

Università degli Studi della Basilicata  
Corso di Laurea triennale in Scienze Geologiche

# CORSO di SEDIMENTOLOGIA

Anno Accademico 2016 - 2017

a cura di Sergio G. Longhitano

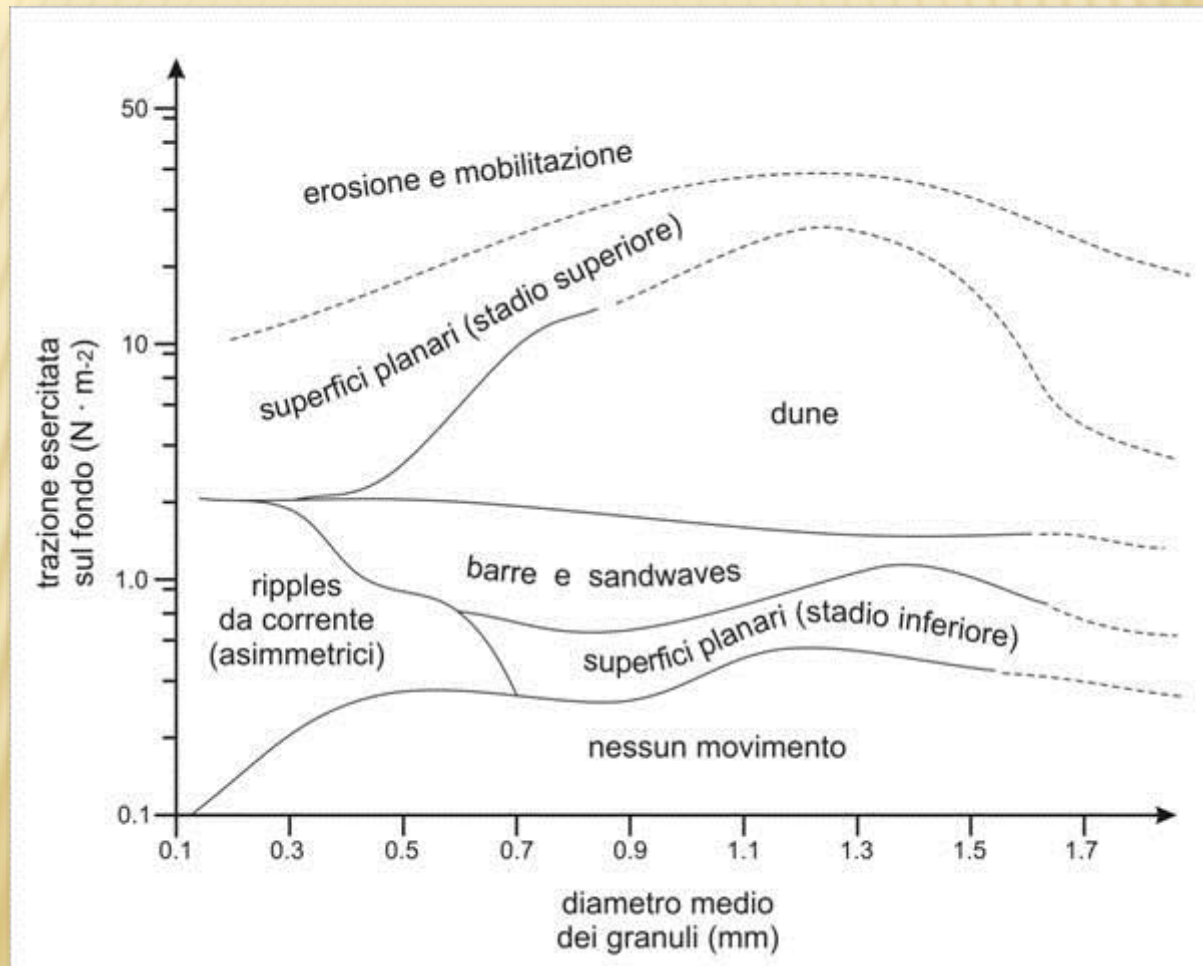
## 4. Strutture sedimentarie

### Sommario

4a. Strutture erosive; 4b. trattive; 4c. Deformative; 4d. Strutture biogeniche.

La granulometria dei sedimenti mobilitati ed organizzati da flussi idrici unidirezionali, gioca un ruolo fondamentale nei processi di origine delle **strutture sedimentarie**.

Ciò, messo in relazione con il valore della pressione tangenziale (stress trattivo =  $\tau$ ) esercitata da un flusso idrico in movimento, individua dei *range* di valori che definiscono dei campi di stabilità delle principali strutture sedimentarie, espressi in un diagramma bidimensionale, proposto da M. R. Leeder (1982).

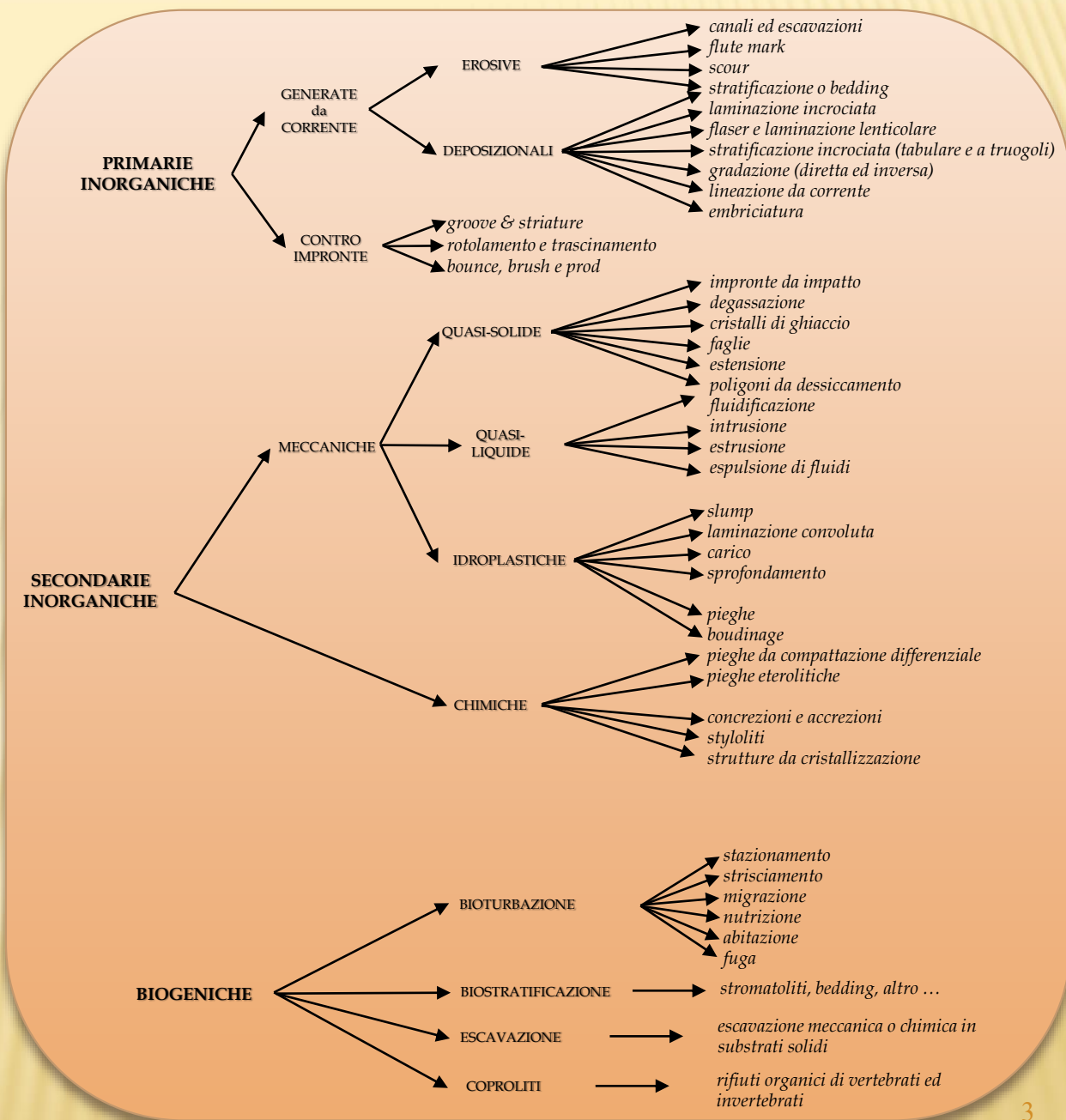


# 4a. Classificazione genetica delle strutture sedimentarie

Per STRUTTURA SEDIMENTARIA si intende il modo in cui i sedimenti, sia clastici che non clastici, si organizzano al momento della loro deposizione o immediatamente dopo (Allen, 1980).

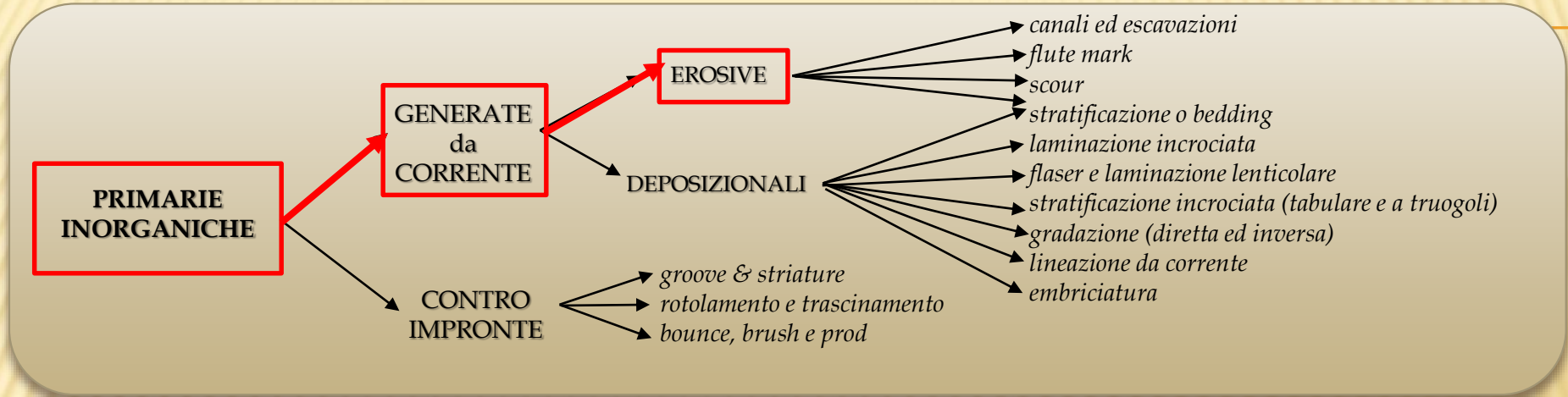
Le STRUTTURE SEDIMENTARIE possono essere suddivise in tre grandi categorie:

- **Strutture primarie inorganiche**  
Sono strutture che si generano durante le primissime fasi di accumulo del sedimento
- **Strutture secondarie inorganiche**  
Sono strutture che si generano dopo le fasi di accumulo del sedimento
- **Strutture biogeniche**  
Sono strutture che si generano nel sedimento a causa dell'intervento di esseri viventi.



## 4b. Strutture sedimentarie primarie

Le strutture sedimentarie primarie sono elementi che si formano in seguito a processi fisici senza l'intervento di organismi. Tali strutture si generano durante le primissime fasi di accumulo del sedimento.

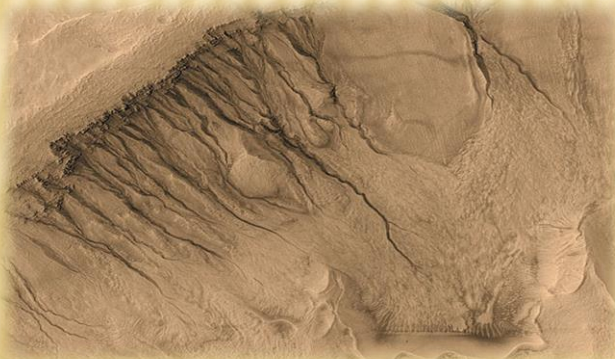


### 4b.i. Strutture generate da corrente, erosive

Le STRUTTURE EROSIVE sono quelle strutture prodotte dall'azione meccanica esercitata da un flusso o da sedimento trascinato da un flusso, al di sopra di una superficie soffice (costituita cioè da sedimento plastico coesivo).

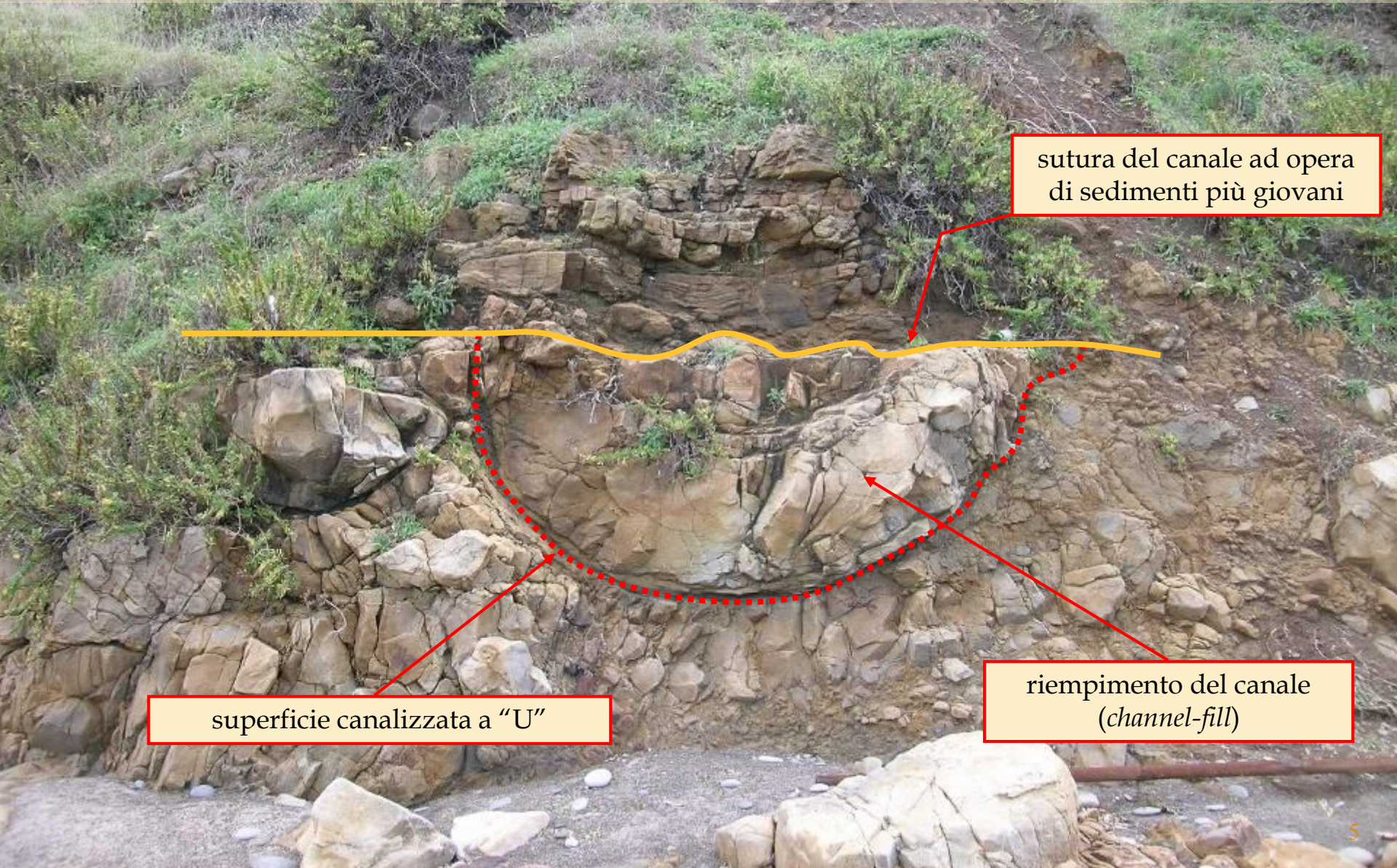
Tali strutture consistono di un'impronta (*mark*). Nel caso in cui questa impronta viene colmata da altro sedimento, ciò che può essere osservato è il suo calco o contro-impronta (*cast*).

I CANALI sono delle **strutture sedimentarie erosive**, che si formano per concentrazione rettilinea di un flusso (canalizzazione di un flusso), sua accelerazione e conseguente erosione. Ciò può avvenire più spesso lungo superfici in pendenza (es.: scarpata continentale)



## 4b. Strutture sedimentarie primarie

I canali (o forme canalizzate) sono strutture EROSIVO-DEPOSIZIONALI che vengono generate attraverso una prima fase di escavazione ad opera di una corrente di energia sufficiente ad erodere un substrato soffice, ed una successiva fase di riempimento dello scavo precedentemente prodotto.



sutura del canale ad opera di sedimenti più giovani

superficie canalizzata a "U"

riempimento del canale  
(channel-fill)

## 4b. Strutture sedimentarie primarie

I **canali** (o forme canalizzate) sono strutture EROSIVO-DEPOSIZIONALI che vengono generate attraverso una prima fase di escavazione ad opera di una corrente di energia sufficiente ad erodere un substrato soffice, ed una successiva fase di riempimento dello scavo precedentemente prodotto.

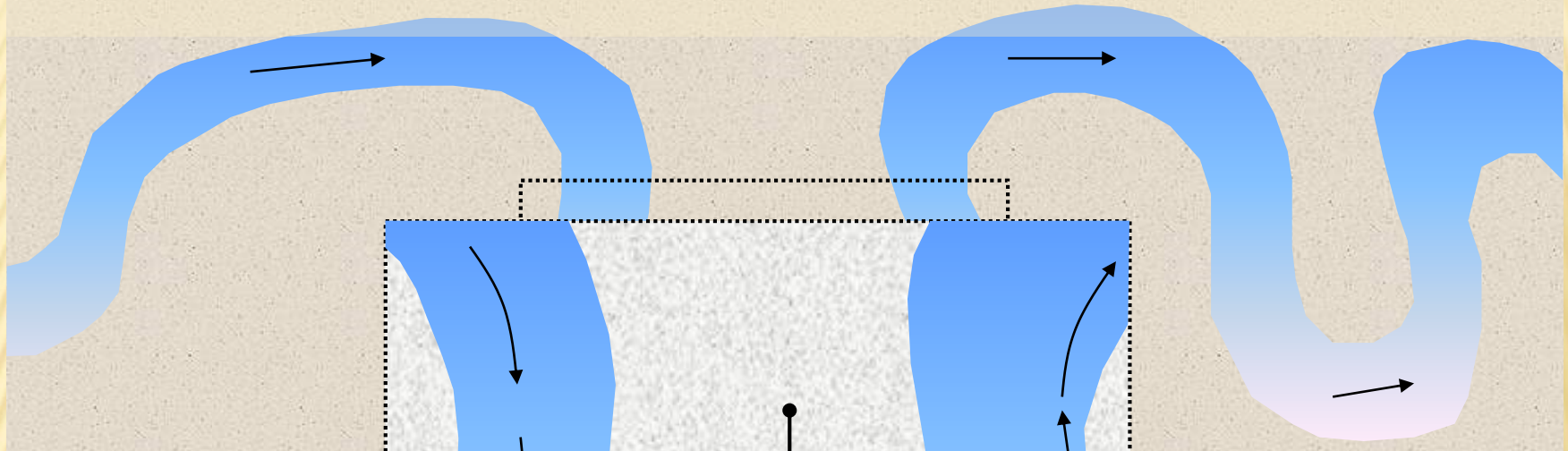


superficie canalizzata a "U"

riempimento del canale  
(*channel-fill*)

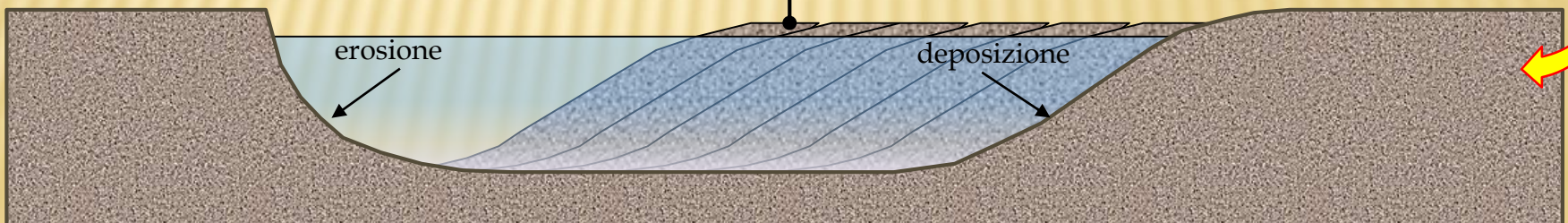
## 4b. Strutture sedimentarie primarie

I canali fluviali sono strutture erosivo/deposizionali molto complesse. Le più note, sono rappresentate da quelle meandriche, che sviluppano specifiche architetture deposizionali.



Nella loro espressione fossile, l'architettura deposizionale di un **canale fluviale di tipo meandrico** riveste una importanza fondamentale, perché identifica la struttura interna di **corpi sedimentari porosi** (potenzialmente colmabili da fluidi di una certa rilevanza economica).

Nel dettaglio, la sezione trasversale di un **canale fluviale di tipo meandrico** è rappresentata da una geometria marcatamente asimmetrica e da un corrispondente riempimento (*channel-fill*) clinostatificato o a stratificazione incrociata.



## 4b. Strutture sedimentarie primarie

I canali fluviali sono strutture erosivo/deposizionali molto complesse. Le più note, sono rappresentate da quelle meandriche, che sviluppano specifiche architetture deposizionali.





## 4b. Strutture sedimentarie primarie

I canali fluviali sono strutture erosivo/deposizionali molto complesse. Le più note, sono rappresentate da quelle meandriche, che sviluppano specifiche architetture deposizionali.



## 4b. Strutture sedimentarie primarie

I FLUTE CAST sono un altro tipo di **struttura sedimentaria di tipo erosivo** molto comune in sedimenti sia fluviali che torboidici di ambienti dominati da **correnti turbolente**. Tali strutture si preservano generalmente al letto di strati arenacei come controimpronte.



Le controimpronte di tipo *flute* si formano come **solchi di erosione** che si generano sulla superficie di sedimenti coesivi (morbidi) a causa di turbolenza prodotta da asperità del fondo o da ostacoli. Quando altro sedimento (sabbioso) colma successivamente questa escavazione se ne produce un 'calco'. La successiva esumazione della roccia e la sua successiva erosione differenziale (morfoselezione) può mettere alla luce tali strutture al letto di strati arenacei.



1



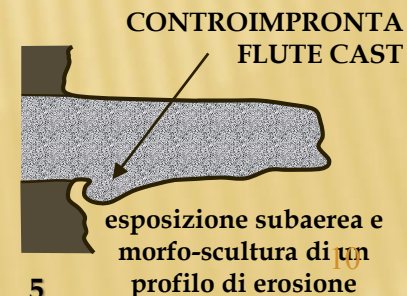
2



3



4



5

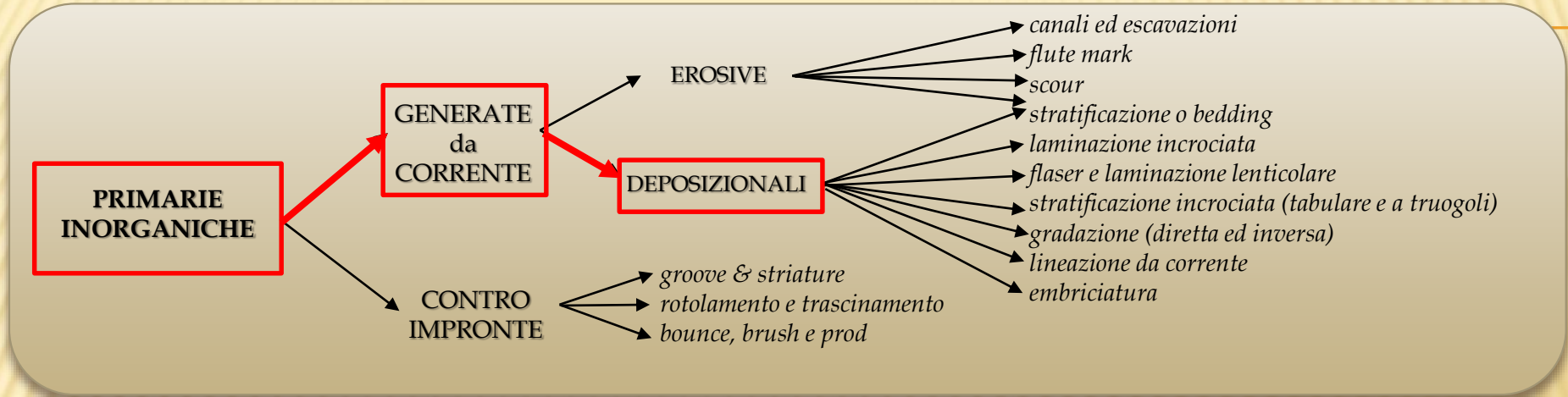
## 4b. Strutture sedimentarie primarie

I FLUTE CAST sono un altro tipo di **struttura sedimentaria di tipo erosivo** molto comune in sedimenti sia fluviali che torboidici di ambienti dominati da **correnti turbolente**. Tali strutture si preservano generalmente al letto di strati arenacei come contro-impronte.



## 4b. Strutture sedimentarie primarie

Le strutture sedimentarie primarie sono elementi che si formano in seguito a processi fisici senza l'intervento di organismi. Tali strutture si generano durante le primissime fasi di accumulo del sedimento.



### 4b.ii. Strutture generate da corrente, deposizionali

Le STRUTTURE DEPOSIZIONALI sono quelle strutture prodotte dall'azione trattiva esercitata da un flusso su di un sedimento clastico presente lungo una superficie. La trazione esercitata dal flusso produce uno STRATO LIMITE lungo cui l'energia cinetica si dissipa in TRAZIONE sul sedimento.

Tali strutture possono essere osservate sia in pianta su sedimenti soffici in ambienti attuali, sia in sezione (testate di strato) su sedimenti antichi.

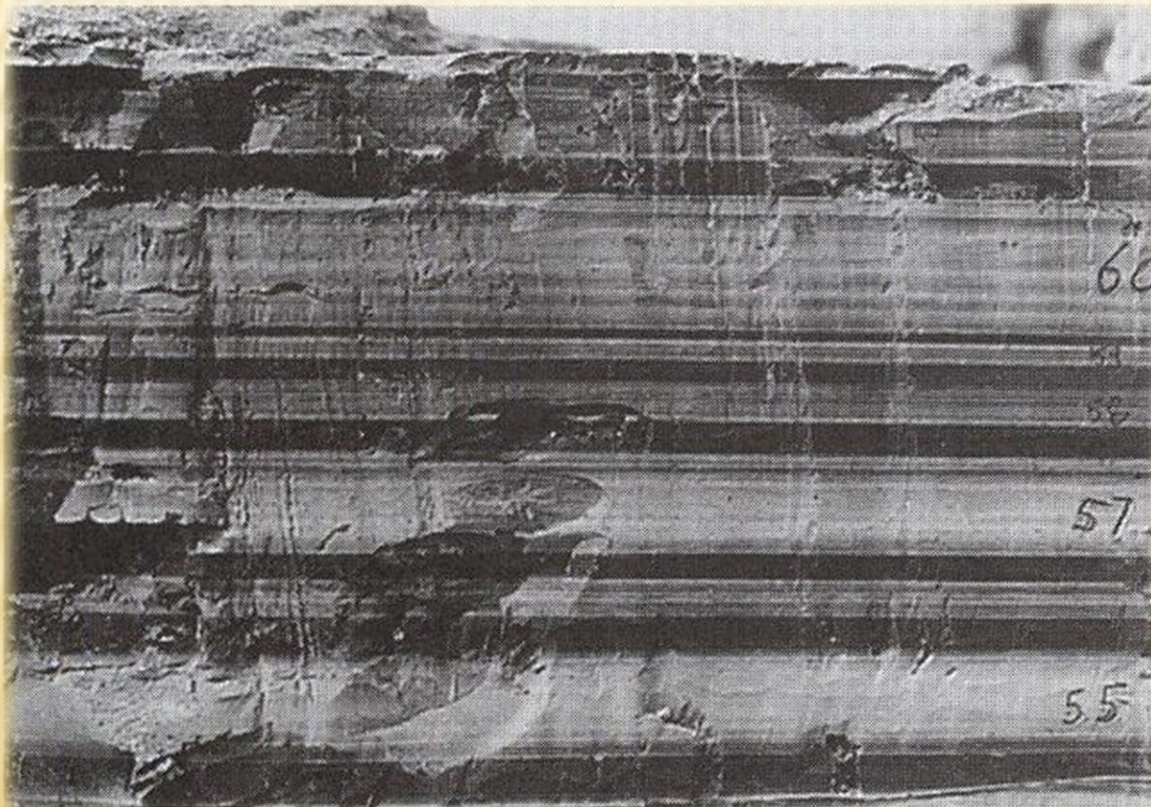


## 4b. Strutture sedimentarie primarie

### LAMINAZIONE PIANO-PARALLELA

Una delle strutture sedimentarie primarie, inorganiche, di natura trattiva è la LAMINAZIONE PIANO-PARALLELA. Tale struttura è costituita da lamine (spessore millimetrico) sub-orizzontali, perfettamente parallele tra di esse.

La LAMINAZIONE PIANO-PARALLELA può essere riconosciuta in numerosissimi ambienti sedimentari e può essere generata da una estesa varietà di processi.



La LAMINAZIONE PIANO-PARALLELA (spessore delle lamine inferiore ad 1 cm), può generarsi attraverso due processi principali:

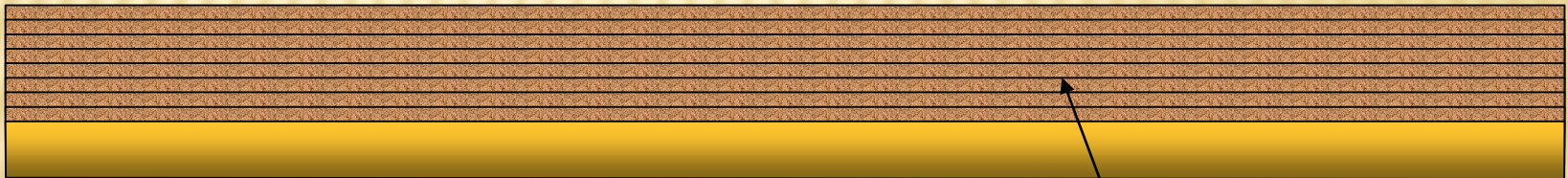
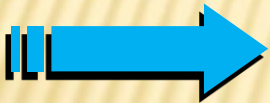
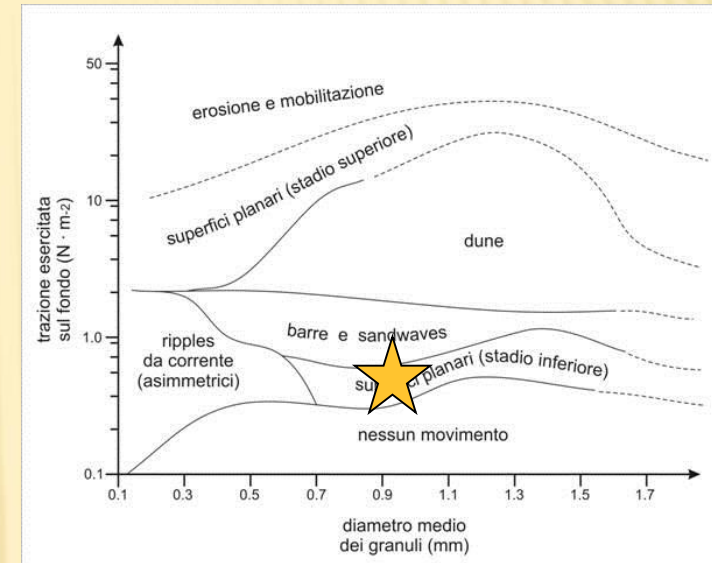
- 1) Decantazione di materiale fine da una sospensione;
- 2) Trasporto orizzontale di sedimenti fini sotto l'azione di una corrente di bassa energia.

## 4b. Strutture sedimentarie primarie

### LAMINAZIONE PIANO-PARALLELA

Queste forme sedimentarie si originano quando la velocità del flusso idrico è molto lenta e l'azione trattiva che esercita sul fondo è moderata.

La granulometria (diametro medio) dei clasti che possono formare delle SUPERFICI PLANARI è superiore ai 0.7 mm.



set di superfici planari  
(lamine)

### LAMINAZIONE PIANO-PARALLELA



## 4b. Strutture sedimentarie primarie

### LAMINAZIONE PIANO-PARALLELA

La LAMINAZIONE PIANO-PARALLELA (spessore delle lamine inferiore ad 1 cm), può generarsi attraverso due processi principali:

- 1) Decantazione di materiale fine da una sospensione;
- 2) Trasporto orizzontale di sedimenti fini sotto l'azione di una corrente di bassa energia.



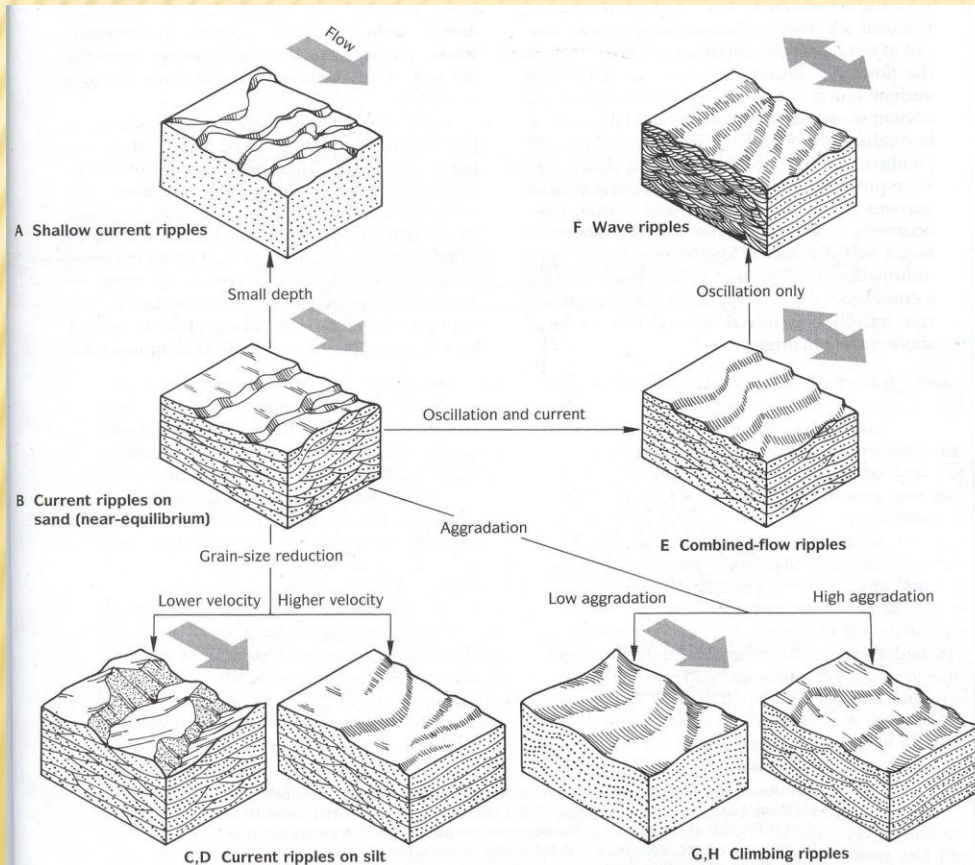


# 4b. Strutture sedimentarie primarie

## LAMINAZIONE INCROCIATA

Un'altra struttura sedimentaria primaria, inorganiche, di natura trattiva e piuttosto diffusa è la LAMINAZIONE INCROCIATA. Tale struttura è costituita da set di lamine (spessore millimetrico), inclinate ad un angolo variabile ( $< 35^\circ$ ), separate da superfici erosive anch'esse inclinate.

La LAMINAZIONE INCROCIATA può essere riconosciuta in numerosissimi ambienti sedimentari e può essere generata da una estesa varietà di processi.



### LAMINAZIONE INCROCIATA

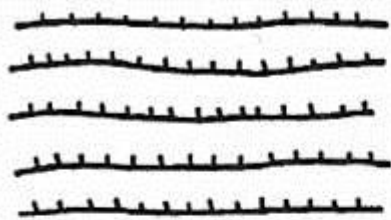
#### a. RIPPLES da CORRENTE (asimmetrici)



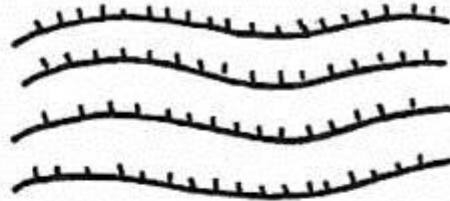
# 4b. Strutture sedimentarie primarie

Quale tipo di organizzazione possono assumere i più comuni tipi di ripples da corrente?

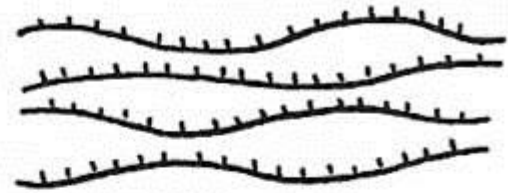
## TIPI DI GEOMETRIE DI RIPPLES (in pianta)



rettilinei

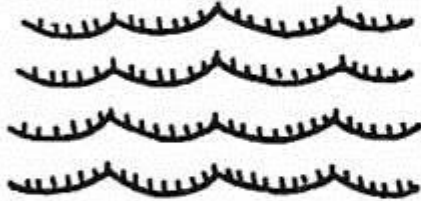


in fase

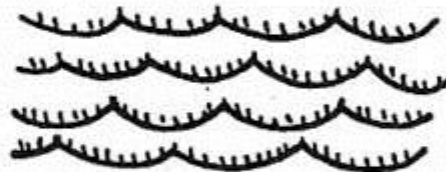


fuori fase

sinuosi

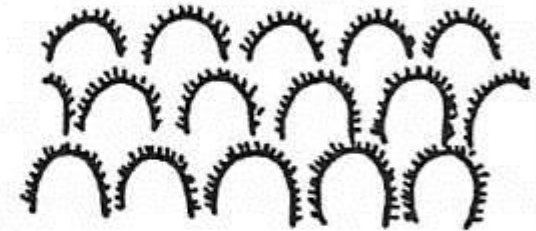


in fase

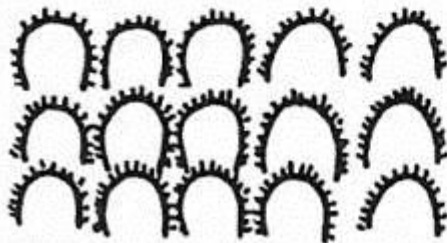


fuori fase

catenari



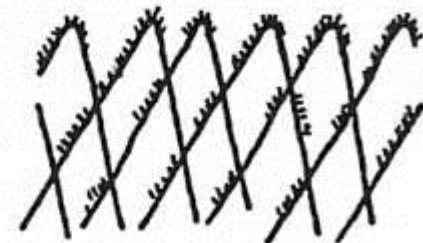
linguoidi fuori fase



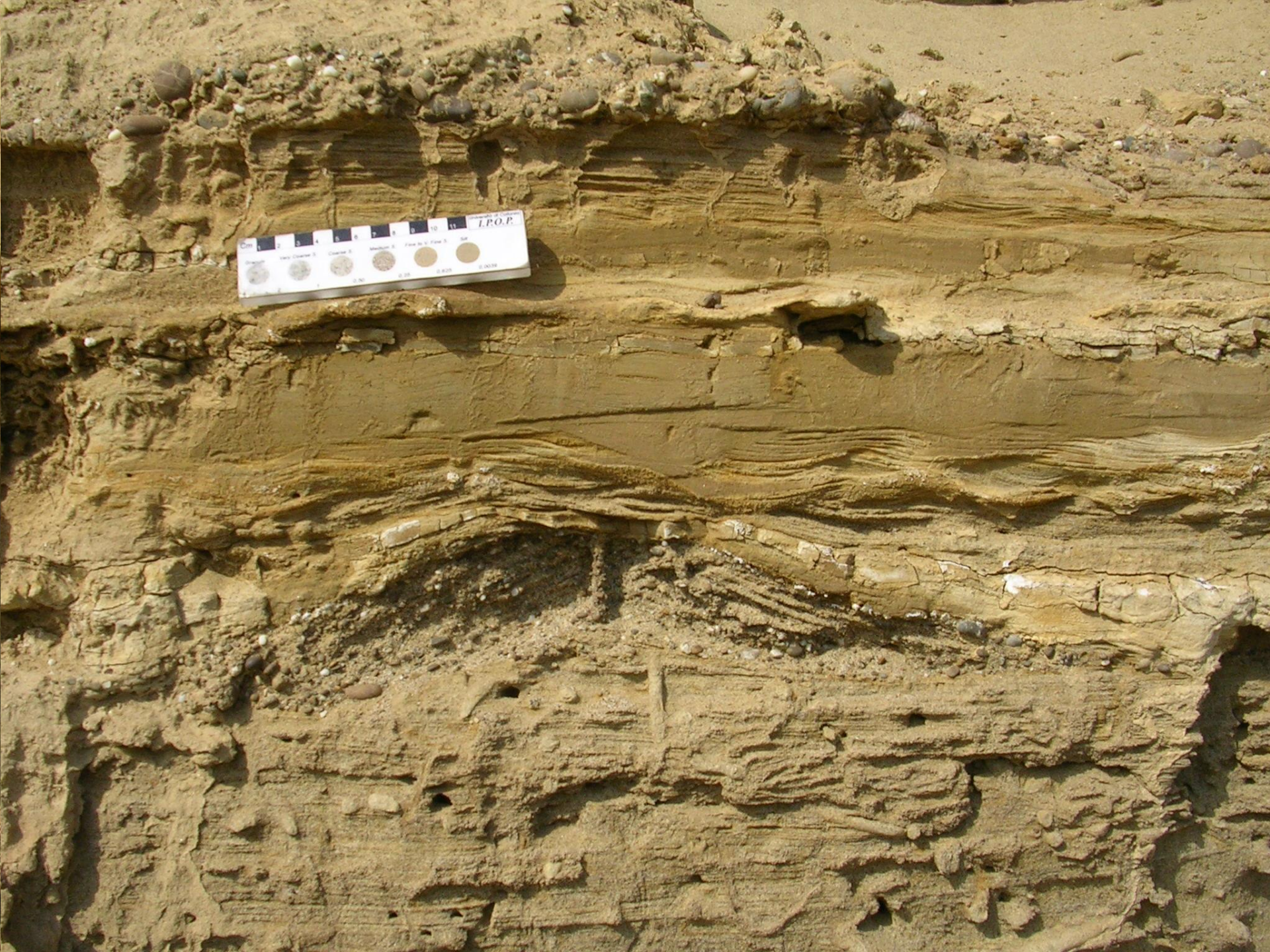
linguoidi in fase



barcanoidi



romboidi  
o da interferenza



### LAMINAZIONE INCROCIATA

a. RIPPLES da CORRENTE (asimmetrici)



## 4b. Strutture sedimentarie primarie

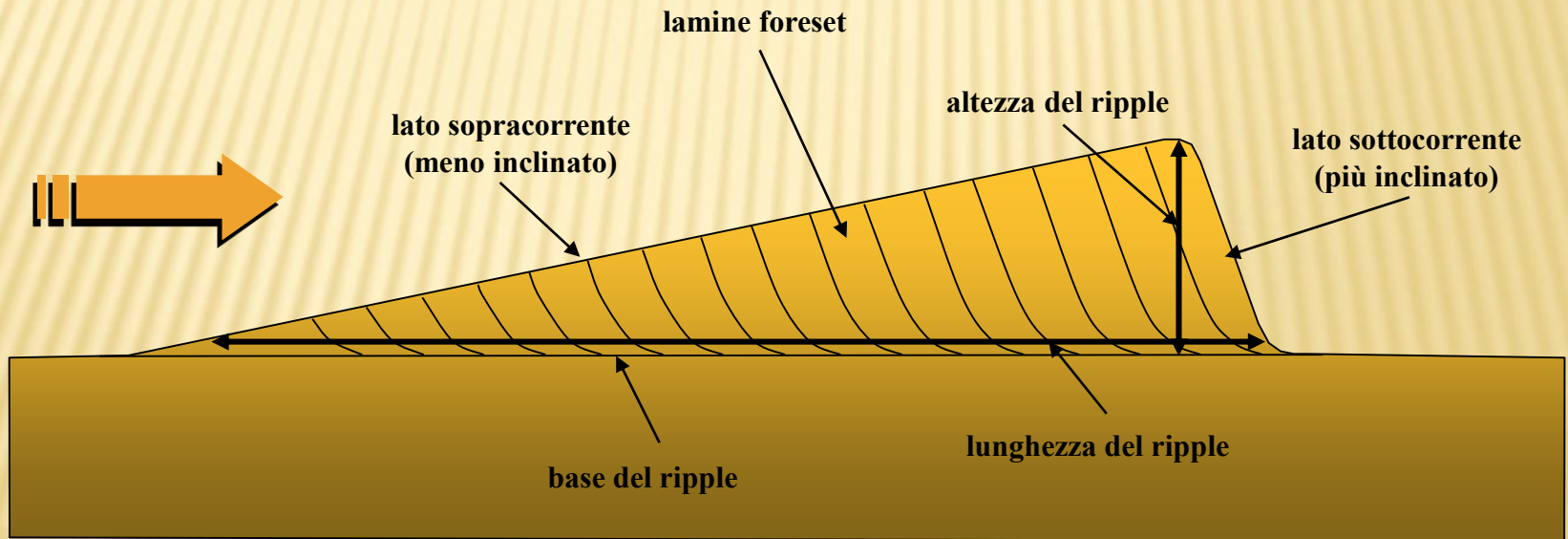
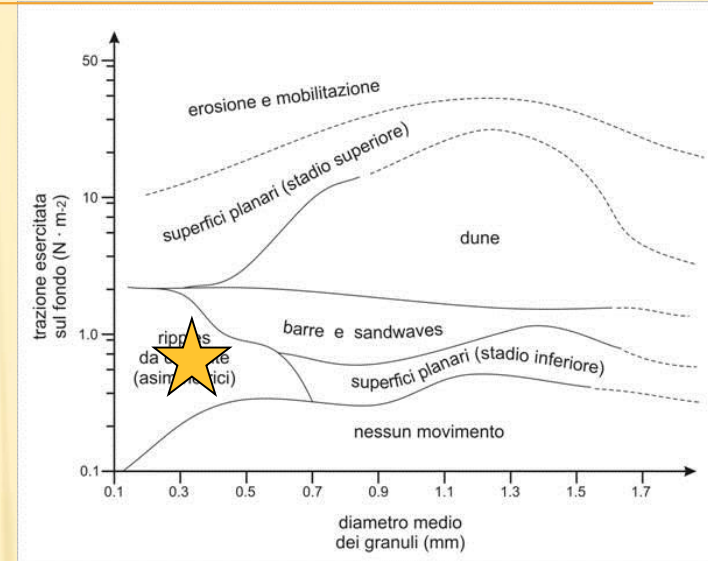
### LAMINAZIONE INCROCIATA

#### a. RIPPLES da CORRENTE (asimmetrici)

Sono delle forme sedimentarie che si originano a causa di un flusso idrico in movimento che esercita un'azione trattiva sul fondo.

La granulometria (diametro medio) dei clasti che possono formare dei RIPPLES è compresa tra 0.1 e 0.7 mm.

Come si riconosce un RIPPLE da CORRENTE?



## 4b. Strutture sedimentarie primarie

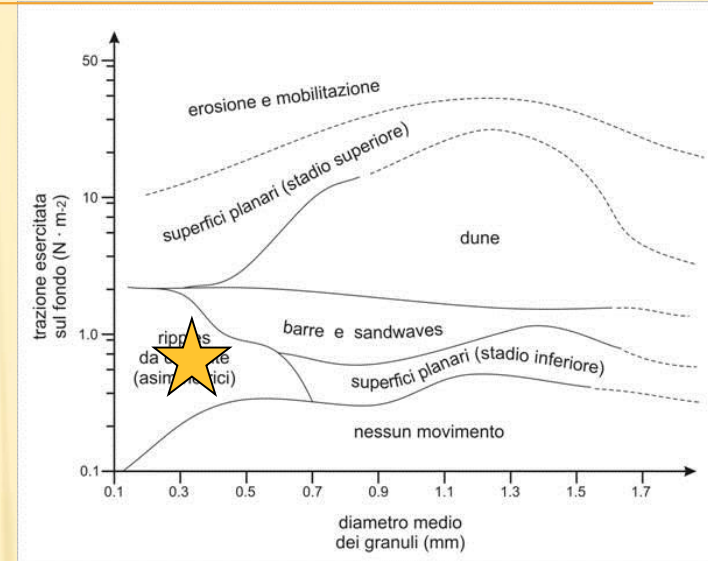
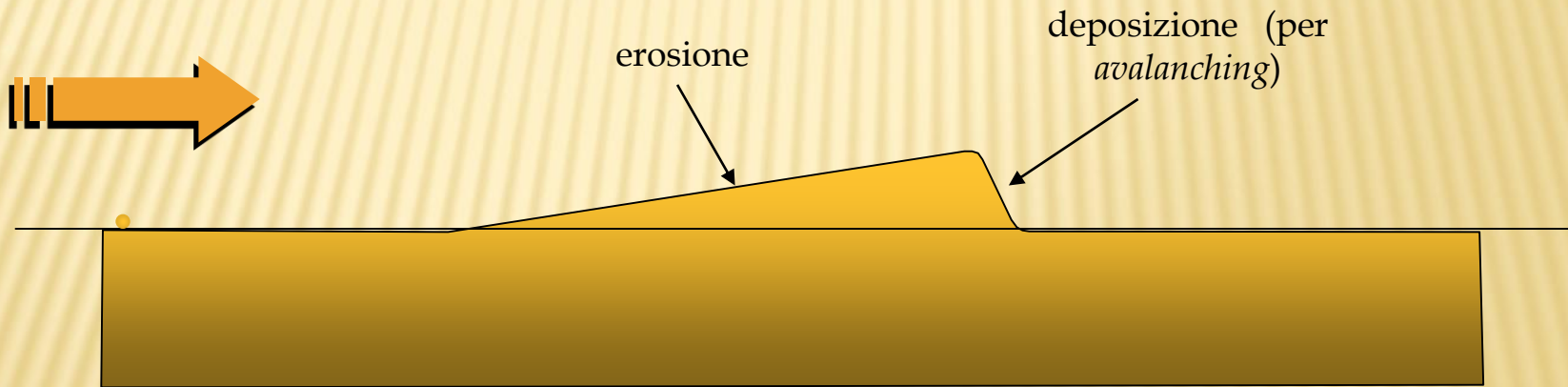
### LAMINAZIONE INCROCIATA

#### a. RIPPLES da CORRENTE (asimmetrici)

Sono delle forme sedimentarie che si originano a causa di un flusso idrico in movimento che esercita un'azione trattiva sul fondo.

La granulometria (diametro medio) dei clasti che possono formare dei RIPPLES è compresa tra 0.1 e 0.7 mm.

#### Come si riconosce un RIPPLE da CORRENTE?



La ripetizione di più *avalanching* di granuli forma una LAMINA FORESET.

Più lamine foreset formano un RIPPLE

## 4b. Strutture sedimentarie primarie

### LAMINAZIONE INCROCIATA

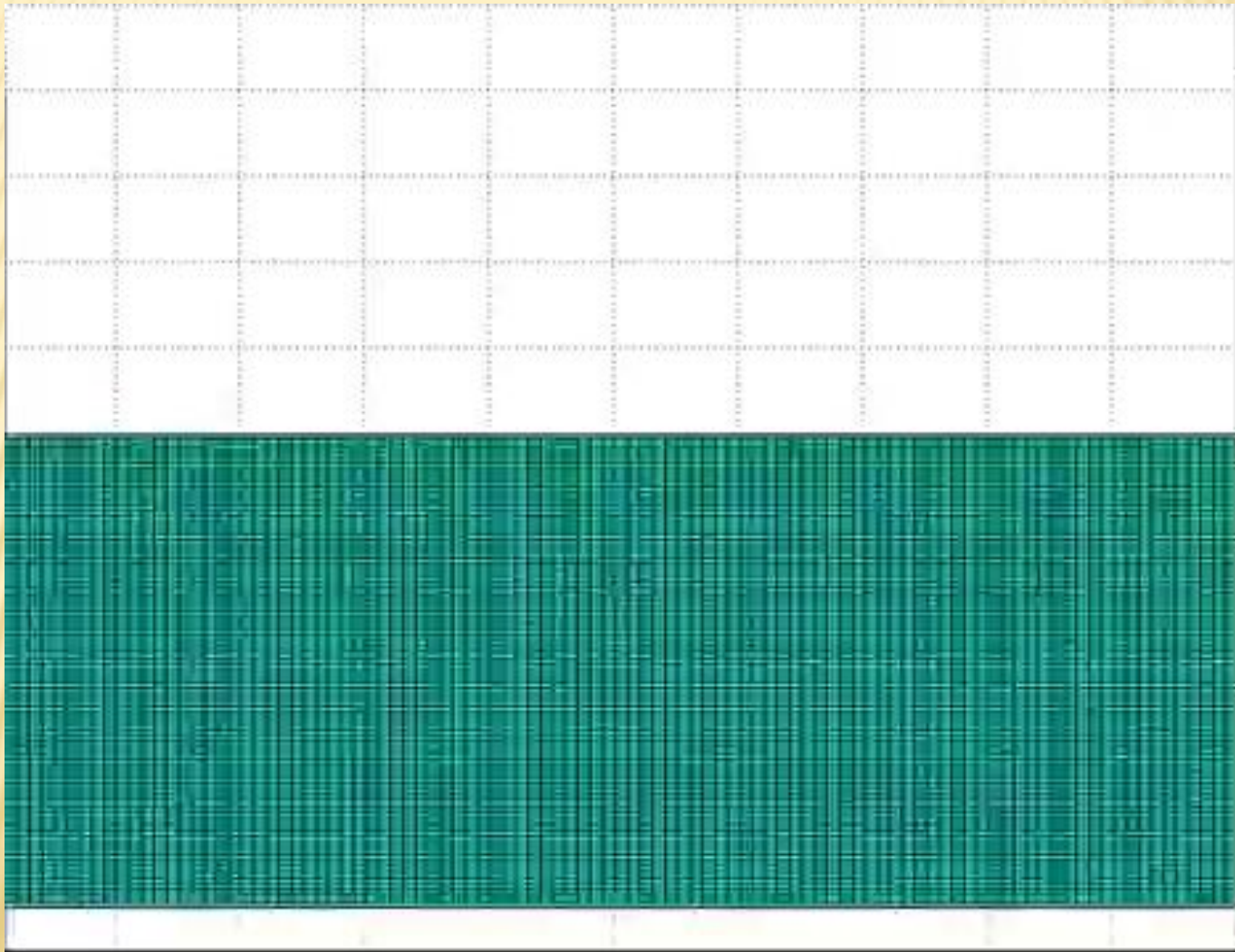
#### a. RIPPLES da CORRENTE (asimmetrici)





## LAMINAZIONE INCROCIATA

### b. RIPPLES da CORRENTE (asimmetrici)

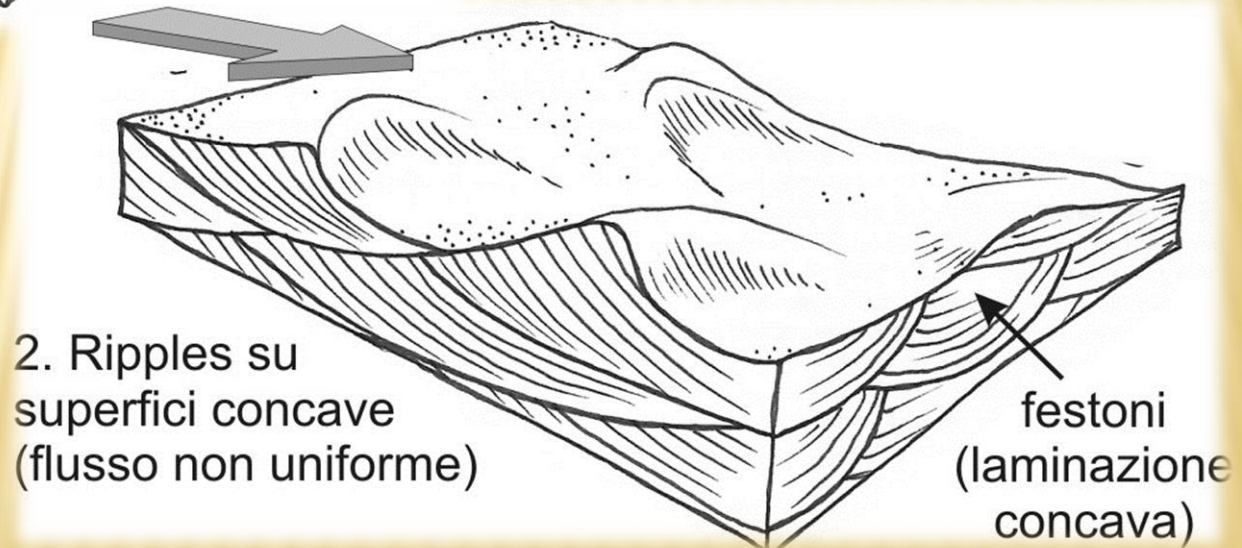
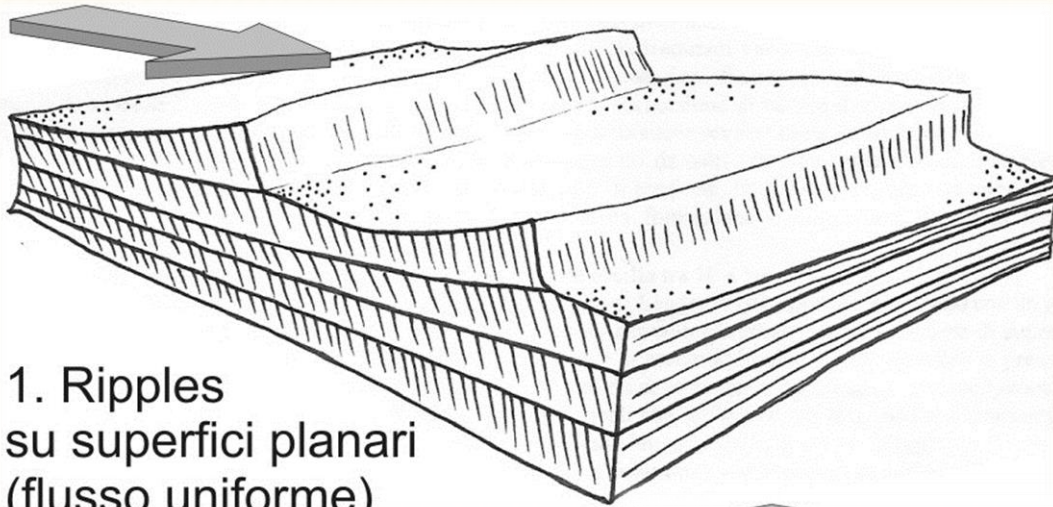




## 4b. Strutture sedimentarie primarie

### LAMINAZIONE INCROCIATA

#### a. RIPPLES da CORRENTE (asimmetrici)



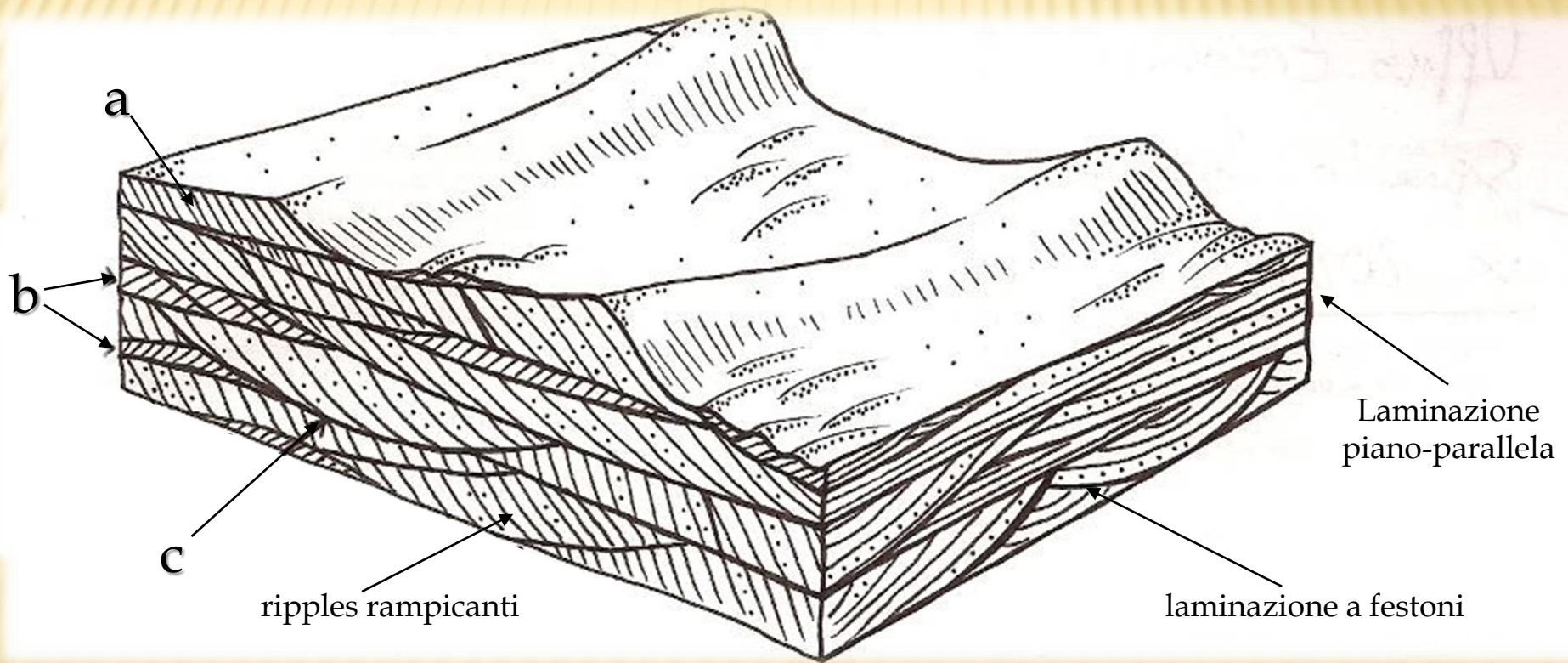
## 4b. Strutture sedimentarie primarie

### LAMINAZIONE INCROCIATA

#### a. RIPPLES da CORRENTE (asimmetrici)

Esempio di stratificazione obliqua da ripples (a). La paleocorrente scorre da sinistra verso destra, eccetto per alcuni sottili set di lamine che migrano contro-corrente (b) a causa dei vortici innescati dai salti idraulici.

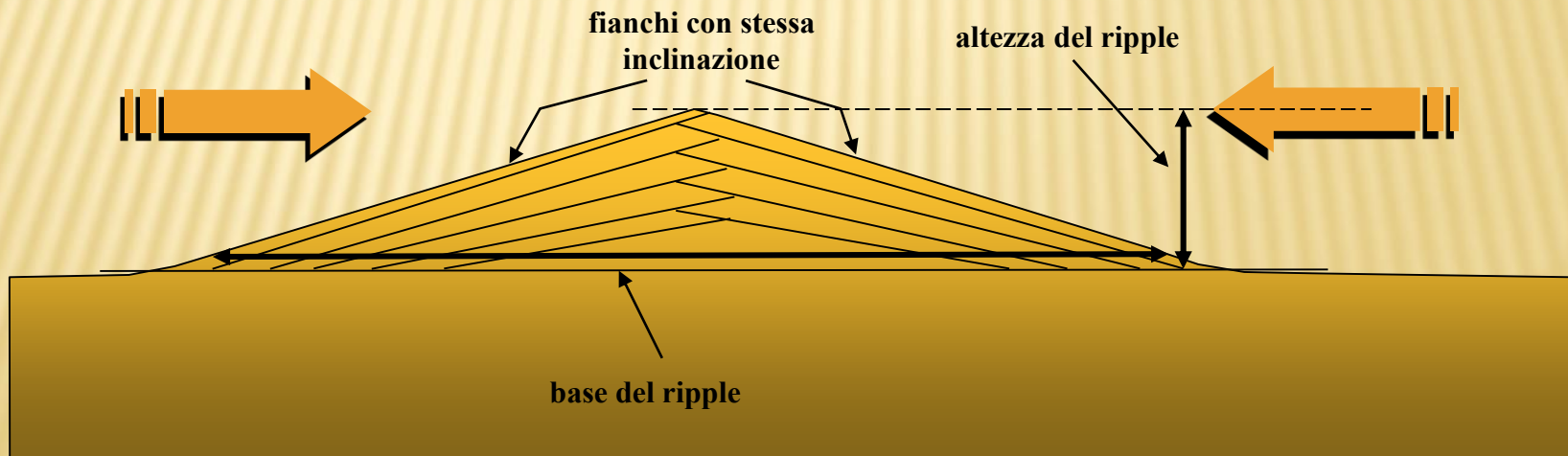
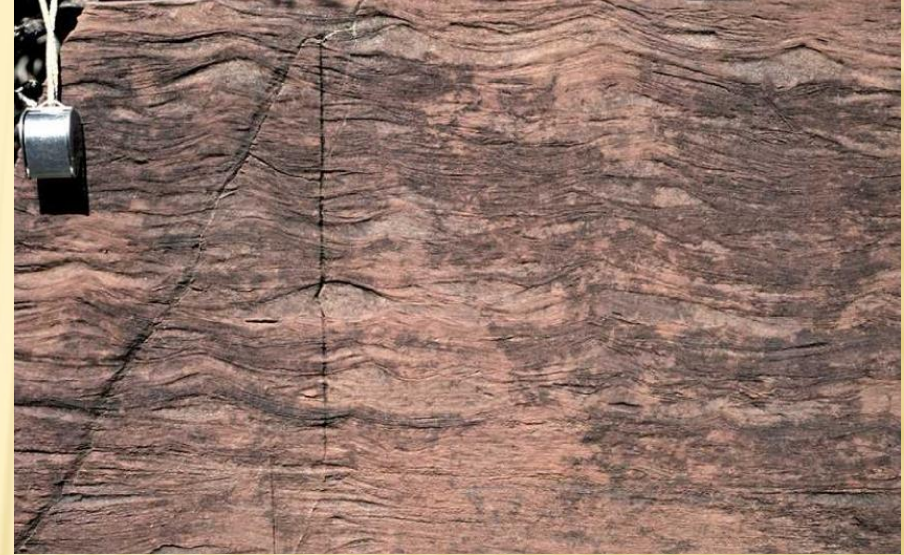
Alcuni altri set di lamine si sviluppano secondo geometrie concavo-piane (c) e a festoni lungo il lato perpendicolare alla paleocorrente.



## 4b. Strutture sedimentarie primarie

### LAMINAZIONE INCROCIATA

#### b. RIPPLES da ONDA (simmetrici)



## LAMINAZIONE INCROCIATA

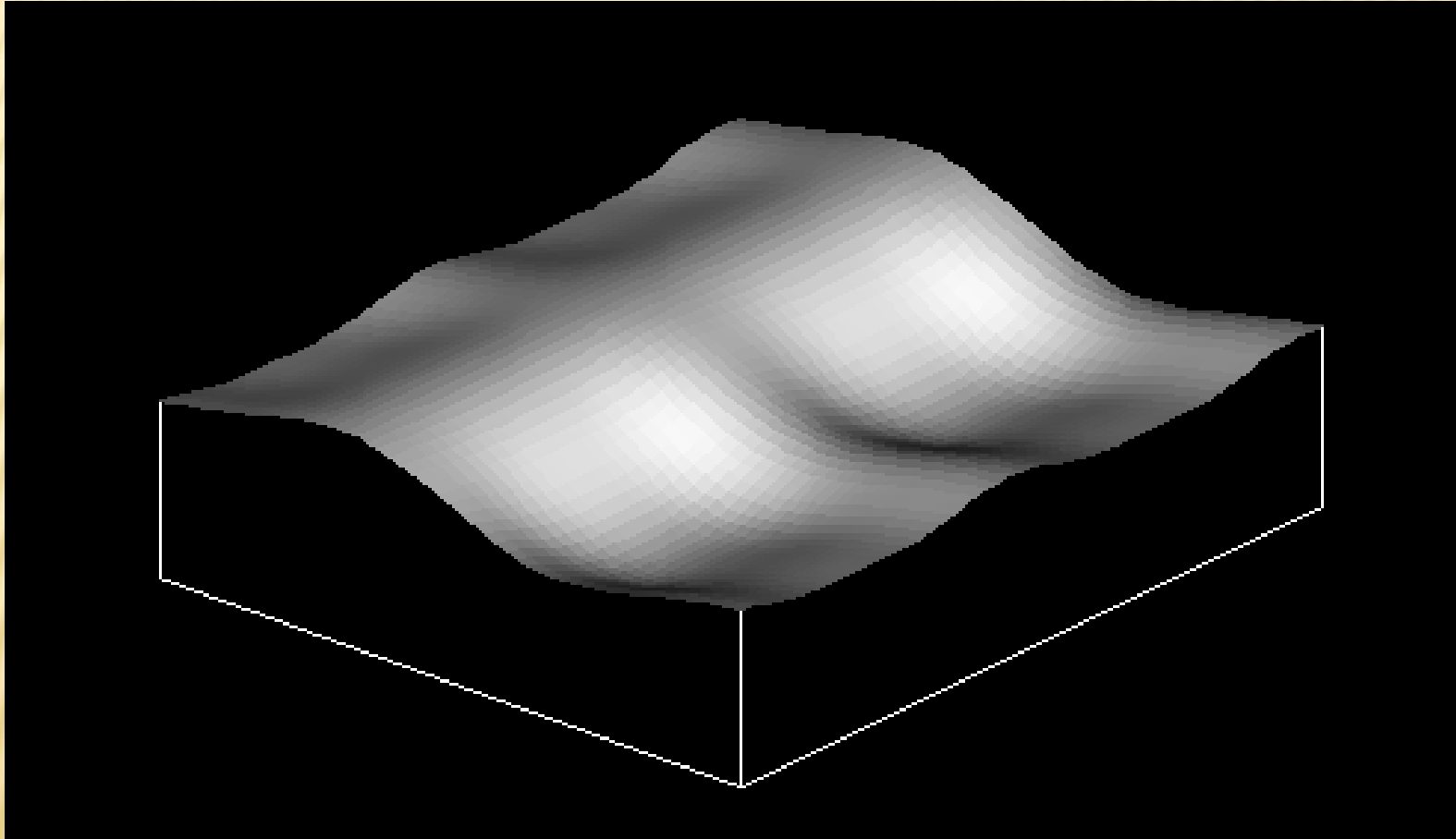
b. RIPPLES da ONDA (simmetrici)



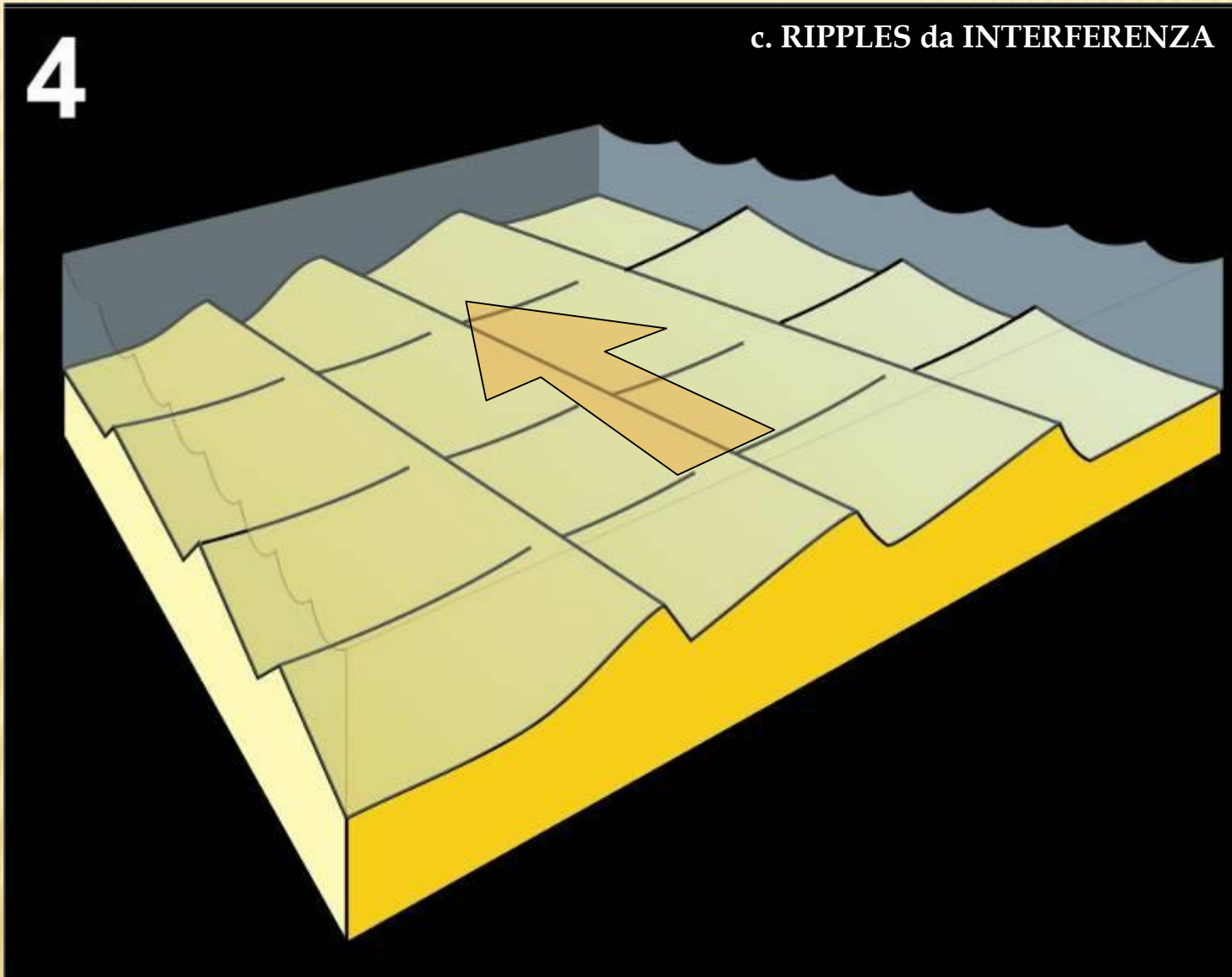
## 4b. Strutture sedimentarie primarie

### LAMINAZIONE INCROCIATA

#### b. RIPPLES da ONDA (simmetrici)



## LAMINAZIONE INCROCIATA





## 4b. Strutture sedimentarie primarie

LAMINAZIONE INCROCIATA

c. RIPPLES da INTERFERENZA



### LAMINAZIONE INCROCIATA

#### c. RIPPLES da INTERFERENZA



## 4b. Strutture sedimentarie primarie

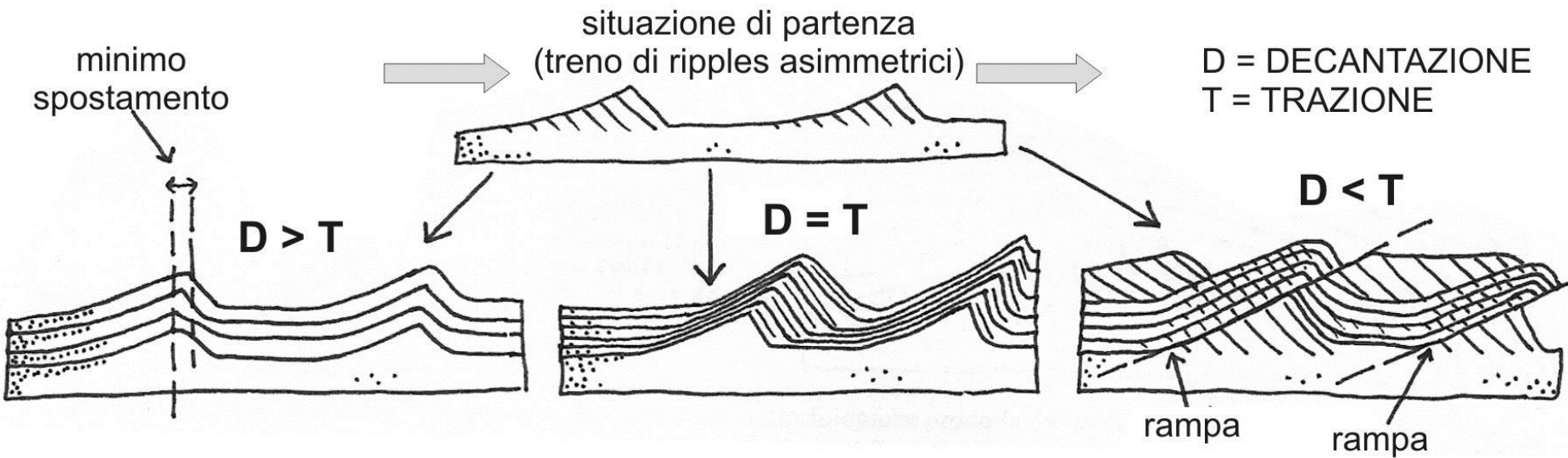
### LAMINAZIONE INCROCIATA

#### d. RIPPLES RAMPANTI

Rappresentano delle serie di ripples che si sovrappongono migrando lungo superfici inclinate (o rampanti).

Questa condizione si realizza quando durante la trazione operata da parte di una corrente trattiva (T) avviene anche una cospicua decantazione di materiale (D).

### FORMAZIONE DEI RIPPLES RAMPANTI



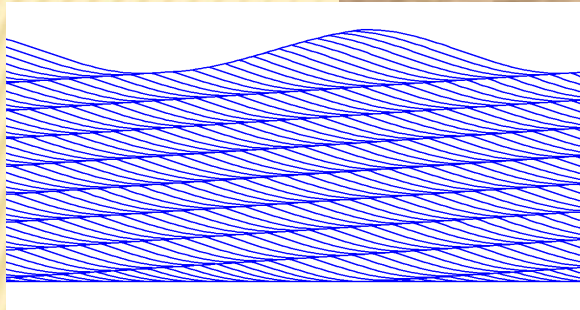
## 4b. Strutture sedimentarie primarie

### LAMINAZIONE INCROCIATA

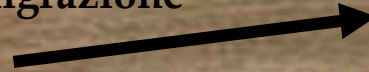
#### d. RIPPLES RAMPANTI

Rappresentano delle serie di ripples che si sovrappongono migrando lungo superfici inclinate (o rampanti).

Questa condizione si realizza quando durante la trazione operata da parte di una corrente trattiva (T) avviene anche una cospicua decantazione di materiale (D).



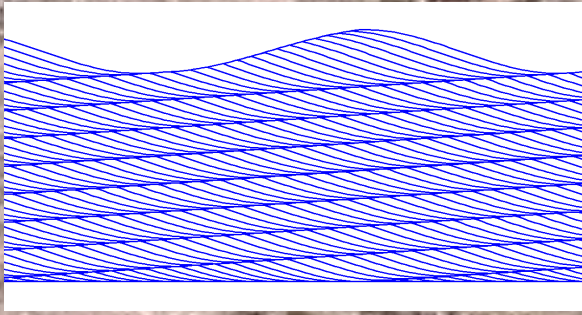
**direzione di migrazione**



**superfici inclinate  
(rampe)**

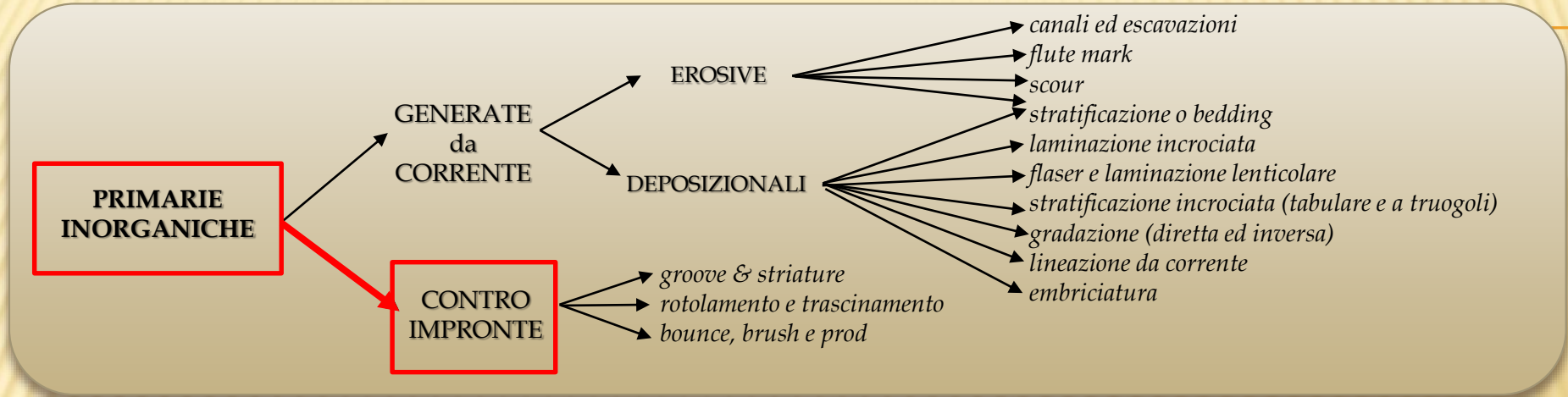


ripples rampicanti lungo superfici  
irregolarmente inclinate



## 4b. Strutture sedimentarie primarie

Le strutture sedimentarie primarie sono elementi che si formano in seguito a processi fisici senza l'intervento di organismi. Tali strutture si generano durante le primissime fasi di accumulo del sedimento.



### 4b.iii. Strutture generate da oggetti, contro-impronte

Alcune strutture primarie possono essere generate da oggetti trascinati al di sopra di una superficie soffice (costituita cioè da sedimento plastico coesivo).

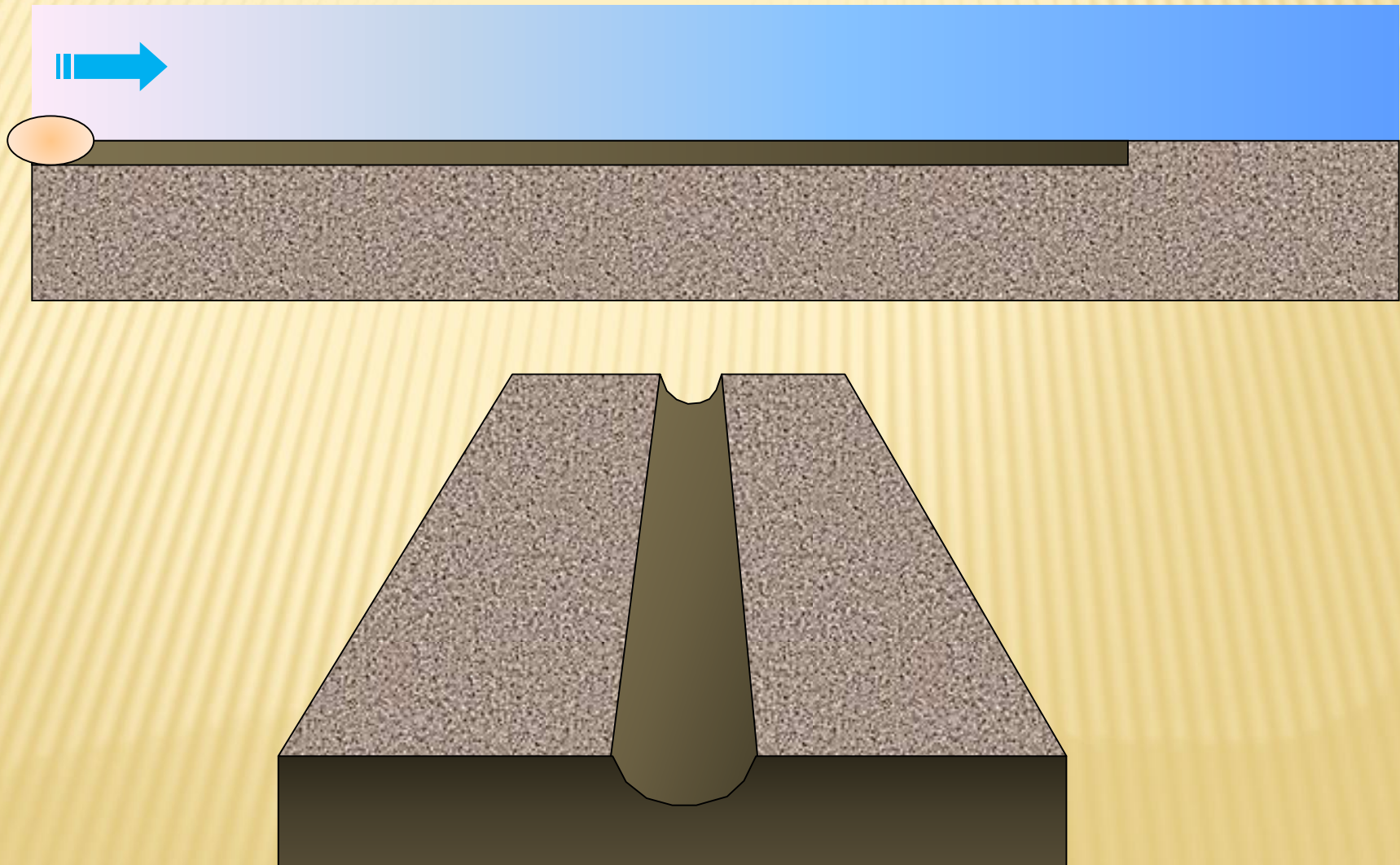
Tali strutture vengono registrate soltanto attraverso la loro contro-impronta (*cast*).

I **GROOVE CAST** sono delle **strutture sedimentarie erosive** molto diffuse e, come nel caso dei flute cast, si preservano alla base di strati arenacei inclusi in alternanze di litotipi tenaci e morbidi all'erosione e.g., *flysch*).



I GROOVE CAST si presentano come contro-impronte di striature rettilinee o irregolarmente allungate dalle quali, a differenza dei *flute cast*, non è possibile identificare il verso della paleo-corrente ma soltanto la direzione.

Il processo genetico che può portare alla formazione di questi tipi di solchi o striature viene determinato dal trascinamento di un oggetto (e.g., un ciottolo, un frammento di guscio, etc...) al di sopra di un substrato coesivo.



## 4b. Strutture sedimentarie primarie

I GROOVE CAST si presentano come contro-impronte di striature rettilinee o irregolarmente allungate dalle quali, a differenza dei *flute cast*, non è possibile identificare il verso della paleo-corrente ma soltanto la direzione.





## 4b. Strutture sedimentarie primarie

I GROOVE CAST si presentano come contro-impronte di striature rettilinee o irregolarmente allungate dalle quali, a differenza dei *flute cast*, non è possibile identificare il verso della paleo-corrente ma soltanto la direzione.



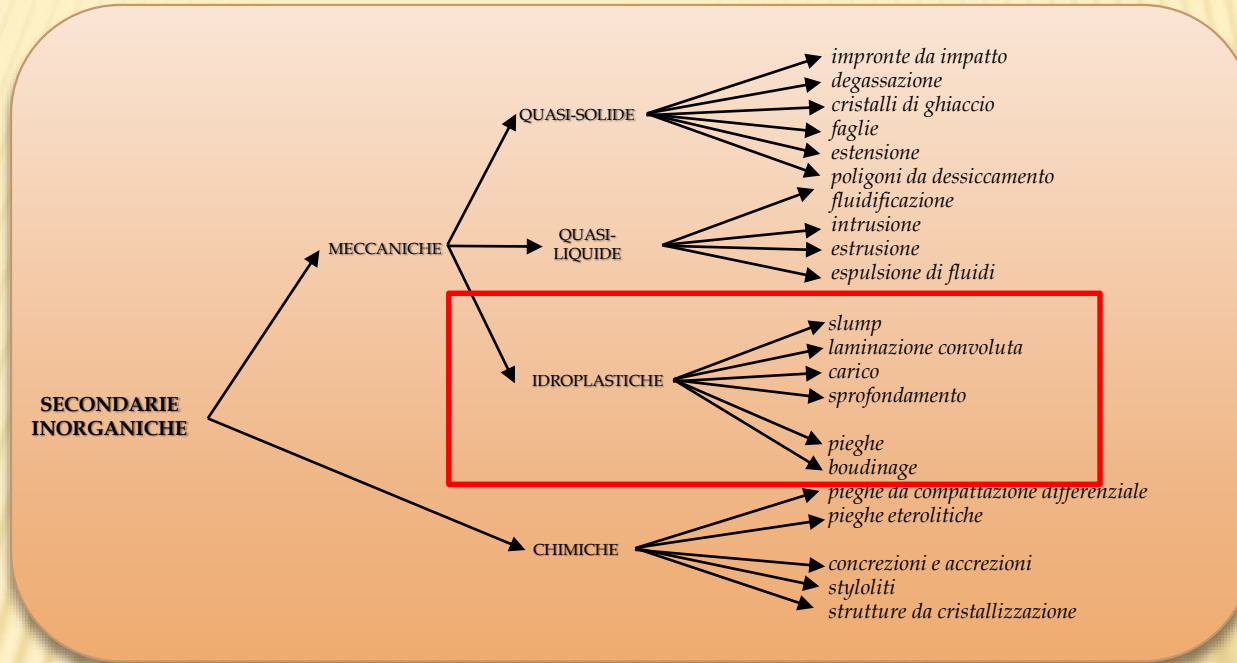
## 4b. Strutture sedimentarie primarie

I GROOVE CAST si presentano come contro-impronte di striature rettilinee o irregolarmente allungate dalle quali, a differenza dei *flute cast*, non è possibile identificare il verso della paleo-corrente ma soltanto la direzione.

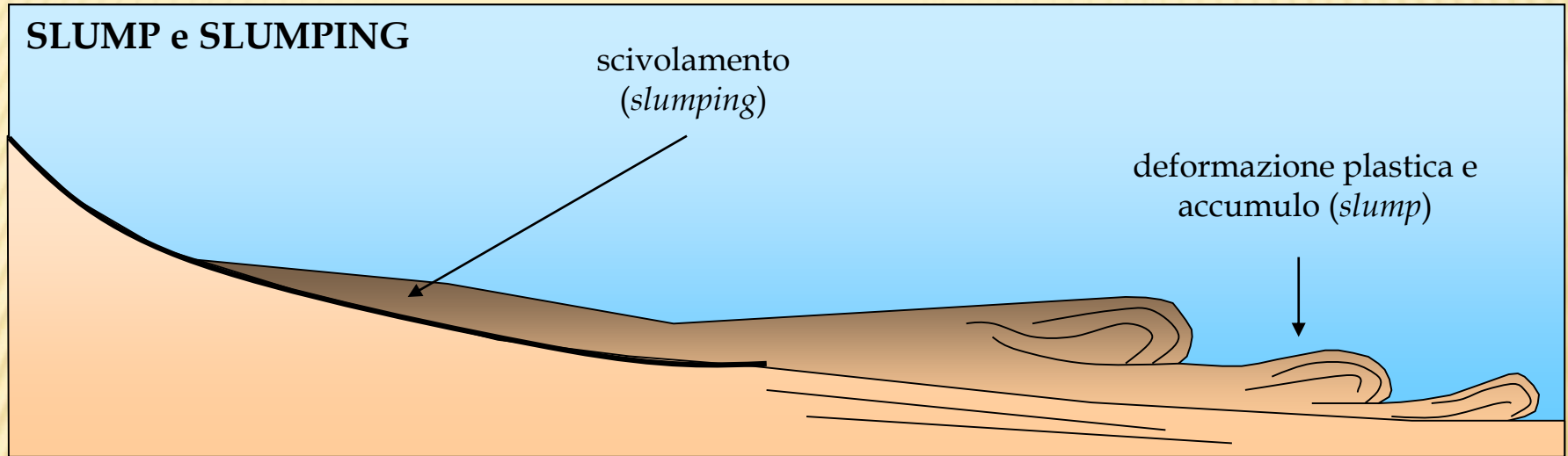


## 4c. Strutture sedimentarie secondarie

Le strutture sedimentarie secondarie sono elementi che si formano successivamente alla deposizione dei sedimenti in seguito a processi fisici senza l'intervento di organismi. Tali strutture si generano anche molto tempo dopo la fase di accumulo del sedimento.



## 4c. Strutture sedimentarie secondarie



Uno **SLUMP** rappresenta un deposito sedimentario, originariamente stratificato, ma soltanto secondariamente deformato in modo plastico a causa di un movimento di scivolamento gravitativo (detto **SLUMPING**) innescatosi lungo un pendio subacqueo. All'interno di un deposito di slump, possono essere riconosciuti alcuni elementi chiave, come: (i) strati piegati, la cui inclinazione della zona di cerniera (cresta) può indicare il verso di traslazione gravitativa; (ii) una superficie basale di scollamento, lungo cui si è verificato il movimento di scivolamento gravitativo.

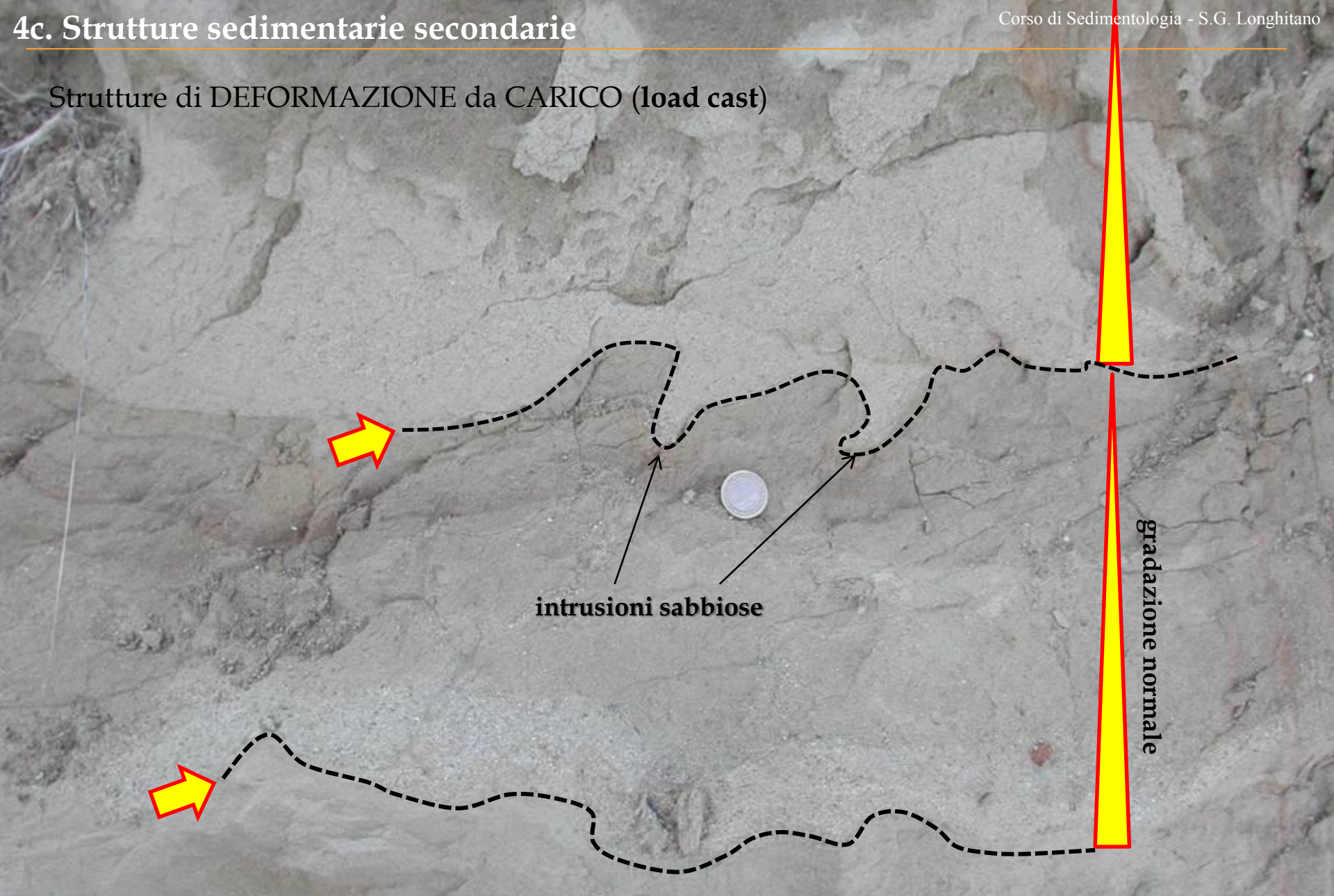




Esempio di successione sedimentaria carbonatica (mudstone) ben stratificata, che include al suo interno alcuni intervalli a SLUMP (Baia delle Zagare, Gargano, Cretaceo sup.). Quale elemento diagnostico per la distinzione di tali deformazioni da piegamenti di natura tettonica, si noti la presenza di strati indeformati alla base ed al tetto degli orizzonti a slump.

## 4c. Strutture sedimentarie secondarie

Strutture di DEFORMAZIONE da CARICO (load cast)



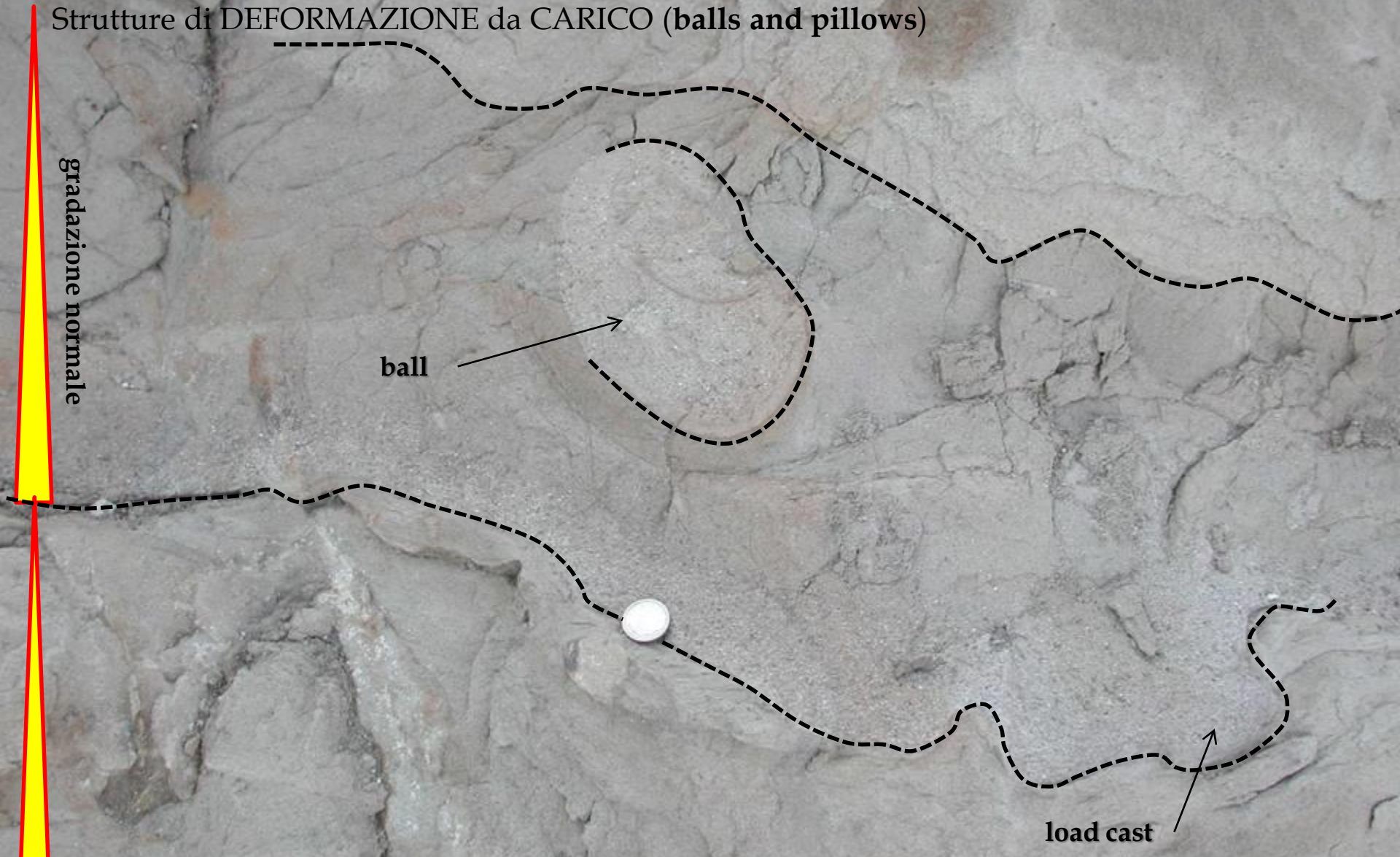
intrusioni sabbiose

gradazione normale

Tali strutture possono generarsi al contatto tra uno strato arenaceo ed un sottostante strato pelitico (freccie): il peso dello strato arenaceo, ancora in condizioni idroplastiche, può deformare (secondariamente alla deposizione) lo strato sottostante, producendo delle 'intrusioni' sabbiose all'interno del sottostante intervallo pelitico.

## 4c. Strutture sedimentarie secondarie

Strutture di DEFORMAZIONE da CARICO (**balls and pillows**)



Tali deformazioni possono raggiungere un livello di intrusione al di sotto dello strato sottostante, che possono generare degli inclusi arenacei sub-sferici (*balls & pillows*), totalmente isolati dallo strato soprastante dal quale derivano.

## 4c. Strutture sedimentarie secondarie

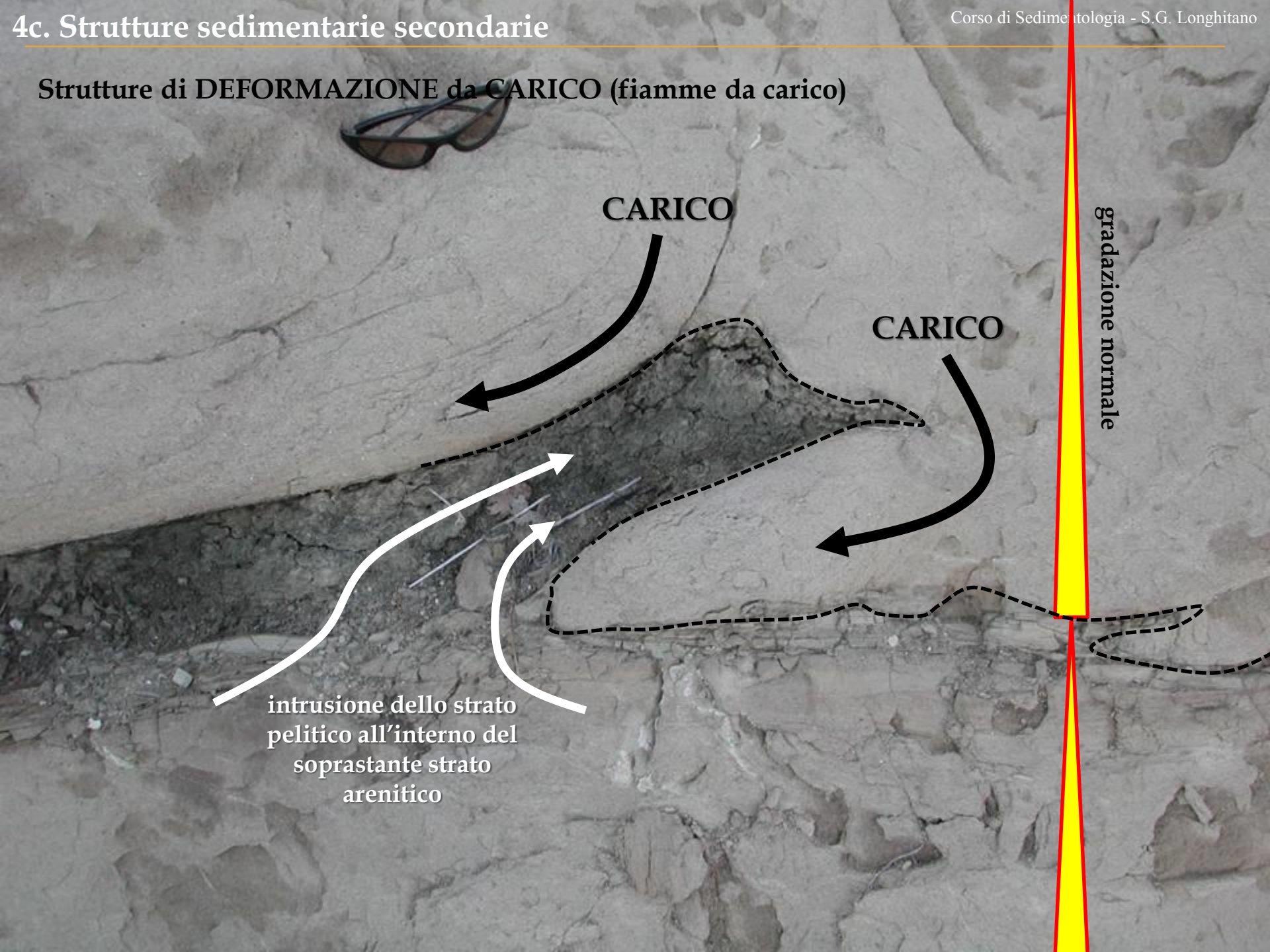
Strutture di DEFORMAZIONE da CARICO (load cast)





## 4c. Strutture sedimentarie secondarie

Strutture di DEFORMAZIONE da CARICO (fiamme da carico)



CARICO

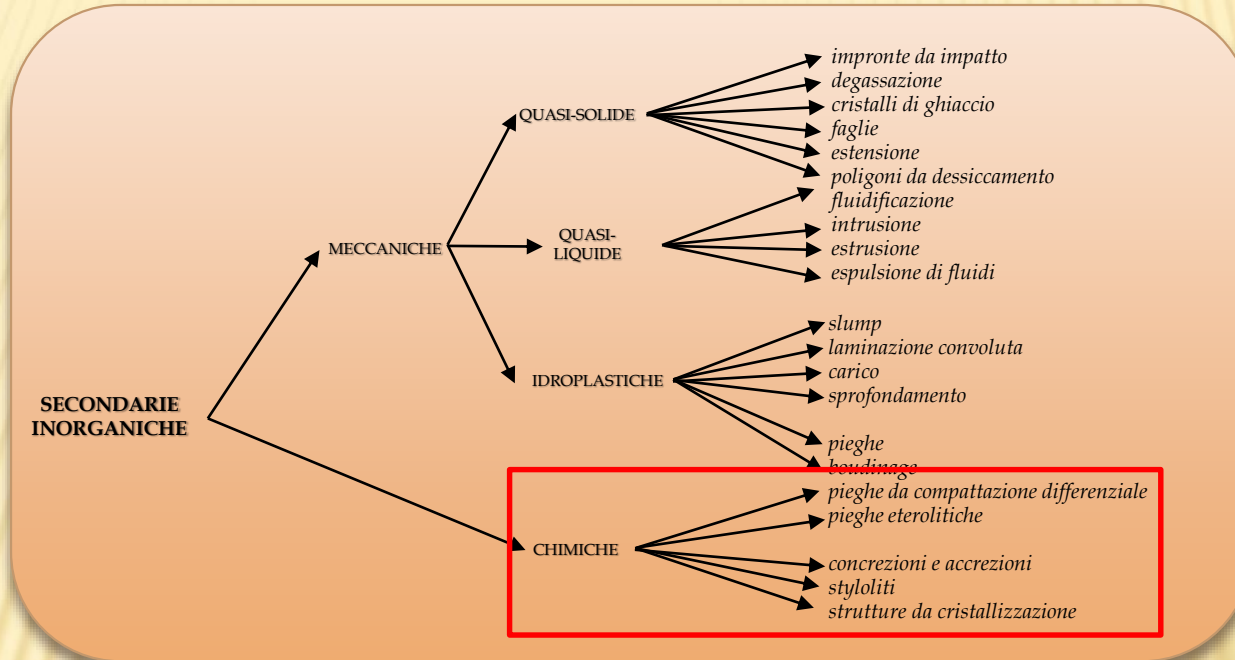
CARICO

gradazione normale

intrusione dello strato  
pelitico all'interno del  
soprastante strato  
arenitico

## 4c. Strutture sedimentarie secondarie

Le strutture sedimentarie chimiche derivano da PROCESSI CHIMICI che generano strutture tipiche.







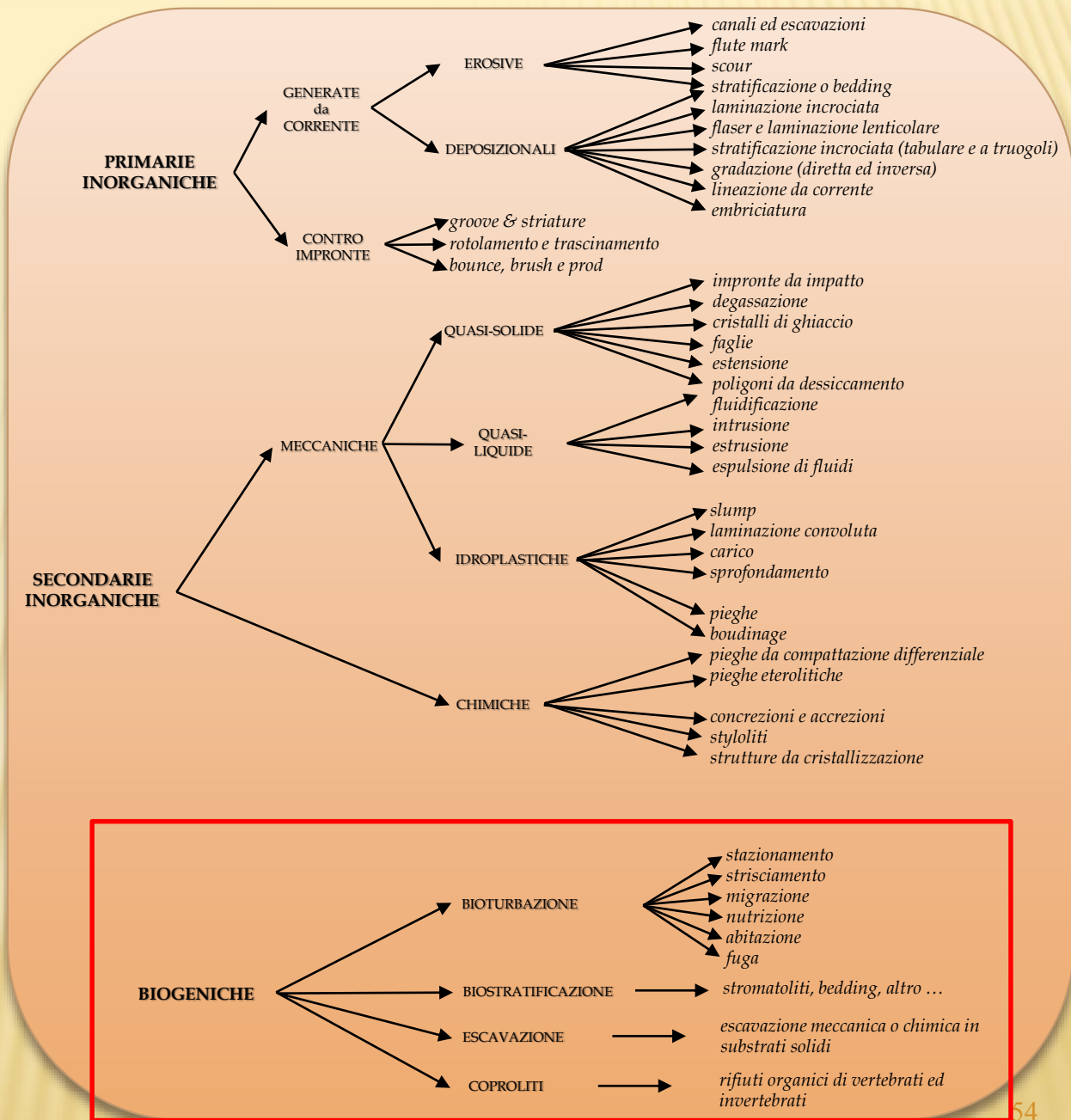
## 4c. Strutture sedimentarie secondarie



# 4D. Strutture sedimentarie biogeniche

Le strutture sedimentarie **BIOGENICHE** derivano dall'intervento di organismi viventi che, attraverso la loro attività biologica, sono in grado di formare delle strutture all'interno dei sedimenti in cui gli stessi organismi vivono.

Taluni organismi possono registrare all'interno dei sedimenti tracce di reptazione (o spostamento), di fuga, di escavazione per predazione, etc ...



## 4D. Strutture sedimentarie biogeniche

### TRACCE di BIOTURBAZIONE

All'interno di un deposito a stratificazione incrociata da duna, (Bacino di Amantea, Tortoniano, Calabria) è possibile identificare tracce di reptazione di organismi che vivevano nell'interfaccia acqua-sedimento.

Tali tracce risultano concentrate in intervalli, durante la deposizione dei quali, probabilmente, tali organismi incontravano condizioni più favorevoli per il loro sviluppo, forse in concomitanza di periodi di minore energia della corrente.



## 4D. Strutture sedimentarie biogeniche

### TRACCE di BIOTURBAZIONE





## 4D. Strutture sedimentarie biogeniche

### BIOCOSTRUZIONI



Alcune forme tipiche di coralli possono accrescersi gli uni sugli altri, formando delle biocostruzioni che si estendono sia lateralmente, ma soprattutto, verso l'alto. Ciò può accadere quando la colonia di coralli viene continuamente seppellita dall'arrivo di sedimenti che ne minacciano lo sviluppo. Pertanto, la colonia tende ad accrescersi guadagnando spazio sul sedimento e tendendo verso acque sempre ben illuminate (Pliocene sup., Calcarenite di Gravina, Matera).

Strutture BIOGENICHE  
(biocostruzioni)



## 4D. Strutture sedimentarie biogeniche

### BIOCOSTRUZIONI

