore di paleoclima***

Ulteriore divisione delle r. carbonatiche biochimiche (o bioclastiche)

- **Carbonati biocostruiti: accresciuti in situ**: scogliere coralline marginali, atolli, (coralli, briozoi, stromatoliti). → le Dolomiti
- Carb. a **tessitura particellare** ovvero formati da grani di varia natura (ma prevalgono i granuli organici) e dimensione. Formano un'impalcatura granulare e porosa. Oltre ai **grani** anche **matrice** di fango calcareo

I processi diagenetici aggiungono a questi componenti anche cemento, calcareo pure lui !

Piattaforme e atolli

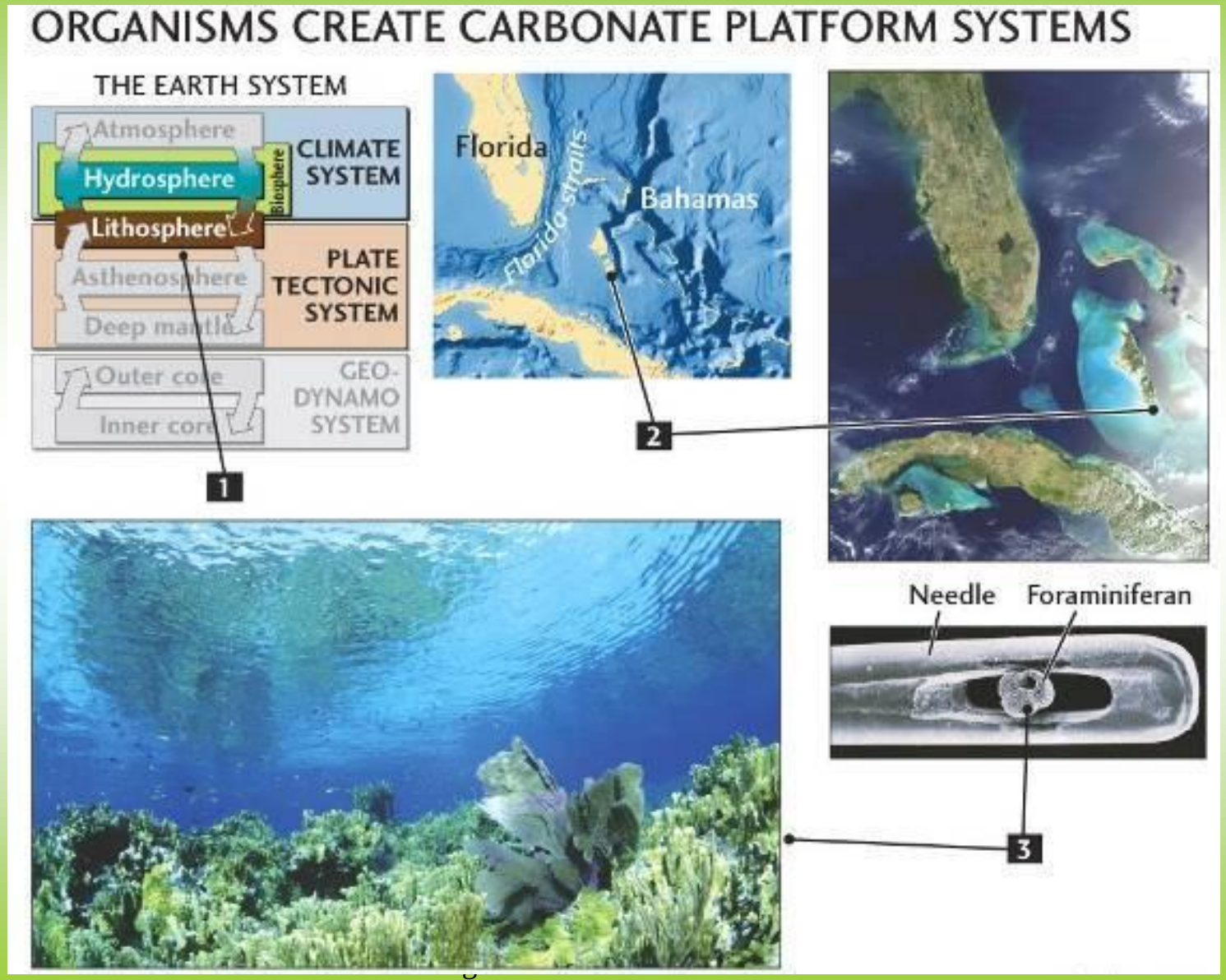
Bahamas,

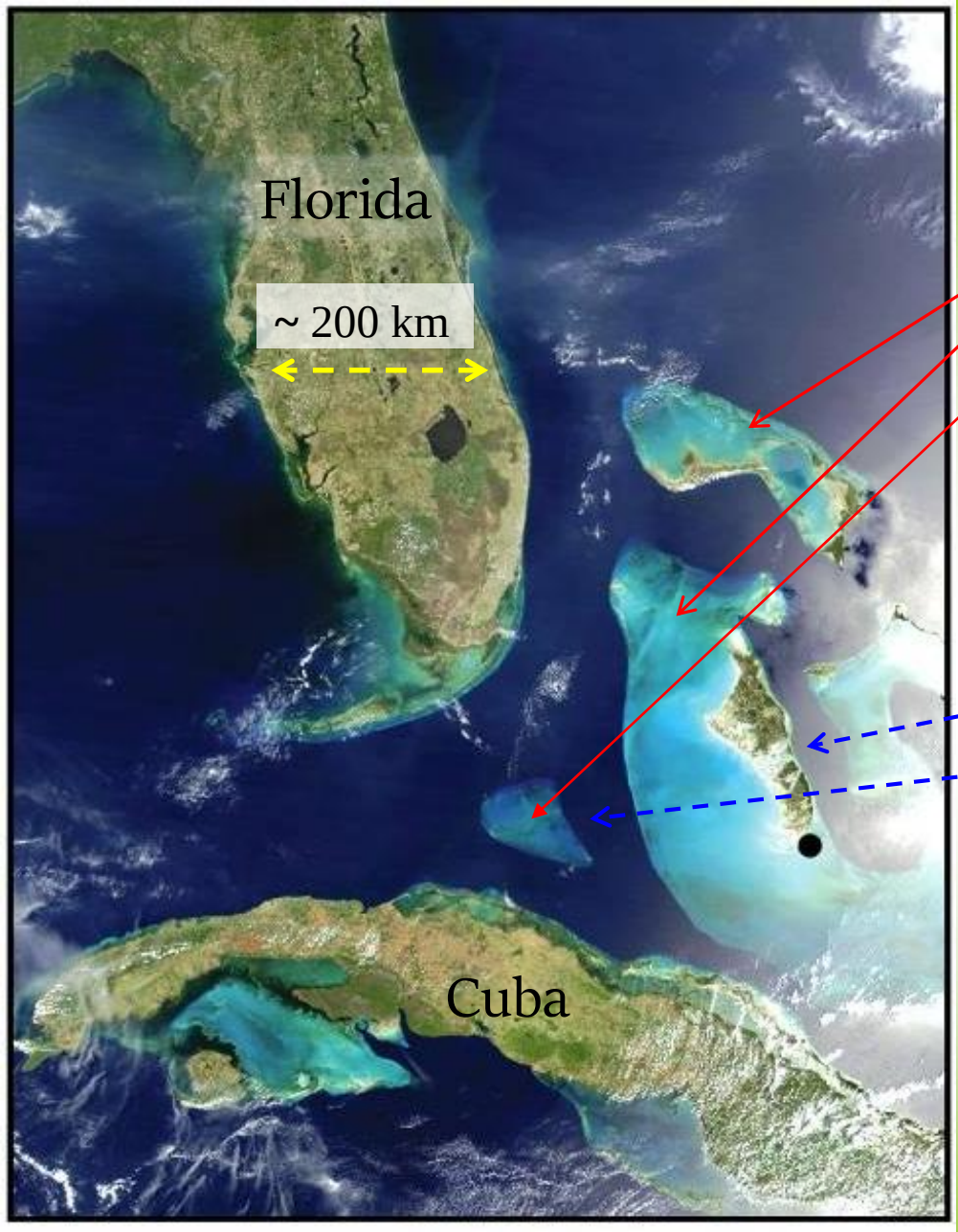
Golfo Persico,

Australia,

Oceano

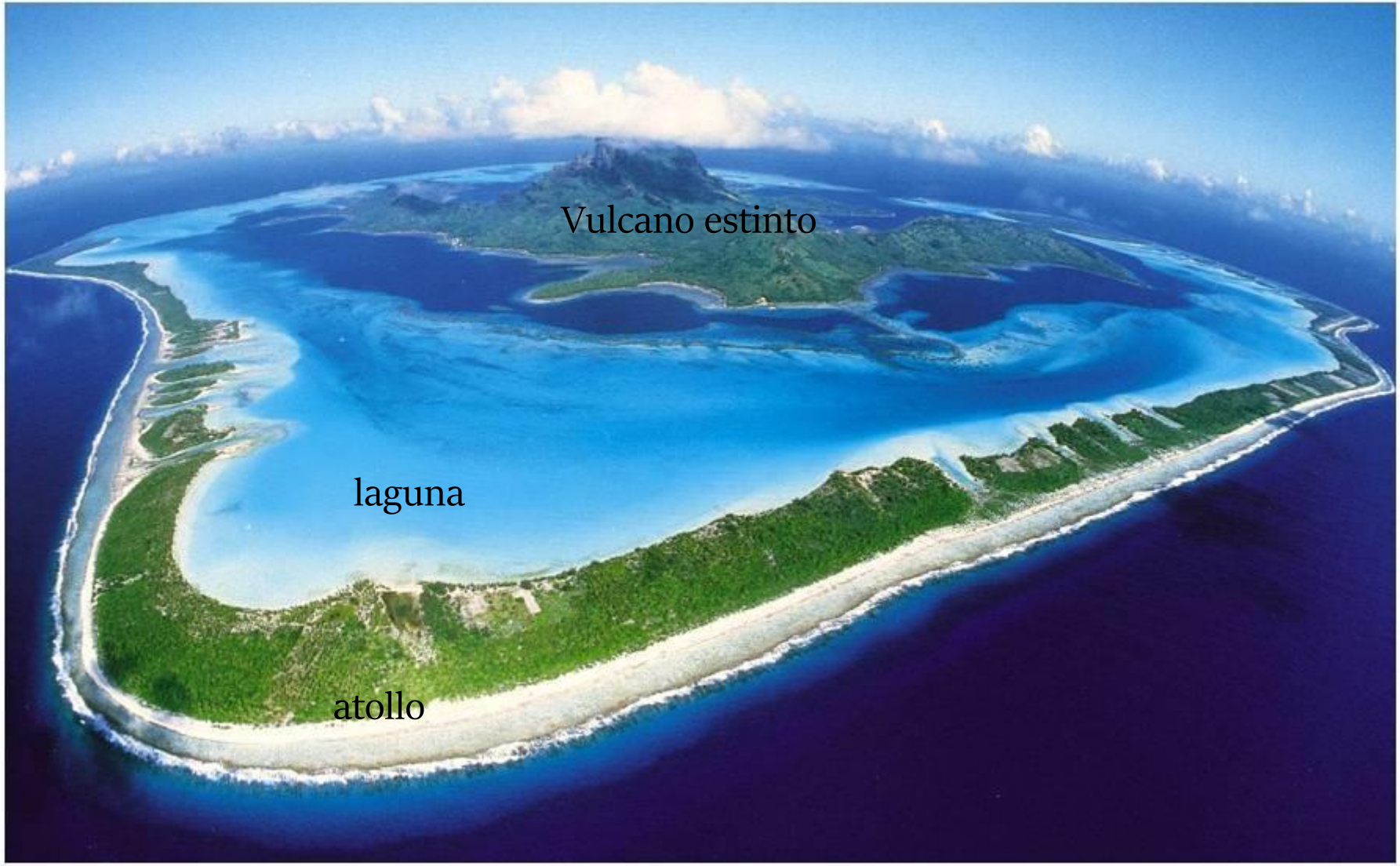
Pacifico,





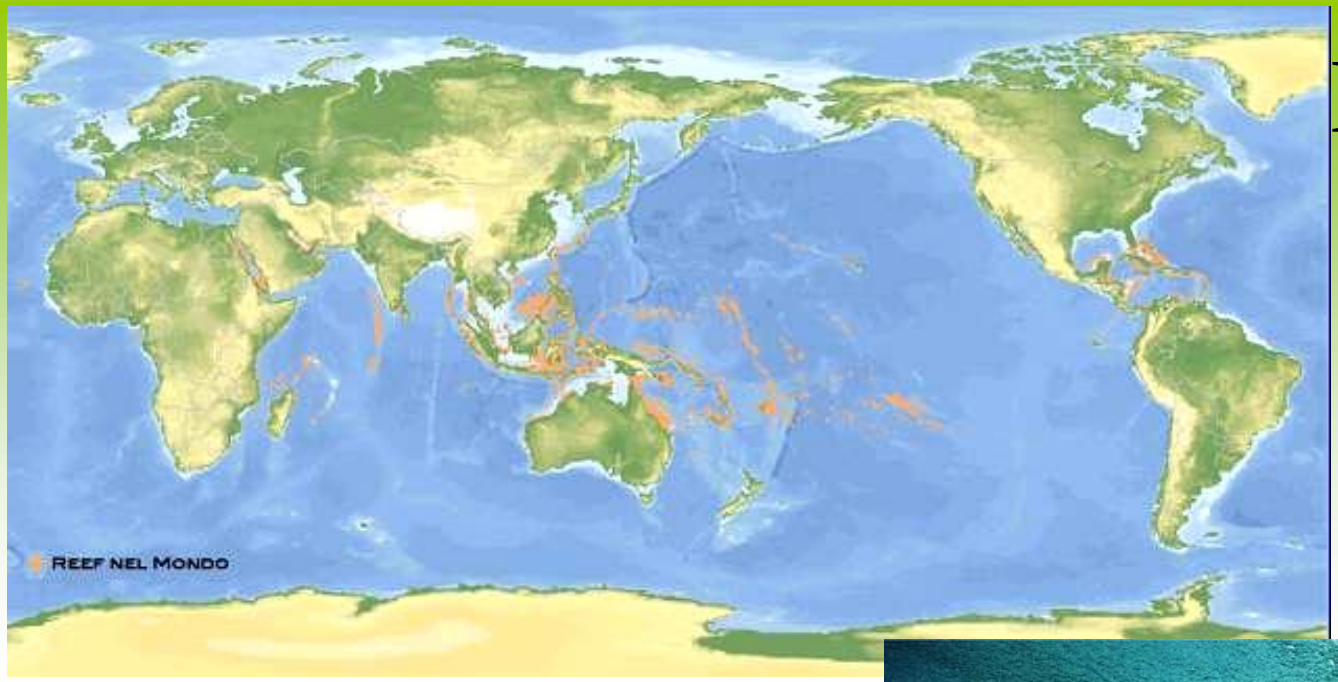
Aree di piattaforma carbonatica, vicino alle isole: prof. max 200 m

Bacini oceanici: prof 2000-3000 m



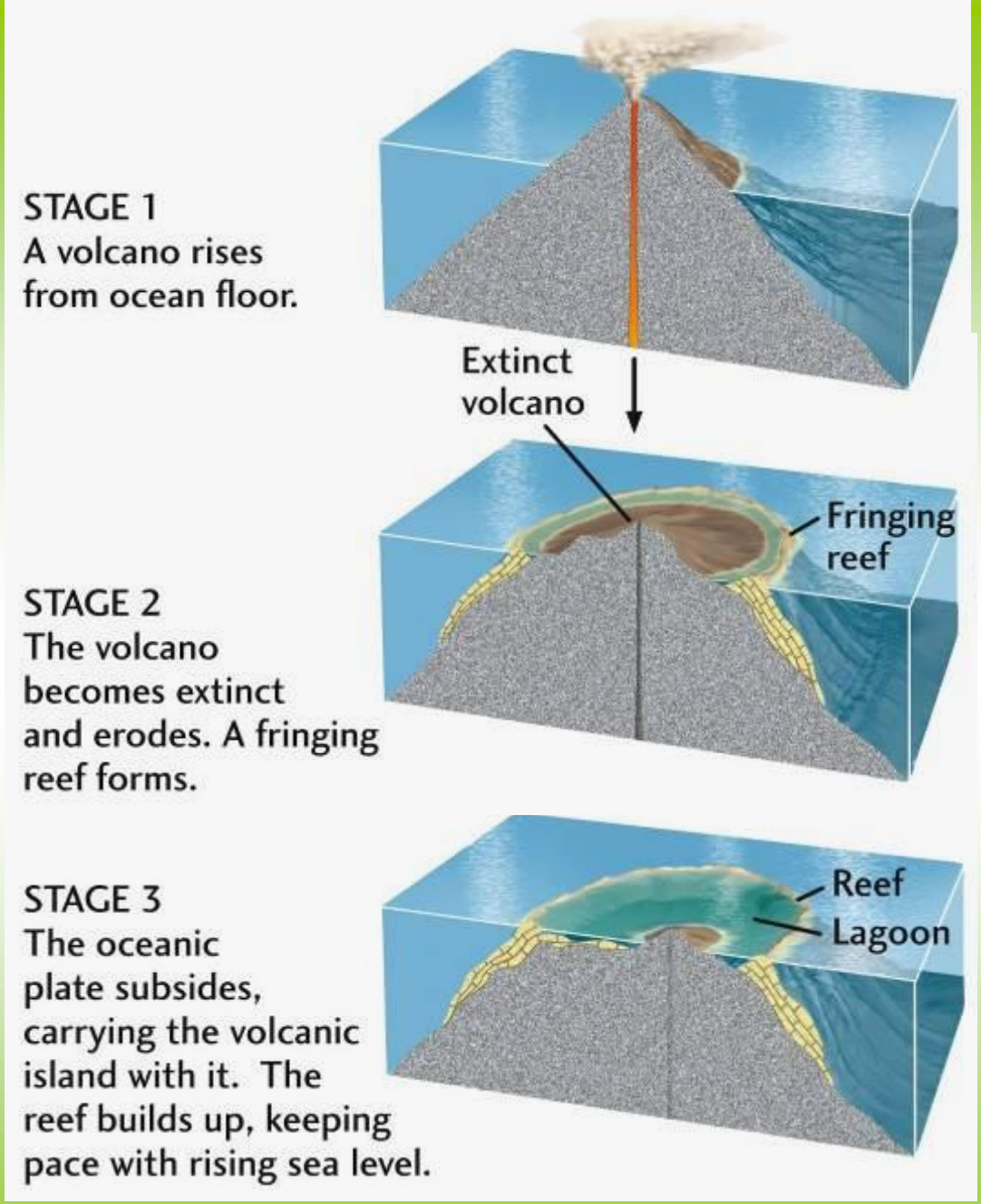
NB alle Maldive l'atollo principale ha dimensione di 70 x 35 km, e la laguna interna arriva alla profondità massima di 80-100 m

Gruppo del Sella, Dolomiti: un atollo di 230-220 milioni di anni fa



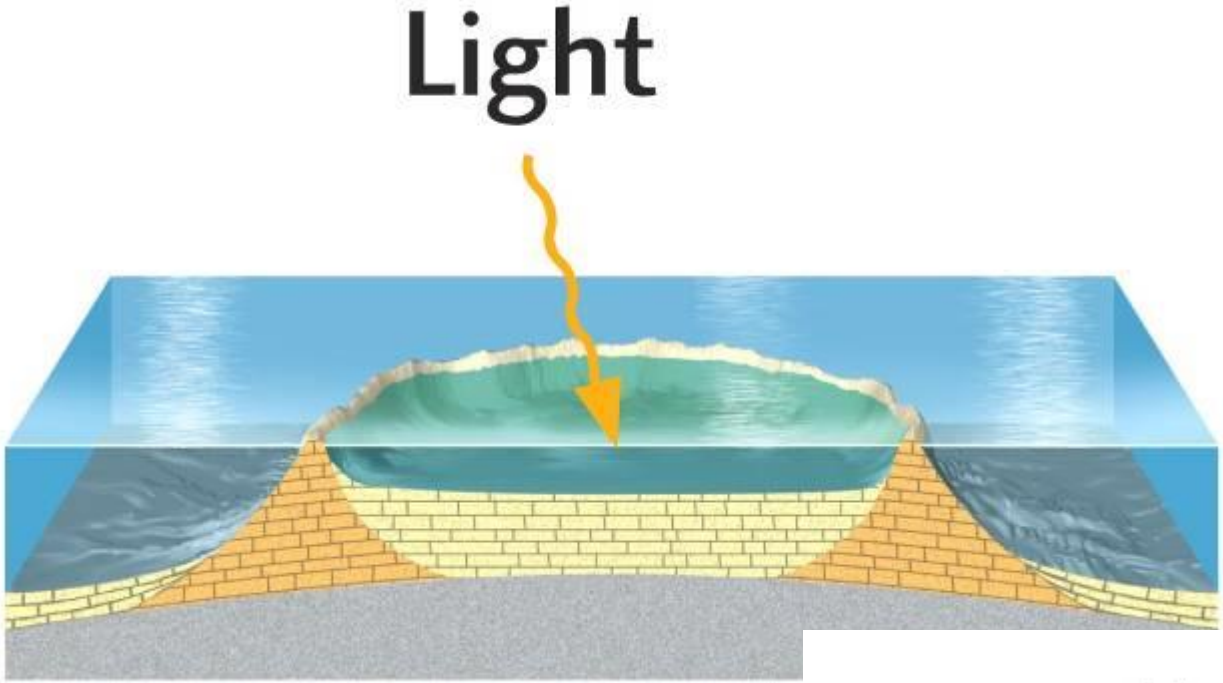
Le barriere coralline

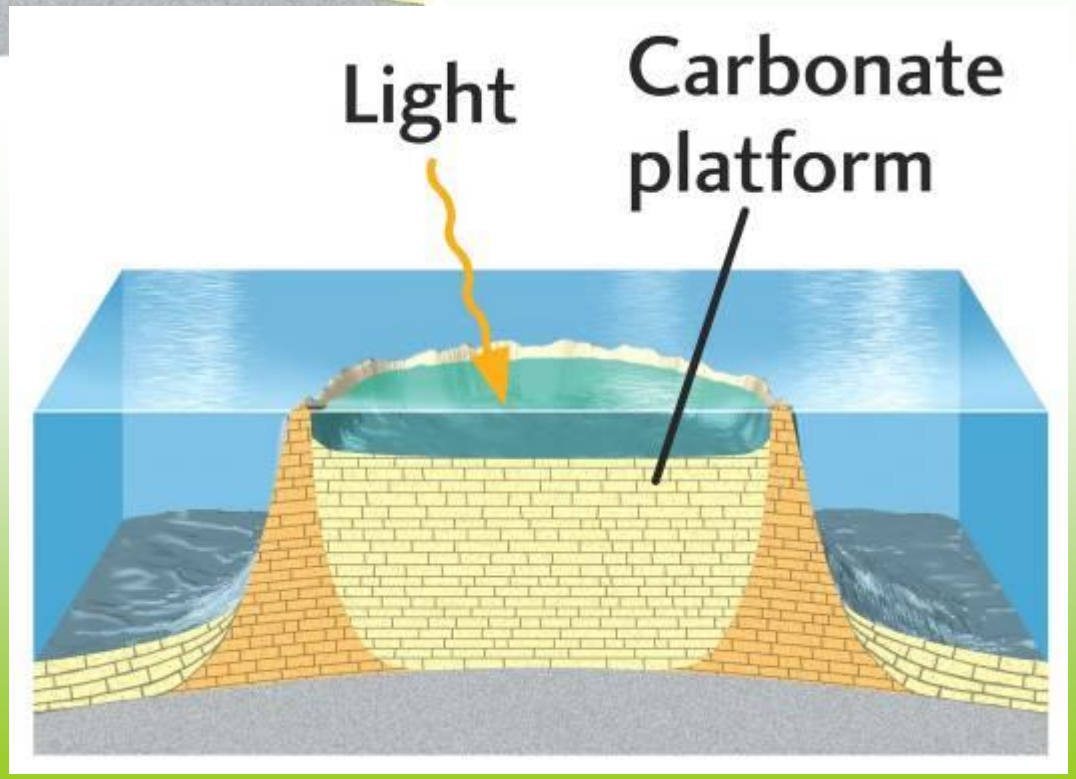
Temperatura ideale: 25-30 °C, range massimo: 18-36. Acque limpide, trasparenti: i coralli vivono in simbiosi con alghe fino alla profondità di 20-30 m. Quindi aree lontano da foci fluviali



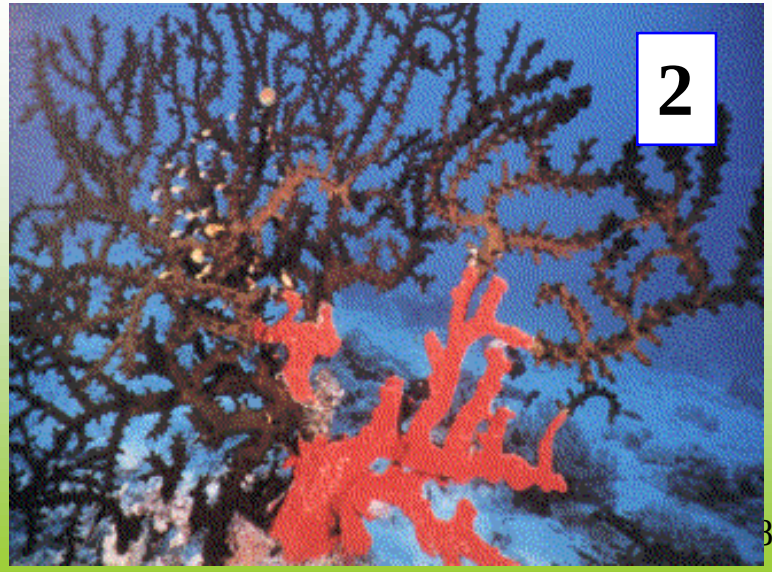
Ipotesi di C. Darwin

Hot Spot Hawaii

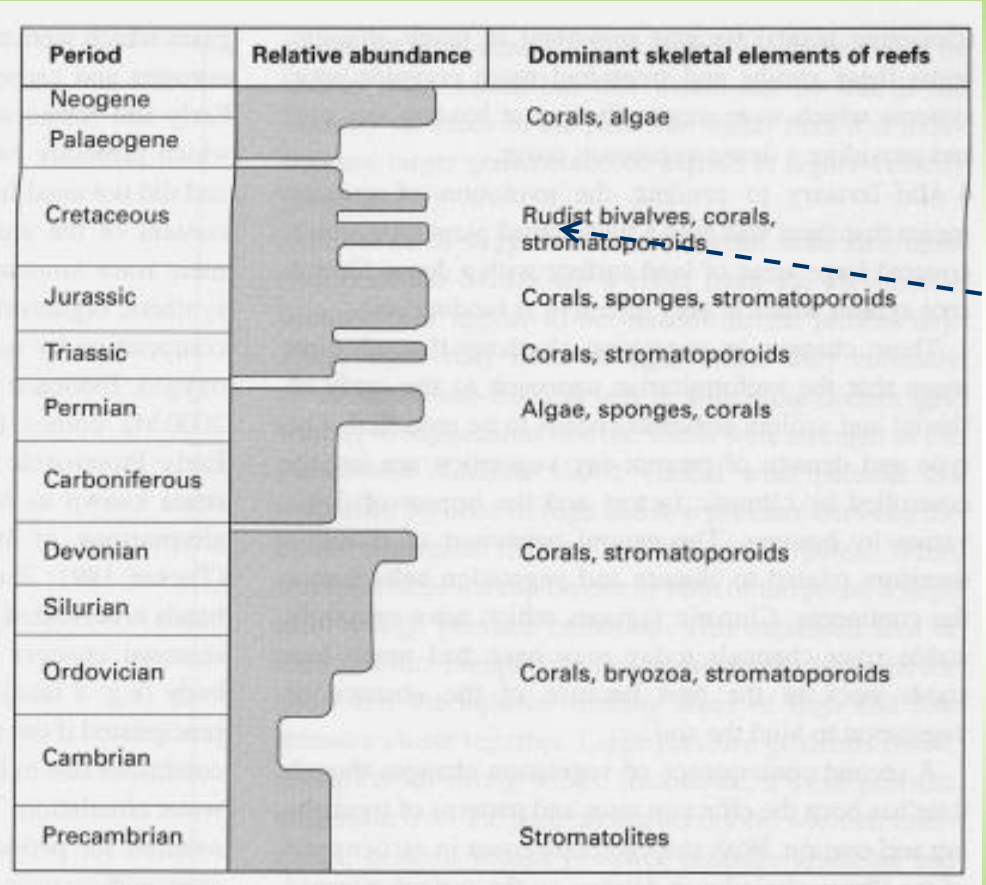

Light


Light
Carbonate platform

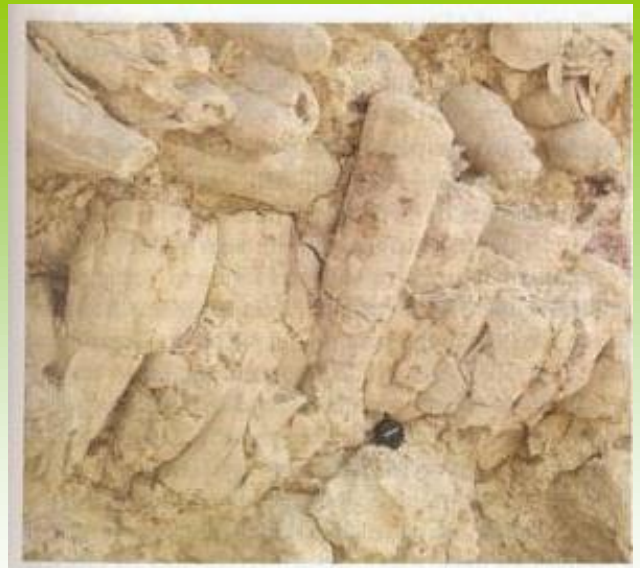
Forme coloniali ramificate: briozoi (1), coralli (2) e stylasterine (3) (Antartide)



Nel corso della storia geologica del pianeta sono mutati i generi e i gruppi sistematici che hanno costituito le scogliere



Period	Relative abundance	Dominant skeletal elements of reefs
Neogene		Corals, algae
Palaeogene		
Cretaceous		Rudist bivalves, corals, stromatoporoids
Jurassic		Corals, sponges, stromatoporoids
Triassic		Corals, stromatoporoids
Permian		Algae, sponges, corals
Carboniferous		
Devonian		Corals, stromatoporoids
Silurian		
Ordovician		Corals, bryozoa, stromatoporoids
Cambrian		
Precambrian		Stromatolites



8.18 *Calcari di scogliera, formati da bivalvi estinti (rudiste), della Formazione cretacica di Shuiba, nel Sultanato dell'Oman. [John Grotzinger.]*

NB rudiste anche in Carso, vicino a Barcis, in Puglia, in Dalmazia

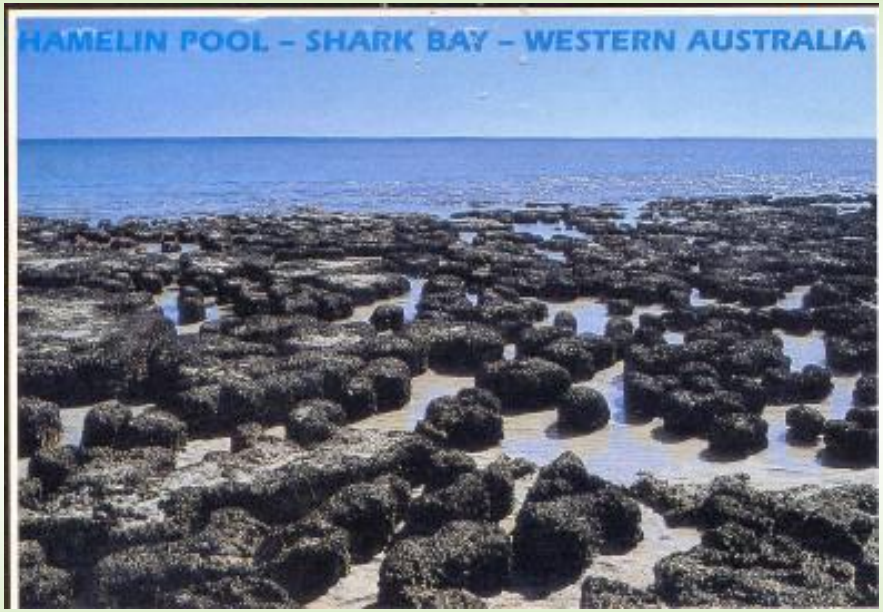
Rudiste

Carso Triestino: corrosione selettiva

Presso il lago di Barcis

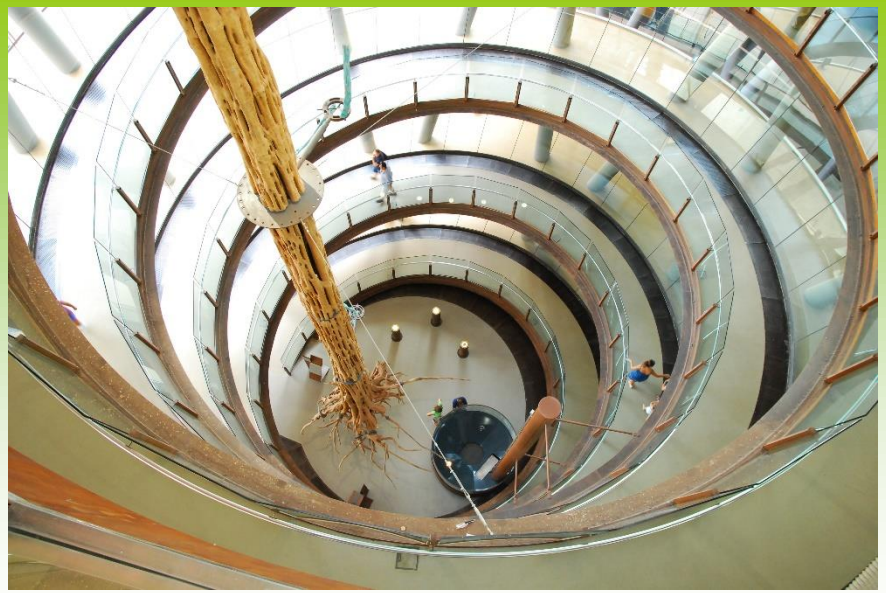
Stromatoliti:

strutture organo-sedimentarie in cui hanno grande importanza i cianobatteri e le alghe azzurre



NB note stromatoliti già 2 miliardi di anni fa…

Fm.Dolomia principale



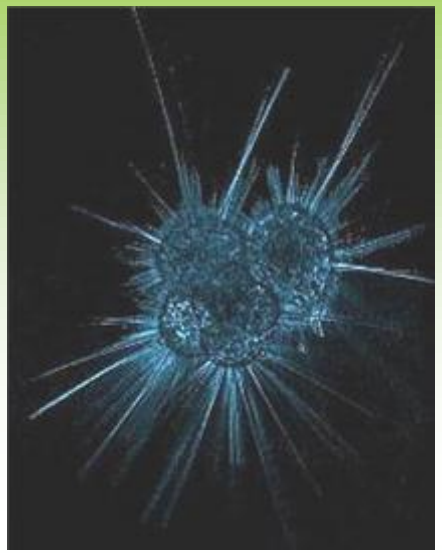
Ecosystems are born
The first alliances

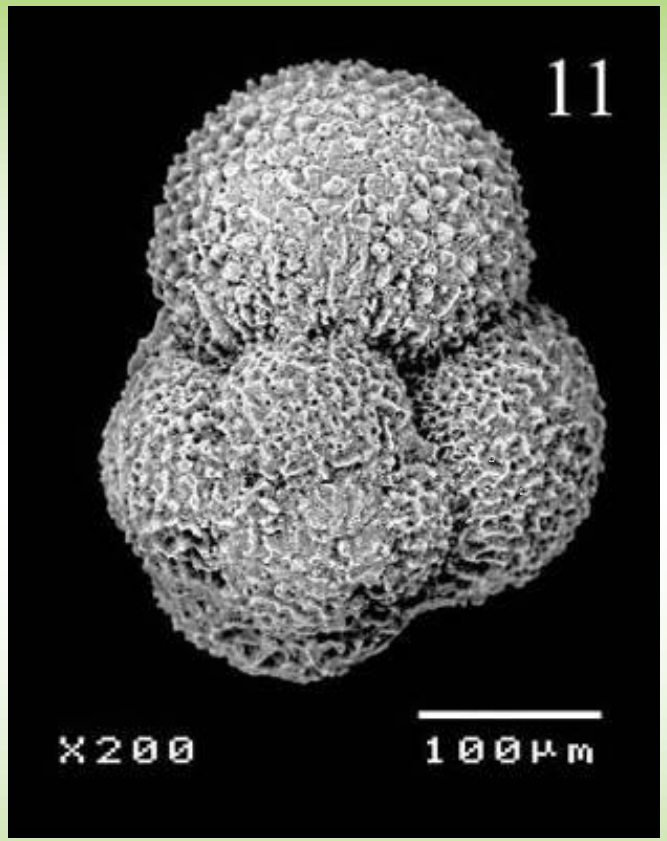
Bacteria are the simplest living beings. They have inhabited our planet for at least the last 3,600 million years and created the first ecosystems: communities of bacteria on the sea bed that formed small mounds known as stromatolites. The tops of these mounds were inhabited by photosynthetic bacteria, and the lower part, dark and anoxic, was occupied by fermenting bacteria that fed on the organic material coming from the layer reached by the light. Since the trophic levels of producers and consumers were clearly defined, the stromatolite constituted a whole ecosystem. Their presence in geological formations more than 3,500 million years old suggests the existence of a highly-developed biosphere scarcely 1,000 million years after the Earth itself was formed.

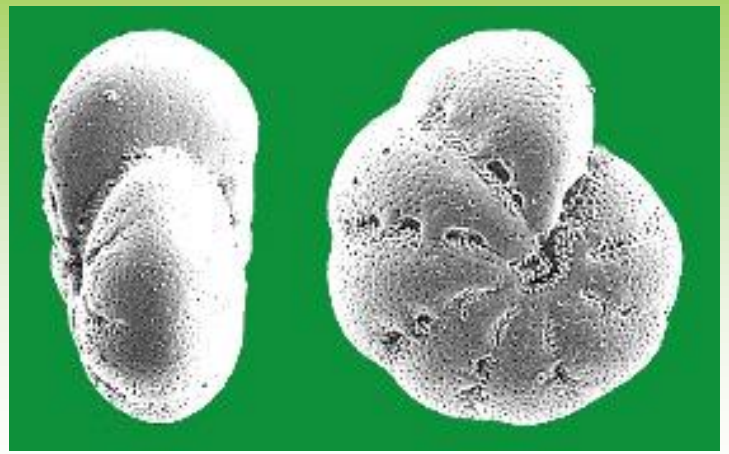
R. Carbonatiche a struttura particellare.
Composizione dei carbonati: grani

- Gusci interi di: molluschi (vongole), gasteropodi, **foraminferi**
- segmenti (crinoidi, Ofiure, Halimeida (**alghe calcaree**))
- alghe incrostanti
- frammenti di forme ramificate: briozoi, coralli
- ooliti, pellets (coproliti)
- intraclasti ed extraclasti

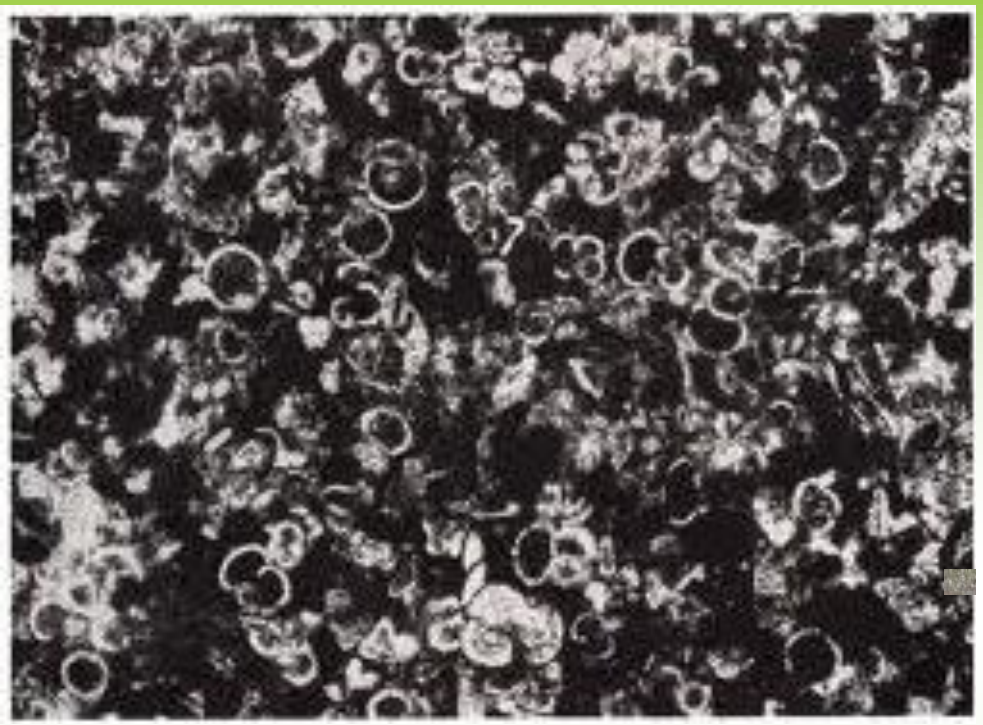
Foraminiferi (protozoi unicellulari)







Il gruppo di organismi viventi + importante in geologia.

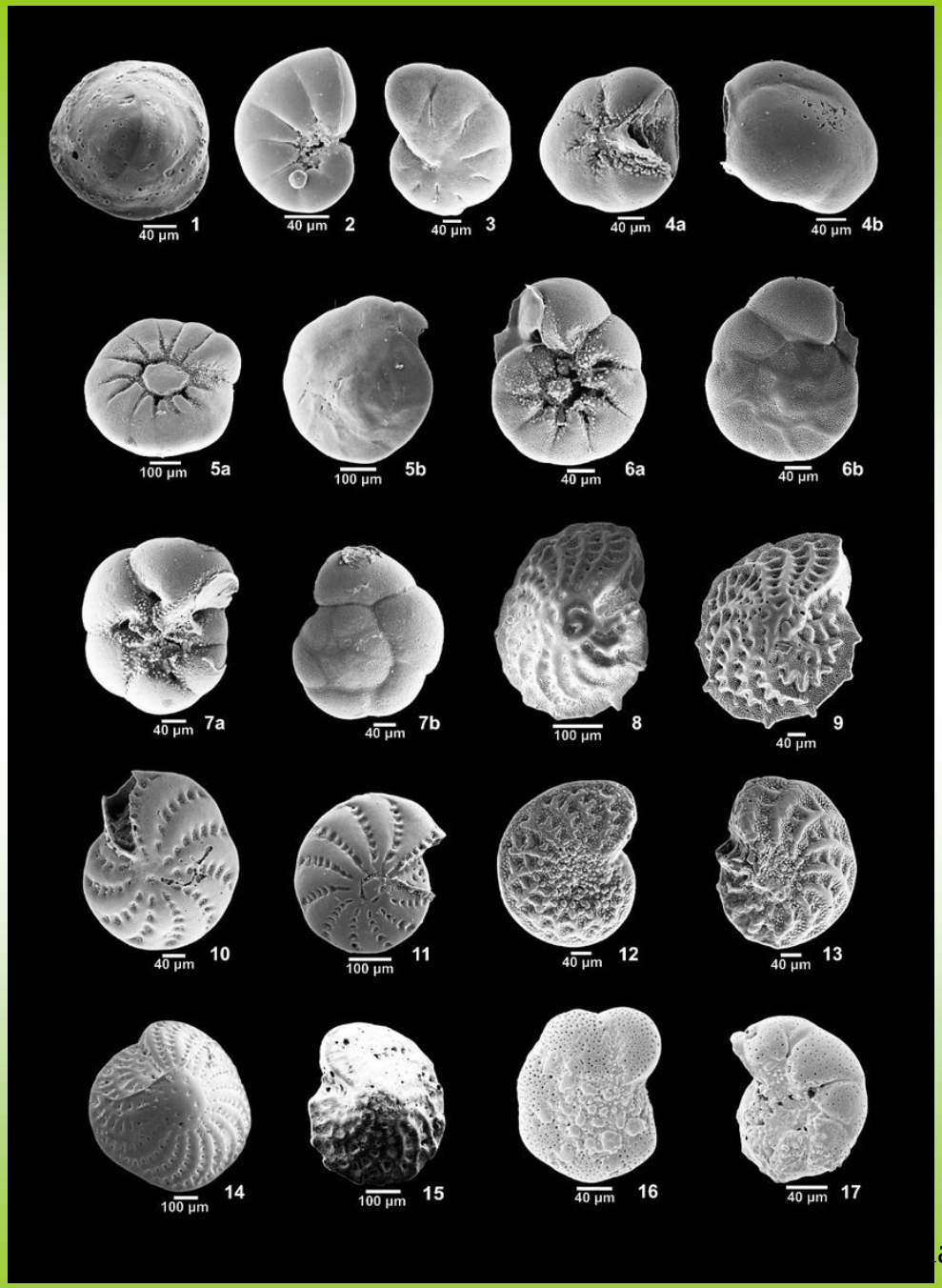


Sezione sottile di foraminiferi planctonici

(vivono nelle parte più superficiale della colonna d'acqua, al largo)

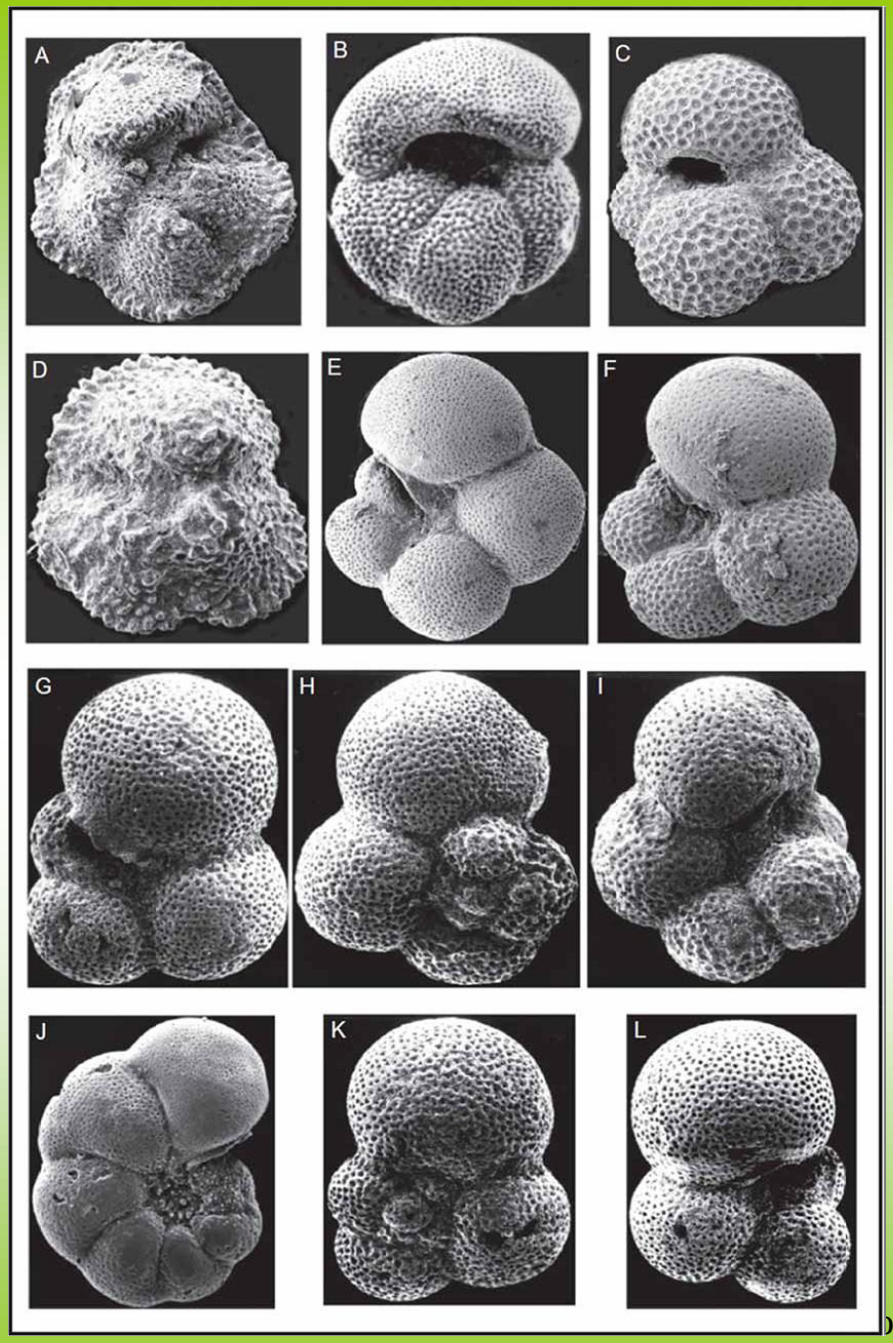
Sezione sottile di foraminiferi bentonici

(vivono sui fondali marini)



Foraminferi benthonici

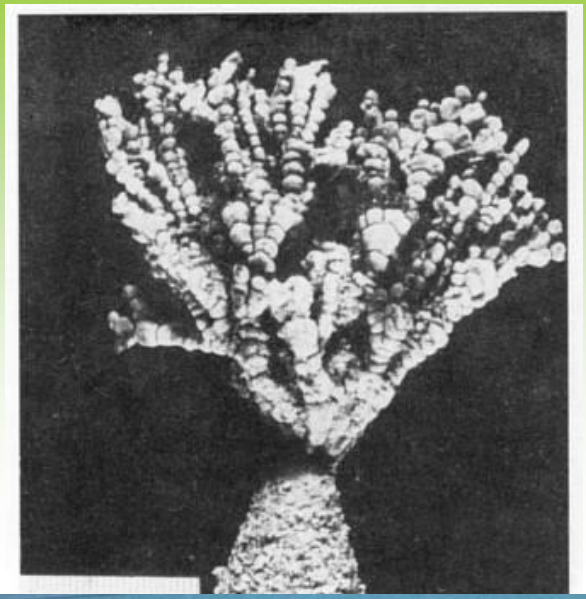
•FIGURE 10. SEM images of a selection of the foraminiferal species from Abu-Qir bay, Egypt. 1 Asterigerinata mamilla (Williamson, 1858), spiral side. 2 Nonion cf. N. commune (Kassel, 1963), side view. 3 Astrononion stelligerum (d'Orbigny, 1839), side view. 4 Buccella spp. (FIGURE 10.4a) Umbilical side; b, spiral side. 5 Ammonia beccarii (Linnaeus, 1758): a, umbilical side; b, spiral side. 6 Ammonia cf. A. parkinsoniana (d'Orbigny, 1839): a, umbilical side; b, spiral side. 7 Ammonia tepida (Cushman, 1926): a, umbilical side; b, spiral side. 8, 9 Elphidium aculeatum (d'Orbigny, 1846), side view. 10, 11 Elphidium cf. E. advenum (Cushman, 1922), side view. 12, 13 Elphidium complanatum (d'Orbigny, 1839), side view. 14 Elphidium crispum (Linnaeus, 1758), side view. 15 Elphidium cf. E. crispum (Linnaeus, 1758), side view. 16, 17 Porosononion spp., side view.

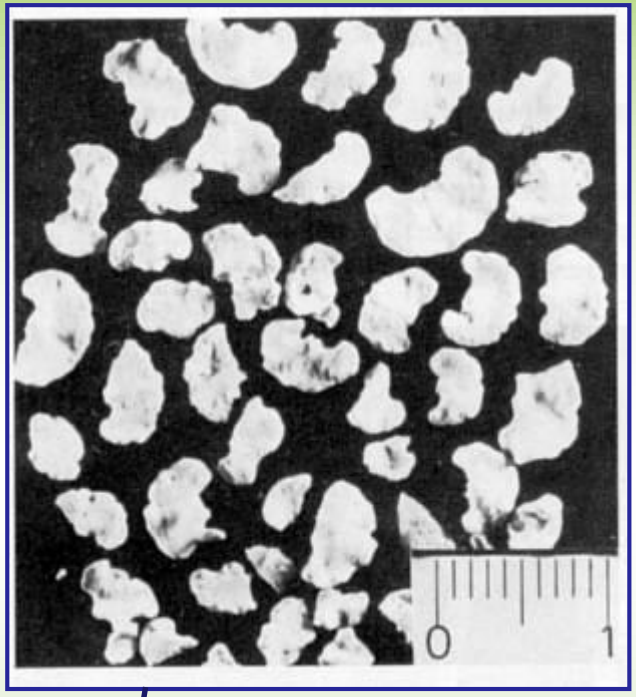


https://ucldigitalpress.co.uk/Book/Article/6/31/137/planctonici

- Sezione sottile e microscopio da paleontologia
- Significato ambientale
- Significato stratigrafico
- inquinamento

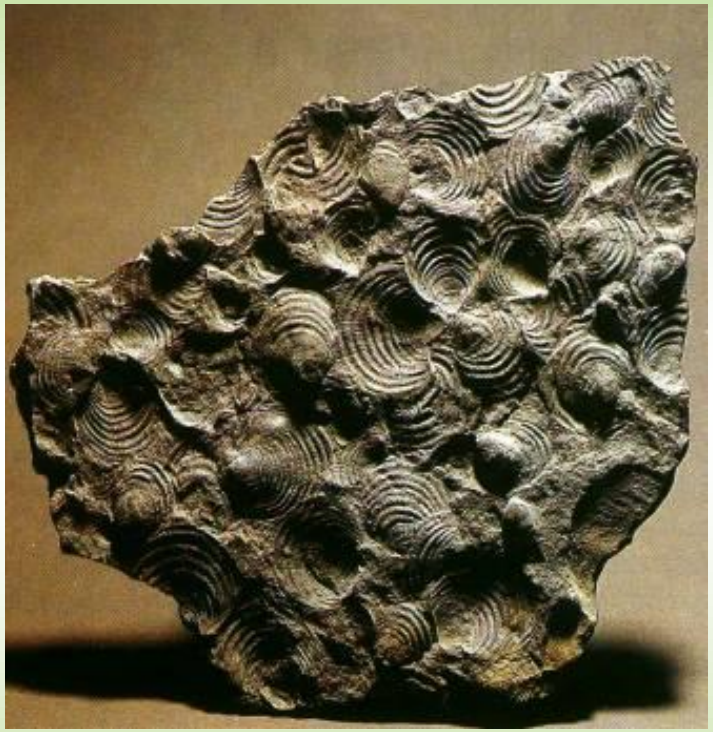
Halimeda sp.: alga calcarea





Quando l'alga muore questi sono i frammenti che sedimentano sul fondo

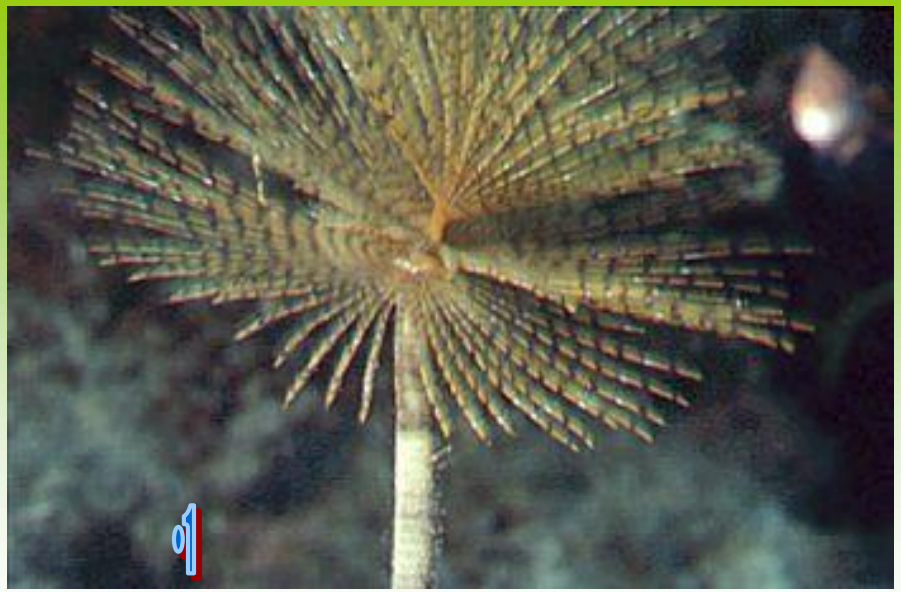
Calcari con Claraia Clarai, Dolomie con Megalodon gumbeli: fossili guida

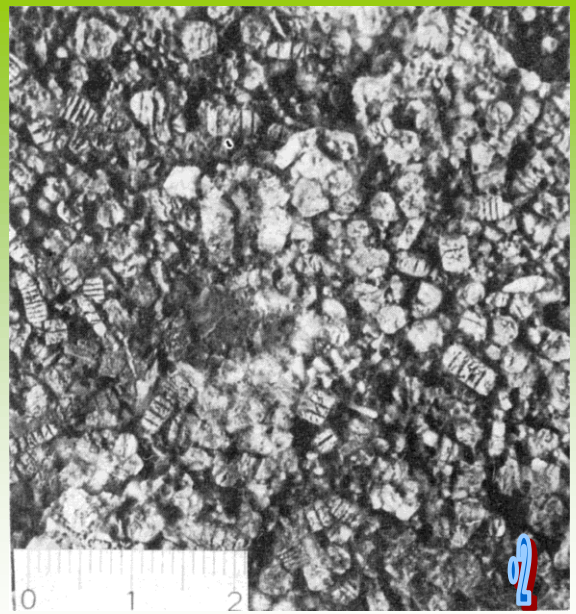


Fossili guida: organismi la cui specie è vissuta per un breve.. periodo di tempo, geologico. *Vedi: fossili, stratigrafia*

Casera Auernig, Passo Pramollo

Calcari ad Amphipora: stromatoporidi, un tipo di spugne con esoscheletro calcareo. Devoniano medio (385-390 ma)



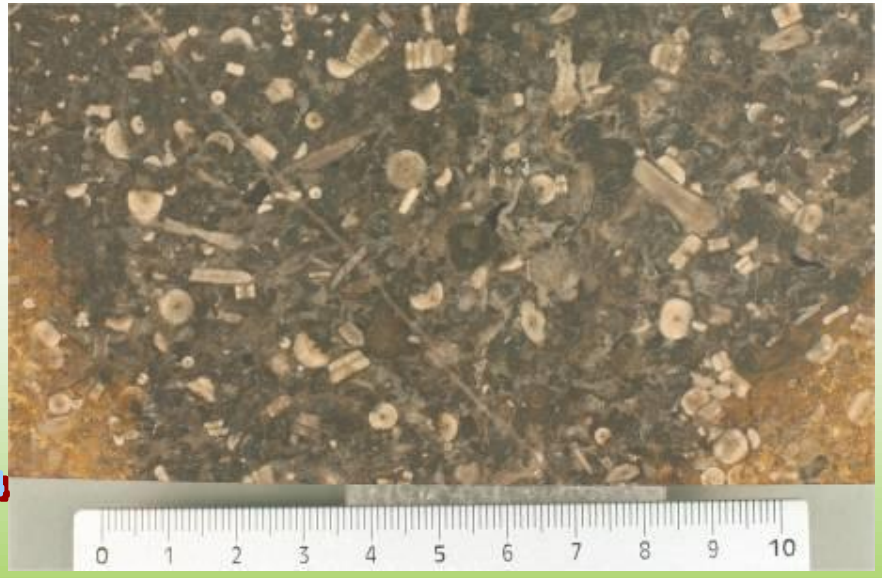


Entrochi di crinoidi

1 e 3 l'organsmo vivente

2 fondi marino attuale con gli entrochi

4 sezione lucida di calcare a entrochi

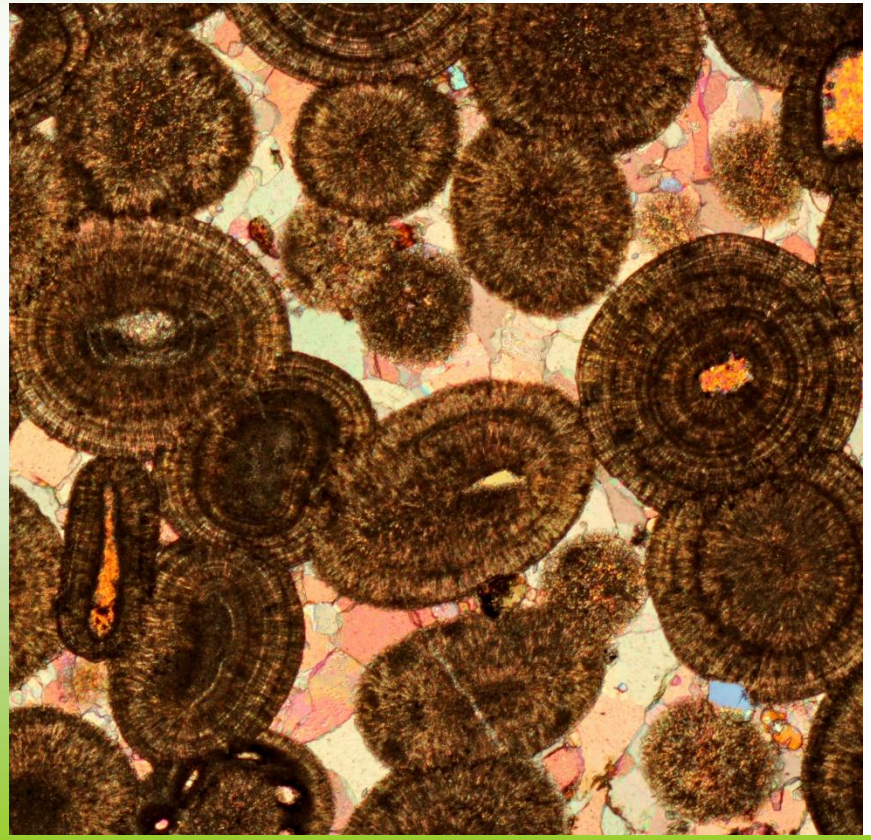


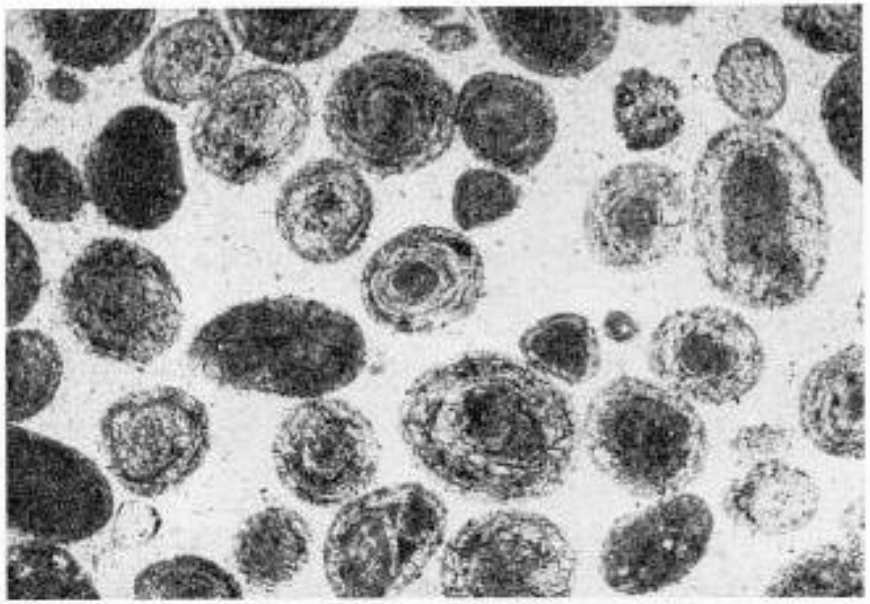
Spirographis spallanzani

Phylum: echinodermi

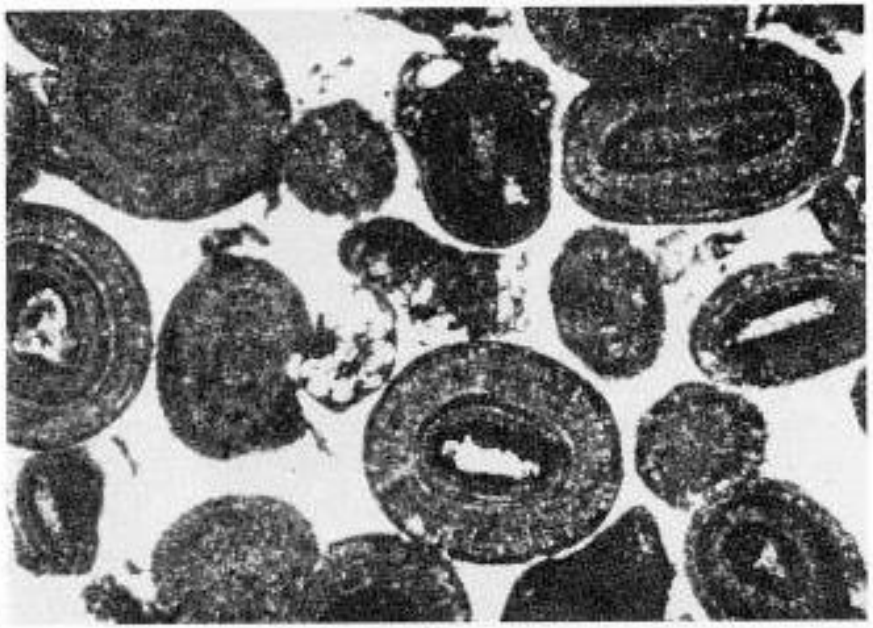
Ooliti..

Fig. 3.21 – La tipica struttura interna a lamelle concentriche delle ooliti. *a*) ooidi attuali delle Bahama; *b*) ooliti giurassiche (25x).





a)



b)

..ooliti

- Forma sferica, diametro da 0.2 a 1 mm, max 2 mm
- nucleo e serie di lamine spesse 1-3 μm, concentriche
- Nucleo: granuletto di Qz, foraminifero, framm. di guscio
- si trovano in moltissimi ambienti: mare, **lagune**, laghi, grotte (pisoliti), sorgenti termali, suoli bauxitici
- si trovano in calcari del Paleozoico antico, molto comuni nel Giurassico, più rari nel Cenozioco
- mineralogia: aragonite,

..ooliti

- Ambiente di formazione: aree tropicali, caratterizzate da forti correnti marine (tidali) con velocità anche 1,5 m/sec sull'orlo di banchi e piattaforme, bocche lagunari, spiagge, sempre a bassa profondità: 2-3 m, max 6
- Quindi: turbolenza, acque calde, sovrassature di $CaCO_3$, disponibilità di nuclei, agitazione dei grani

Oltre ai grani c'è il *fango carbonatico* (< 25-30 μm)

- **Produzione di aghi carbonatici per precipitazione diretta da acque soprassature (precipitazione inorganica)**
- Disintegrazione post mortem di alghe verdi calcaree
- Produzione di fine detrito scheletrico per frammentazione meccanica in ambienti ad alta energia
- Produzione attraverso processi biologici (masticazione, perforazione)
- decantazione di minuscoli organismi planctonici (nannoplancton, coccoliti)

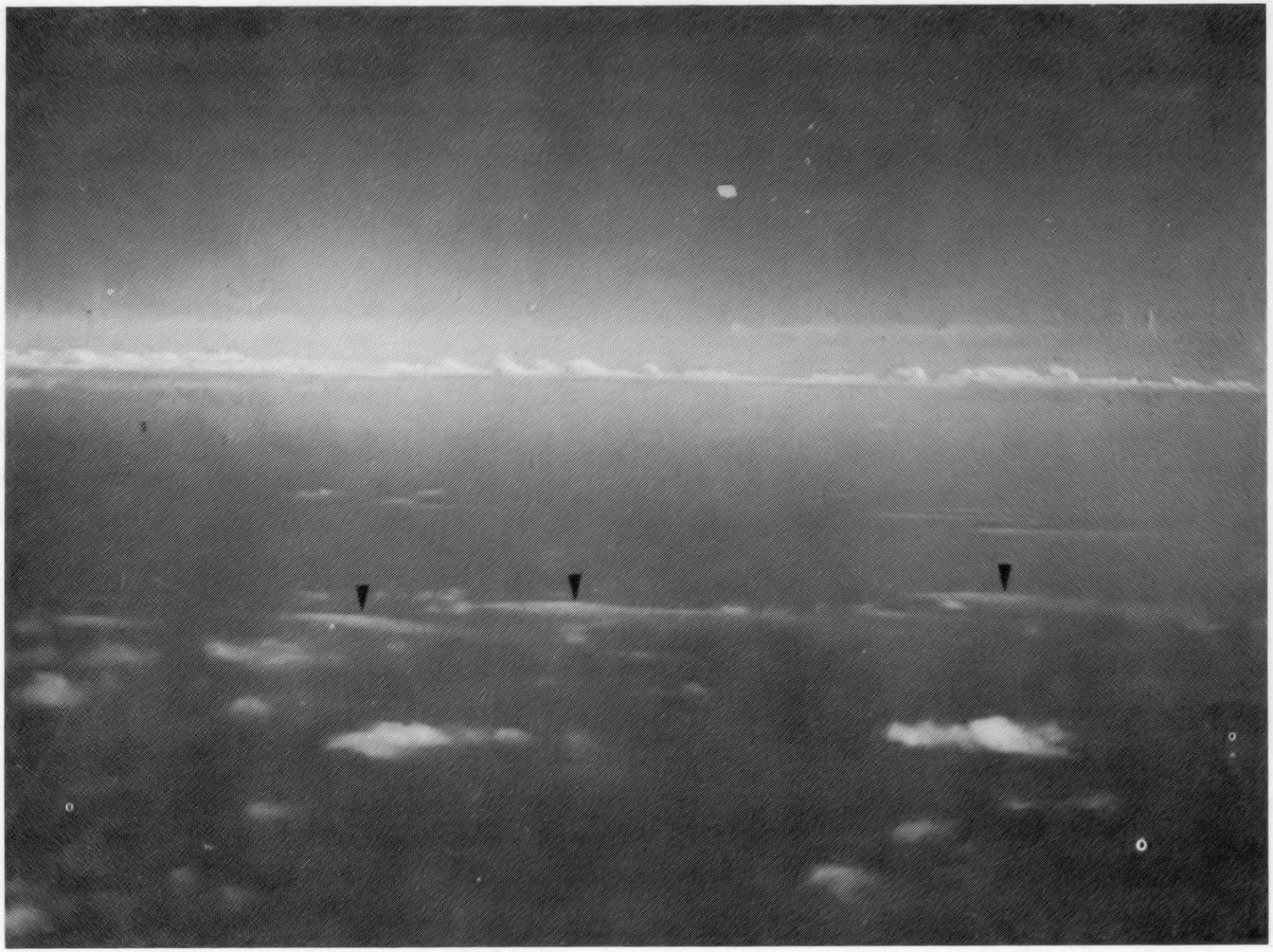


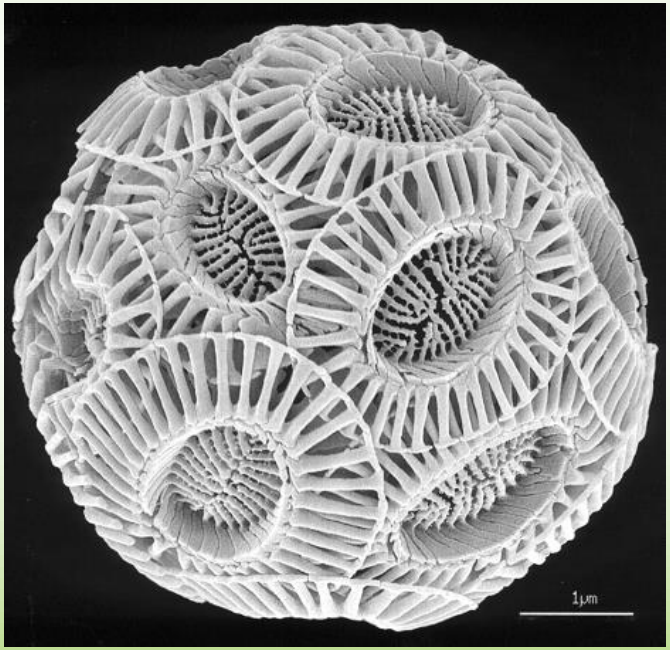
Fig. 3.30 – *Whitings* sul Great Bahama Bank (indicati dalle frecce nere, da non confondersi con le nuvolette).

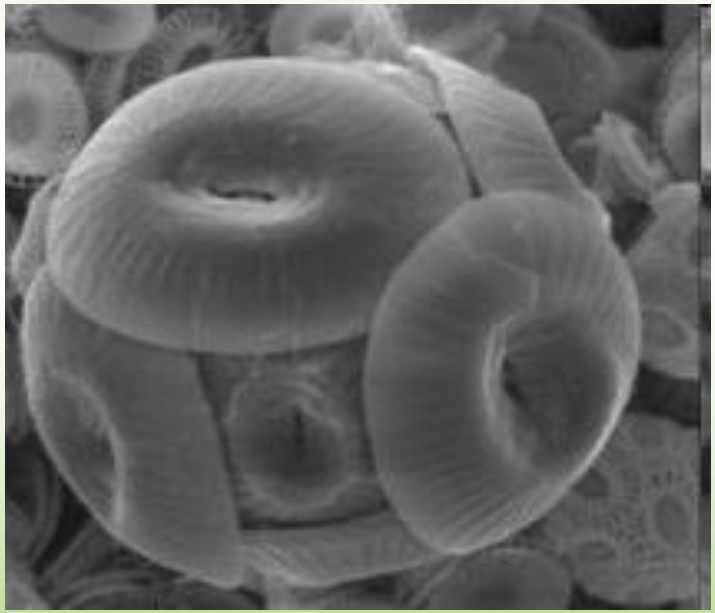
Formazione di cristalli (aghi) carbonatici
per precipitazioni chimica

Calcari bacinali (non di piattaforma)

Calcari a grana molto fine. Colore grigio chiaro, quasi bianco o rosato. Ricchi in nannoplancton e radiolari. Frattura concoide, presenti noduli e lenti di selce. Formazione della Maiolica (in Veneto) o Biancone in Lombardia, Giurassico sup.

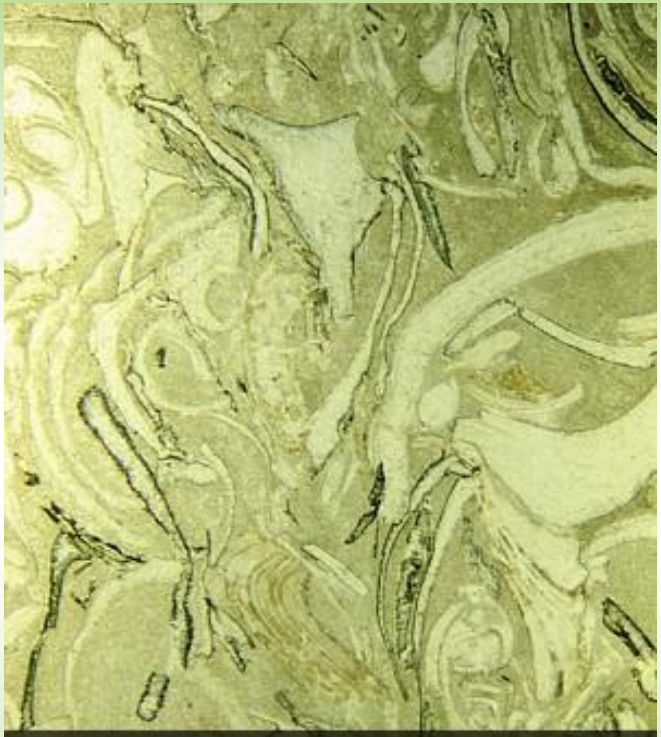
Nannoplancton calcareo:
alghe calcaree unicellulari che vivono nelle acque superficiali degli oceani. Le cellule viventi hanno una forma da ovoidale ad allungata e dimensioni comprese tra 15 e 100 µm. Durante uno stadio del loro ciclo vitale, il **nannoplancton calcareo** secerne sottili (2-30 µm) placchette di calcite (coccoliti). **I coccoliti** si concatenano a formare uno scheletro esterno di forma sferica (coccosfera). Quando il ciclo vitale delle alghe termina, i coccoliti si distaccano e si depositano sul fondo del mare





- http://www.biol.tsukuba.ac.jp/~ikawa/shiraiwaHP/hp04/home04E.html

Fango carbonatico in sezione sottile: se inferiore 4 u, MICRITE (MICRocrIstallyne CalciTE



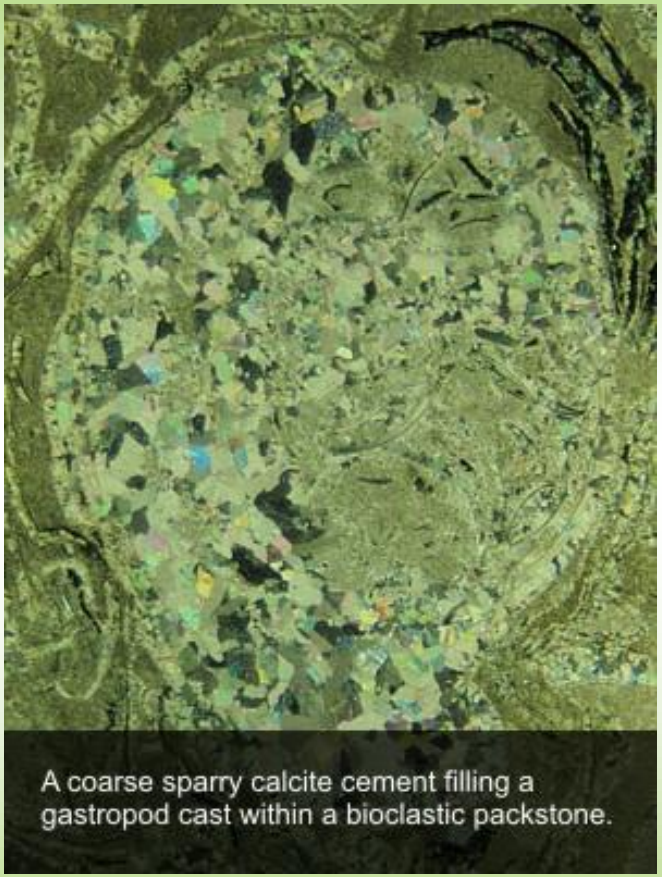
A bioclastic packstone with a matrix dominated by lime mud (micrite). Micrite envelopes are present around some bioclasts.

Micrite is a term used to describe lime mud, carbonate of mud grade. The term is also used in the Folk classification to describe a carbonate rock dominated by fine-grained calcite.

Micrite as a component of carbonate rocks can occur as a matrix, as micrite envelopes around allochems or comprising peloids.

Micrite can be generated by chemical precipitation, from disaggregation of peloids, or by micritization.

Se in sezione sottile i cristalli hanno più di 5 μm SPARITE: SPARry calciTE

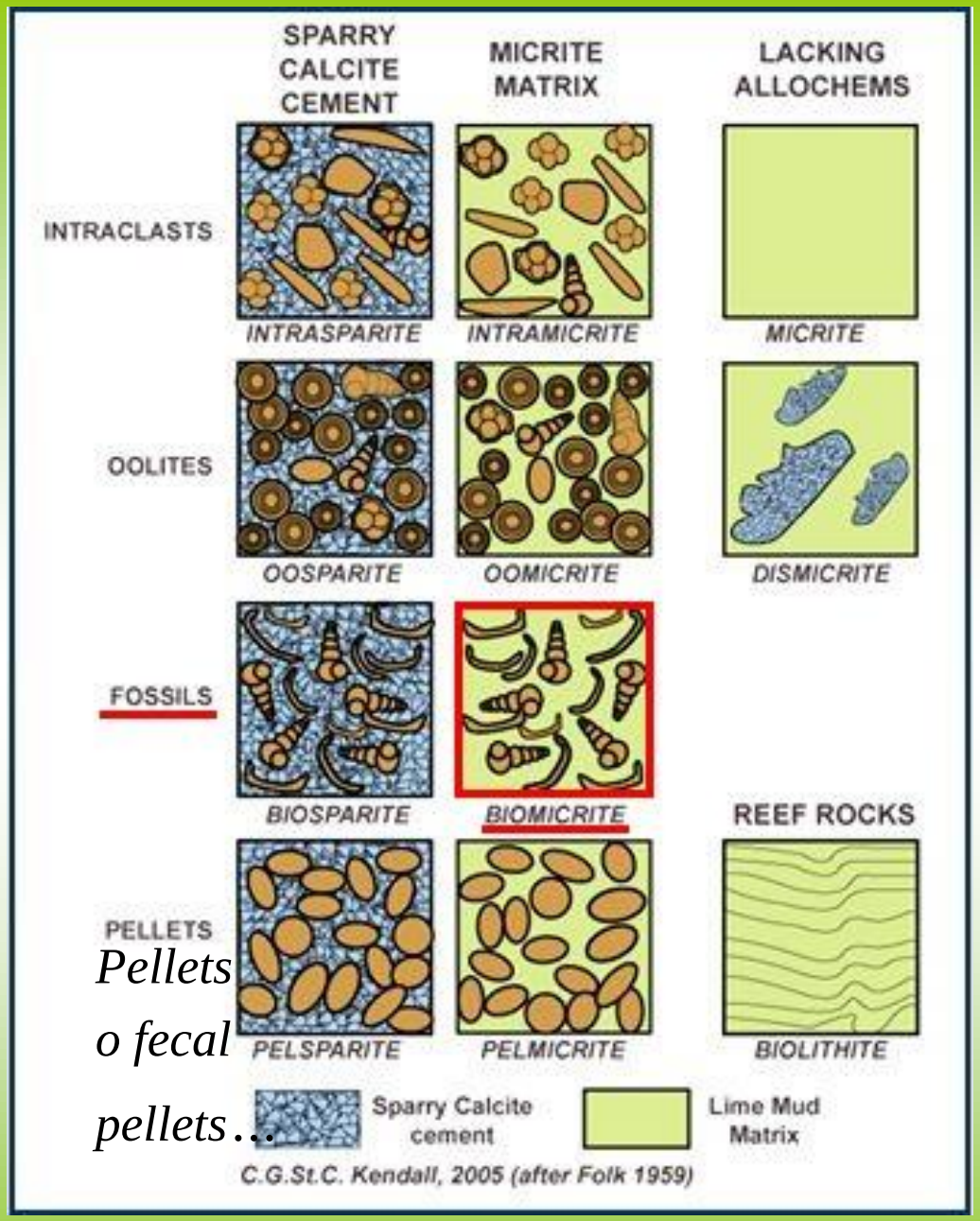

A coarse sparry calcite cement filling a gastropod cast within a bioclastic packstone.

Sparry calcite is crystalline mosaic of calcite crystals in which individual crystals are easily discernable with an optical microscope (>5 microns). Sparry calcites are often polygonal, anhedral crystals but may also be prismatic. In carbonate rocks sparry calcite forms as a cement during diagenesis within primary porosity or by neomorphism of aragonite.

Classificazione dei carbonati

- si distinguono i grani (frammenti di organismi, oooliti, fecal pellets, intraclasti (frammenti di fango carbonatico già cementato) e cemento/matrice
- A sua volta il cemento (fango calcareo) può essere composto da cristalli di calcite grandi (cemento sparitico) o piccoli (cemento micritico o micrite)

Classificazione dei calcari di Folk 1959

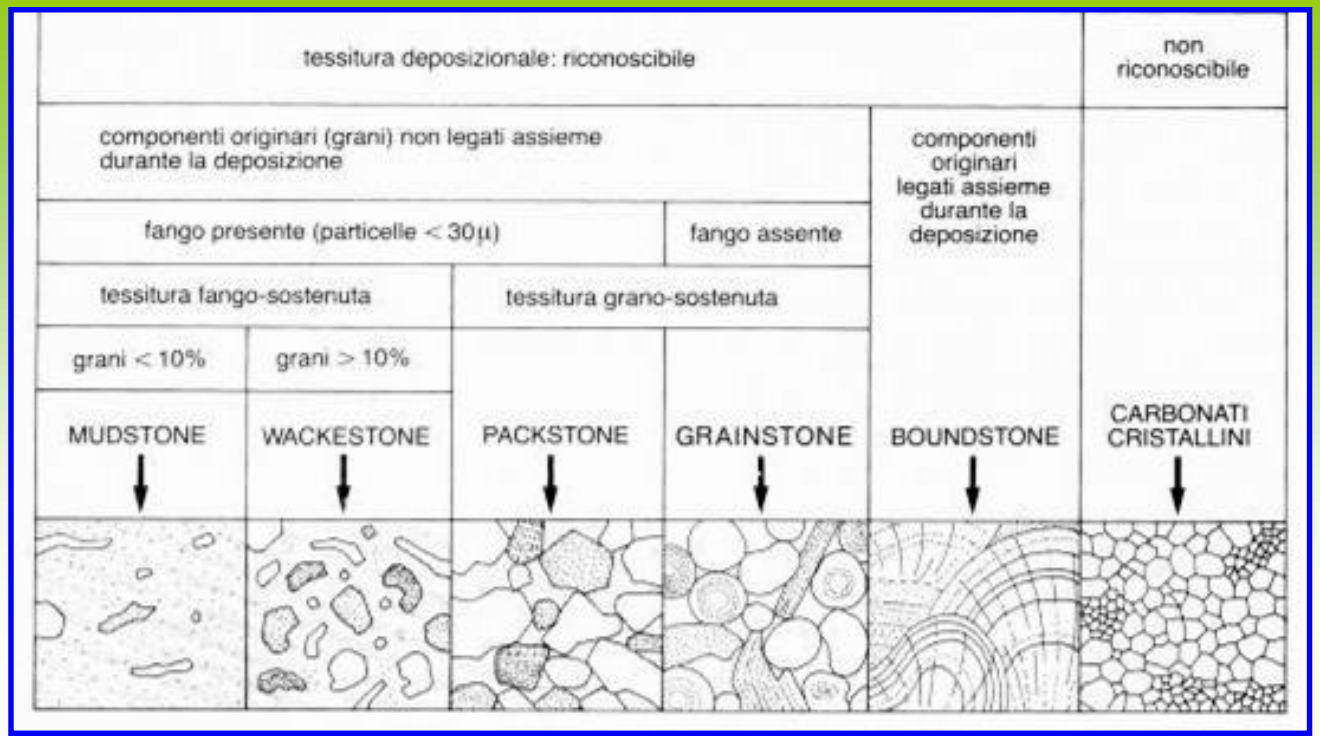


Pellets o fecal pellets…

Nome del «grano» prevalente
+ nome del cemento

NON considera i rapporti quantitativi tra grani e cemento

NB solo in sezione sottile



Class. di Dunham (1962)

Solo rapporti tra grani e matrice

Mudstone: pochissimi grani, tanta matrice

Graistone: grani in contatto tra loro, praticamente senza matrice

Boundstone: per esempio: barriera corallina (biolithite nella classificazione di Folk) oovero calcari biocostruito

Non occorre distinguere i tipi di grani…Si può classificare anche un campione in campagna con una semplice lente..

Ambiente di laguna, riparato e tranquillo, la scogliera fa da diga naturale

Ambiente di scogliera: lato verso l'oceano a massima energia: onde che smantellano le scogliere e formano detrito

Torbiditi carbonatiche

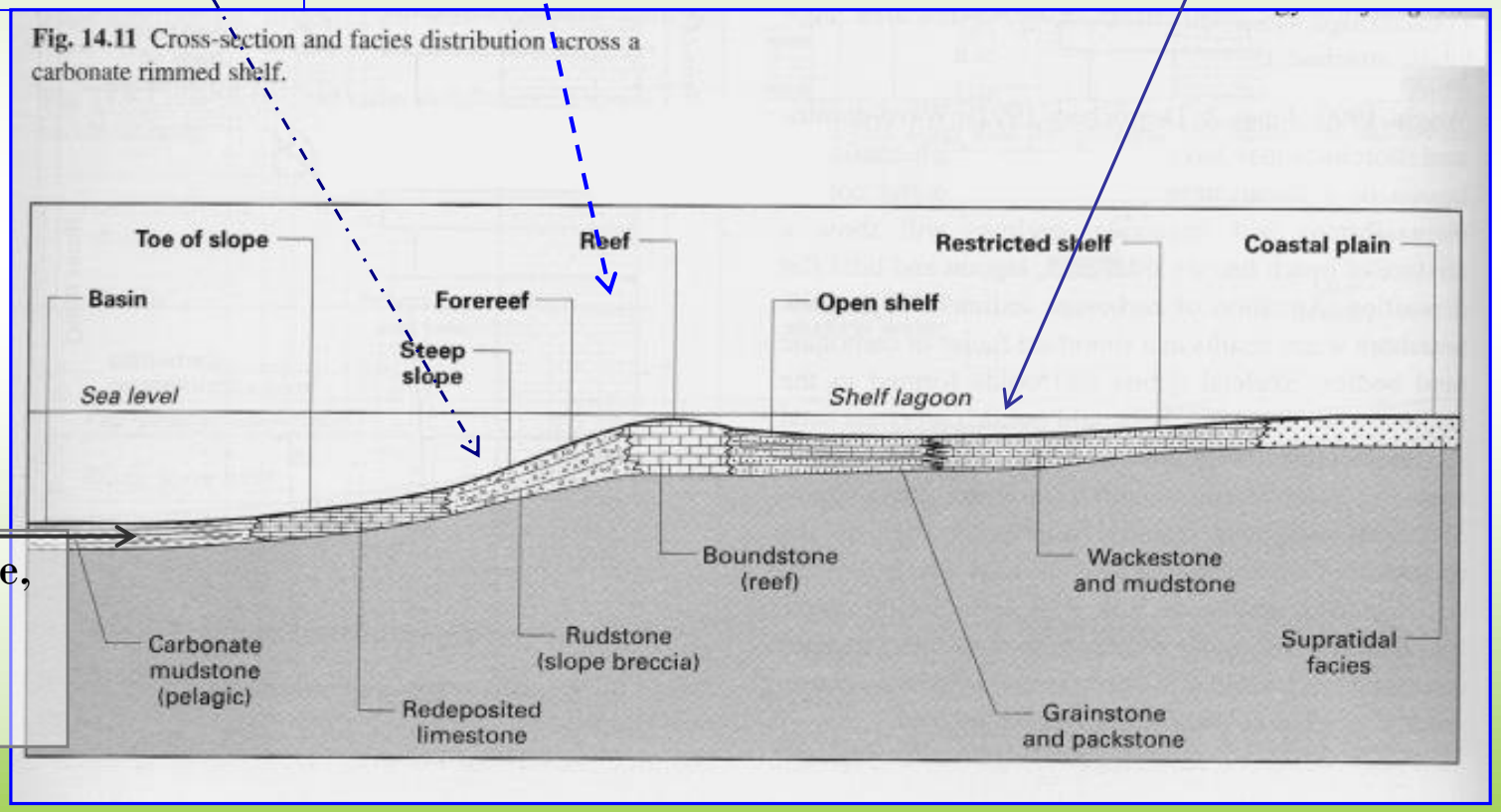


Fig. 14.11 Cross-section and facies distribution across a carbonate rimmed shelf.

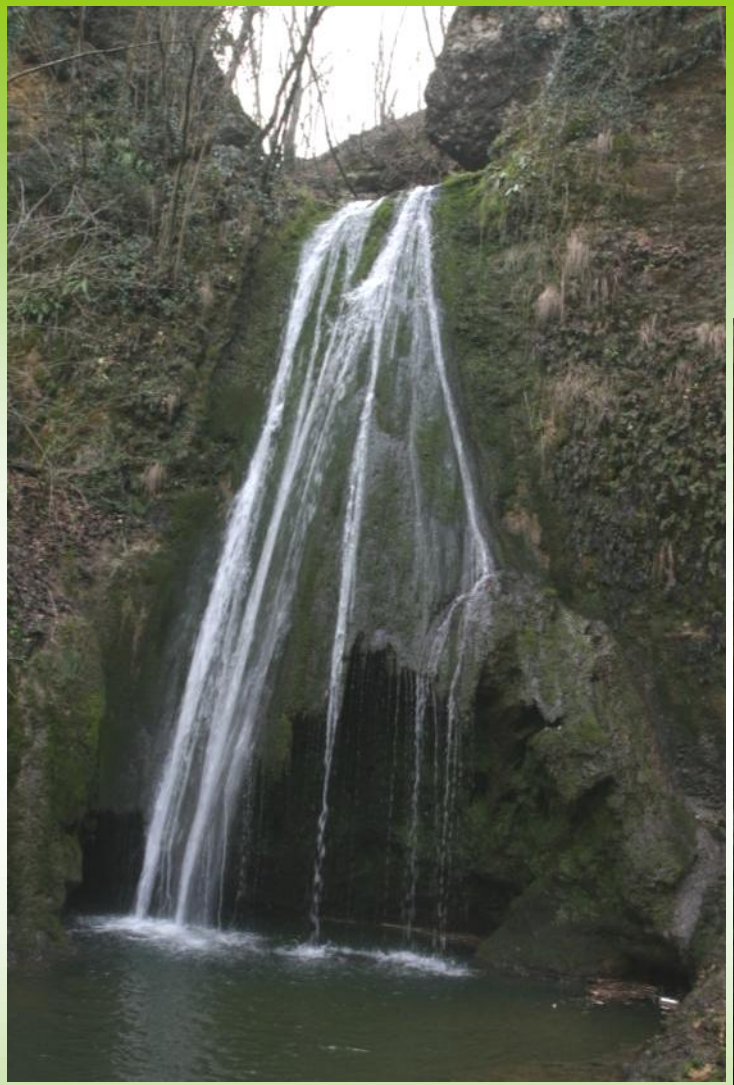
Ambiente bacinale, Bassa energia, fanghi calcarei

I travertini: carbonati continentali

Sono rocce porose, dovute al deposito di $CaCO_3$ in acque continentali sovrassature (Habitat: sorgenti pietrificanti)

affioramento di travertini vicino a Stupizza (Cividale) lungo la riva dx del Natisone: sorgenti di acque carsiche
Aspetto spugnoso

Cascate di Muris (S.Daniele) e Salino (Carnia)



Laghi di Plitivice (Croazia)
dal 1979 patrimonio UNESCO

Plitvice in Croazia (parco naturale, unico al mondo): 13 laghi divisi da ..”dighe di travertino, importanti la presenza di particolari batteri dentro i muschi

www.destinacije.com

Travertini di origine idrotermale: in Italia centrale, acque di origine vulcanica, ricche in Ca.

Usate come pietre da costruzione già dai romani, noti anche con il nome di tufo calcareo

Dolomie

Déodat de Dolomieu (1791)

80 % delle rocce carbonatiche Precambriche (> 550 Ma),

25% del Paleozoico inf. (550-450 Ma),

pochissime nel Cenozoico (< 65 Ma)

Importanti perché:

1) sono rocce serbatoio per gli idrocarburi

2) Sono sede di mineralizzazioni a solfuri metallici

Le Dolomiti in Italia: paesaggio, turismo. Dal 2009 Patrimonio Unesco

La dolomite ha una struttura cristallina ordinata, sintetizzata in laboratorio ad alta temperature e pressioni

Oppure si può formare a partire da acque ipersaline con alti rapporti Mg/Ca, e basse concentrazione di ione $^{--}SO_4$, che sembra inibire la precipitazione della dolomite

altra condizione: ambiente schizoalino (sbalzi di salinità per mescolamento tra acque dolci e acque salata)

Fino agli anni '60-'70 non si conoscevano ambienti naturali attuali in cui si formava la dolomite..poi scoperte di sedimenti dolomitici in mar Caspio, Golfo Coorong (Austrialia), Golfo Persico, Florida, Antille, Bahamas.

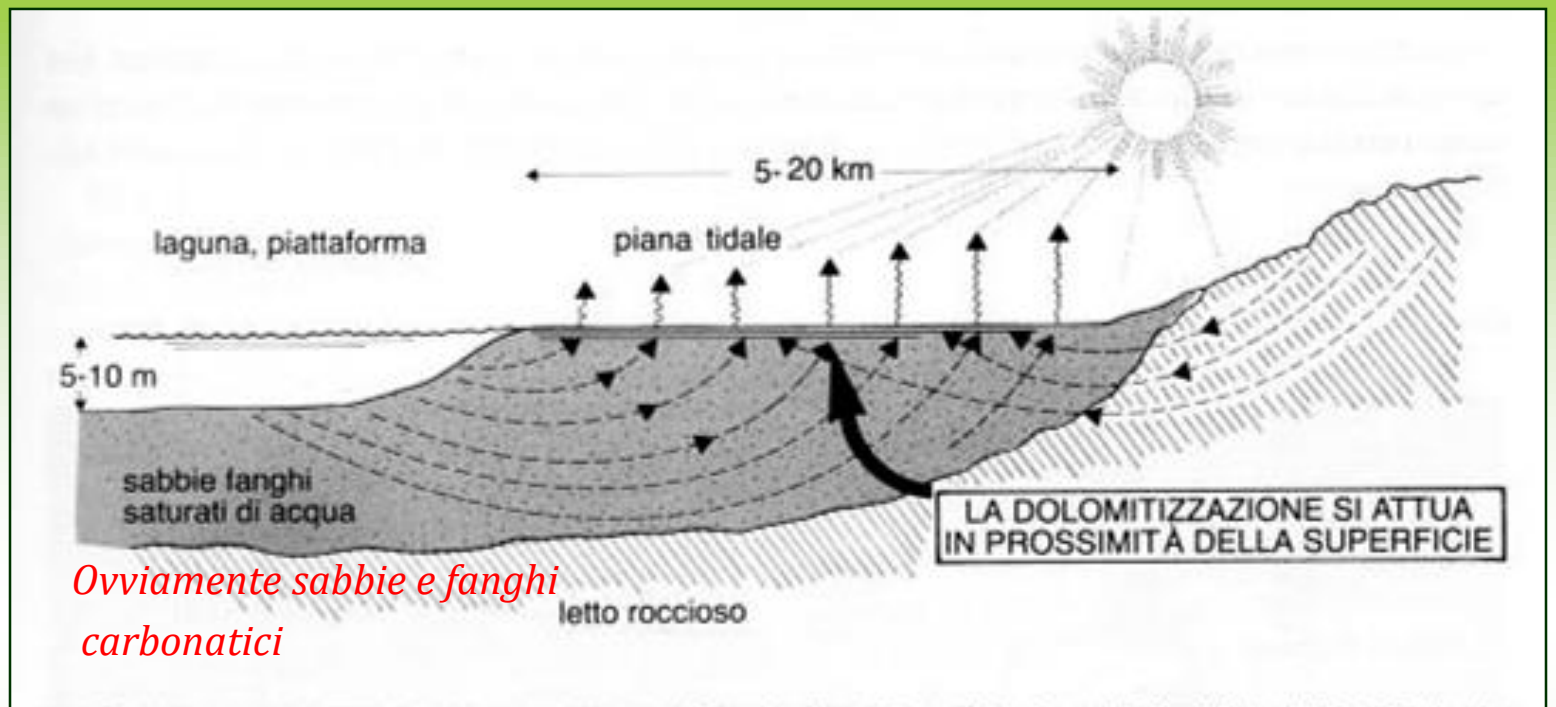
Ma sempre aree molto piccole rispetto a quelle in cui si formano sedimenti ricchi in carbonato di calcio

Le dolomie: formazione

c'é quindi contraddizione tra la rarità degli ambienti attuali in cui precipitano le dolomie e la frequenza delle r. dolomitiche. **Quindi la maggior parte delle dolomie sono *secondarie*** (genesi per sostituzione di ioni Ca++ da parte di ioni Mg++ in sedimenti originariamente calcitici o aragonitici)

- **Dolomie secondarie** a diagenesi precoce, prima che il precursore carbonatico si sia solidificato
- Dolomie secondarie a diagenesi tardiva (posteriore alla solidificazione del precursore carbonatico)
- Dolomie primarie: per precipitazione diretta. Rarissime e geologicamente poco importanti

Dolomitizzazione diagenetica precoce



Ovviamente sabbie e fanghi carbonatici

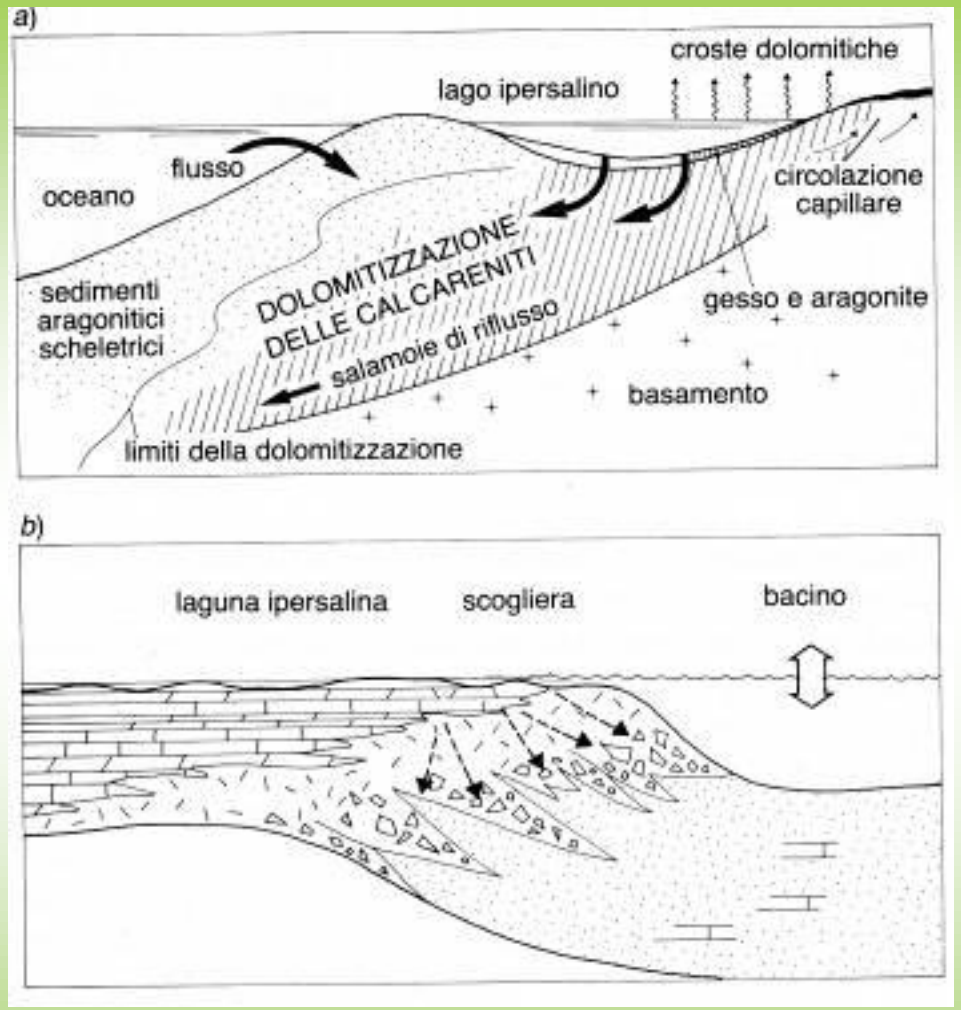
Fig. 5.9 – Il meccanismo del pompaggio evaporitico che si verifica nelle piane tidali aride (*sabkha*). Dolomite e minerali evaporitici si formano diageneticamente in prossimità della superficie della piana tidale, dove avviene l'evaporazione della salamoia che risale attraverso i pori del sedimento.

Sedimenti calcitici e aragonitici si trasformano in dolomia in baie poco profonde, dove l'acqua di mare ha elevata concentrazione di ioni Mg. L'acqua deve…attraversare..il precursore carboantico.Ovviamente bisogna trovare condizioni in cui il processo possa avvenire per lunghissimo tempo

Altri modelli di dolomitizzazione

Modelli molto simili a quelli di formazione delle evaporiti. In lagune ipersaline : salinità fino a 5 volte > delle salità normale. Se precipita gesso ($CaSO_4$) il rapporto Mg/Ca si alza da 3:1 anche a 40:1.

Quindi si forma acqua ipersalina, molto densa, ricca in Mg che..scende ed attraversa depositi calcarei (Calcite e aragonite)



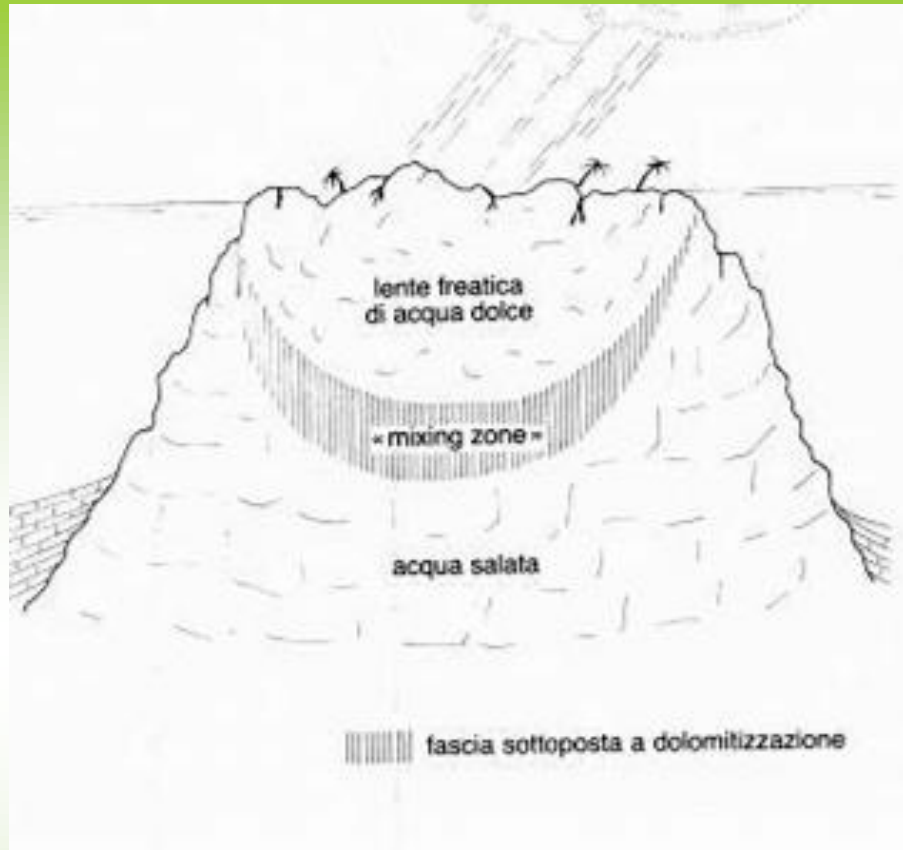


Fig. 5.13 – Il modello «Dorag», che localizza la dolomitizzazione nelle zone in cui si mescolano acqua dolce e acqua salata, applicato al caso di un banco carbonatico isolato. Se per un qualsiasi meccanismo (fluttuazioni eustatiche, subsidenza), l'acquifero salmastro si sposta verticalmente attraverso la massa calcarea, allora la dolomitizzazione può interessare un notevole spessore della successoine carbonatica.

Possibilità di formazione di dolomite in atolli, nella zona dove si mescolano acque dolci e acque salate marine (ambiente schizoalino)

..origine delle dolomie.

- Le dolomie sono quindi rocce secondarie, formatesi in condizioni particolari: acqua ipersaline (quindi associate a r. evaporitiche) su piane di marea e/o lagune e/o mescolamento di acque dolci con acque salate
- presenza di sostanza organica algale o batterica
- CIRCOLAZIONE di fluidi molto attiva

Dolomitizz. diagenetica tardiva. Ovvero calcari già litificati che vengono trasformati in dolomie. Anche qui 2-3 modelli, ma non c'é il controllo attualistico. Importanti per quelle dolomie che NON sono associate a depositi evaporitici. Tempi geologici ? Falde acquifere a scala regionale ?

Ma Barron (1960) a 100 °C trasforma calcite in dolomite in pochi giorni ! Ovvero sei il processo avvenisse in profondità..allora si che il processo potrebbe essere veloce