

PROCESSI MASSIVI e TRASPORTO DI MASSA



I processi massivi avvengono sia in ambiente subaereo che subacqueo. Vi rientrano svariati fenomeni (valanghe, attività esplosiva dei vulcani, ghiacciai, creep, etc.).

Viene considerato un sedimento già accumulato e “parcheggiato” in attesa di venire rimobilizzato (**RISEDIMENTAZIONE**) da un processo massivo.

Il materiale può essere totalmente fine, molto grossolano o misto: non vi è un limite massimo di competenza.

Un trasporto di massa catastrofico lascia come “firma”:

- una base erosiva,
- la gradazione granulometrica,
- ovvero un graduale ritorno alla calma o un arresto improvviso: nel primo caso si ha uno “strato gradato”, nel secondo uno “strato massivo o caotico”.
- Possono essere associate strutture erosive e deformative

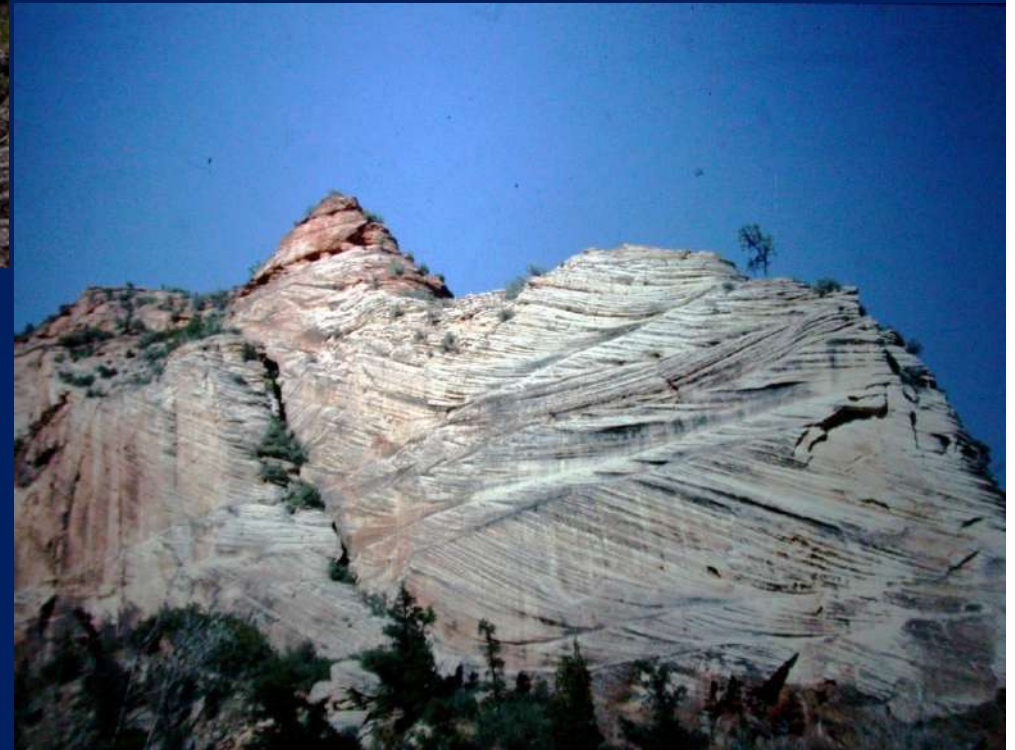
Flussi gravitativi vs. correnti trattive

(mass flow o gravity flow)



Miscela di fluido e di detrito si possono muovere per gravità attraverso diversi tipi di meccanismi che agiscono individualmente o in modo combinato. Condizione necessaria è che ci sia un gradiente topografico.

La differenza fra flusso gravitativo e corrente trattiva è che quest'ultima effettua un trasporto selettivo, agisce singolarmente granulo su granulo. Nei flussi gravitativi, invece, c'è un trasporto di massa.



densità

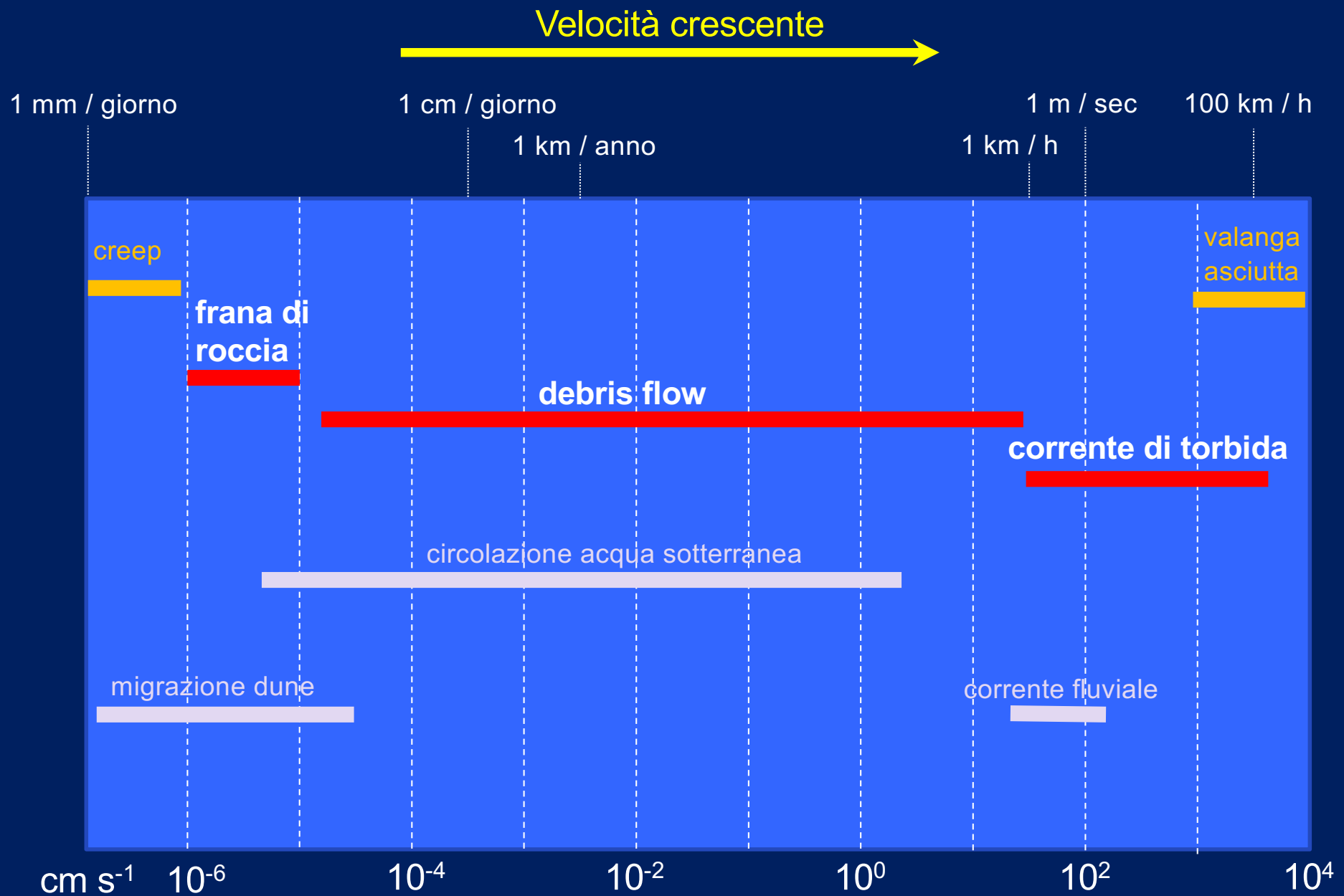
REOLOGIA dei FLUSSI DENSII

	MECCANISMI GENETICI	TIPI di SEDIMENTI
disgiuntiva	CROLLO di BLOCCHI Il distacco avviene lungo le fratture	DETRITI di FRANA depositi a grana grossolana prossimi alla zona di distacco
	SCOLLAMENTO Il distacco si verifica lungo superfici piane	STRUTTURE TABULARI di SCOLLAMENTO le varie unità sono separate da fratture subverticali
	SCIVOLAMENTO Il distacco si verifica lungo superfici concave	STRUTTURE PIEGATE da SCIVOLAMENTO le frecce indicano i movimenti relativi delle varie porzioni
plastica	FLUSSO GRANULARE I granuli perdono coesione per effetto di pressioni anomale o variazione di pendenza del substrato	LENTI di MATERIALE ARENACEO gli spessori non superano il decimetro
	FLUSSO di DETRITI l'equilibrio instabile è rotto dall'aumento del carico e dalla perdita di coesione tra i vari componenti	DEPOSITI DETRITICI sono caotici poiché non si è realizzata la separazione delle frazioni con diversa granulometria
fluidale	LIQUEFAZIONE la discesa di alcuni granuli, provoca la migrazione verso l'alto del fluido che avvolge completamente gli altri	ARENARIE CONVOLUTE stratificazione pressoché assente rimpiazzata da strutture deformazionali caotiche
	FLUIDIFICAZIONE flussi ascendenti di fluidi canalizzati	ARENARIE a PILASTRI I pilastri indicano la posizione dei condotti di risalita dei fluidi
	CORRENTI di TORBIDA flussi turbolenti di materiale con granulometria molto disomogenea	TORBIDITI sedimenti composti costituiti da una successione di prodotti che passano da arenarie grossolane sino ad argille

Numero limitato di piani di taglio

FLUSSI GRAVITIVI: Rapporto tra particelle solide ed il mezzo fluido molto elevato.

Velocità dei flussi gravitativi



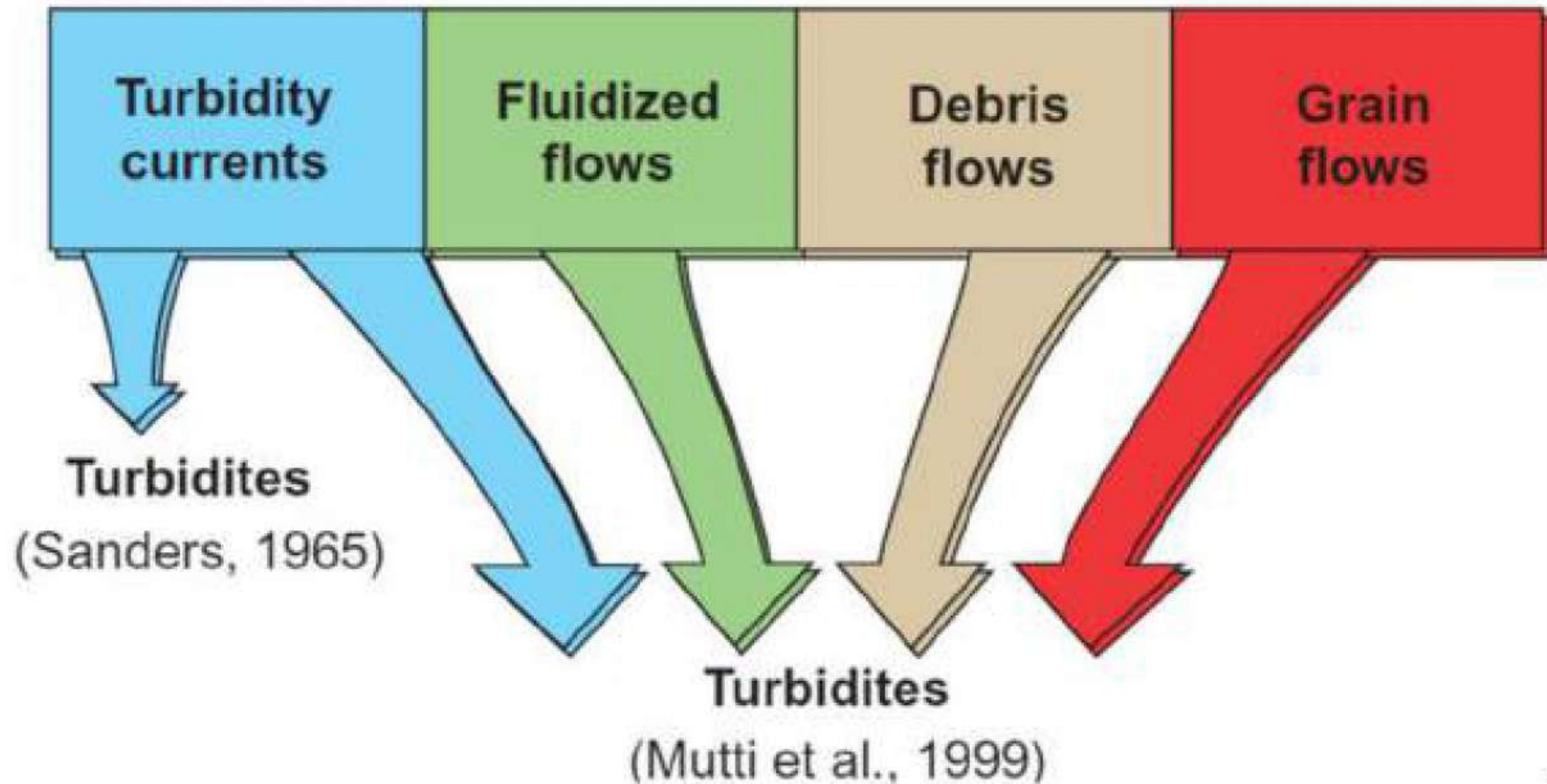
I FLUSSI GRAVITATIVI IN SENSO STRETTO SONO:

- **CORRENTI (FLUSSI) DI TORBIDITÀ (TURBIDITY CURRENT)**
(**turbolenza:** la componente della corrente verso l'alto mantiene in sospensione le particelle)
- **FLUSSI FLUIDIFICATI (FLUIDIZED-LIQUEFIED FLOWS)**
(**corrente ascensionale:** flussi di acqua ascendente, con moti verticali del flusso: spesso questo meccanismo è meno efficace ed agisce da “spalla” ai moti turbolenti)
- **FLUSSI GRANULARI (GRAIN FLOWS)**
(**collisione:** interazione fra i granuli che si scostano a vicenda. Il fenomeno si chiama pressione dispersiva o interazione granulare)
- **COLATE (DEBRIS FLOWS – MUD FLOWS)**
(**plasticità:** dovuta alla coesione data dal fango)

dalle correnti di torbidità alle colate c'è un aumento della densità.

Sediment-gravity flows

(Middleton and Hampton, 1973)



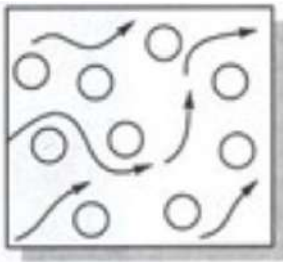
**Corrente
di torbida**

**Flusso
fluidificato**

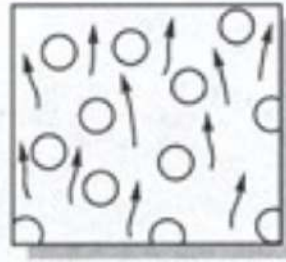
**Flusso
granulare**

Colata

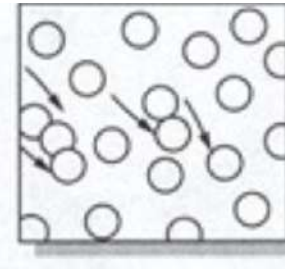
Meccanismo di
sostentamento
dei granuli



turbolenza



flusso ascendente
intergranulare

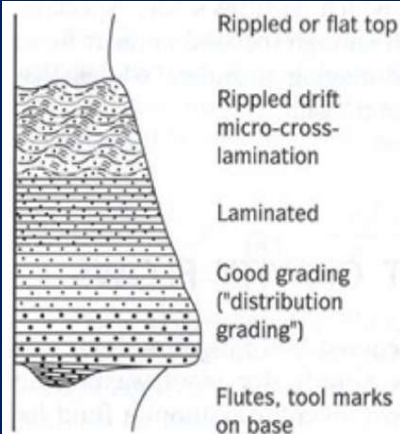


Pressione
dispersiva

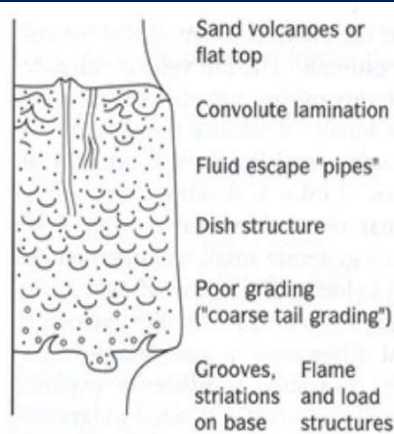


Coesione e densità
del fango

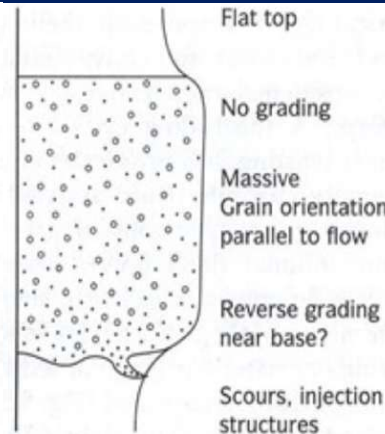
Tipi di
depositi



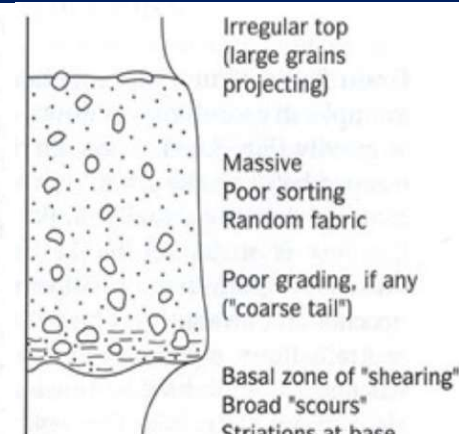
Sequenza di Bouma



Strutture prodotte
da colonne fluide
ascendenti

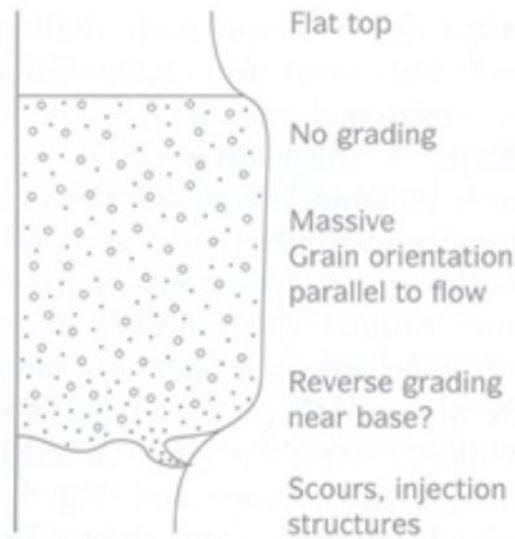
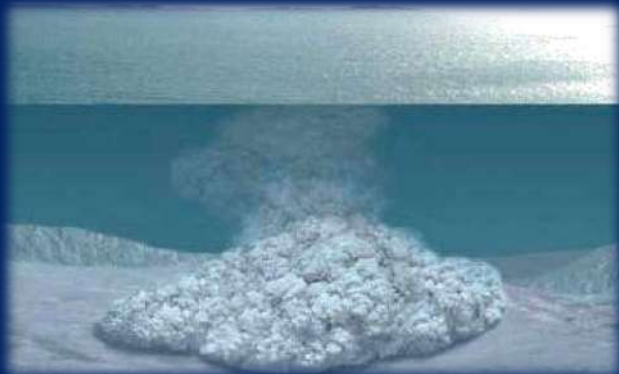


Sabbia omogenea
(senza strutture)

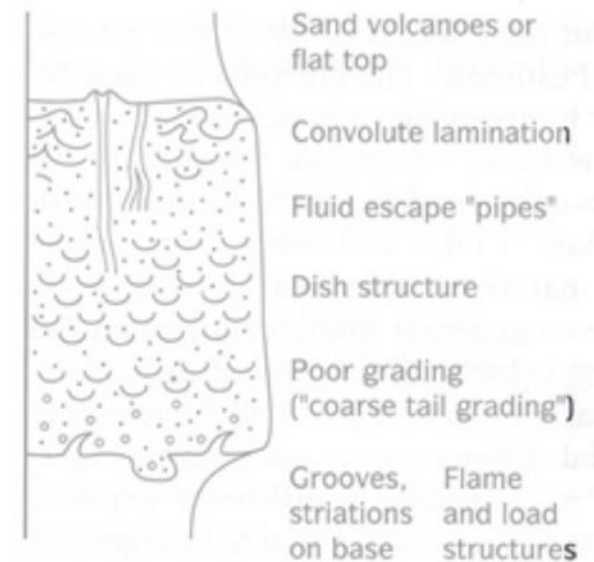


Deposito
eterogeneo e
caotico

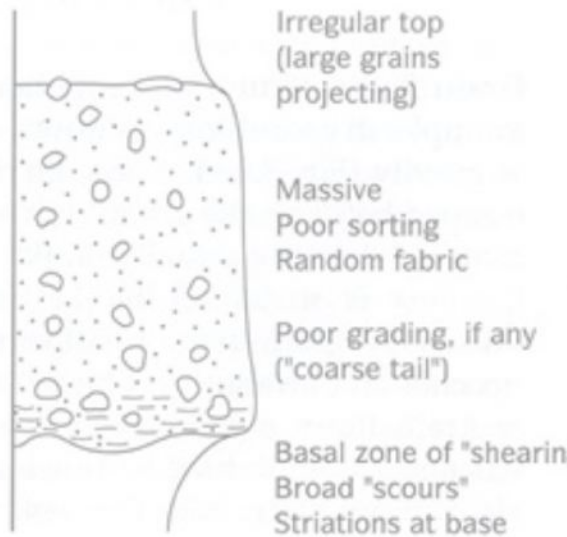
Corrente di torbida



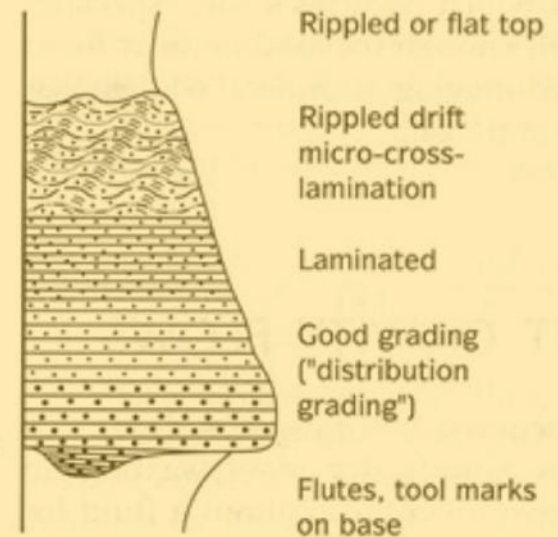
A Grain flow



B Fluidized flow



C Debris flow

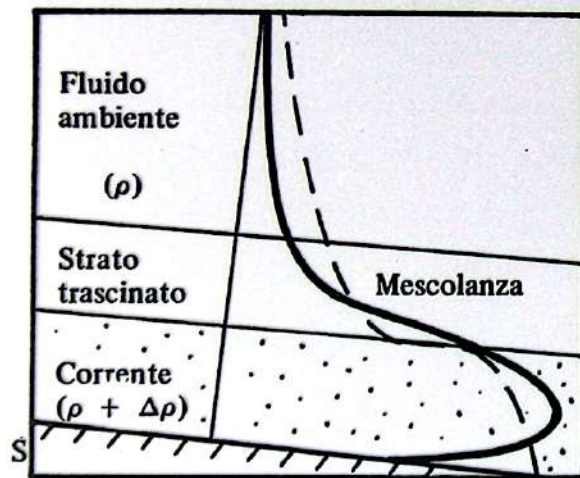
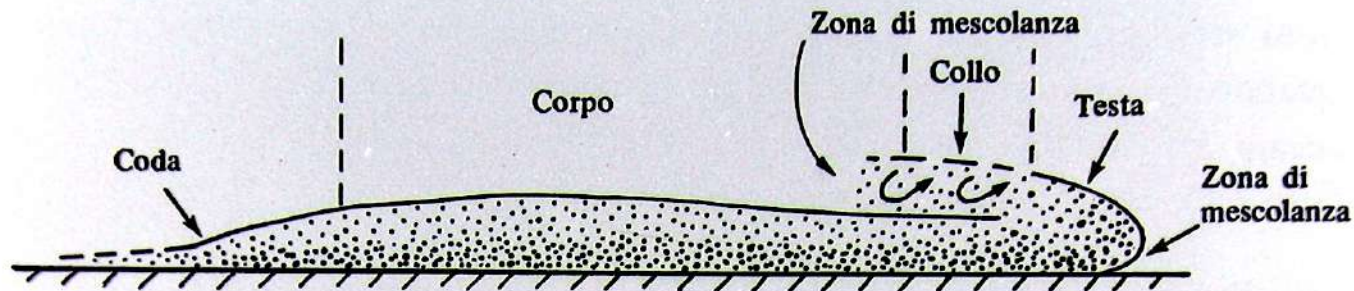


D Turbidity current

Torbiditi e flysch



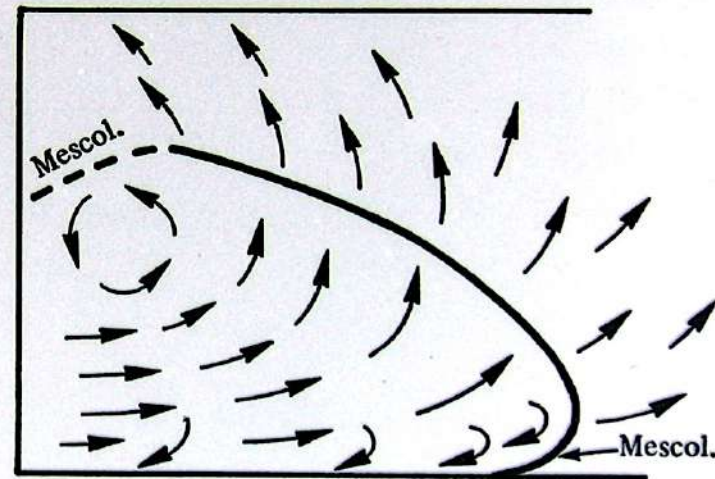
La corrente di torbida



Condizioni stazionarie uniformi

Profilo di velocità ———

Profilo di concentrazione di sedimento - - - - -

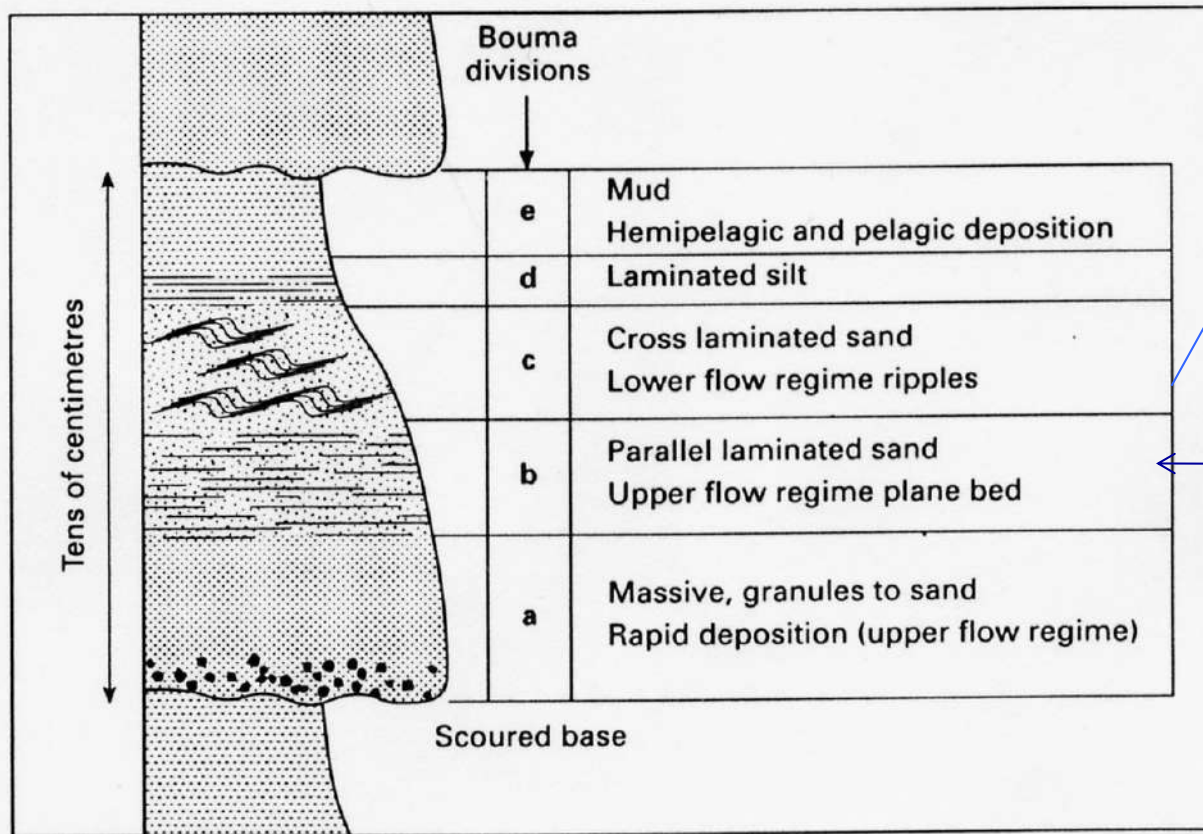


Flusso nella zona di testa

Sezione trasversale anteriore



La sequenza di Bouma

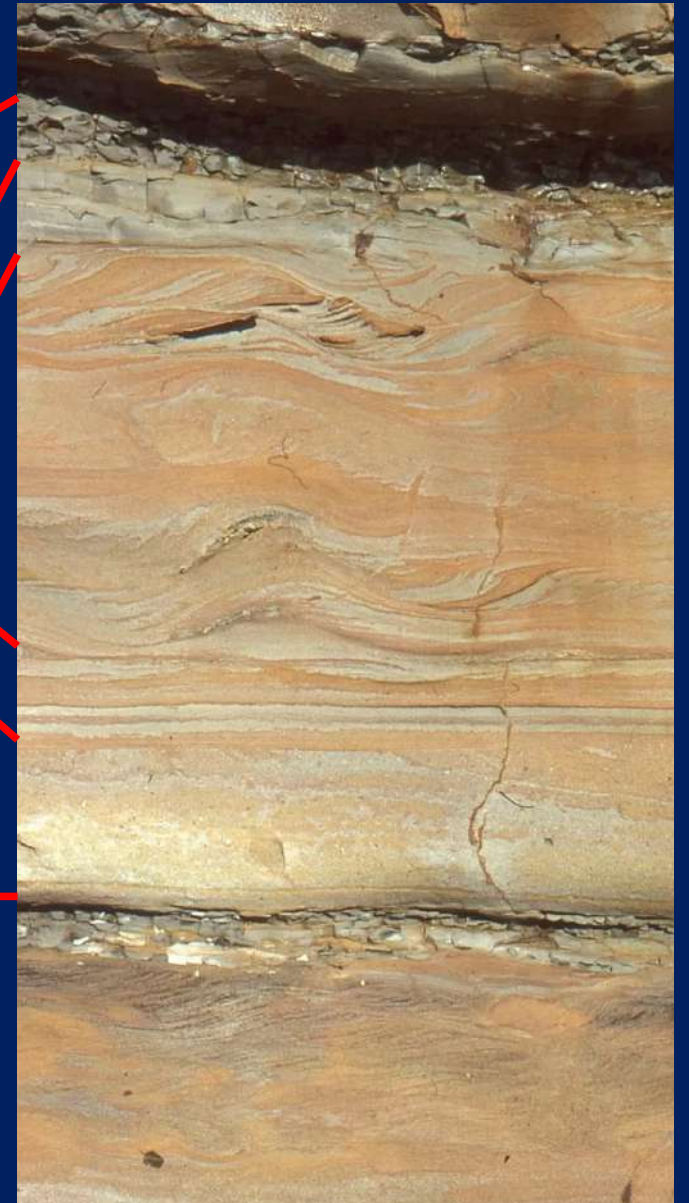
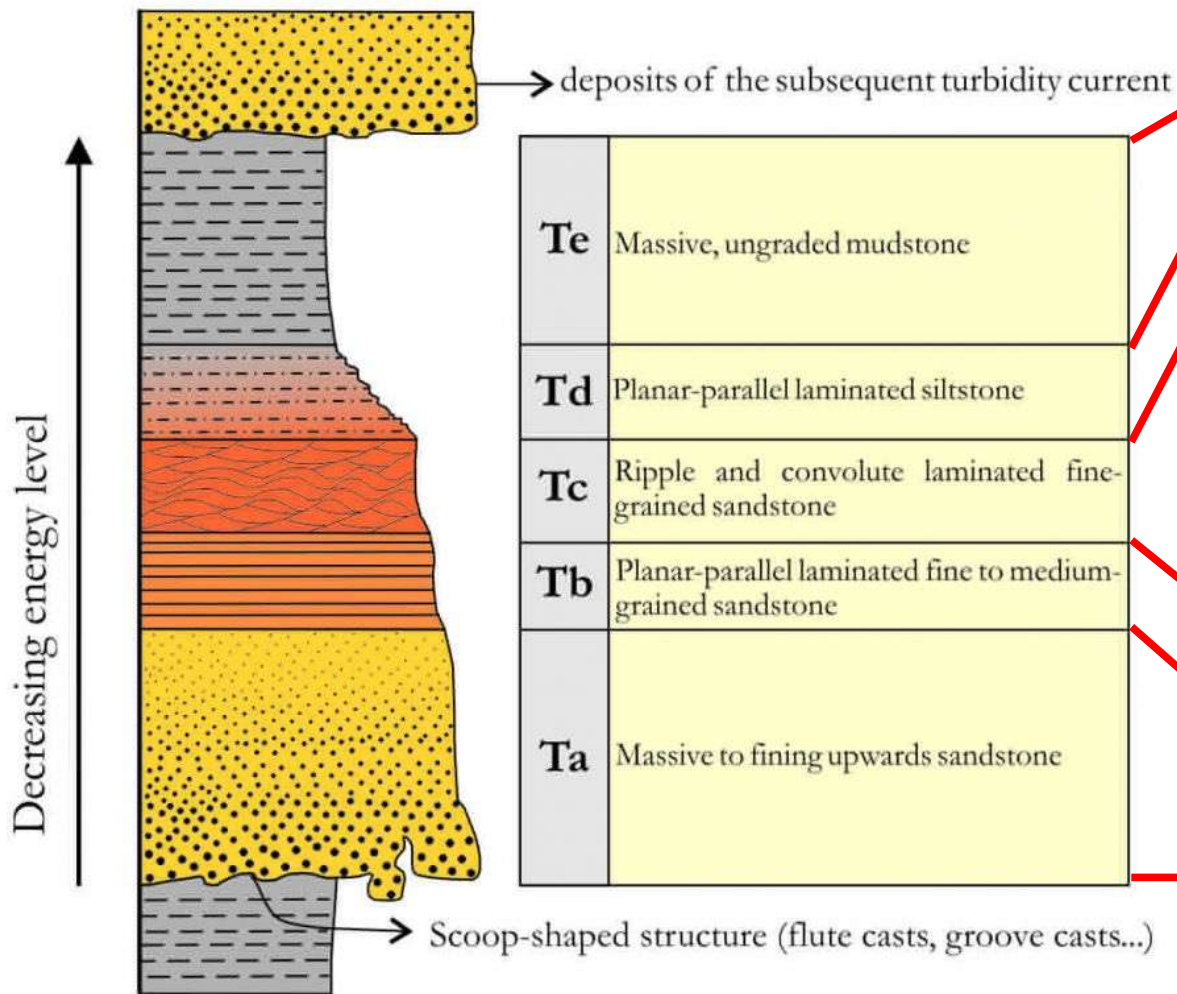


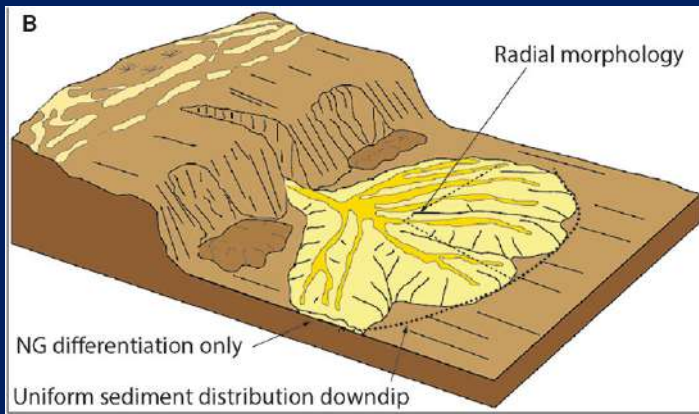
+ strutture di deformazione:
laminazioni convolute;
uncinature di lamine;
lobi; fiamme

← regime trattivo

Fig. 4.27 The vertical pattern of grain size variation and sedimentary structures formed in a typical medium-grained turbidite. This is the Bouma sequence, consisting of five divisions: a, b, c, d and e. (After Bouma 1962.)

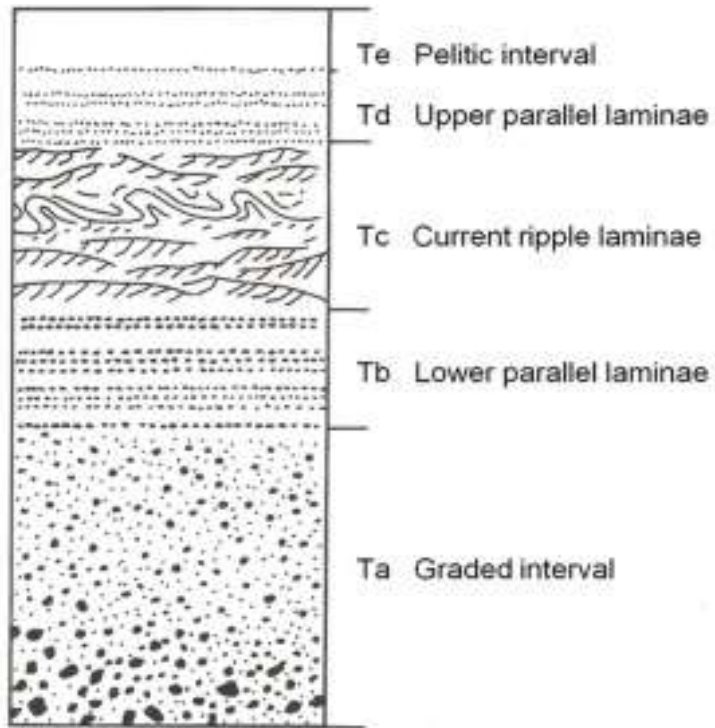
Sequenza ideale, ma rara: si trova praticamente in torbiditi non confinate (oceano).
In aree topograficamente confinate (es Mar Mediterraneo OGGI) le torbiditi si trovano con una sequenza tipo: sabbie gradate (ma anche massive), laminazioni parallele (e non sempre), tappo di mud al top





La distribuzione areale delle facies torbiditiche

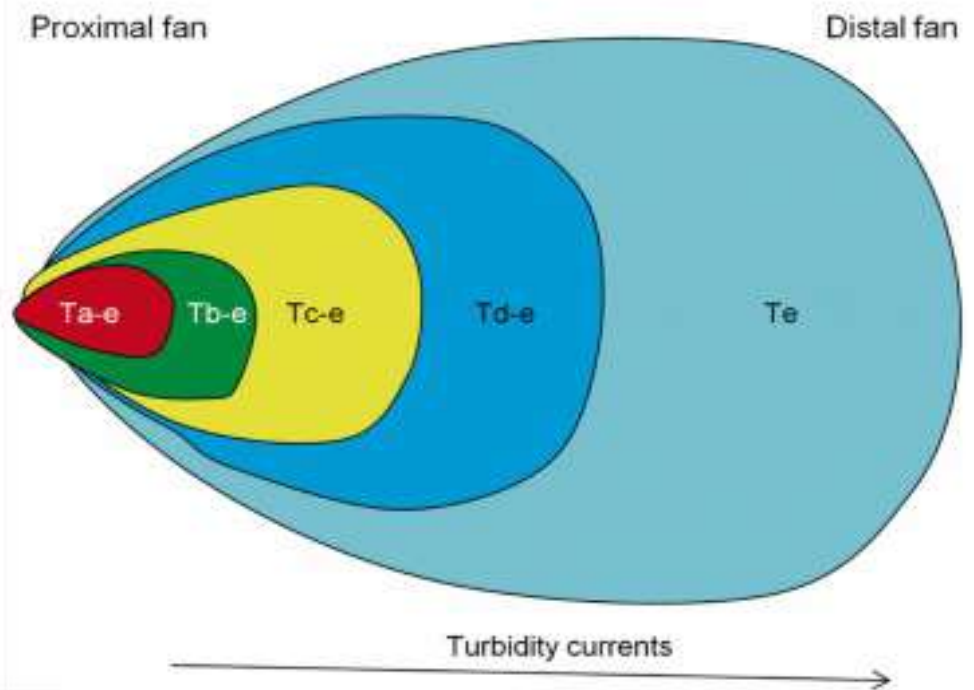
The Turbidite Facies Model (The Bouma Sequence)



a

(Bouma, 1962, his Figure 8)

Areal Distribution of Turbidite Facies (Submarine Fan)



b

(Bouma, 1962, his Figure 25)

Sezione longitudinale ideale di un fan radiale (sequenze da prossimali a distali)

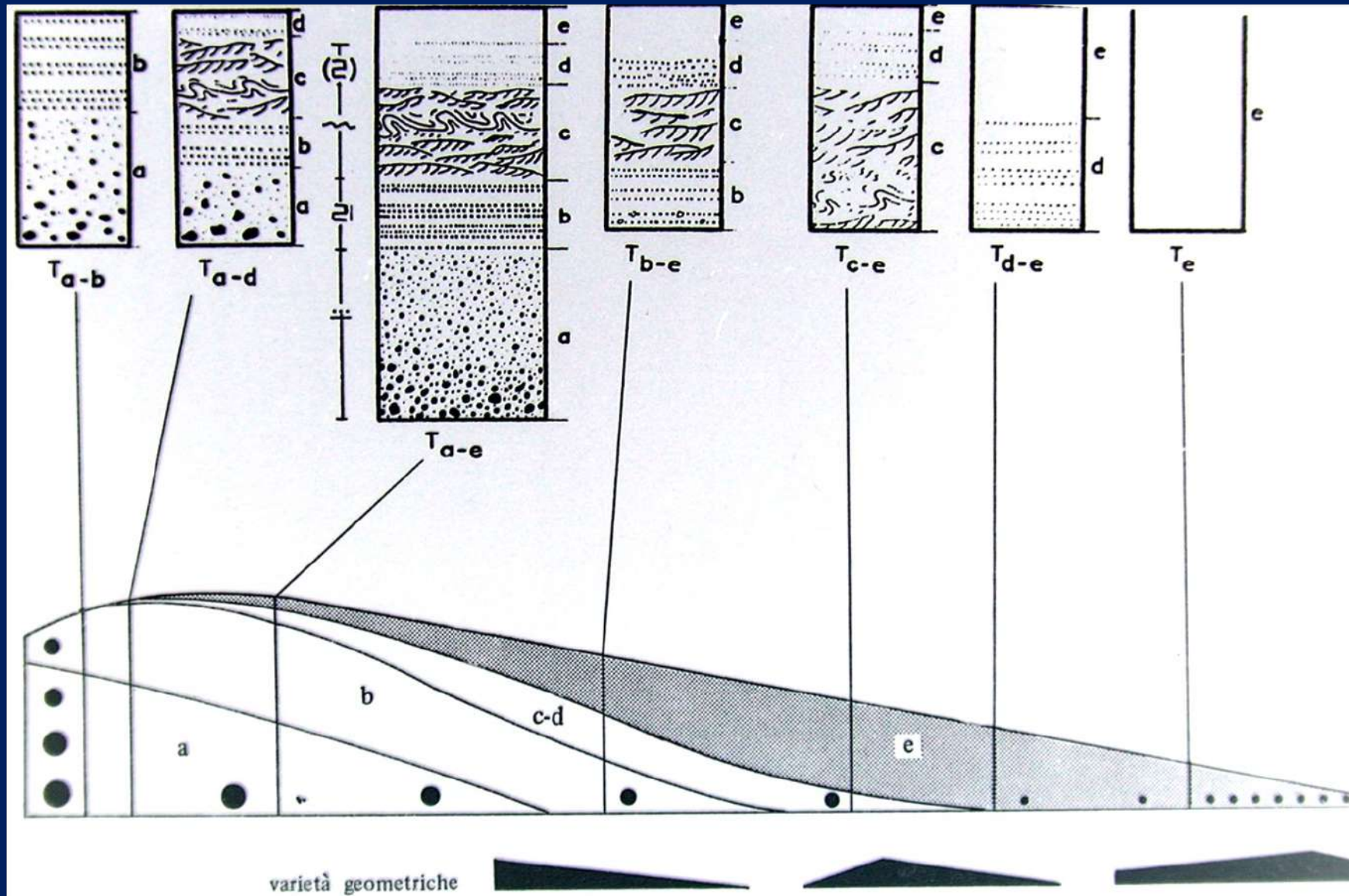


Fig. 29 – Variazione di spessore e granulometria di uno strato esteso all'intero bacino (es. tratto dalla Marnoso-arenacea miocena). Sezione longitudinale (parallela alla corrente). Bianco: sabbia. Grigio: pelite.

Intervallo Ta (gradato)

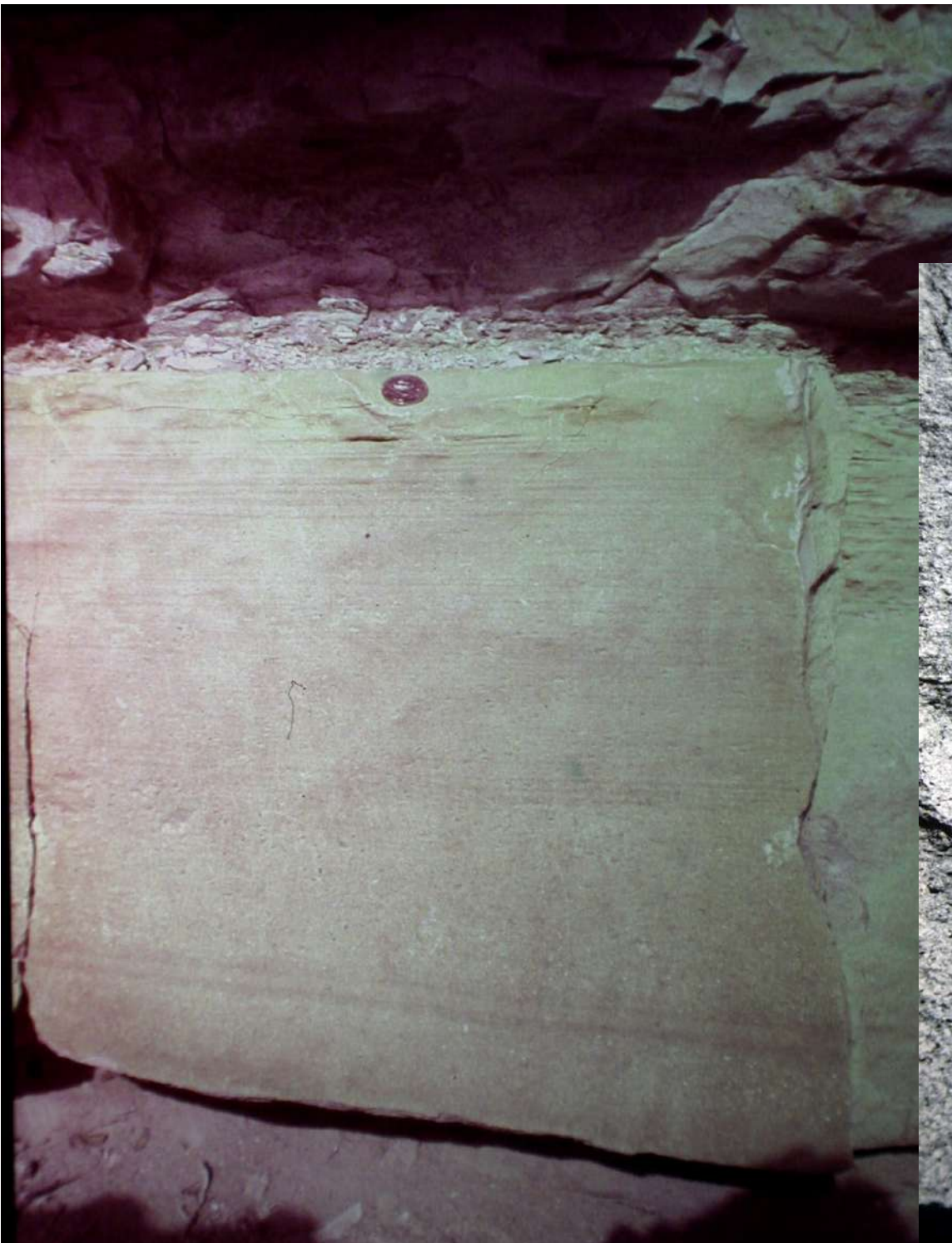


Tb

Brecce nell'intervallo Ta



Intervalli T_a e T_b



Intervallo Tb



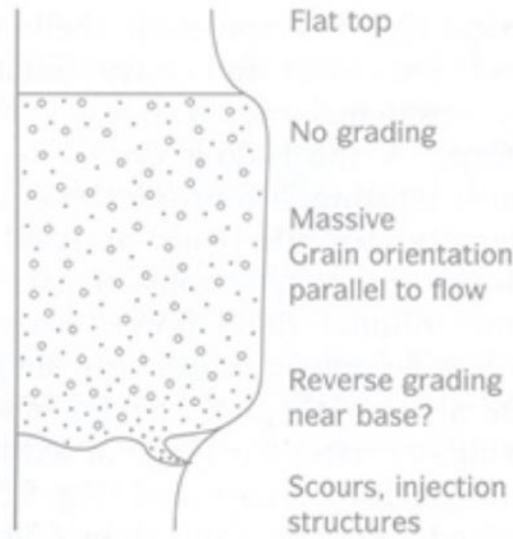
Intervallo Tc



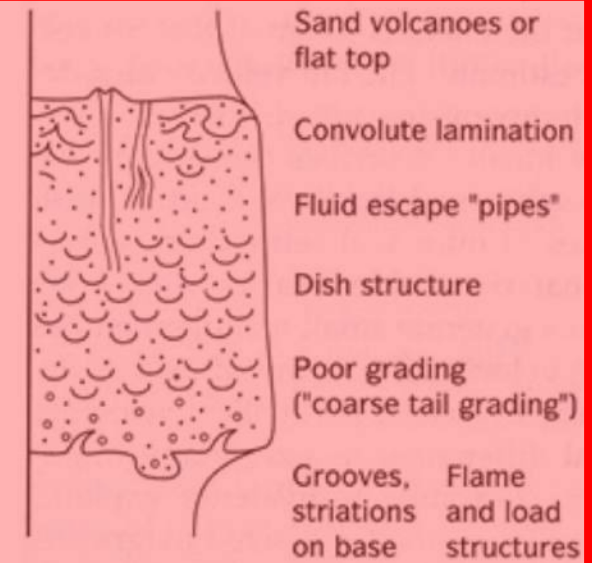
Intervallo Tc – Td - Te



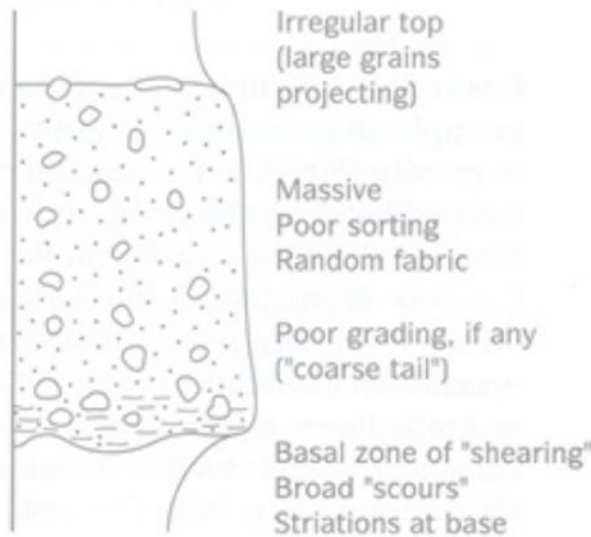
Flusso fluidificato



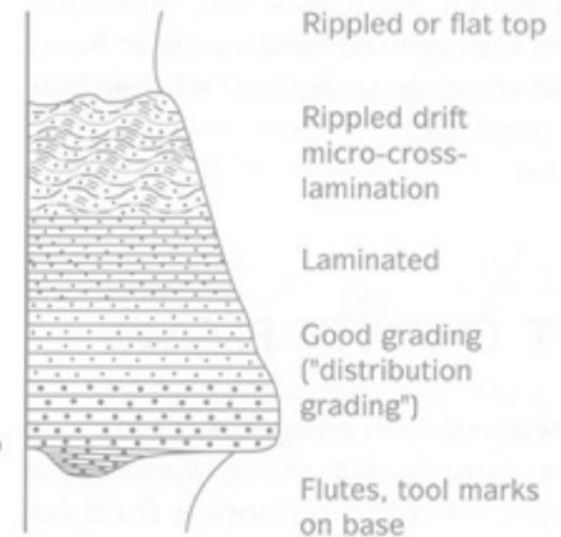
A Grain flow



B Fluidized flow



C Debris flow



D Turbidity current

Flussi fluidificati

Deformano l'intervallo T_b di una torbidite ed avvengono contemporaneamente alla deposizione.

E' un meccanismo accessorio che agisce nelle fasi iniziali di deposizione di una torbidite.

Il materiale che si deposita arriva in acqua in pressione e quindi a forte velocità. L'acqua contenuta fra i granuli scappa verso l'alto durante la fase di deposizione e si formano i "camini" (pillars) che sono delle discontinuità verticali.

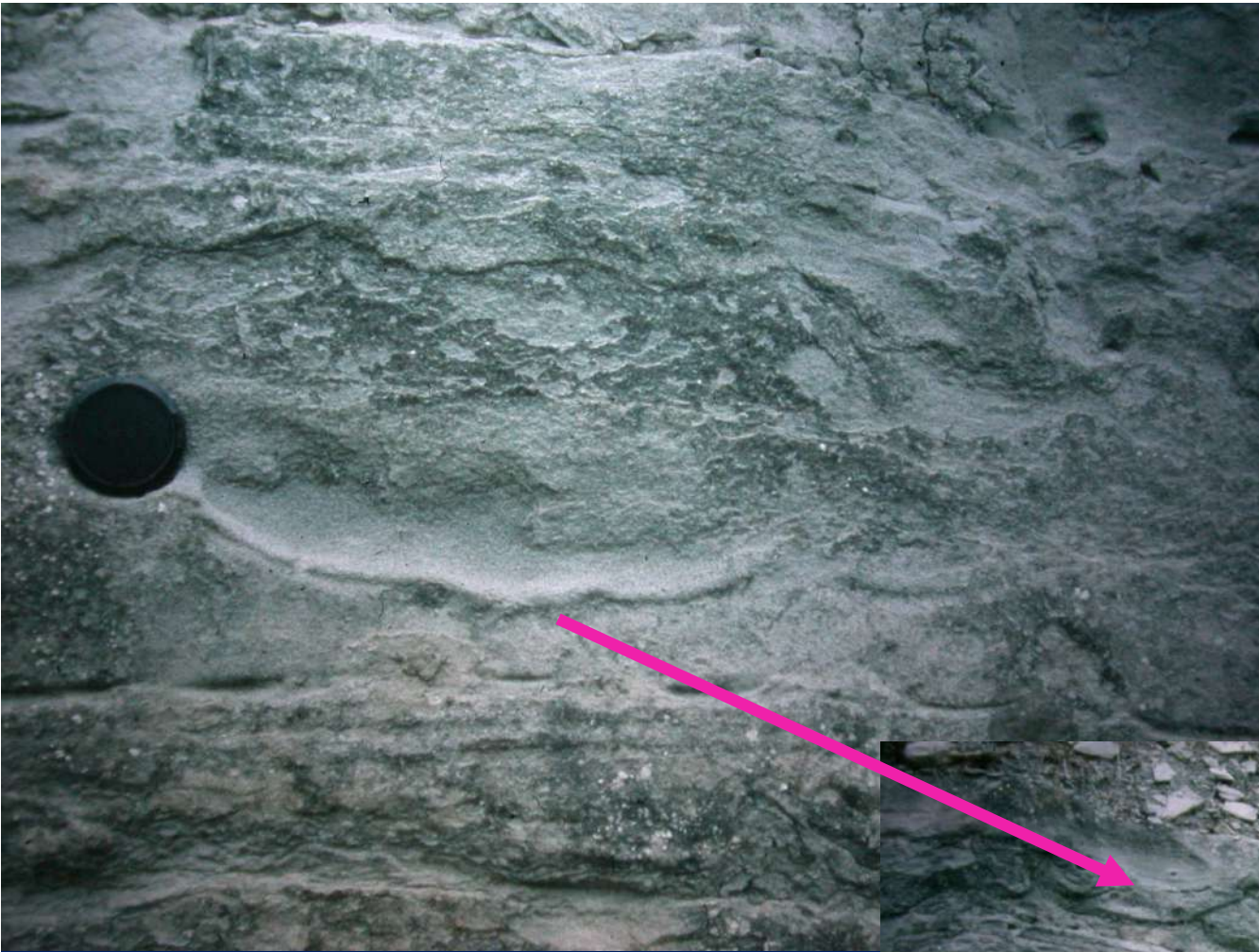
In cima al camino si forma un "vulcanetto", fatto di sabbia, spesso troncato, spazzato da eventi torbiditici successivi. Fra i camini si formano le strutture a "piatto" (dish): sono strutture simmetriche dovute a deformazione delle lamine per "intrusione" dei camini.

Queste forme possono essere più o meno disturbate e diventano più complesse dando origine a LAMINAZIONI CONVOLUTE. Il flusso fluidificato quindi si sovrappone alla torbida.

Water escape, dish e pillars



dish



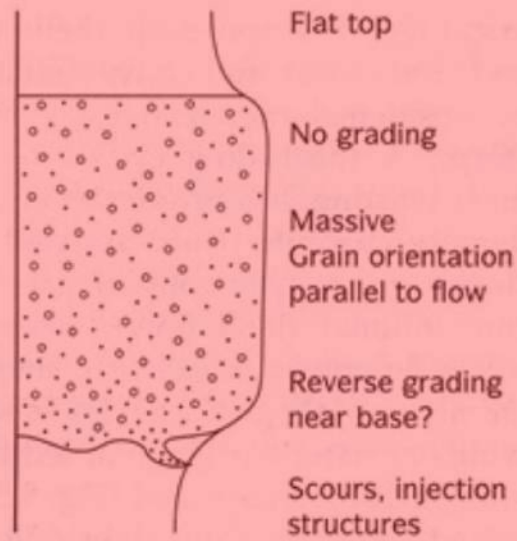


Giant dish structure near Talara, Peru

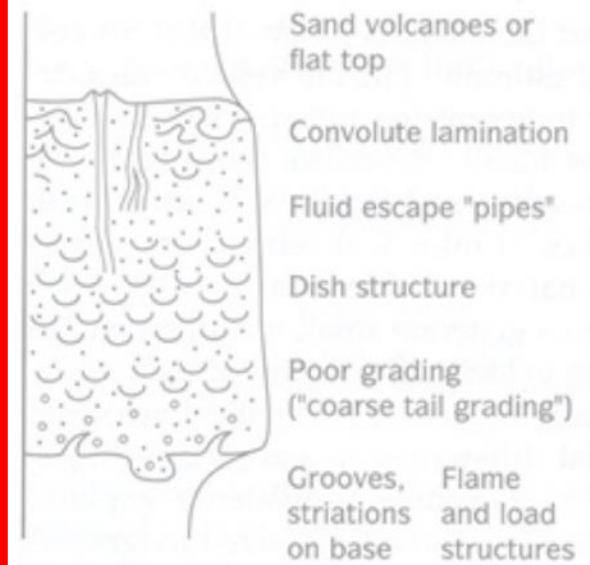




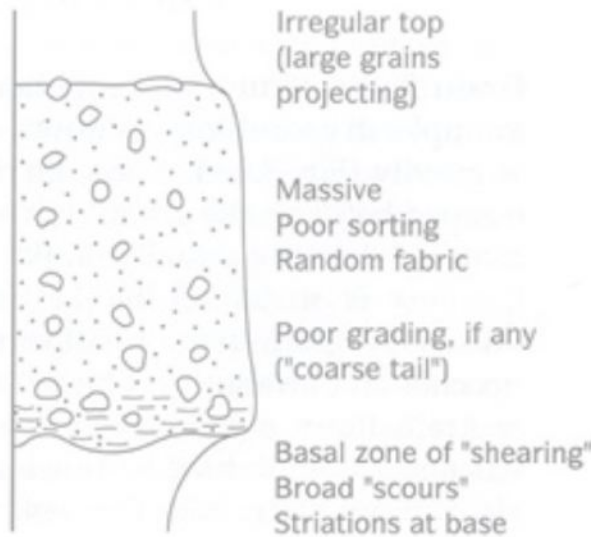
Flusso granulare



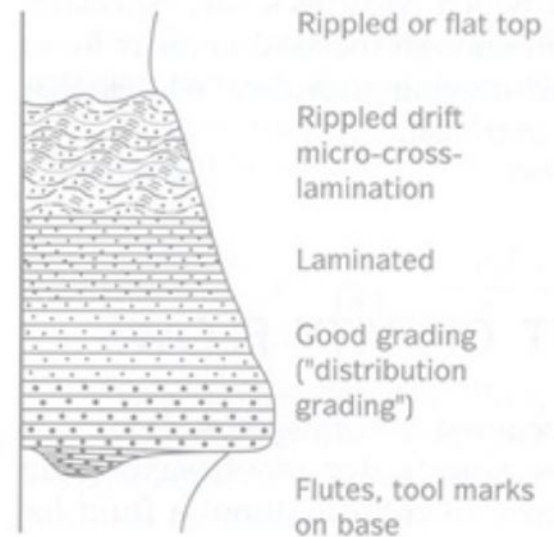
A Grain flow



B Fluidized flow



C Debris flow



D Turbidity current



Grain flow (flussi granulari)

- Deposizione estremamente rapida
- Non c'è gradazione diretta, quindi il materiale grossolano è privo di strutture.
- Talora si può osservare una gradazione inversa alla base, perché i granuli collidono fra loro generando un effetto setaccio che trattiene il granulo più grosso, che si ritrova a galleggiare sul materiale più fine.
- Fra i granuli c'è sabbia e mai fango.
- Il processo si innesca con gradienti topografici elevati

Conglomerati depositati da flussi granulari





■ Gradazione inversa dei depositi da grain flow

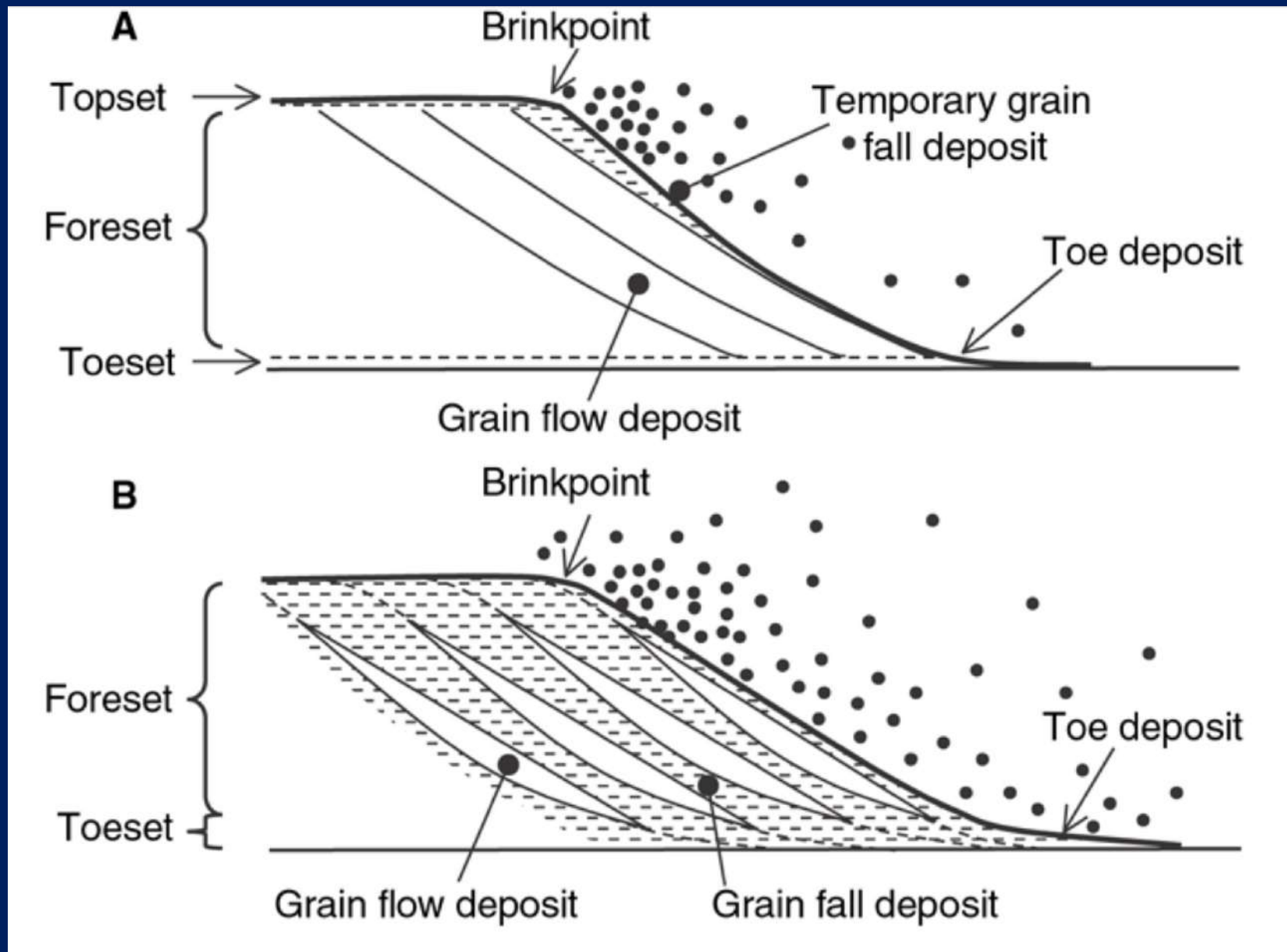
Base erosiva

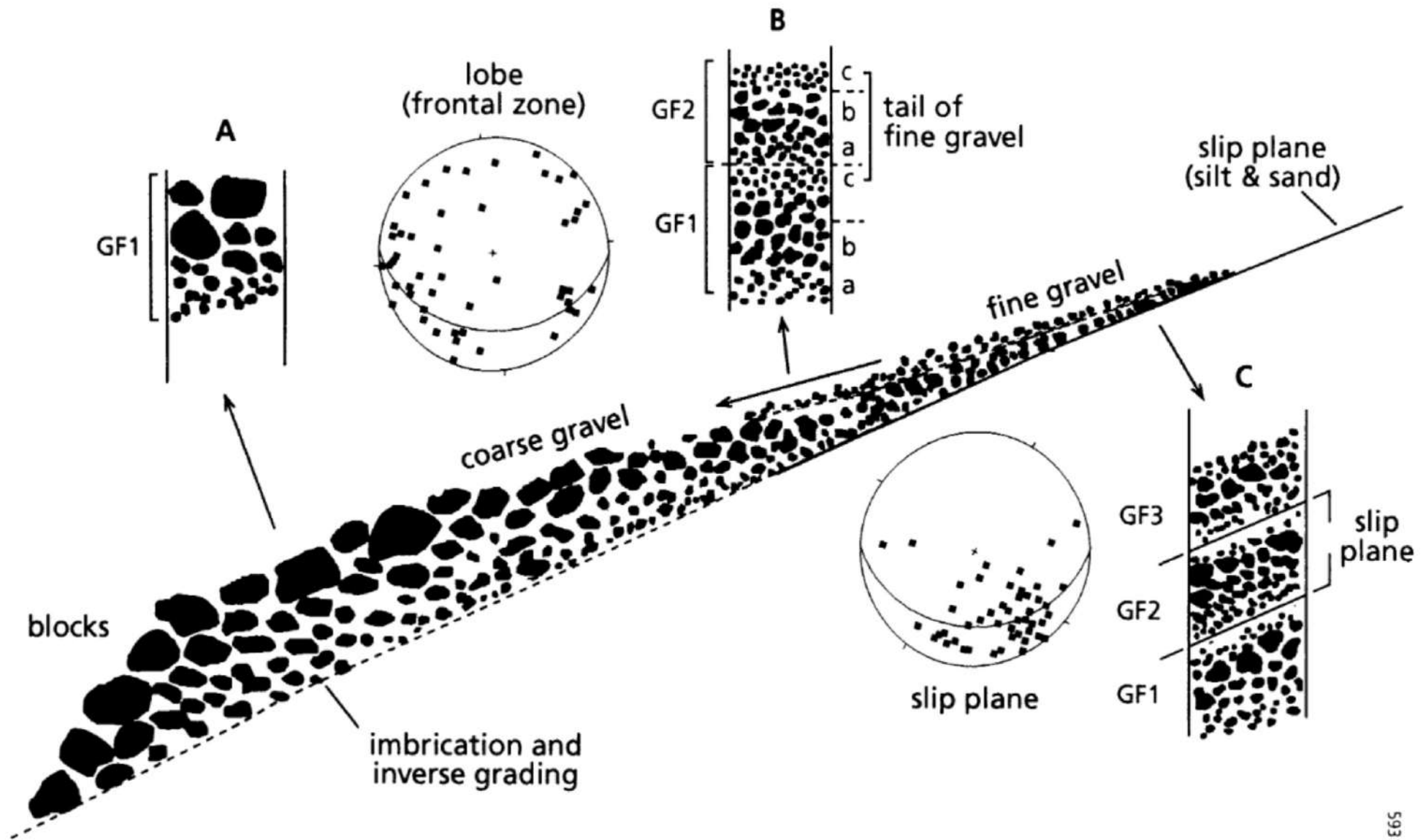
Grain flow

Flussi granulari in ambiente subaereo sono frequentissimi lungo le slipface delle dune, soprattutto sul lato sottovento (lee side)



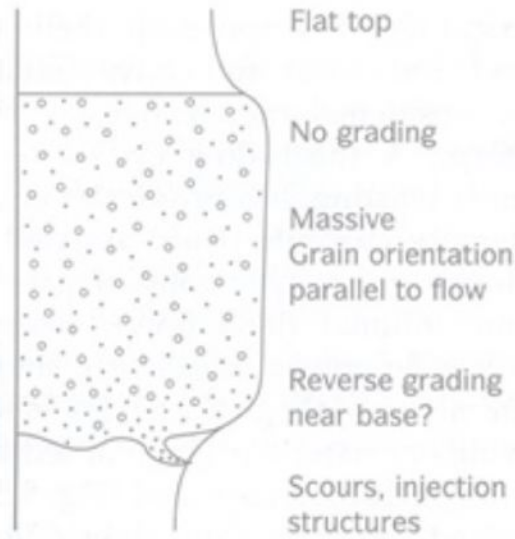
Organizzazione stratale sul lato sotto vento di una duna



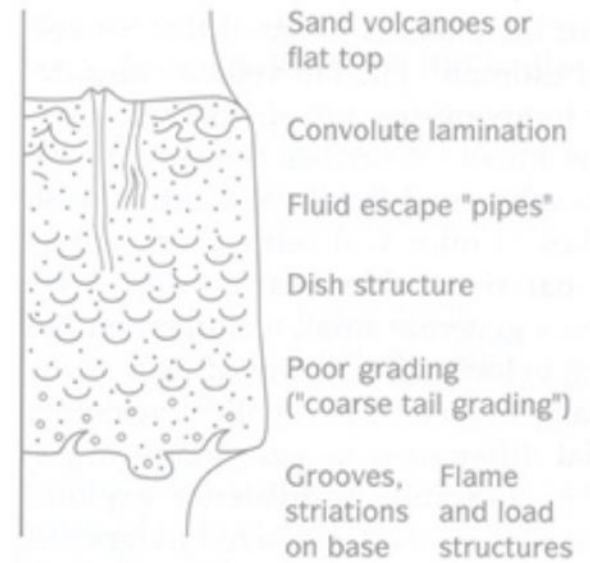


Sezione longitudinale schematica di un grain-flow in ambiente secco, con differenti esempi di fabric interna: A) strato ricco di matrice con clasti più fini (inverse grading); B) strati più grossolani di materiale rimaneggiato sovrapposti da C) ghiaia fine di chiusura evento (da Van Steijn et al., 1995).

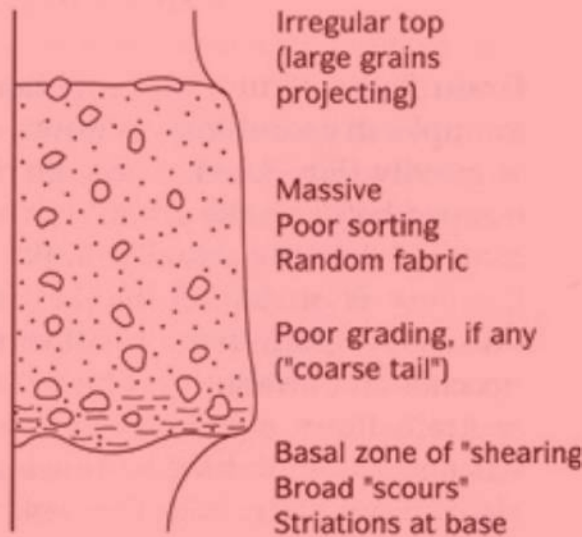
Colata



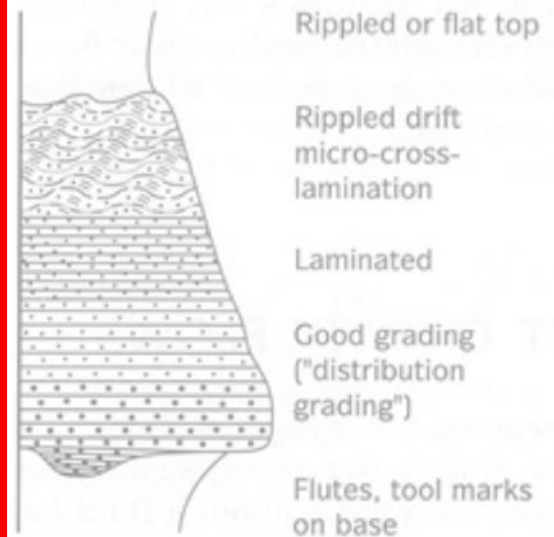
A Grain flow



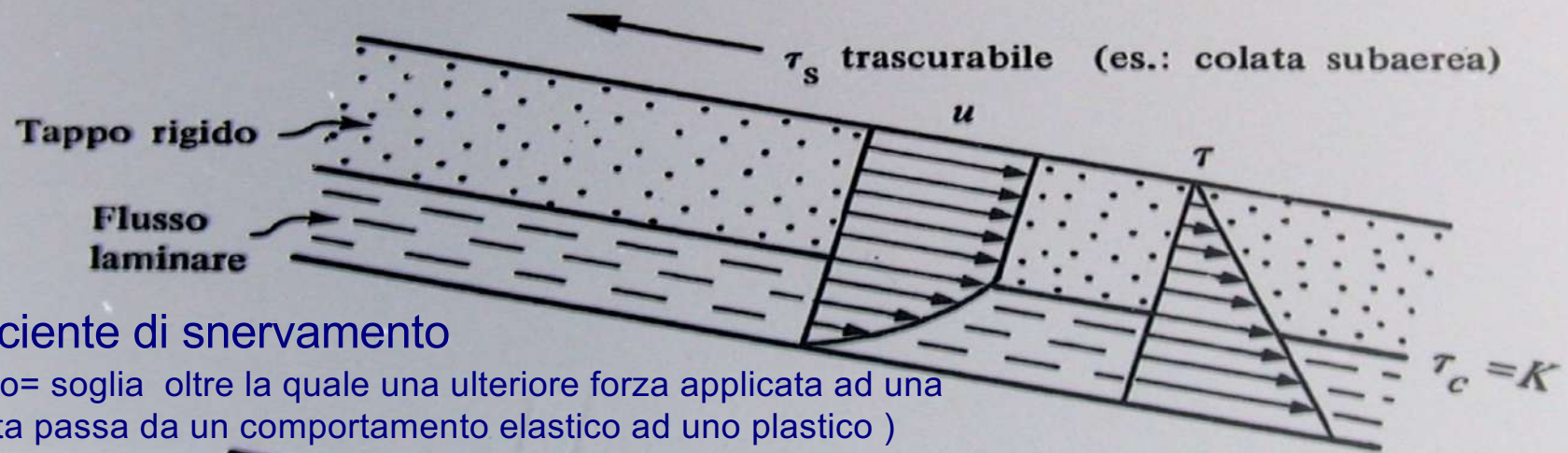
B Fluidized flow



C Debris flow



D Turbidity current



T_c = coefficiente di snervamento

(snervamento = soglia oltre la quale una ulteriore forza applicata ad una massa questa passa da un comportamento elastico ad uno plastico)

Colate di detrito (debris flow)

- flusso molto concentrato e molto denso: clasti che flottano nel fango.
- Privo di strutture (aspetto massivo) e poco assortito.
- Può essere anche un **MUD FLOW** (COLATA DI FANGO).
- Le colate non hanno base erosiva.



Colate di detrito



Debris flows, fan alluvionale (Eocene medio, Axel Heiberg Island, Arctic Canada)

Questo tipo di strato non ha una base erosiva, è privo di strutture sedimentarie (massivo), costituito da sedimento mal cernito organizzato secondo una gradazione inversa (la granulometria dei clasti aumenta verso l'alto). Tale deposito è tipico di un flusso di detrito (debris flow) dotato di un elevato grado di coesione.







Debris flows iperconcentrato, Death Valley, USA.
Tessituralmente è un debris flow fangoso; cioè un mud-supported flow, a grana fine, mal classato



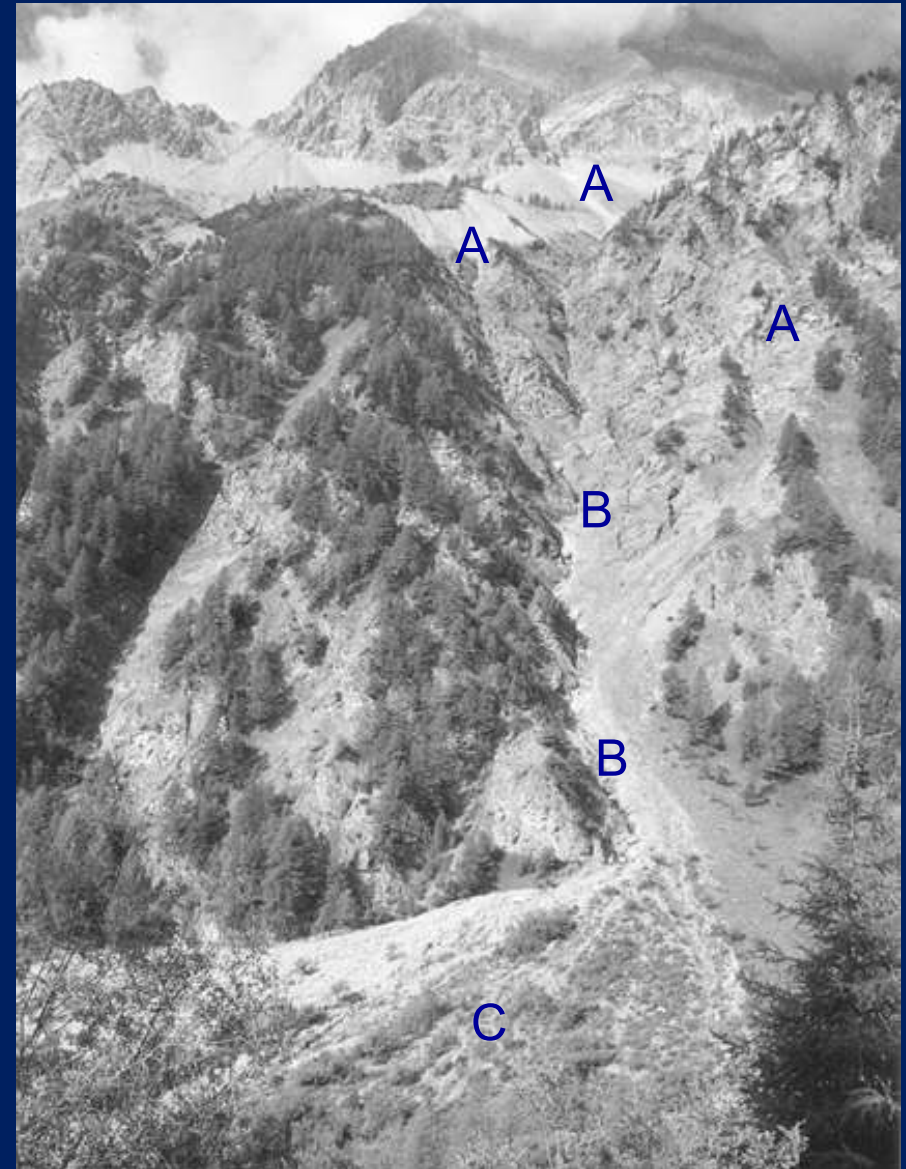
Suddivisione di una colata
detritica in tre parti:

A) zona di origine (o
sorgente, o testata);

B) zona (o canale) di
trasporto;

C) zona di deposito (o
accumulo – conoide
detritico-alluvionale).

[da Tropeano e Turconi, 1999]



FRANE

Frane subacquee e subaree hanno una genesi sostanzialmente simile, ma quelle subacquee sono più importanti nella genesi di rocce sedimentarie.

SLIDE: frane a scorrimento piano-parallelo (in genere in corpi eterolitici) → sup. distacco e scorrimento formano una L

SLUMP: frane a scorrimento rotazionale (in genere in corpi omogenei) → sup distacco e scorrimento formano una sup. curva: **listrica**

Se in una data zona il fenomeno si ripete più volte, esso si può sviluppare in modo regressivo quando ogni distacco destabilizza la porzione a monte del pendio, o progressivo quando la massa destabilizza il pendio a valle.

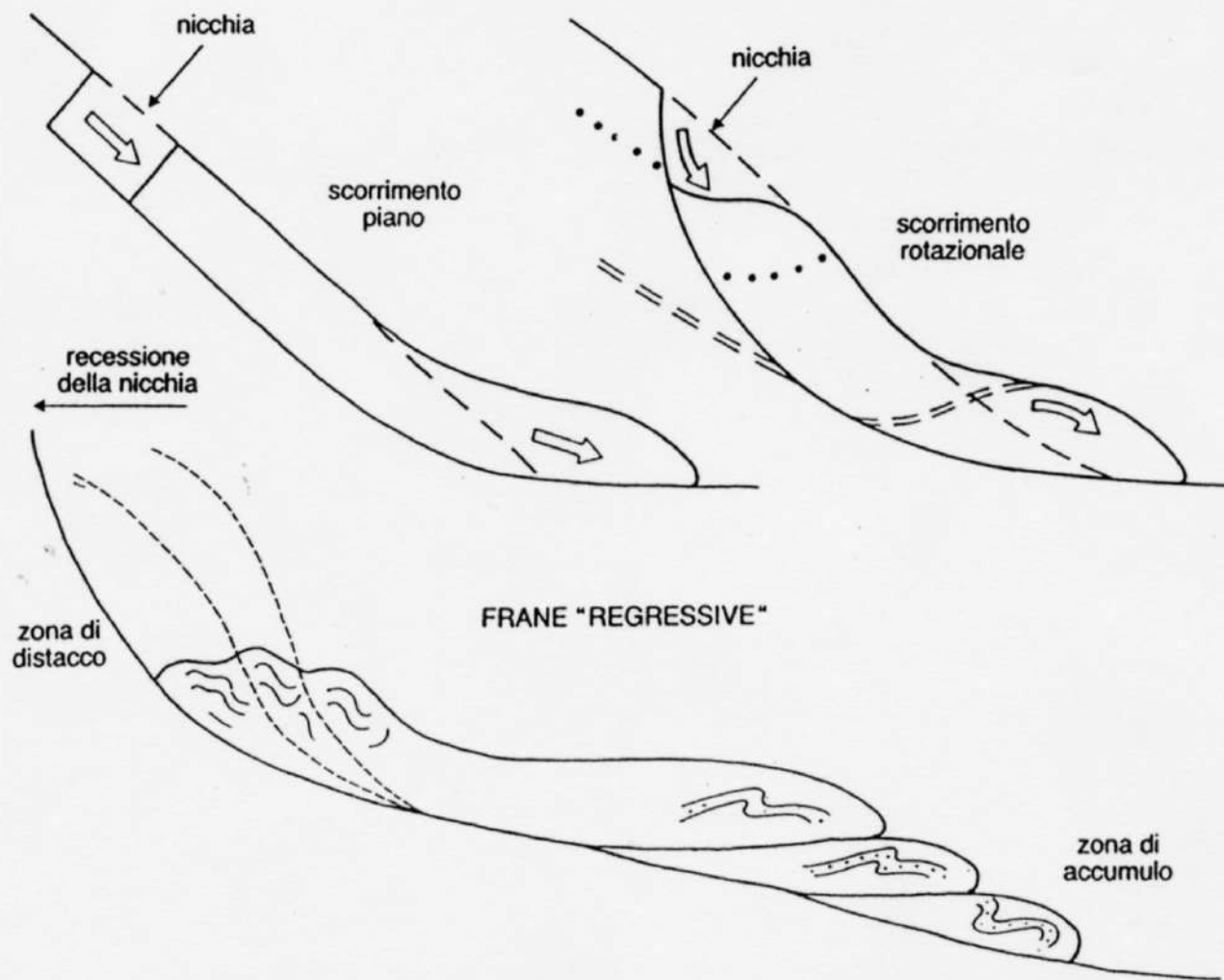
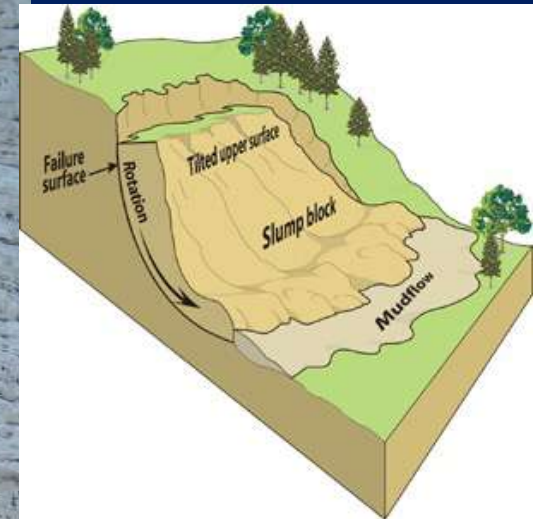


Fig. 10.4 - Frane sottomarine in sezione. La scala non è indicata, ma può essere molto più grande che nelle frane subaeree; la forma di base, invece, non cambia. Il caso rotazionale corrisponde allo *slump*, termine che però è stato esteso a qualsiasi tipo di franamento intraformazionale.

I depositi di *slump* si riconoscono per il fatto che sono costituiti da strati plasticamente deformati compresi, alla base ed al tetto, tra strati della stessa litologia ma indeformati. Uno *slump* si forma per progressivo distacco gravitativo, scivolamento ed accumulo di pacchi di strati in condizioni idroplastiche, lungo pendii sottomarini anche molto blandi



Slump nella maiolica



Il modello deposizionale di Walker (1978): una sintesi

