

Strutture & Ambienti Sedimentari

Geologia 2-Mod.2 2024-2025

11° incontro (28/11/24, 11-13)



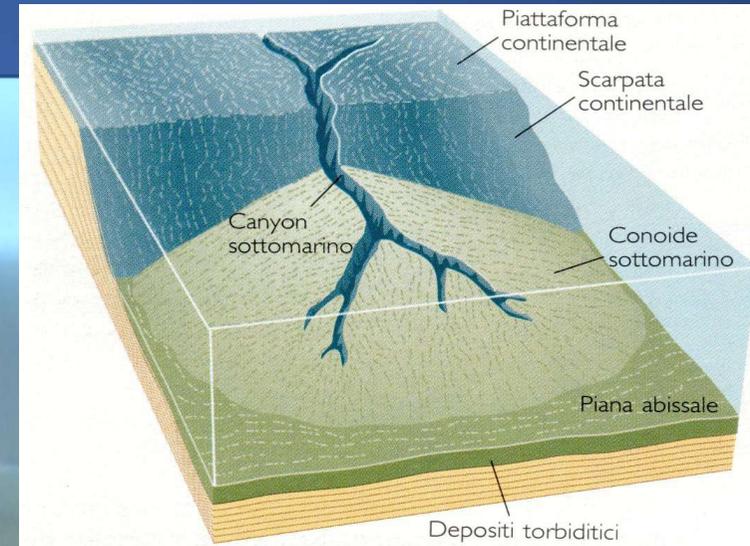
GEOLOGIA 2 anno 2024/2025: ingressi fino al 19/12/24

DATA	ORARIO	AULA	ATTIVITA'
giovedì 5 dicembre 2024	9,00-11,00	CT08	lezione
giovedì 5 dicembre 2024	11,00-13,00	CF05	lezione
venerdì 6 dicembre 2024	11,00-13,00	CT08	lezione
giovedì 12 dicembre 2024	9,00-11,00	CT08	lezione
giovedì 12 dicembre 2024	11,00-13,00	CF05	lezione
venerdì 13 dicembre 2024	11,00-13,00	CT08	lezione
giovedì 19 dicembre 2024	9,00-11,00	CT08	lezione
giovedì 19 dicembre 2024	11,00-13,00	CF05	lezione

NELLE DATE NON INDICATE IN TABELLA NON CI SARA' LEZIONE

Modello di laboratorio

Flusso di torbida



Torbidite (sabbioso-argillosa)

<https://www.youtube.com/watch?v=CE4vdar8-NA>



0:46 / 2:42

(slow speed)

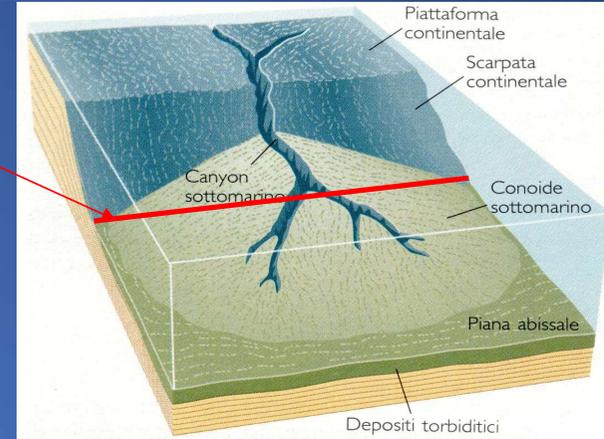
Modello di laboratorio

**Incisione Canyon
depositi di canale
(+ grossolani)**

Flusso di torbida

**Argini depositi di
overbank
(tracimazione)**

Traccia della sezione
attraverso la conoide



**Incisione Canyon
depositi di canale
(+ grossolani)**

Sezione sismica

**Argini depositi di
overbank
(tracimazione)**

geologia Marina, C.N.R., 1980.)

<https://www.youtube.com/watch?v=CE4vdar8-NA>

Torbidite (sabbioso-argillosa)

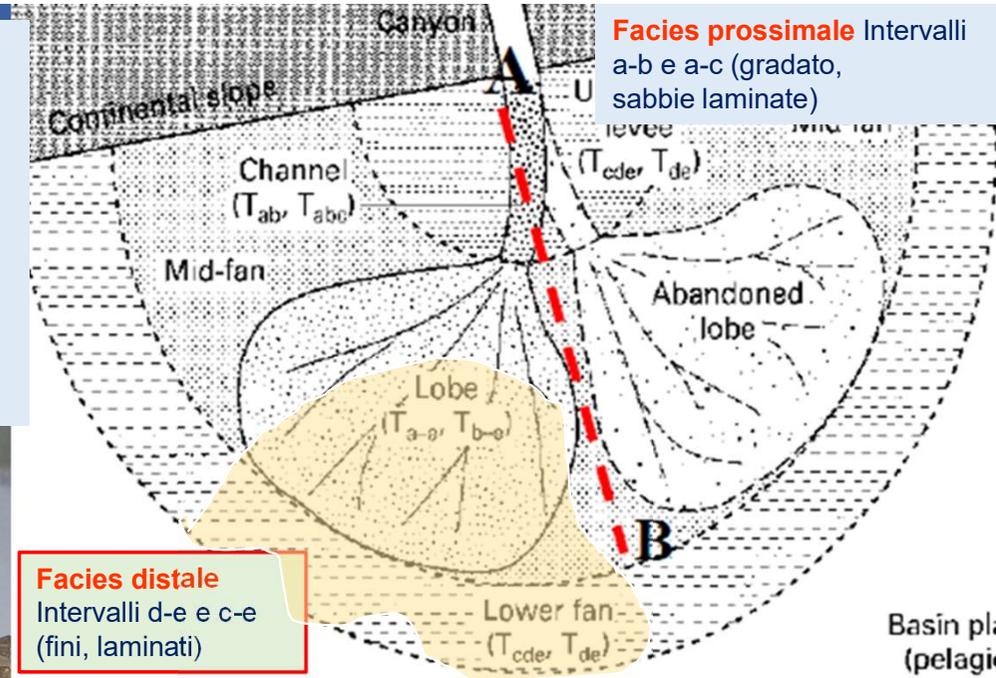
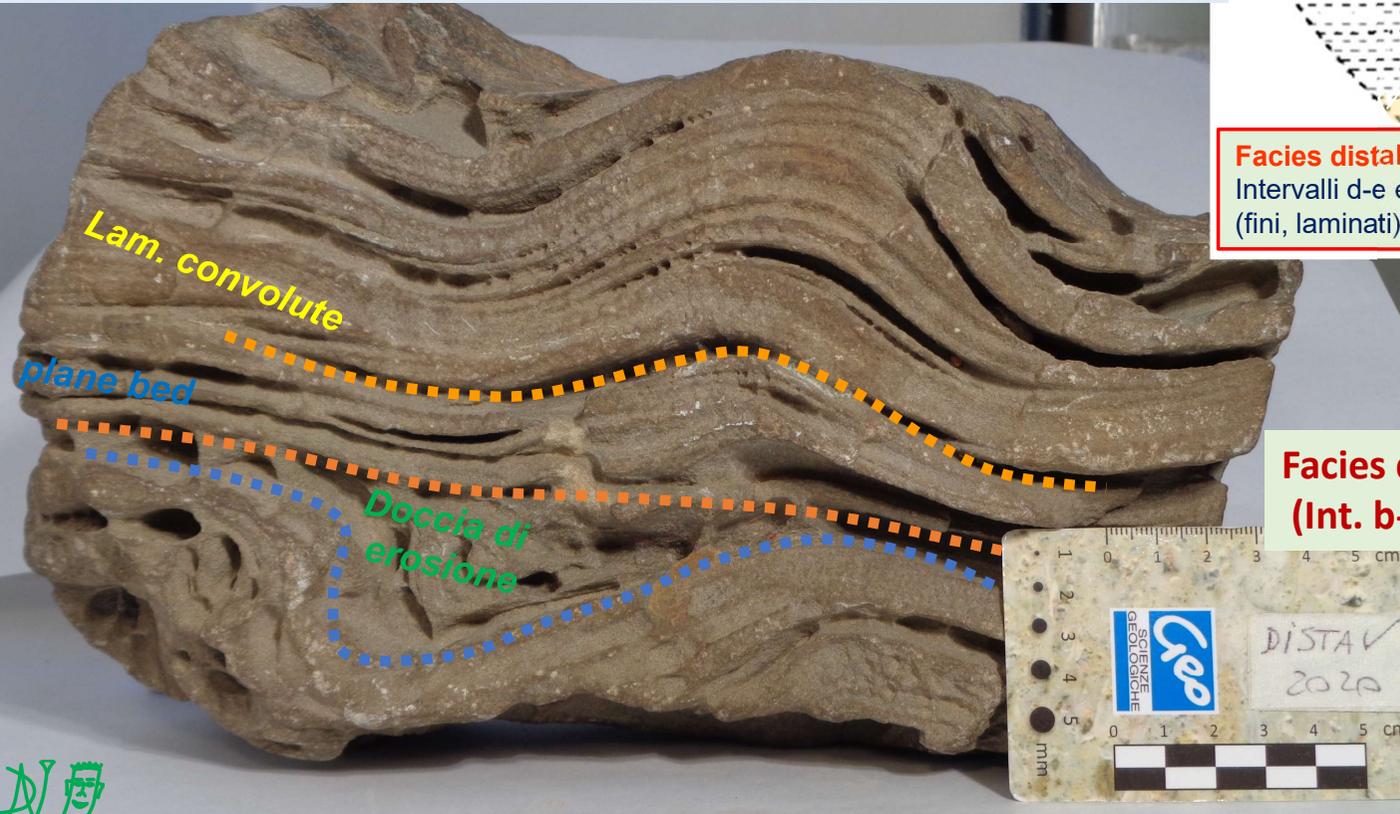
-Bottom, le forme e doccia di erosione (linea blu) sono caratteristiche di regime supercritico (numero di Froude > 1; intervallo b)

Top, laminazioni convolute (secondarie; linea arancione) e ripple di regime subcritico (numero di Froude < 1; intervallo c)

Tetto costituito da argilla (superficie liscia riflettente)

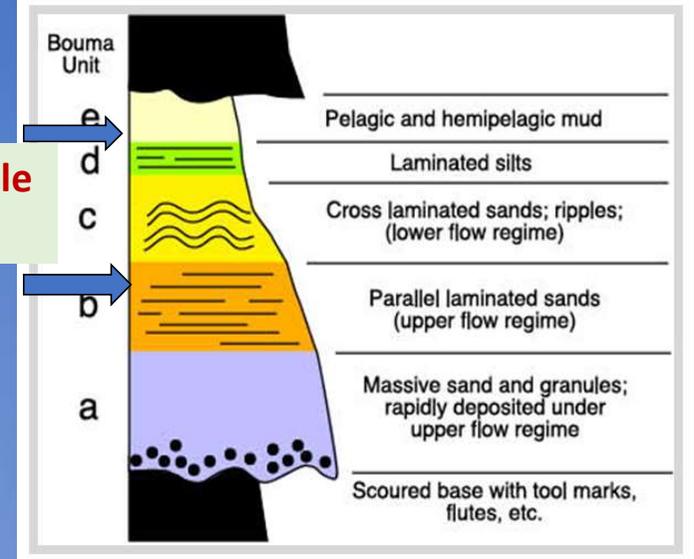
Il passaggio tra i due regimi è rappresentato da una superficie piana (fondo piano; linea arancio scuro)

Il campione è prevalentemente sabbioso mentre la componente argillosa della torbidite è stata asportata (vuoti) successivamente consentendo una buona cementazione



Facies prossimale Intervalli a-b e a-c (gradato, sabbie laminare)

Facies distale Intervalli d-e e c-e (fini, laminati)



Facies distale (Int. b-e?)



Torbidite (Intervalli b-e)

Bottom, laminazioni piano parallele sormontate da laminazione convolute dell'intervallo C (strutture secondarie, ben sviluppate per la prevalenza di materiale argilloso impermeabile ricco di acqua)

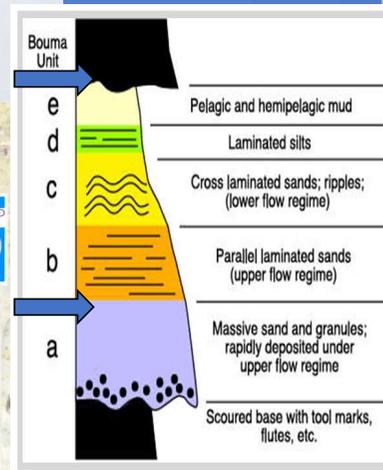
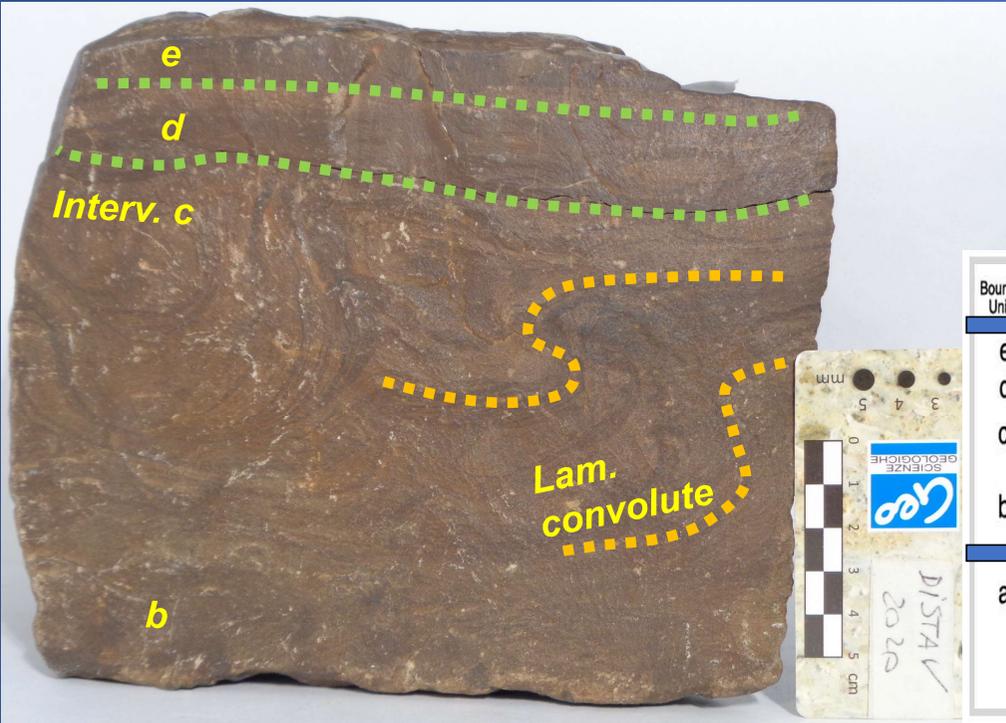
Top, laminazioni piano parallele (decantazione; intervallo d) e argilla omogenea in alto (intervallo e)

Tracce di biocenosi (piste di pascolo di organismi) + argilla sono rilevabili abbondantemente alla base e al tetto dello strato di torbidite.

Base



Facies distale
(Int. b-e)



Top



CLASSIFICAZIONE STRUTTURE SEDIMENTARIE

4.a DEFORMATIVE

SIN-DEPOSIZIONALI

- Disseccamento (mud cracks)
- Cementazione precoce (tepee)
- Gocce di pioggia (rain marks)
- Crescita di xx di ghiaccio - sale

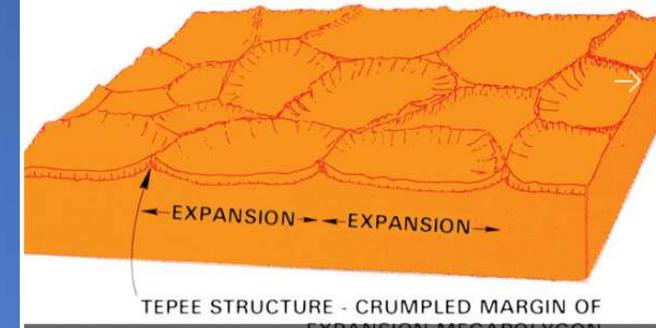
POST-DEPOSIZIONALI

- Da carico →
 - Load casts
 - Pseudonoduli (ball and pillows)
- Da iniezione →
 - Vulcanetti di sabbia-fango
 - Pockmark
- Da espulsione →
 - Dish
 - A farfalla
- Convoluzioni
- Brecce e megabrecce
- Piegamenti intraformazionali (Slumpings)

Deformazioni

Sin-deposizionali che interessano i sedimenti durante la deposizione o poco dopo (pre-litificazione).

Post-deposizionali che interessano i depositi dopo la deposizione e durante la litificazione (costipamento + cementazione).



Agenti chimici, fisici o biologici.

(disidratazione, cementazione, dissoluzione precipitazione, cristallizzazione)

Gravità

Strutture di carico (pressione litostatica; load cast....)

Frane (slide, slumping, soft sediment deformation.....)

Pressione di Fluidi (da carico o shaking sismico; iniezione, espulsione, fluidificazione fratturazione....)

Convoluzione (intervallo c nelle torbiditi...)

4. DEFORMATIVE → Sin-deposizionali → MUD CRACKS



Mud cracks

Morsilli, 1999

MUD CRAKS (FANGHI POLIGONALI)

- contrazione per essiccamento (*fessure di contrazione*).
- depositi fini in **tutti gli ambienti**
- nella fossilizzazione il materiale grossolano sigilla la struttura (*micro-breccioline di fango secco*).
- **sono subaerei** solo se associati a **gocce di pioggia, o tepee**
- in ambienti marini profondi la **contrazione** legati a **variazioni di salinità** che modificano il **reticolo cristallino delle argille**

4. DEFORMATIVE → Sin-deposizionali → TEPEE

Tepee

Strutture «a tenda» per essiccamento e cementazione successiva; ambiente tidale supratidale)



1) Agenti chimici, fisici o biologici.

(disidratazione, cementazione, dissoluzione precipitazione, cristallizzazione)

4. DEFORMATIVE → Sin-deposizionali → TEPEE



KENDALL, 1990



2) Gravità

Strutture di carico (pressione litostatica; load cast....)
Frane (slide, slumping, soft sediment deformation.....)

LOAD CASTS



Modalità di formazione strutture da carico

Strutture da carico

Interferenza tra spessori con densità e comportamento reologico diverso / invertito

(sopra sabbia +denso fango -denso)

Il fango e la sabbia si muovono secondo direzioni come in moti convettivi (densità) creando dei lobi e condotti (creste o fiamme) che si fanno spazio nella sabbia.

La forma può essere simmetrica o asimmetrica a seconda di condizionamenti come il paleopendio o lo scuotimento dato da paleosismicità

Ricci Lucchi, 1970

Flame Structures: wavy flame-shaped tongues of mud that project upward into an overlying layer, which is commonly sandstone.



2) Gravità

Strutture di carico (pressione litostatica; load cast....)

Frane (slide, slumping, soft sediment deformation.....)

3) **Pressione di Fluidi** (da carico o shaking sismico; iniezione, espulsione, fluidificazione fratturazione....)

Convoluzione (intervallo c nelle torbiditi...)

Strutture da carico

Interferenza tra spessori con **densità e comportamento reologico diverso / invertito**

(sopra sabbia +denso fango -denso)

Il fango e la sabbia si muovono secondo direzioni come in **moti convettivi (densità)** creando dei **lobi e condotti (creste o fiamme)** che si fanno spazio nella sabbia.

La forma può essere **simmetrica o asimmetrica** a seconda di condizionamenti come il **paleopendio** o lo scuotimento dato da **paleosismicità**

Area di Risalita di fluidi

Fondale Al largo di Portofino

Numerosi Pockmark Giganti

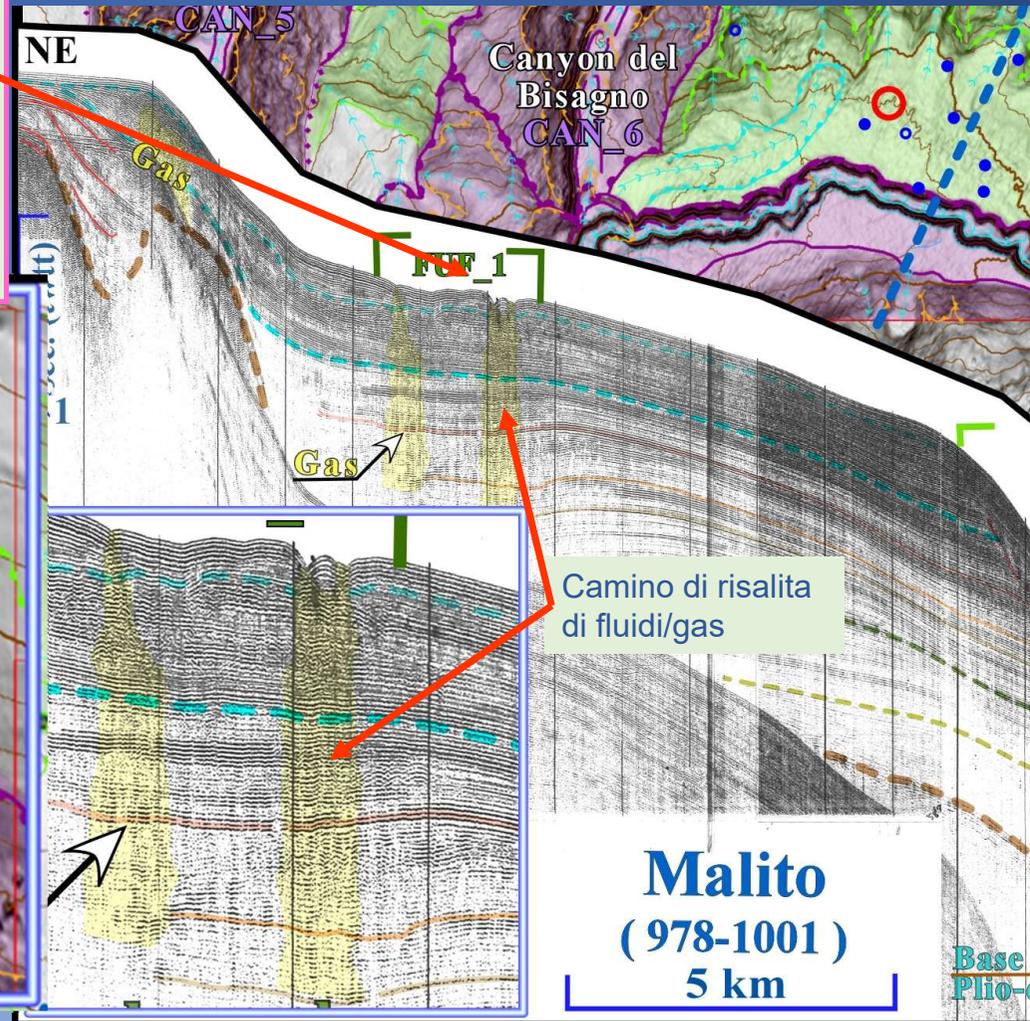
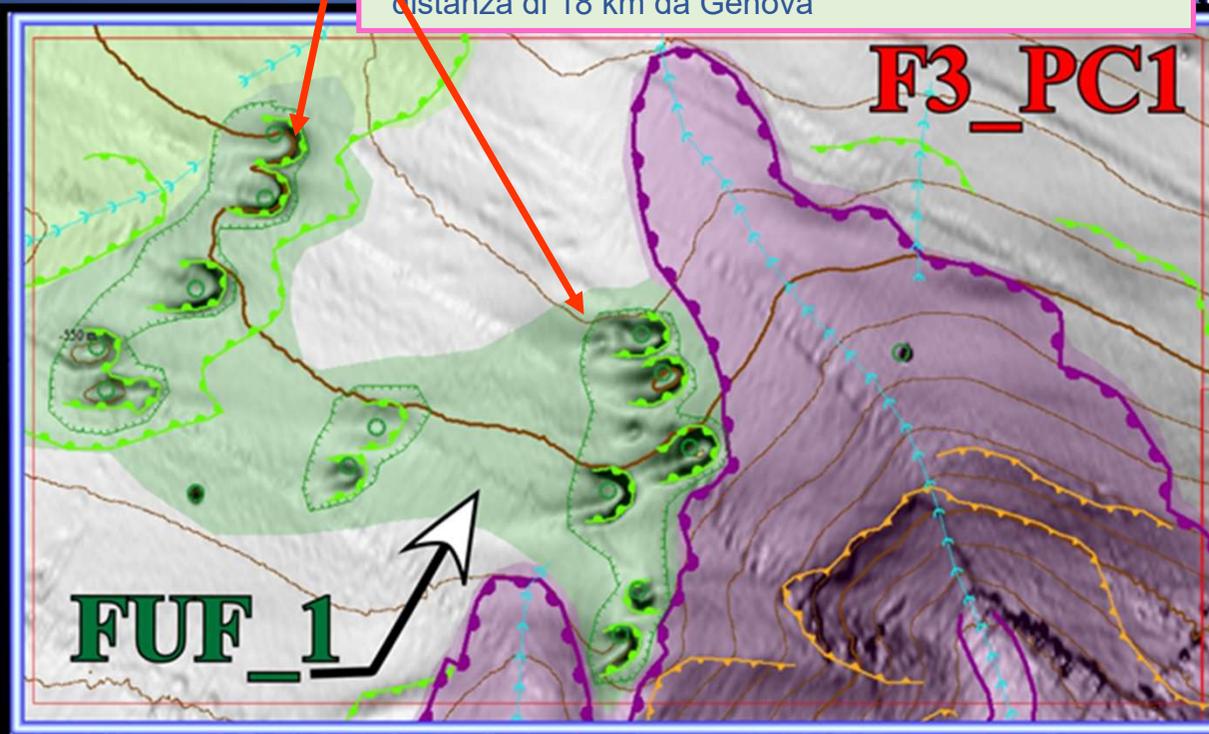
(depressioni sub-circolari; diametro max 400-500m)

Creano:

- risospensione del sedimento trascinato via da correnti di fondo
- erosione e instabilità del fondale

Potenziale innesco di di frane sottomarine a una distanza di 18 km da Genova

3) Pressione di Fluidi (da carico o shaking sismico; iniezione, espulsione, fluidificazione fratturazione....)
Convoluzione (intervallo c nelle torbiditi...)



Arenaria con controimpronte di carico (*lobi e incavi tondeggianti*)

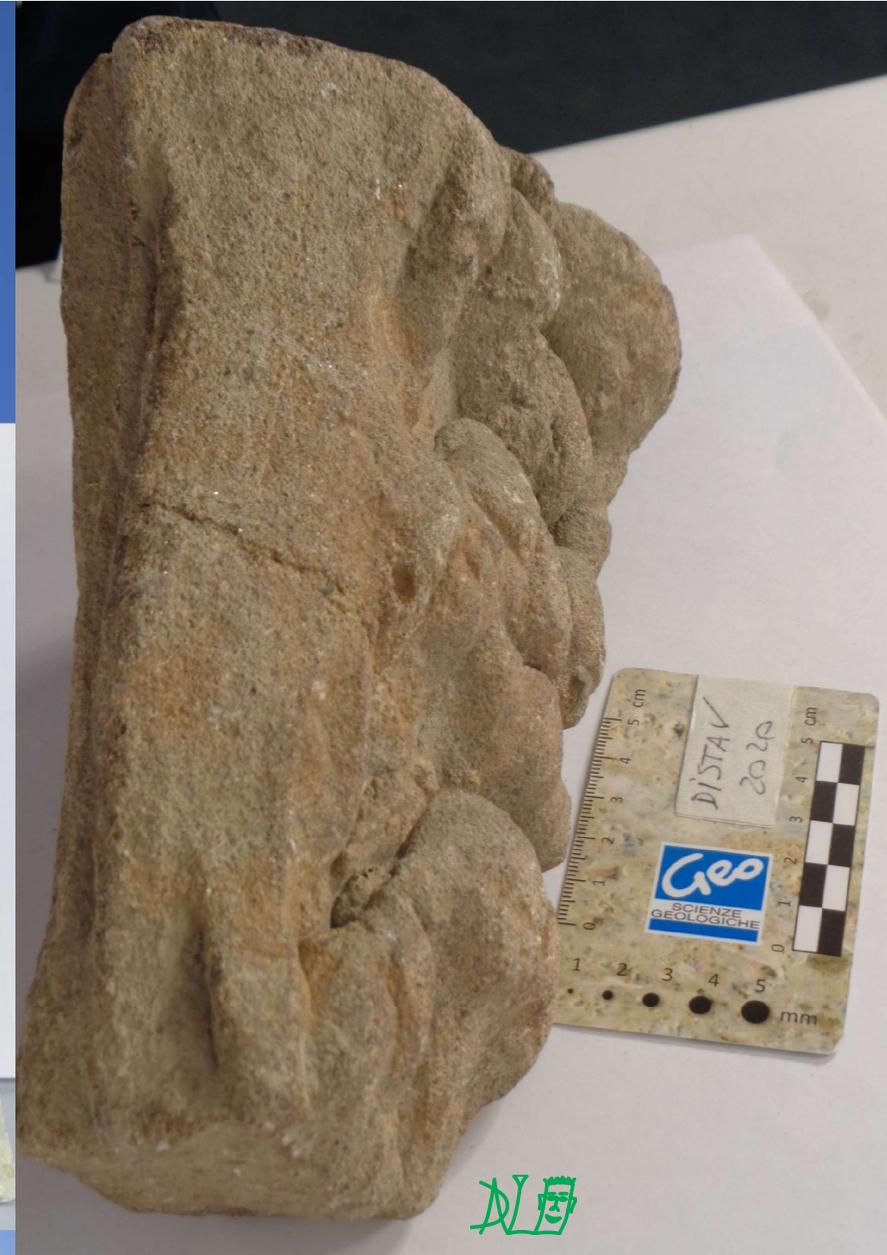
Il deposito poggiava su un sedimento argilloso (*brilla controluce*)

La deposizione di sabbie su un letto di argille è piuttosto inconsueta

Dinamica & Ambiente sedimentari (ipotesi)

E' attribuibile agli effetti della **tracimazione** (spill-over) e **deposizione massiva di sabbie** associate a un **evento di torbida** che dall'interno di un canale a causa di un ostacolo (**deviazione**) superano l'argine per poi decantare in un'area della piana abissale (**argille pelagiche**)

Le particolare forma delle strutture di carico è generata comportamento plastico delle argille sottoposte al carico litostatico.



DLE

Arenaria con controimpronte di carico (lobi e incavi tondeggianti)

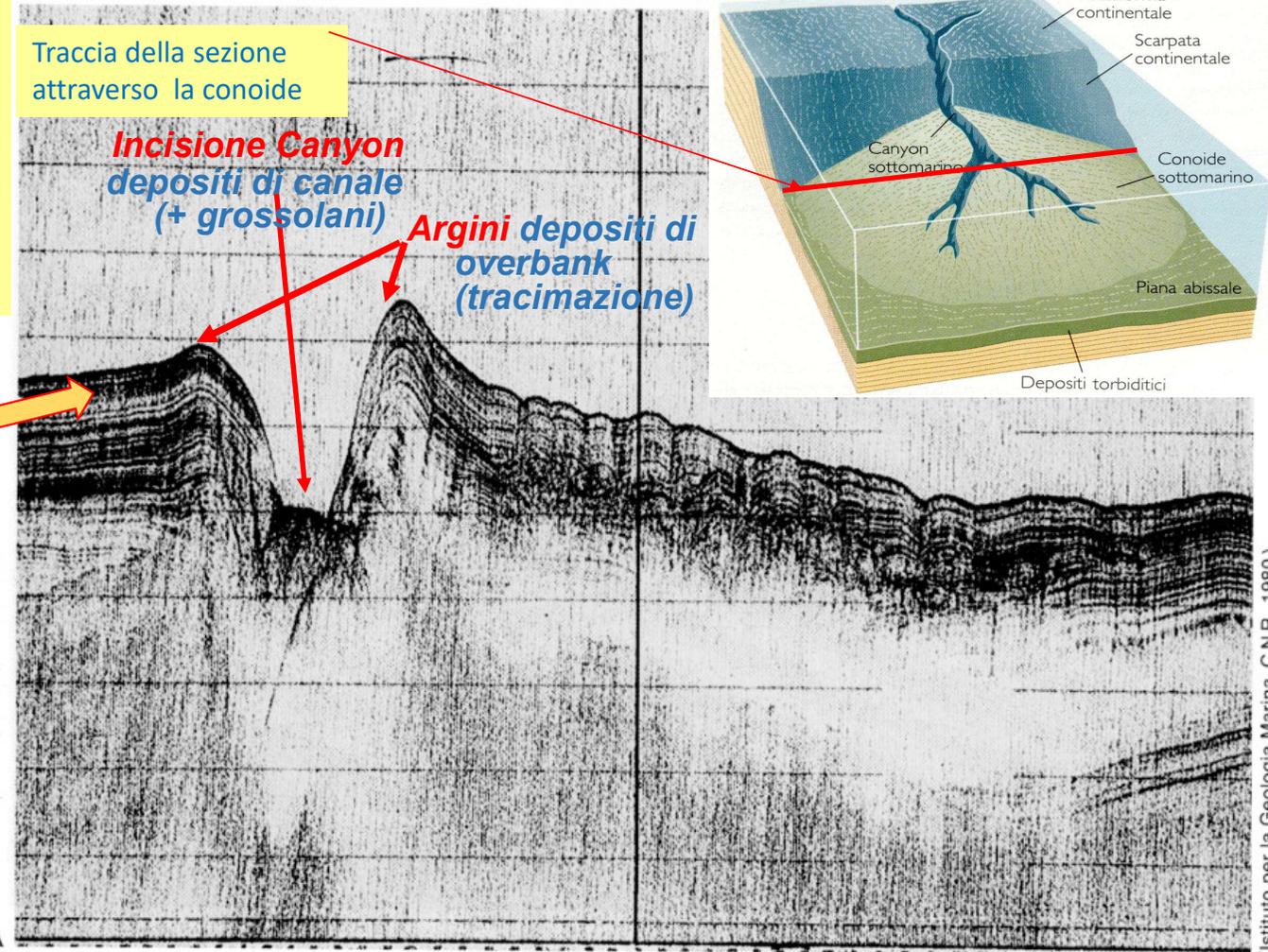
Dinamica & Ambiente sedimentari (ipotesi)

E' attribuibile agli effetti della **tracimazione** (spill-over) e **deposizione massiva di sabbie** associate a un **evento di torbida** che dall'interno di un canale a causa di un ostacolo (**deviazione**) superano l'argine per poi decantare in un'area della piana abissale (**argille pelagiche**)

Le particolare forma delle strutture di carico è generata dal comportamento plastico delle argille sottoposte al carico litostatico.

Sezione sismica

ESEMPI DI STRATIFICAZIONE



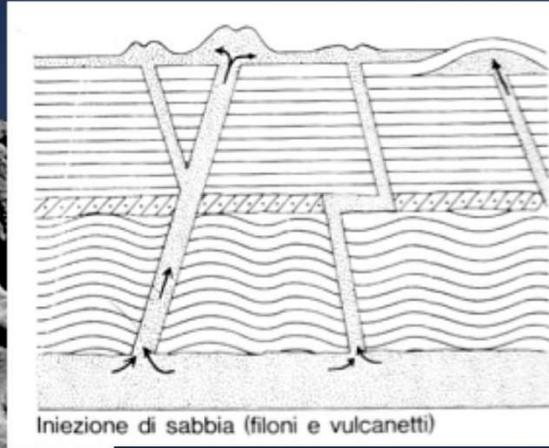
(Istituto per la Geologia Marina, C.N.R., 1980.)

Tavola 13

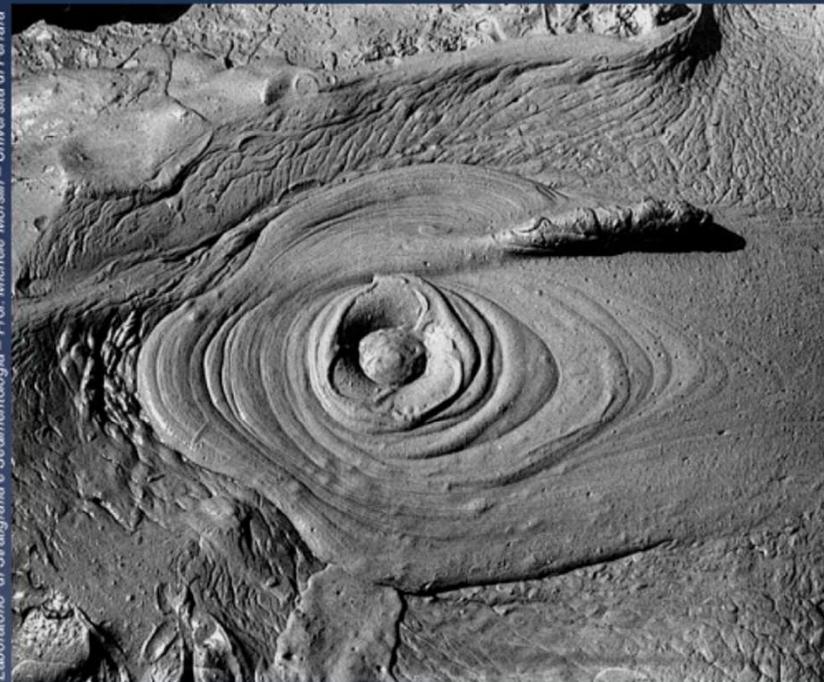
Canali erosivi in sedimenti attuali e recenti



Vulcanetti di sabbia



Strutture da iniezione
Condotte di iniezione e Mud-volcano
Risalita di sabbia fluidificata per sovrappressione dei fluidi interstiziali da carico, costipamento e/o shaking sismico (sismiti)



Vulcanetto di fango

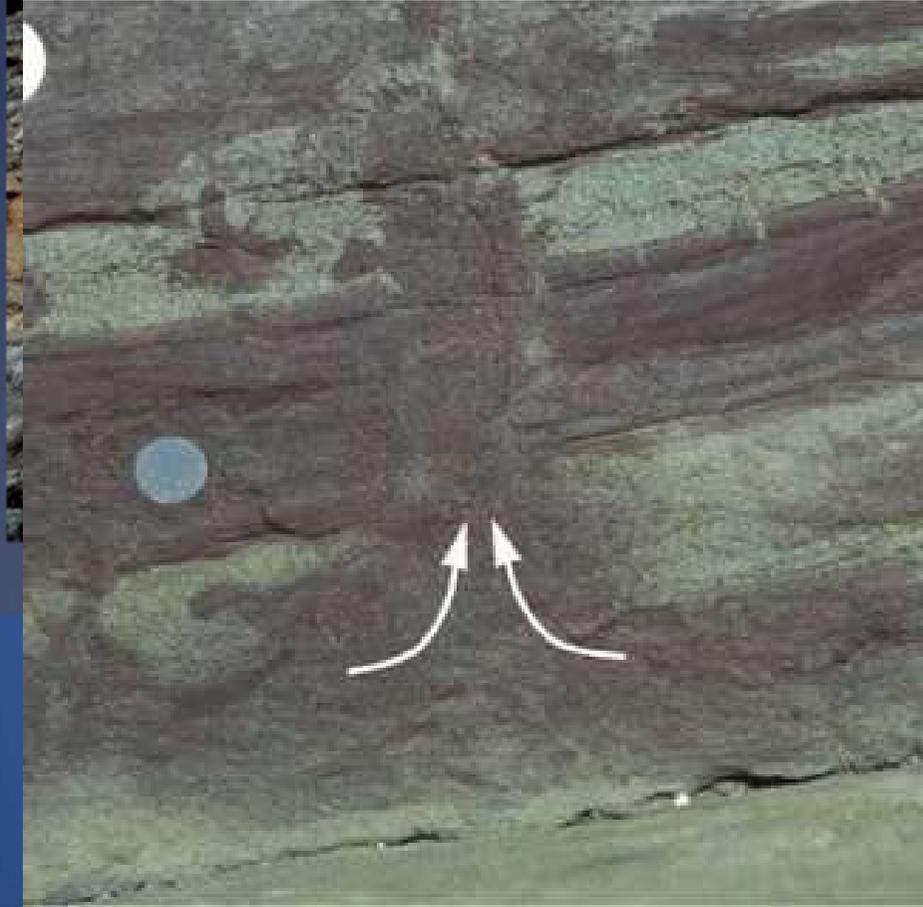
Ricci Lucchi, 1970

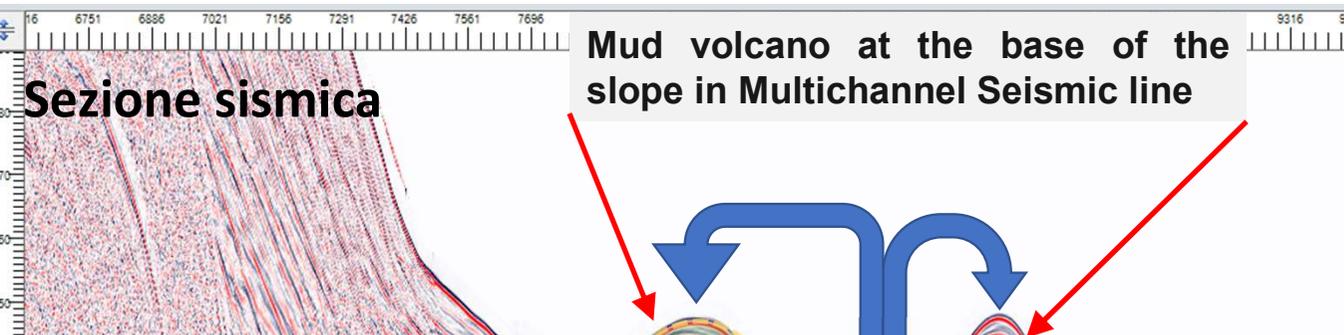
Sismiti



Sismiti

- Effetti di *scuotimenti sismici*
- Sovrappressione dei *fluidi interstiziali fluidificazione di depositi sabbiosi (liquefaction)*;
- iniezione verso l'alto nella copertura sedimentaria, lungo condotte verticali (*chimney, pillar; guidate da fratture*) oppure orizzontali lentiformi (*dish*)
stru

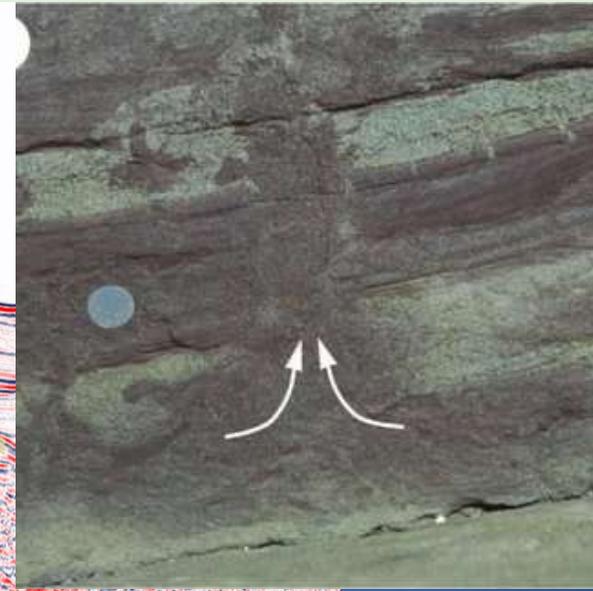
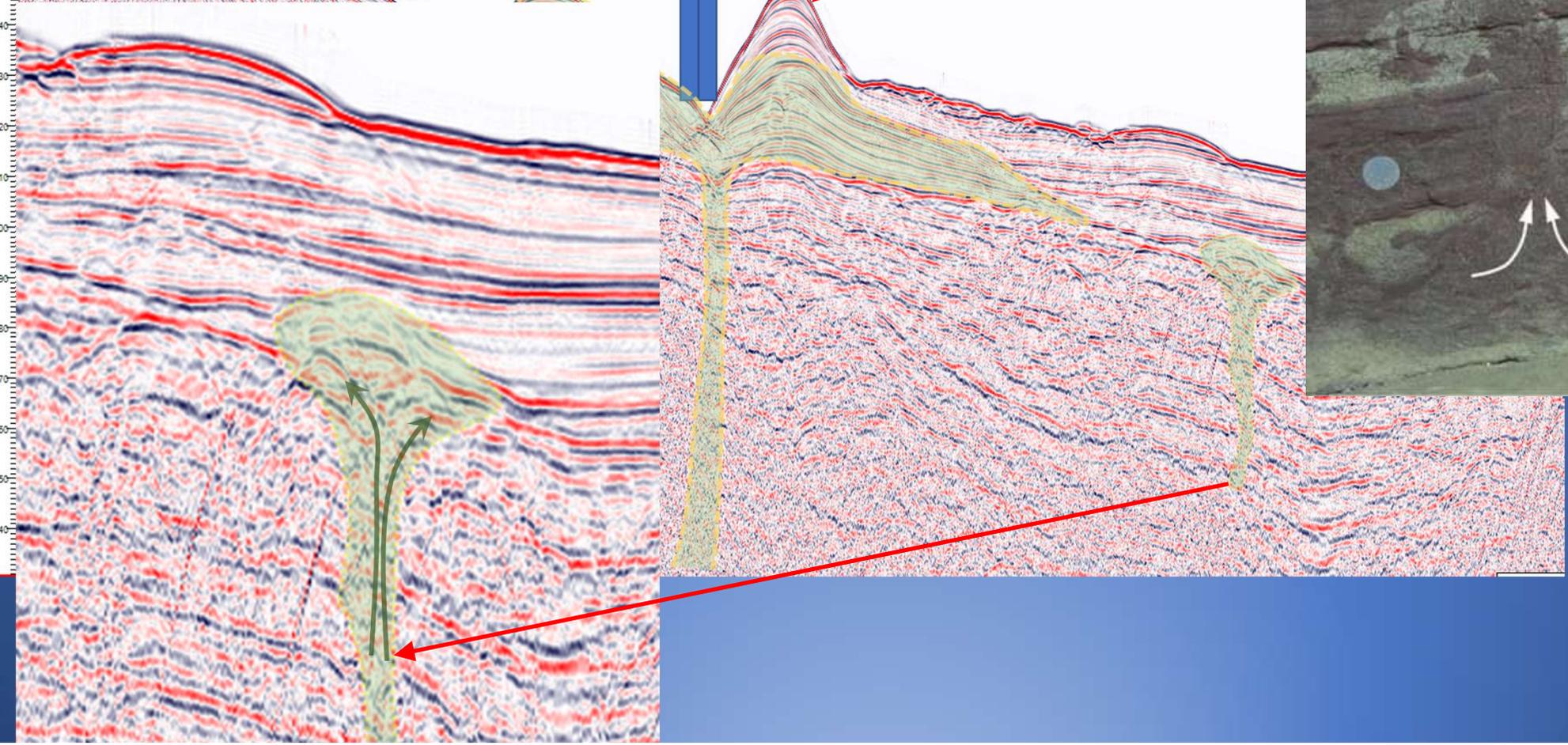




Sezione sismica

Mud volcano at the base of the slope in Multichannel Seismic line

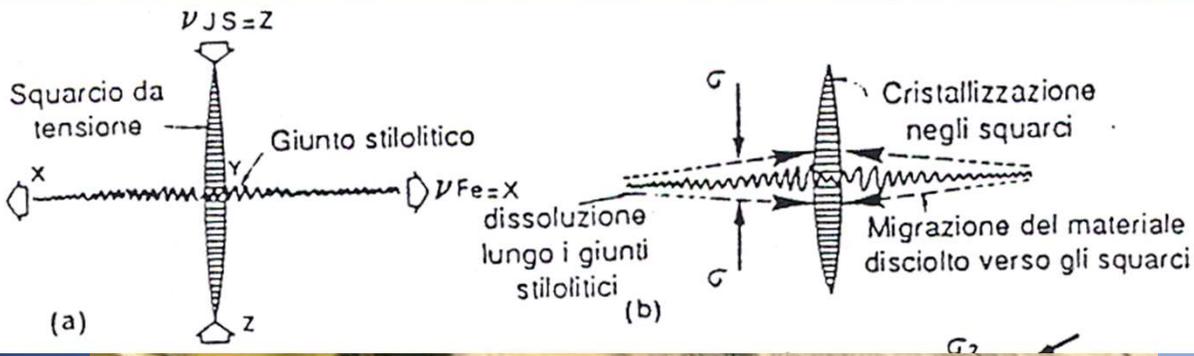
Strutture da iniezione
Condotte di iniezione e Mud-volcano
 Risalita di sabbia fluidificata per sovrappressione dei fluidi interstiziali da carico, costipamento e/o shaking sismico (sismiti)



CLASSIFICAZIONE STRUTTURE SEDIMENTARIE

4.b DIAGENETICHE

- Vene di calcite
- Incrostazioni di calcite
- Hardground
- Concrezioni arenacee
- Noduli di selce
- Xx di Gesso



Rocce Diagenetiche

Compattazione (riduzione porosità ecc..)

Ricristallizzazione (alcuni minerali instabili cementazione pressione tra clasto e clasto).

dissoluzione e sostituzione, (es. trasformazione della calcite in dolomite; dolomitizzazione).

precipitazione (nuovi minerali dalle acque percolanti tra gli interstizi del sedimento)

HARDGROUND

cementazione precoce in tutti gli ambienti.

- noduli di Fe-Mn, l'ambiente marino profondo:
- Indicano scarsa o assente sedimentazione (quasi una lacuna stratigrafica)
- hardground come crostoni legati a fasi di emersione.

NODULO

- precipitazione di sale entro un sedimento ospite:
- associato a discontinuità nel sedimento (es. tane di organismi; Calcare nodulari del calcare ammonitico)
- calcite o evaporite o selce o Fe-Mn.

STILOLITE

- superficie di dissoluzione del carbonato di calcio;
- Talvolta colorata per concentrazione materiale insolubile (ossidi, argille).
- Perpendicolare alla direzione di max stress

Gesso (solfato di calcio anidro; anidrite)

Origine evaporitica o sedimentaria in depositi di varie epoche geologiche (*evaporiti del Messiniano*), creati per evaporazione di acque salate in ambienti dal clima caldo;



Calcari a Calpionelle del cretacoico

Calcari pelagici costituiti da frammenti di gusci
planctonici calcarei successiva
dolomitizzazione diagenetica differenziata

lamine corrispondenti a livelli (interstrati) più
permeabili la presenza di liquidi che
consentono la dissoluzione e ricristallizzazione
di dolomite (sostituzione di Mg/ con Ca della
calcite)

concentrazione in lamine di dolomia che nel
campione appare in rilievo per la maggiore
resistenza all'erosione/dilavamento rispetto al
calcare.



DI 13

Strutture diagenetiche di argille-calcare

tipica organizzazione in setti (**SEPTARIA**), spesso sono associate a depositi torbiditici

Le porzioni grigiastre sono di *sedimento calcareo-argilloso* che dissecandosi producono *fessurazione a setti*. Successivamente il *carbonato di calcio* presente nelle soluzioni di fluidi interstiziali è precipitato (*calcite*) all'interno delle fessure (*porzioni brune*), creando queste specifiche strutturazioni.



NE



Nodulo di selce interno ai calcari pelagici.
Calcare debolmente marnoso (radiolari plancton siliceo)
Durante la diagenesi silice amorfa crea questi noduli di selce lenticiforme (*carbonato e stato dilavato*)



Calcari a liste di selce

imitano una stratificazione che è prodotta dalla diagenesi che produce silice amorfa (opale) organizzata in liste in rilievo in quanto più resistenti all'erosione.

Decantazione di plancton siliceo e carbonatico associato argille distali (*nefeloidi*)

calcare marnoso affiorante abbondantemente sopra Nervi *Monte Fasce*.



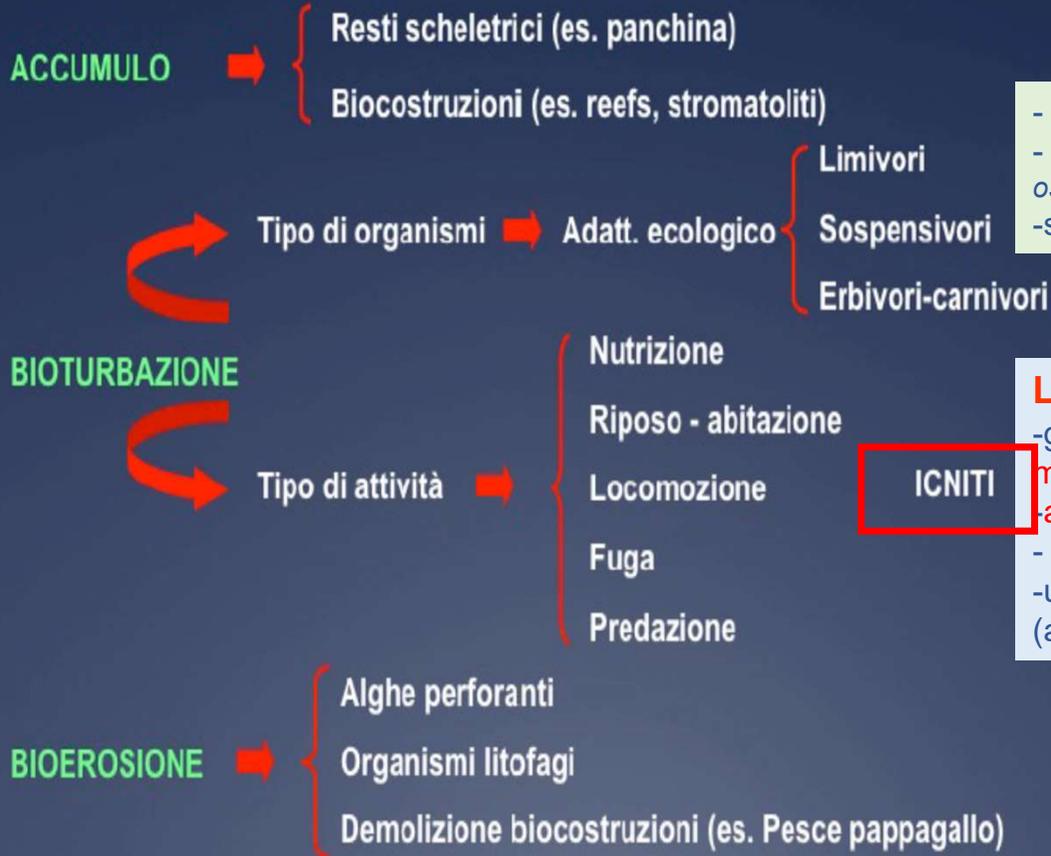
Strati di radiolariti;

Rocce prodotte dalla decantazione di materiale fine costituito prevalentemente da resti di radiolari in ambiente marino batiale al di sotto del livello di compensazione dei carbonati.



CLASSIFICAZIONE STRUTTURE SEDIMENTARIE

3. BIOGENE



BIOTURBAZIONI tracce ed impronte fossili (ICNITI)

- **rielaborazione e deformazione** dei sedimenti non litificati;
- Organismi **bentonici** sopra o sotto l'interfaccia deposizionale (*max 1 m con ossigeno e nutrienti*)
- sedimento **perde porosità**, addensamento, **attrito interno e resistenza al taglio**;

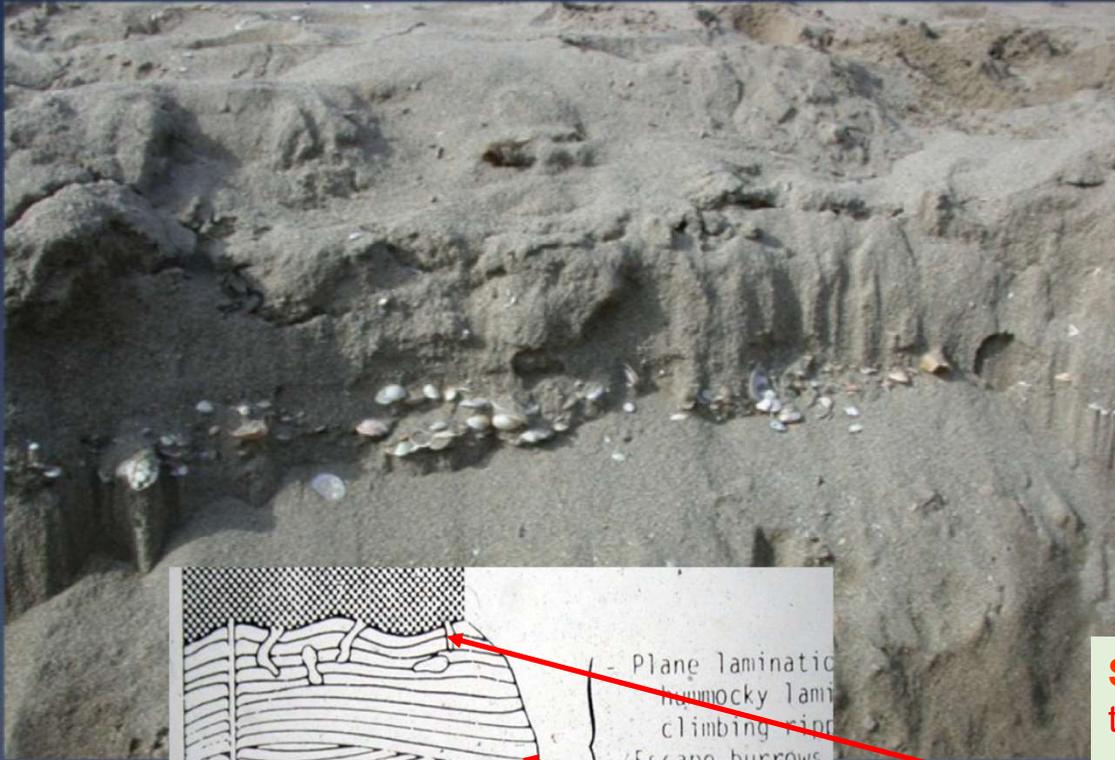
- Le tracce fossili sono un buon indicatore ambientale.**
- grado di bioturbazione è funzione dell'ossigenazione, tasso di deposizione, mobilità del fondo;
 - assente in condizioni asfittiche** (euxiniche);
 - più bioturbati sono i fanghi meno le sabbie (**più dinamismo, meno vita**);
 - un fango rosso-arancio (max ossigenazione) è + bioturbato di quello nero (anossico).

3. BIOGENE

ACCUMULO



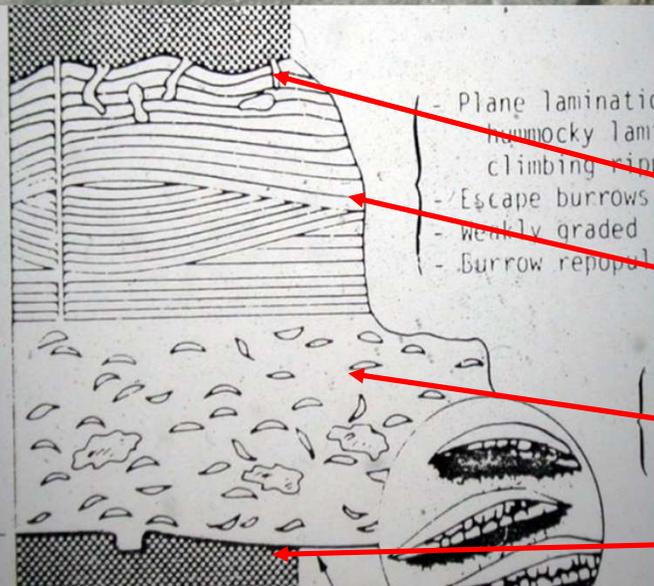
Resti scheletrici (es. panchina)



i, 2001



Fig. 11.10 Hummocky cross stratification (HCS) in fine-grained sandstone beds, Carboniferous, Northumberland, England. The convex-up surfaces are characteristic of HCS.



STORM LAYER (TEMPESTITE) = Strato generato da tempesta/tsunami: costituita da più intervalli (simili alle torbiditi):

Bioturbazioni canali di fuga verticali e nel tetto canali di pascolo da ricolonizzazione (escape burrow & burrow repopulation)

- Intervallo superiore, fangoso a laminazione parallela piana, seguita da laminazioni parallela ondulata incrociata (*Hummocky*) e infine da ripple rampanti.

- Intervallo inferiore, massivo grossolano ricco di conchiglie (concavità verso basso, vuoto/cementato)

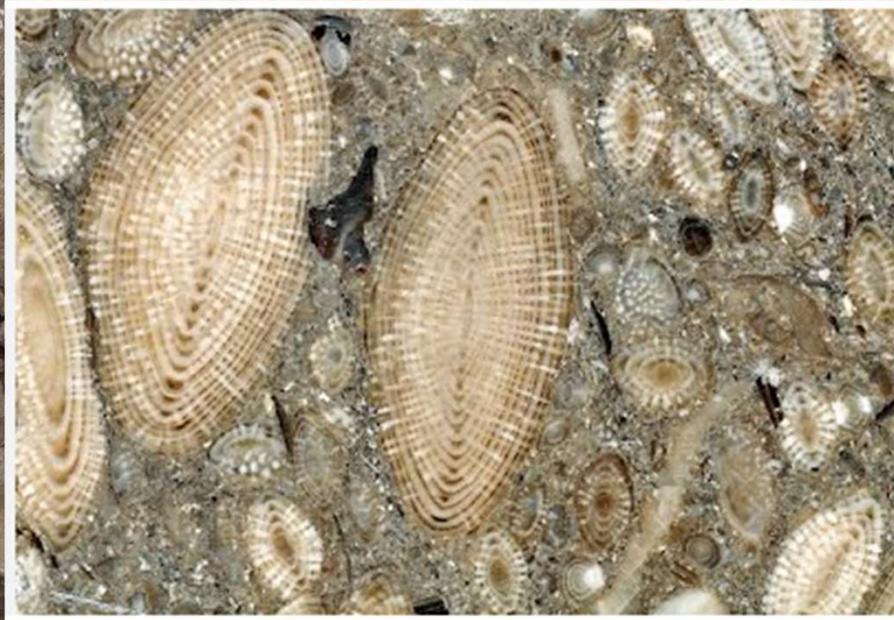
- Base erosiva (Gutter cast, tool marks);

Calcare nummuliti: roccia carbonatica origine prevalentemente organogena

I fossili degli organismi (in molti casi interi e poco deteriorati) sono immersi in una matrice costituita da frammenti degli stessi. Questi nell'insieme costituiscono una massa detritica biogena molto porosa

La porosità ha favorito l'ossidazione e la cementazione prodotta dai precipitati dei fluidi in circolazione (vadosi o freatici)

Le nummuliti hanno subito una rapida evoluzione e sono pertanto utilizzate come fossili guida.



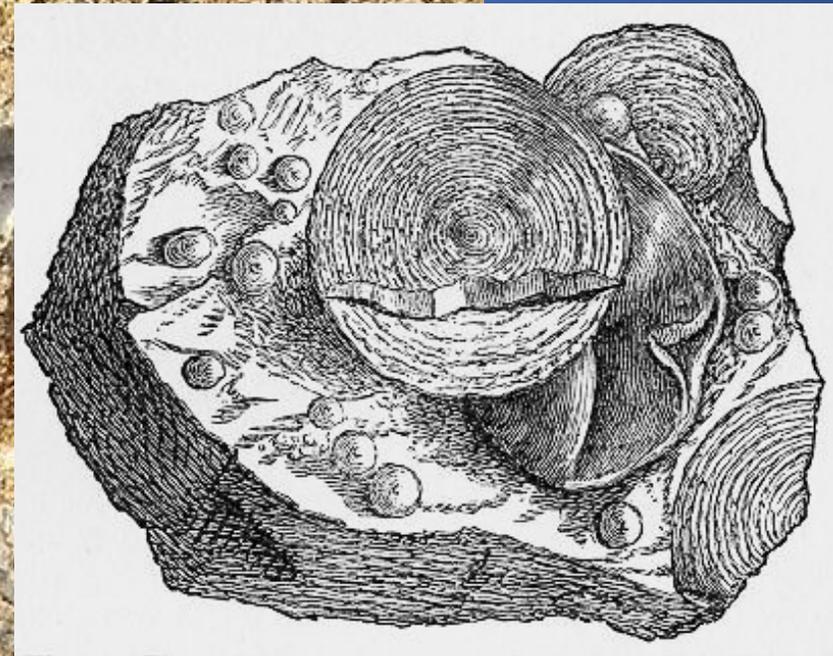


Calcare nummuliti. ; roccia carbonatica origine prevalentemente organogena

I fossili degli organismi (in molti casi interi e poco deteriorati) sono immersi in una matrice costituita da frammenti degli stessi. Questi nell'insieme costituiscono una massa detritica biogena molto porosa

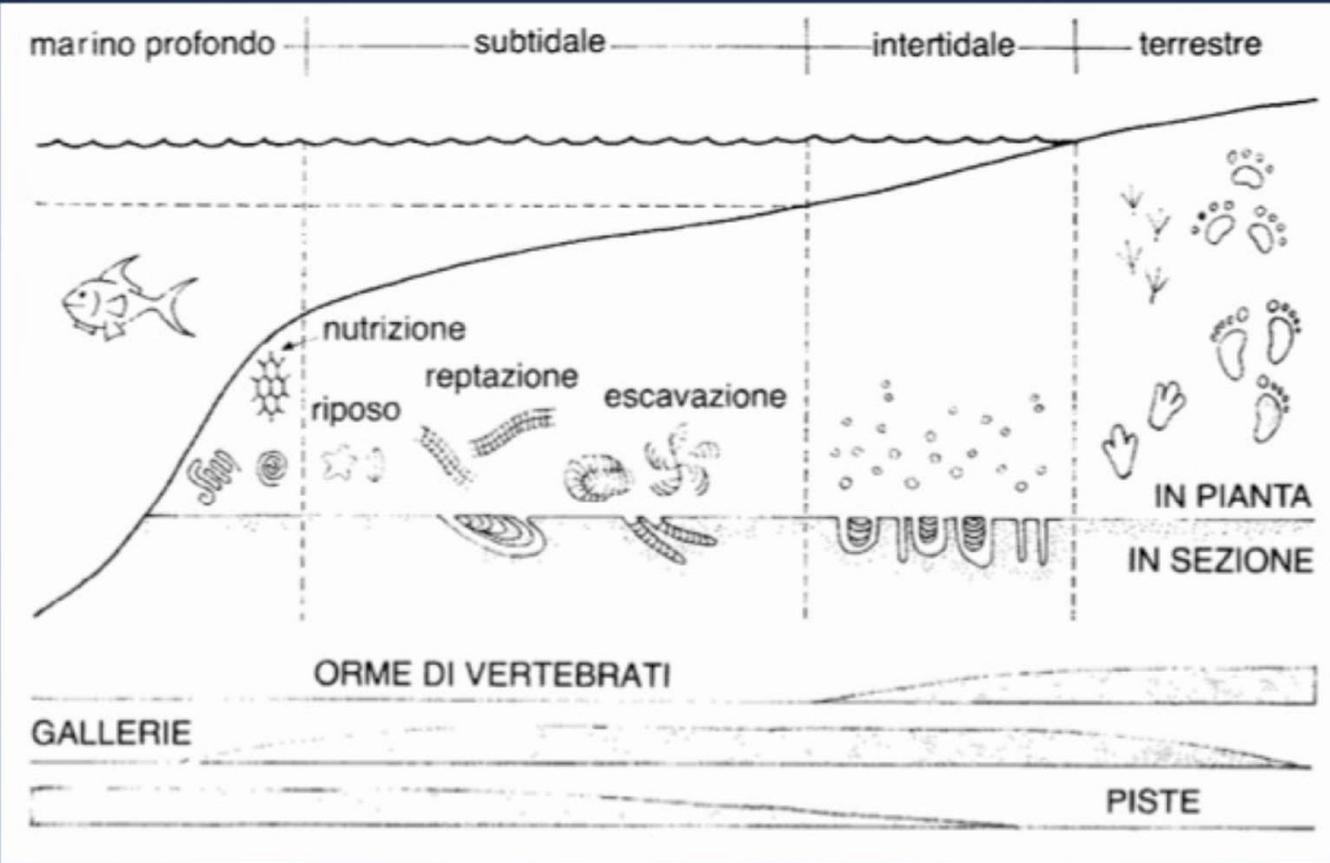
La porosità ha favorito l'ossidazione e la cementazione prodotta dai precipitati dei fluidi in circolazione (vadosi o freatici)

Le nummuliti hanno subito una rapida evoluzione e sono pertanto utilizzate come fossili guida.



BIOTURBAZIONE

Le tracce fossili sono un buon indicatore ambientale.



Bosellini et al., 1989

BIOTURBAZIONE

Tipo di attività →

Locomozione



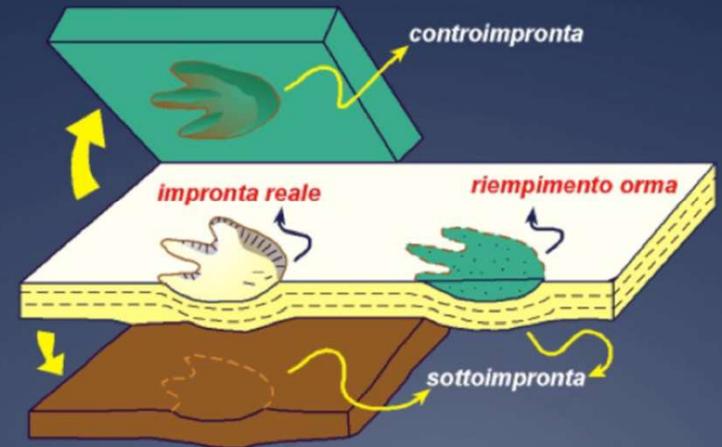
Morsilli, 2000

Stride = 208 cm Pace = 104 cm Impronta = 34 cm

DINOTURBAZIONE

Tipo di attività →

Locomozione



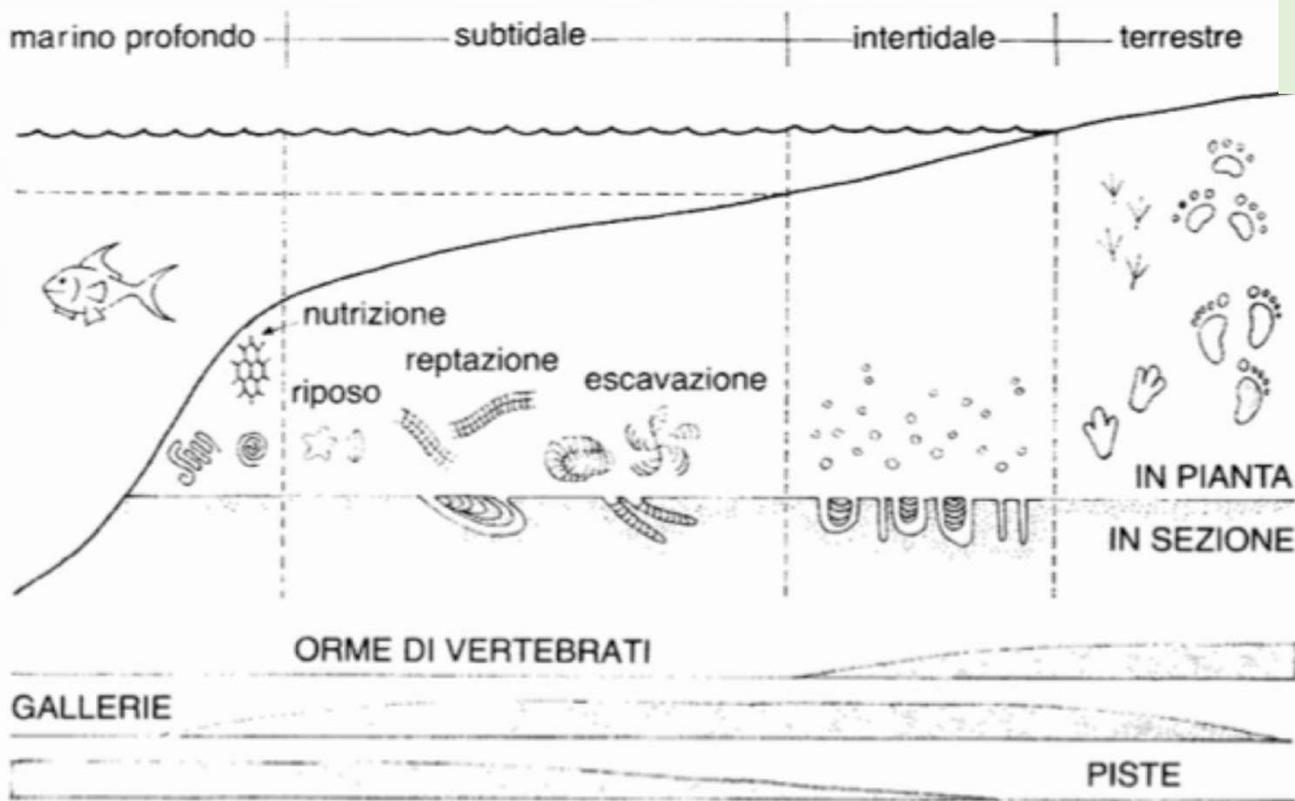
Morsilli, 2000

BIOTURBAZIONE

Le tracce fossili sono un buon indicatore ambientale.

Forme di escavazione = profondità,
(ICNOFACIES; *Seilacher 1967*),

associazioni di tracce fossili = zonazione dell'ambiente e della batimetria sottomarina



SKOLITHES --> icnofacies da aree costiere con fondi sabbiosi e/o fangosi. tracce superficiali e gallerie semplici (burrows) di rifugio e abitazione a sviluppo verticale, prodotte da organismi marini sospensivari o filtratori;

LIRUZIANA icnofacies da ambiente sublitorale (entro i 200 m di profondità), prevalenti tracce superficiali di ripasso e reptazione e da gallerie orizzontali semplici o ramificate;

ZOOPHYCOS icnofacies da ambiente marino profondo (abissale, tra i 200 e i 2 000 m di profondità), con gallerie più elaborate, spiralate;

NEREITES icnofacies da zone abissali, con piste e tracce superficiali di escrezione e nutrizione, spiralate, meandriiformi, a riempimento sabbioso-siltoso, in formazioni torbiditiche.

Bosellini et al., 1989

BIOTURBAZIONE SULLA Interfaccia deposizionaria (ID)

Da RIPOSO (CUBICHINIA);

Da LOCOMOZIONE (REPICHINA);

Da PASCOLO-NUTRIZIONE (PASSICHINIA)

INTERNE (BURROWS) -->

Da ABITAZIONE (DOMICHINIA);

Da NUTRIZIONE (FODINICHNIA) --> generalmente comporta una bioturbazione;

Da FUGA;

A BIOEROSIONE --> si localizzano nelle zone di battigia, indicatori linea di costa.

• Fonte: appunti del dott. Gilberto Cerasuolo

Strutture biogene in una arenaria argillosa (superfici brillanti)

- Forme **alveolari** *Paleodictyon* (*tane e piste di pascolo*) prodotte da organismi che procedevano a zig zag
- Controimpronte di fuga (strutture a crociera)
- Rapido seppellimento di organismi prodotto da evento torbiditico (rapido e massivo)





**Strutture biogene in una arenaria argillosa
(superfici brillanti)**

- Canali di fuga verticali
- Rapido seppellimento di organismi prodotto da evento torbido (rapido e massivo)
- Lo spessore ridotto dello strato arenaceo-pelitico ha consentito la fuga degli organismi verso l'alto





Strutture biogene in una arenaria argillosa (superfici brillanti)

- Più livelli di ricolonizzazione al tetto (intervallo e) di uno strato torbido (piste di dimensioni diverse)
- piste fossili lasciate sul fondo marino da forme di vita (**Helmintoidea labyrinthica**) presumibilmente limivore, che procedevano con percorsi a **completa copertura** della superficie senza sovrapposizione ;
- sono **tracce fossili** (icno-facies) guida di depositi del Cretacico sup.-Eocene appartenenti alle successioni torbido delle Alpi marittime e Appennino settentrionale (**Flysch ad elmintoidi**),
- primi depositi marini di natura terrigena conseguenti alle prime fasi dell'orogenesi alpina.

**Concrezioni generate da
Biocenosi coralligena
su fondo duro**

**Campione dragato (1970-
80) sul Monte Doria
(vulcano di sinrift
estinto ; basalti 18-
21Ma) . Seamount
lontano e isolato
rispetto alla
decantazione dei
nefeloidi.**

