PROCESSI TRATTIVI

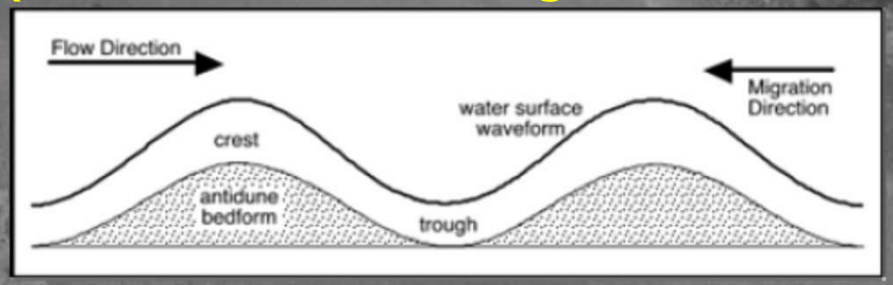
CORRENTI TRATTIVE

(UNIDIREZIONALI UNISENSORIALI e UNIDIREZIONALI BISENSORIALI)

Es: fiume

Es: marea

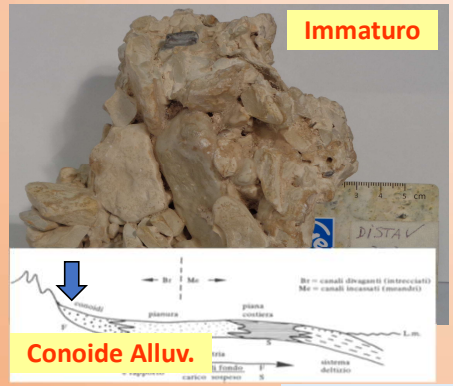
Forme di fondo (bedform)
(corrente trattiva a regime crescente)

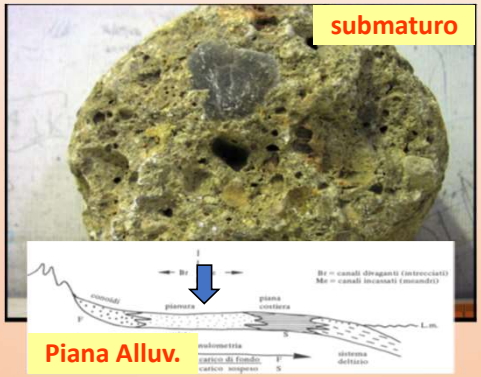


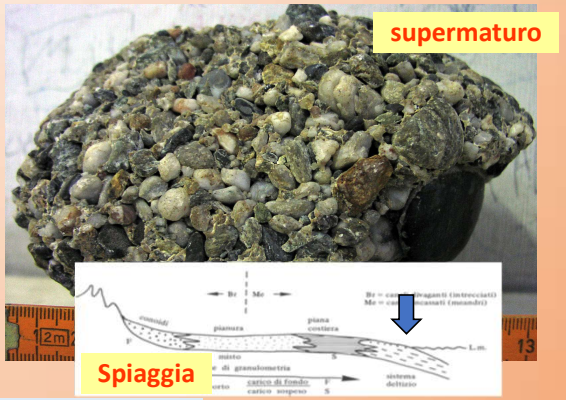
USO DELLE STRUTTURE SEDIMENTARIE

PER la Ricostruzione dei
- **processi di sedimentazione [COME]**
- **caratteri ambiente deposizionale/tettonico[DOVE]**
- **cronologia dei processi/ambienti tettonico-deposizionali [QUANDO]**

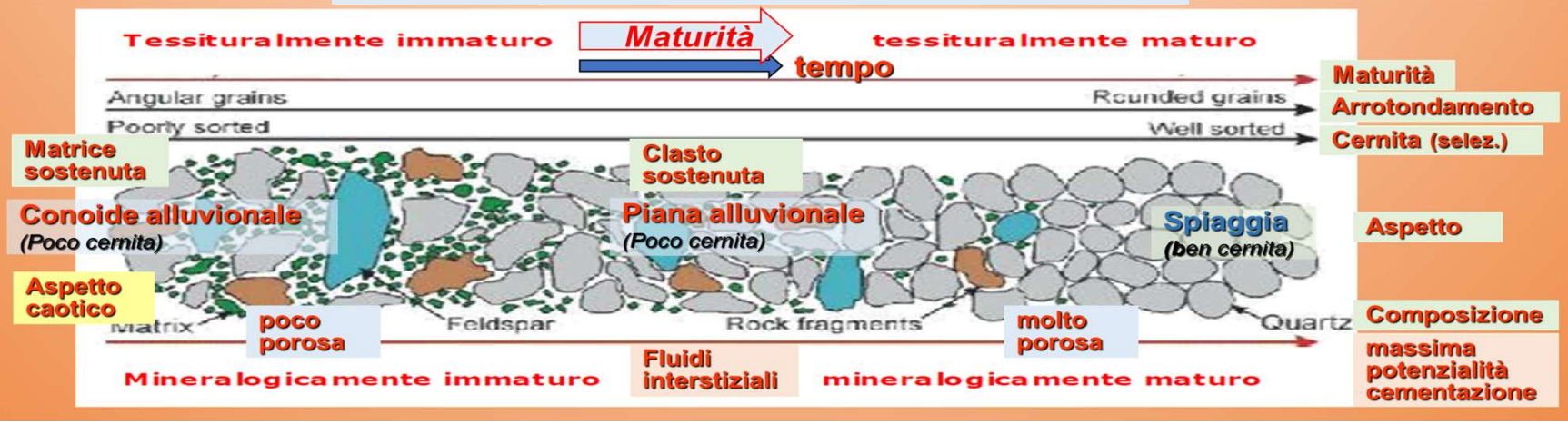
Elementi diagnostici:
- **Tessitura** (granulometria, composizione, matrice, cemento);
- **Maturità** (grado)
- **Architettura** distribuzione clasti geometrie, strati e lamine





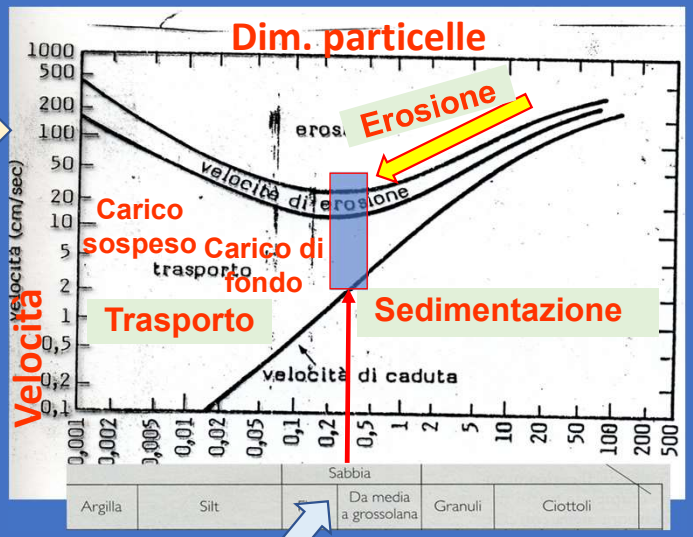


Cartina di «Tornasole» del grado di maturità



Rapporto tra Velocità/Granulometria = **Competenza del Flusso**

Diagramma di Hjulstrom



Diametro massimo di clasti rimossi dalla **pressione applicata sul fondo**
(Pressione di taglio critica)

Come il materiale viene eroso, trasportato e sedimenta?

Come il materiale viene trasportato

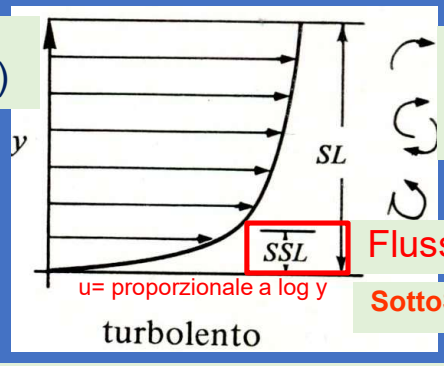
Modalità Flusso ***Rapporto tra F. Inerziale/ F. Viscosa***

Numero di REYNOLDS (Re)

Velocità-Profondità

$$R_e = \frac{v \cdot l}{\nu}$$

densità/viscosità



Re > 2000 Flusso Turbolento

Flusso laminare Re<500

SottoStratoLaminare

Velocità del flusso è minima presso il letto ed aumenta verso l'alto

***Rapporto tra Velocità/Granulometria* = Competenza del Flusso**

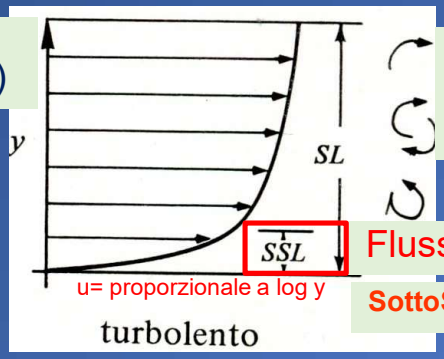
Modalità Flusso ***Rapporto tra F. Inerziale/ F. Viscosa***

Numero di REYNOLDS (Re)

Velocità-Profondità

$$R_e = \frac{v \cdot l}{\nu}$$

densità/viscosità



Re > 2000 Flusso Turbolento

Flusso laminare Re<500

SottoStratoLaminare

Velocità del flusso è minima presso il letto ed aumenta verso l'alto

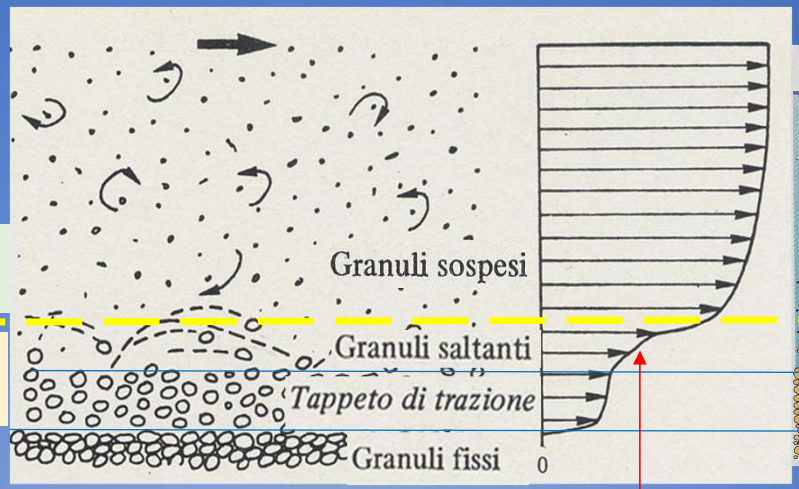
Come il materiale viene trasportato

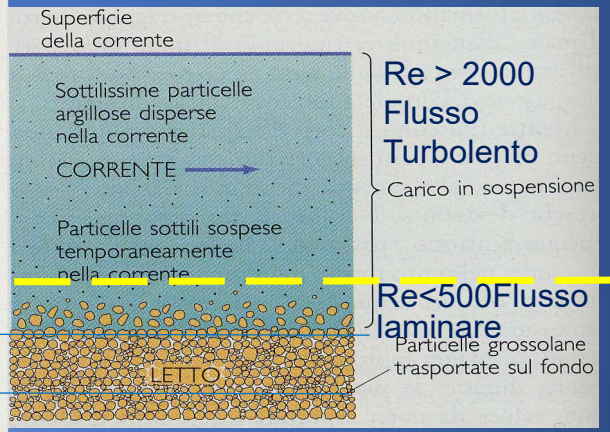
Interazione con forze di coesione, flusso
Prevalentemente **Silt e argilla**
Flusso turbolento (Carico sospeso)

Carico sospeso

Flusso Laminare (Carico di fondo)
Prevalentemente **Sabbia, ciottoli**
Pressione di trascin./trasporto
Pressione, Dimensione, direttamente proporzionali

Carico fondo





Re > 2000 Flusso Turbolento

Carico in sospensione

Re<500Flusso laminare

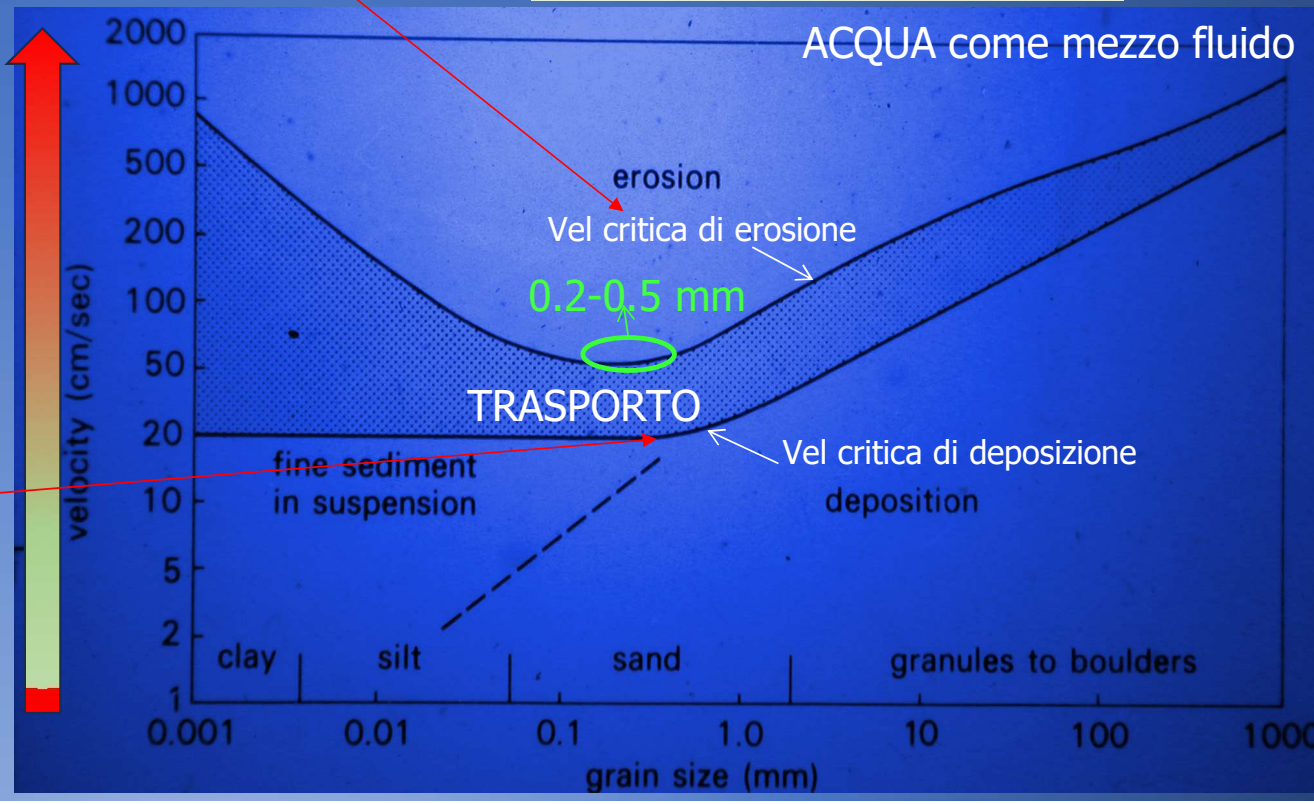
Deviazione velocità energia spesa per far saltare i granuli

“evoluzione” del movimento per correnti trattive a regime crescente (Kramer, 1932):

-trasporto nullo
-trasporto debole: un piccolo numero di granuli è messo in movimento
-trasporto moderato: granuli di dimensioni medie sono messi in movimento quasi ovunque sul fondo (la vel. critica di erosione di Hjulstrom)
-trasporto generale: tutti i granuli presenti sono in movimento ↓

cambiamento relativamente rapido nell’aspetto del fondo.

- Diagramma di Hjulstrom e velocità critica d’erosione

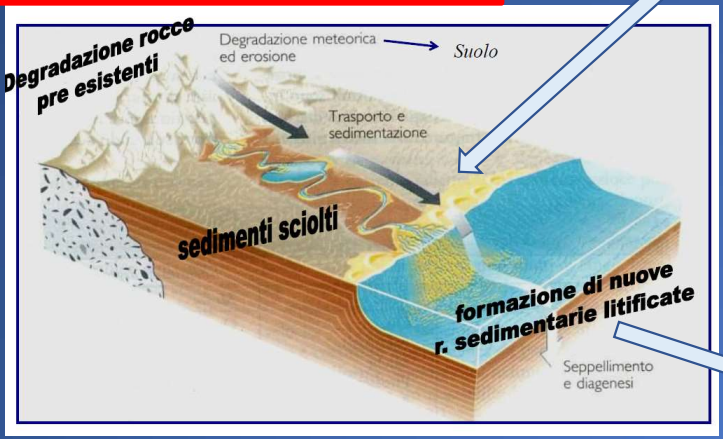


Una volta messo in movimento, il sedimento continua a muoversi anche se la velocità di flusso cade sotto il valore critico di erosione.

La cessazione avviene ad una velocità (velocità di deposizione)

che è 2/3 della velocità critica di erosione.

Come il materiale viene trasportato e sedimenta?



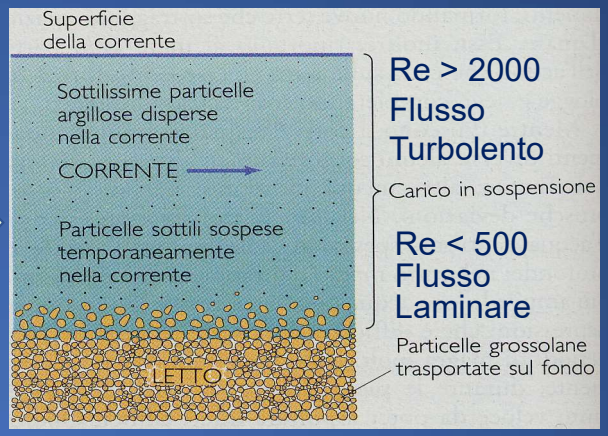
Correnti Trattive

Capaci di muovere granuli

Effetto della Selezione idraulica

separazione del Sedimento trasportato in:

- **CARICO SOSPESO** (sospensione)
  solitamente silt e argilla.
- **Sospensione intermittente**
  solitamente sabbia fine-media
- **CARICO DI FONDO** (rotolamento, saltazione. .)
  in genere per ghiaie e sabbie,



Processi selettivi

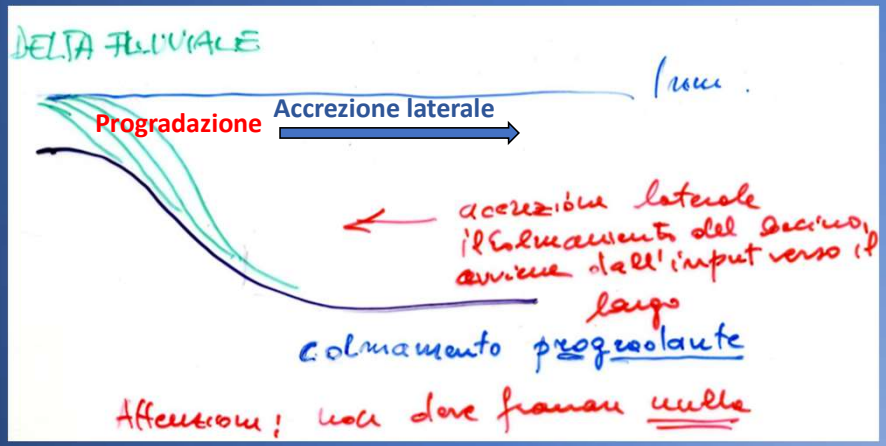
- TRATTIVI
- DECANTATIVI

Sedimentazione in FACIES NORMALE:

-Accrezione laterale

(colmamento bacino dispersione apporti verso il largo)

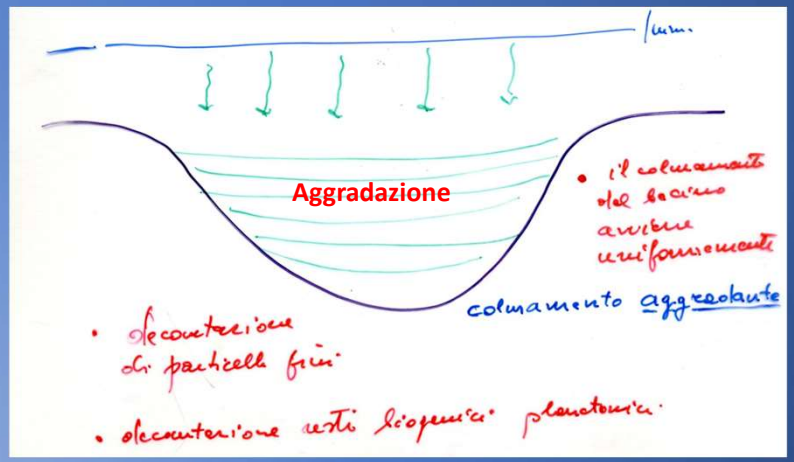
Colmamento progradante



-Decantazione di particelle fini

-Decantazione resti biogenici plantonici, *(distribuzione uniforme)*

Colmamento aggradante



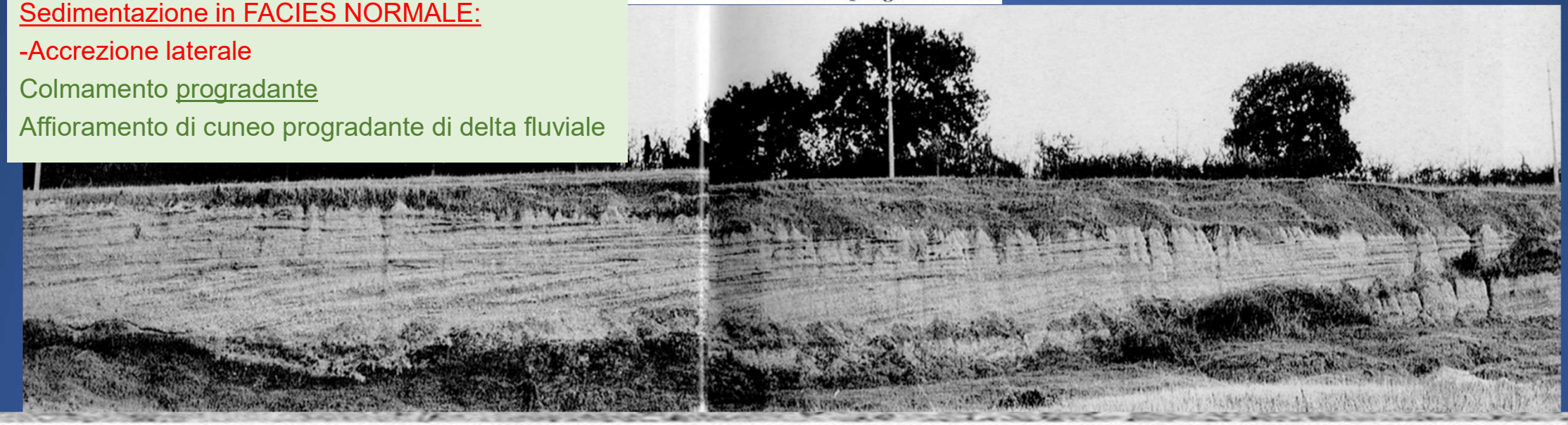
Sedimentazione in FACIES NORMALE:

-Accrezione laterale

Colmamento progradante

Affioramento di cuneo progradante di delta fluviale

Inclinazione primaria degli strati: progradazione



Stratificazione progradante di depositi di piattaforma continentale

(sezione simica Sparker)

In basso depositi saturi di risalite di fluidi

(interfaccia + riflettente; interno - riflettente per omogenizzazione sismica)

Inclinazione primaria degli strati: progradazione

Sedimentazione in FACIES NORMALE:

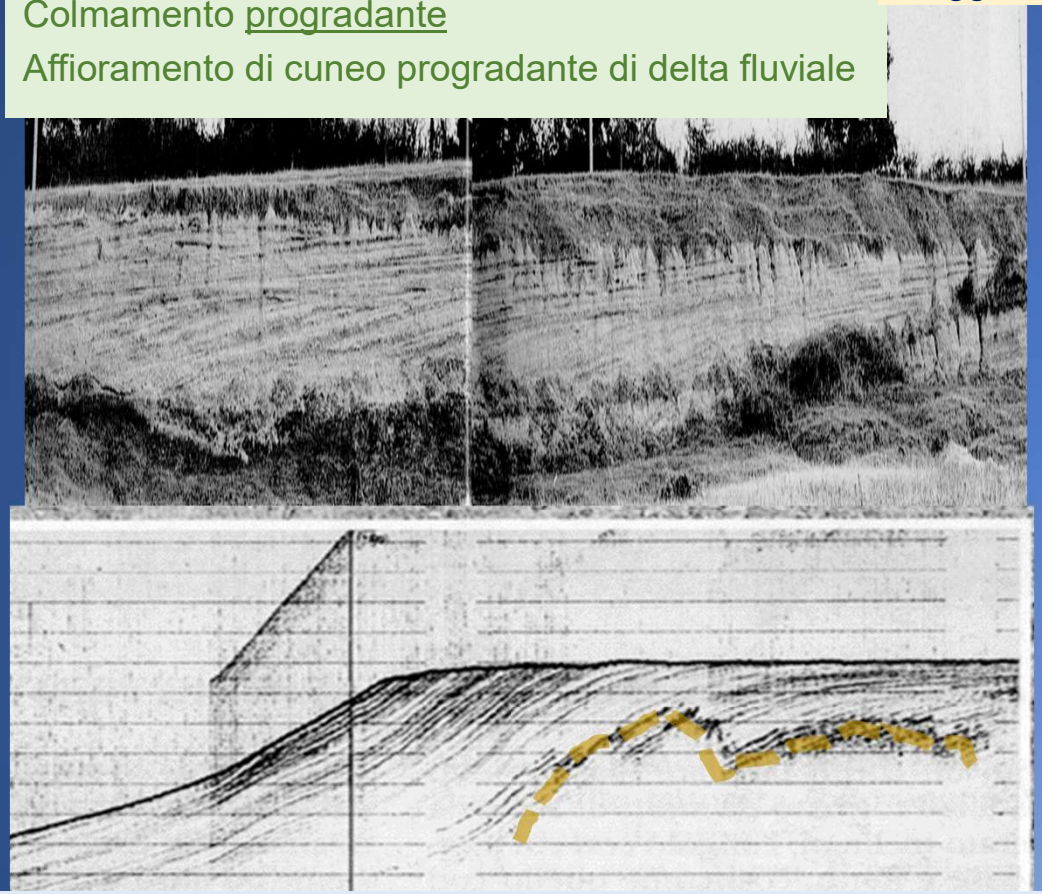
-Accrezione laterale

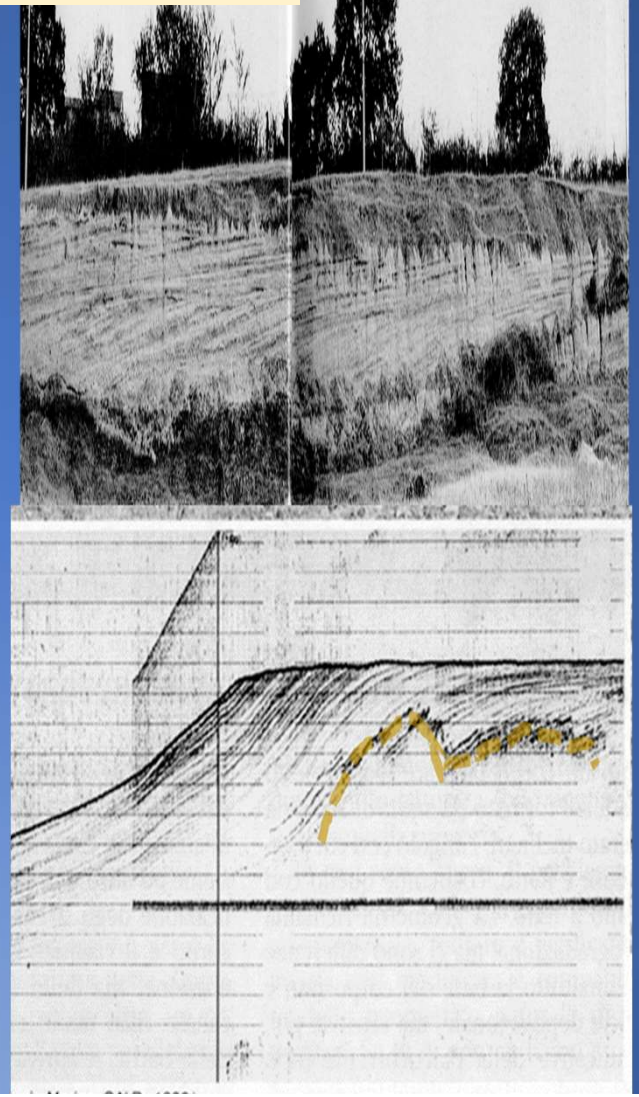
Colmamento progradante

Affioramento di cuneo progradante di delta fluviale

Con esagerazione verticale

Maggiore evidenza geometrie stratificazione





Stratificazione progradante di depositi di piattaforma continentale

(sezione simica Sparker)

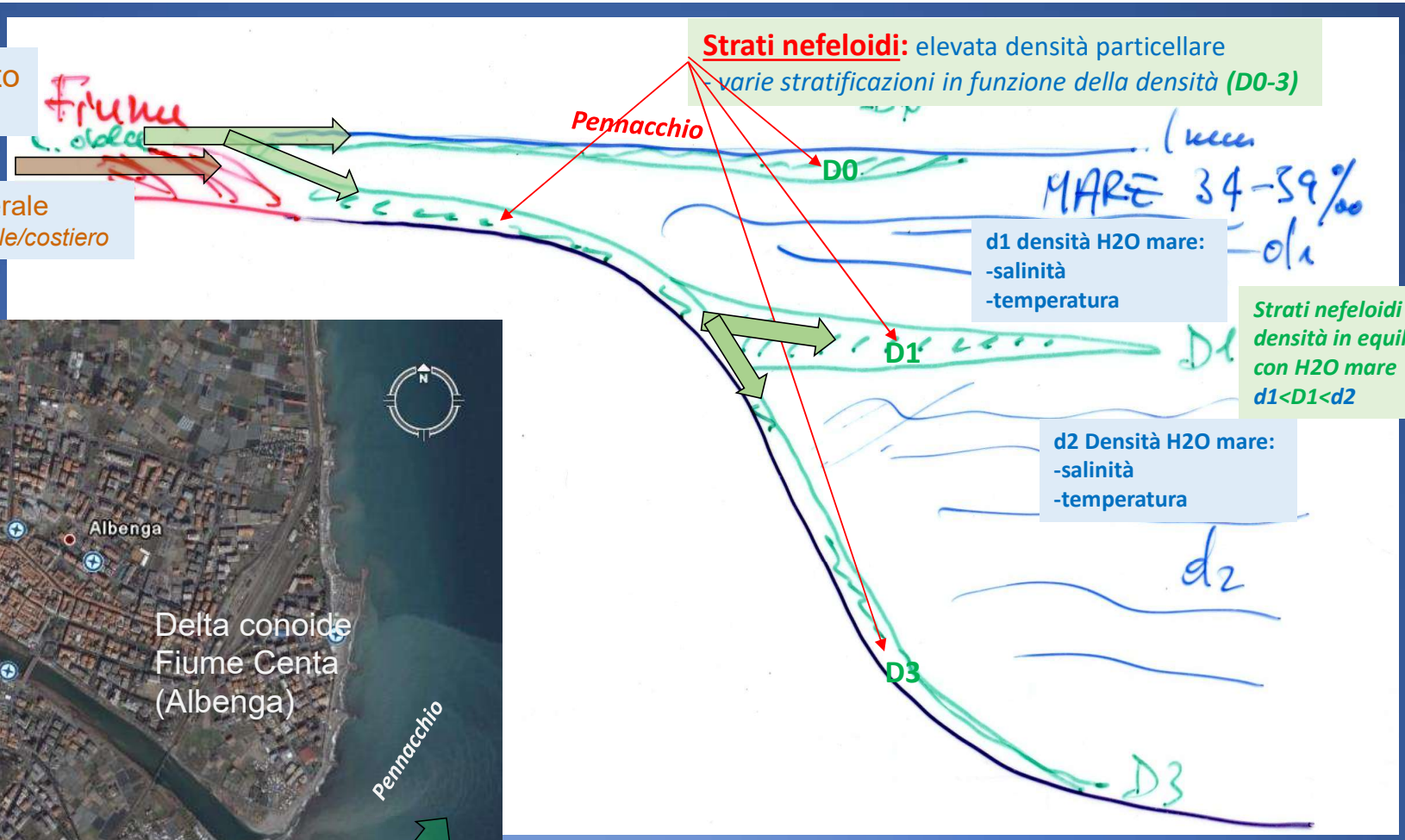
In basso depositi saturi di risalite di fluidi

(interfaccia + riflettente; interno - riflettente per omogenizzazione sismica)

Imput acqua+sedimento
(carico di fondo+sospeso)

Accrezione Laterale
Delta/prisma Fluviale/costiero

Strati nefeloidi: elevata densità particellare
- varie stratificazioni in funzione della densità ***(D0-3)***



d1 densità H2O mare:
-salinità
-temperatura

Strati nefeloidi a densità in equilibrio con H2O mare d1<D1<d2

d2 Densità H2O mare:
-salinità
-temperatura

L'azione trattiva provoca trasporto/modellamento del fondo (forme di fondo; bedform)

-trasporto nullo
-trasporto debole: un piccolo numero di granuli è messo in movimento
-trasporto moderato: granuli di dimensioni medie sono messi in movimento quasi ovunque sul fondo (la vel. critica di erosione di Hjulstrom)
-trasporto generale: tutti i granuli presenti sono in movimento ↓

cambiamento relativamente rapido nell'aspetto del fondo.

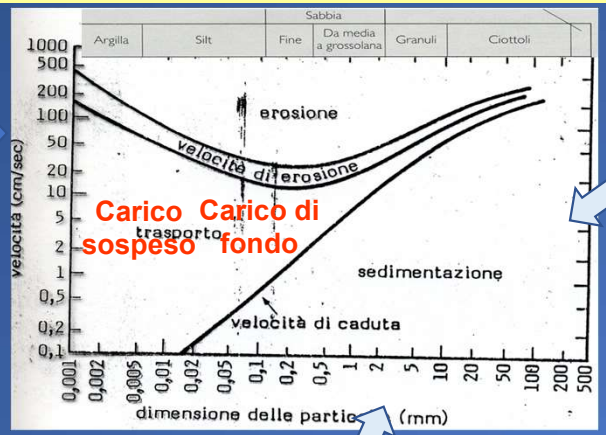
Una forma di fondo (bedform) = struttura morfologica superficiale formata dall'interazione fra corrente (aria o acqua) e sedimento sul fondo

Struttura associata = rapporto fra i sedimenti legato alla forma di fondo, cioè la struttura interna (per esempio stratificazione incrociata).

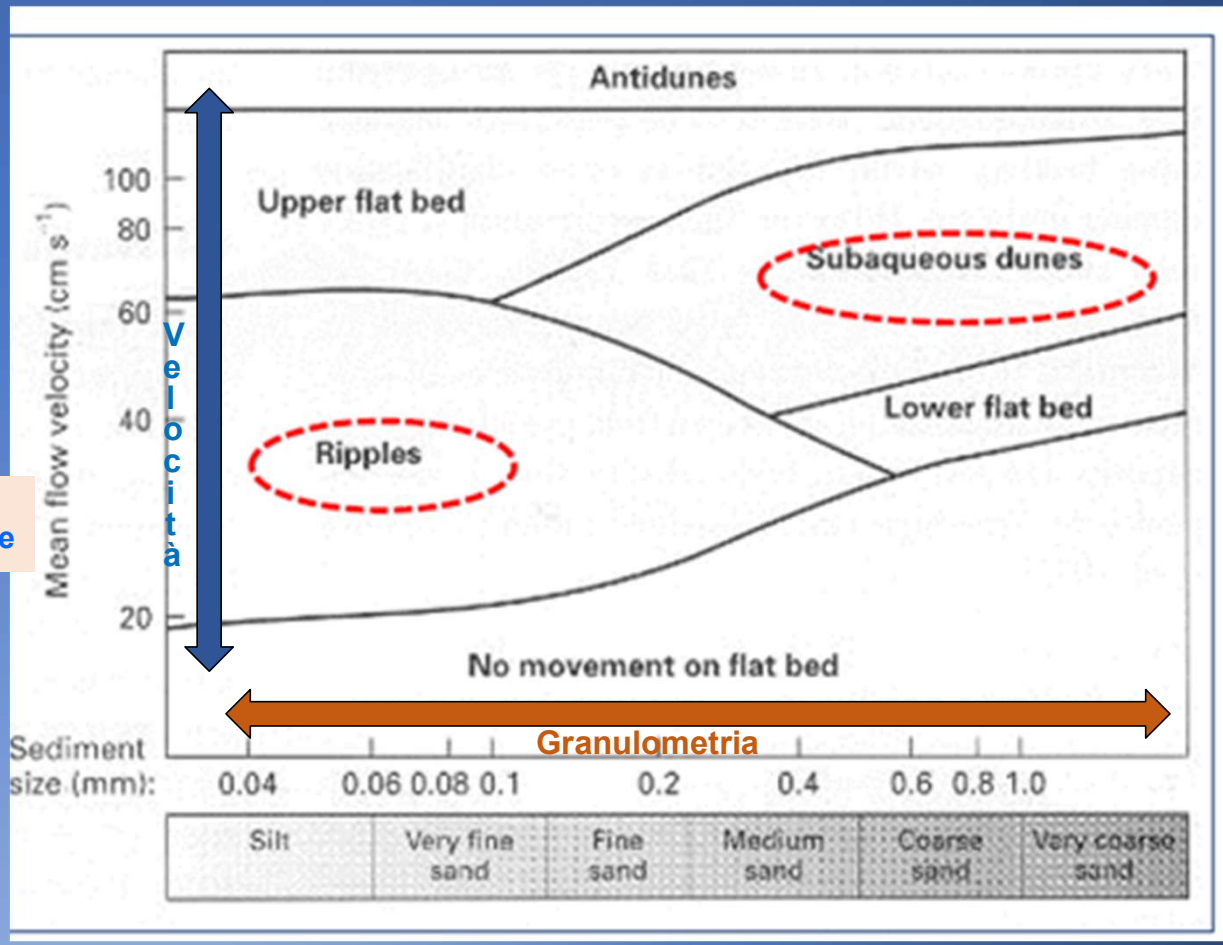
Rapporto tra Velocità/Granulometria **= Competenza del Flusso**

La **pressione applicata sul fondo**
- controllare il Diametro massimo di clasti rimossi
- **modella il fondale generando <u>morfologie specifiche</u>**
(Pressione di taglio critica)

Diagramma di Hjulstrom



Relazione tra velocità e MORFOLOGIA DEL FONDO



COME il materiale viene trasportato, sedimenta in quale STRUTTURA?

Rapporto tra Velocità/ Spessore fluido = Strutture trattive
Numero di Froude = Ripple, Megaripple, Dune, Fondo piano, Antidune

Fig. 4.19 A bedform stability diagram showing the stability fields of different bedforms formed in sediment of different grain sizes at different flow velocities. (After Harms *et al.* 1975; Walker 1992b.)

Numero di Froude

(1) Una delle conseguenze del teorema di Bernoulli per un flusso che scorre in un canale aperto, cioè a pelo libero, è che, per una data portata, vi sono diverse combinazioni di velocità media e profondità (= spessore o altezza della corrente). Esse possono essere espresse dai valori di un numero puro (*numero di Froude*), che non è esattamente il rapporto tra velocità e profondità, bensì il rapporto tra forze di inerzia e forze di gravità:

Strutture trattive = rapporto velocità /spessore fluido

$$F = \frac{u}{\sqrt{gd}}$$

velocità — *profondità* — *accell. gravità*

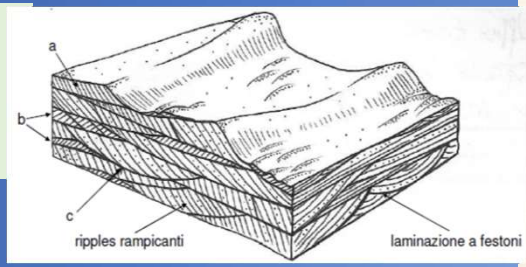
u: velocità istantanea corr.

Attorno al valore critico di tale numero (circa 1) il flusso presenta caratteri di instabilità con elevata turbolenza. Quando $F < 1$, si osservano alla superficie della corrente delle onde che si spostano controcorrente; quando $F \cong 1$, la velocità di propagazione di queste onde, data da $\sqrt{gd}$, è uguale a quella della corrente u e crea instabilità.

Ripple
MegaRipple
Dune
FondoPiano
Antidune

F<1
F=1
F>1

Stessa struttura
(forme di fondo)
in piu sistemi deposizionali
fluviale, costiero, batiale



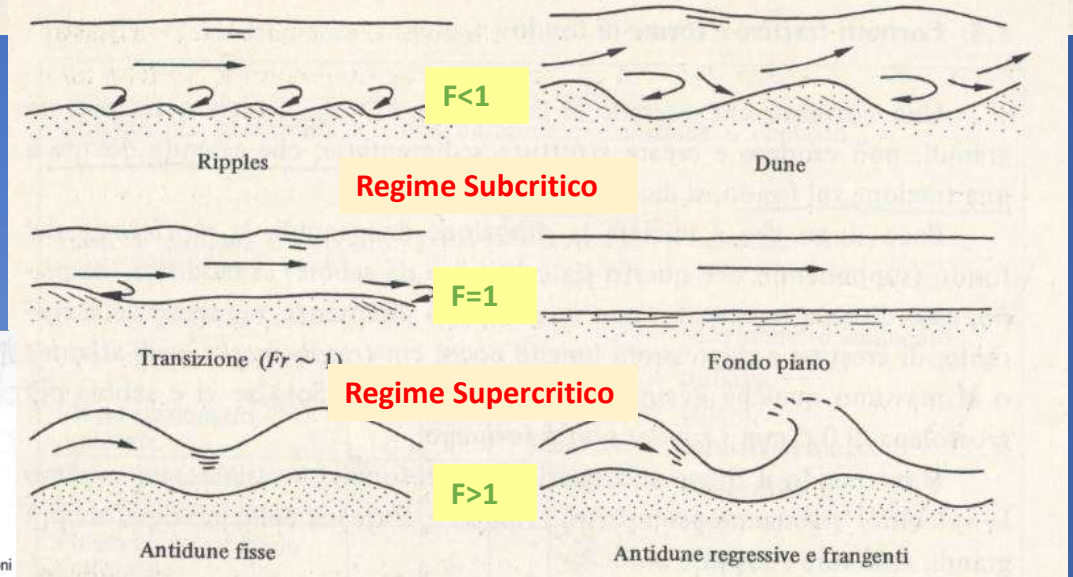


Fig. 14 – Forme di fondo prodotte da una corrente di regime crescente. Da SIMONS, RICHARDSON & NORDIN, 1965, modificato.

(1) RIPPLE DI CORRENTE – INCRESPATURE (FLUSSO SUBCRITICO). le particelle subiscono erosione e trasporto e formano prima delle piccole ondulazioni del fondo;

(2) DUNE - INCRESPATURE PIÙ GRANDI, SAND WAVES; (FLUSSO SUBCRITICO). La forma è identica ai ripples, ma differiscono per dimensione (L = da 60 cm a centinaia di metri; H = da 5 cm a 10 m);

(3) SPIANARE LE FORME DI FONDO, la corrente attraversa una fase di instabilità e turbolenza: in questo caso è sufficientemente forte da mettere materiale in sospensione;

(4) FONDO PIANO-TAPPETO DI TRAZIONE. (FLUSSO SUPERCRITICO): si forma In questo caso i granuli si organizzano in **nastri e lamine piane.**

(5) (6) ANTIDUNE, (FLUSSO SUPERCRITICO)il fondo si increspa di nuovo formando le alte fino ad 1 metro e lunghe fino 6-7 m.

Nelle antidune si ha erosione sul lato a valle e deposito su quello a monte: sono regressive o fisse.

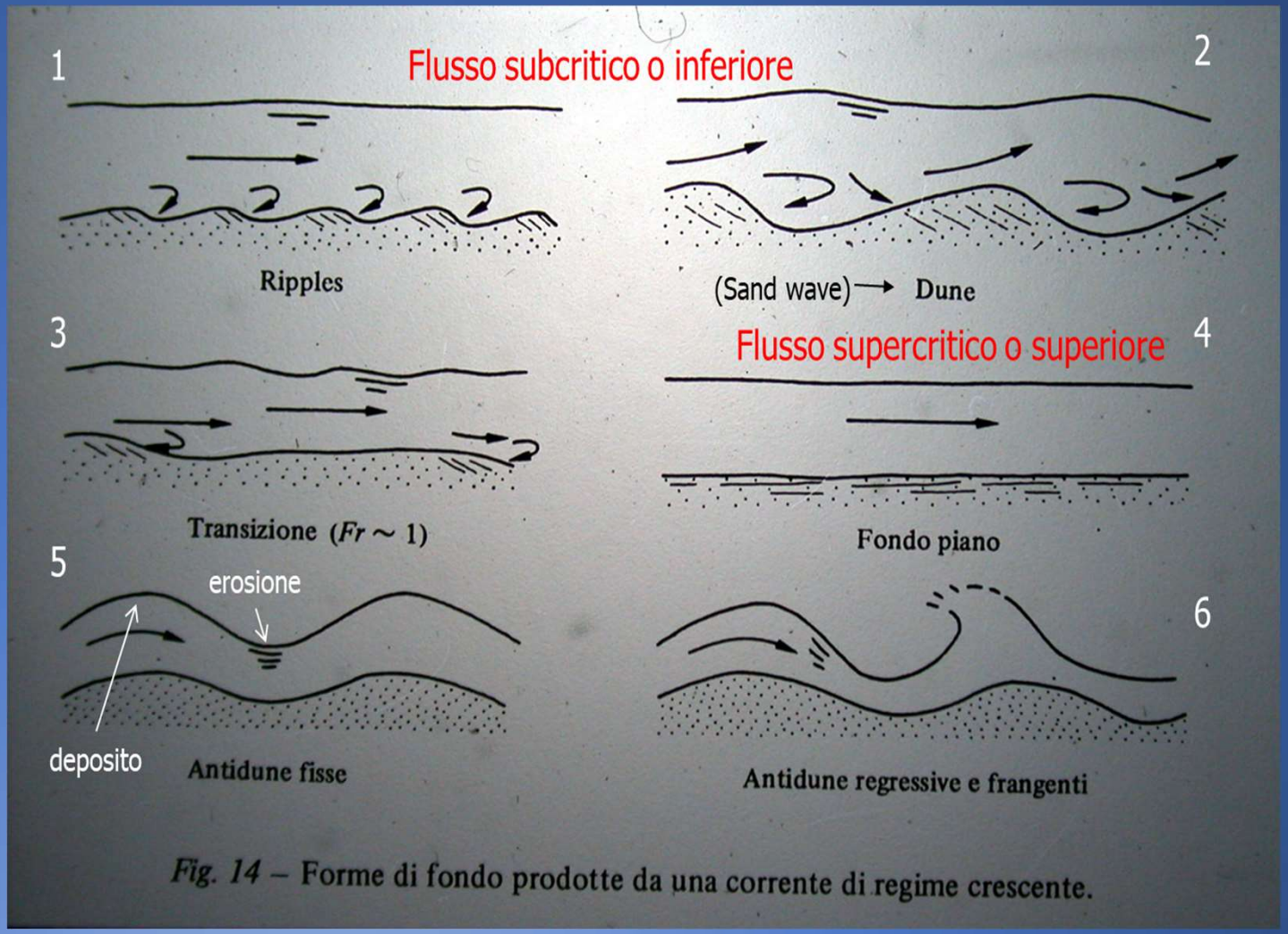


Fig. 14 – Forme di fondo prodotte da una corrente di regime crescente.

Current ripples: forme subacquee, piccole di silt o sabbie medie (< 0,6 mm), 0,5 <Altezza < 5 cm e 10 <Y< 60 cm.;

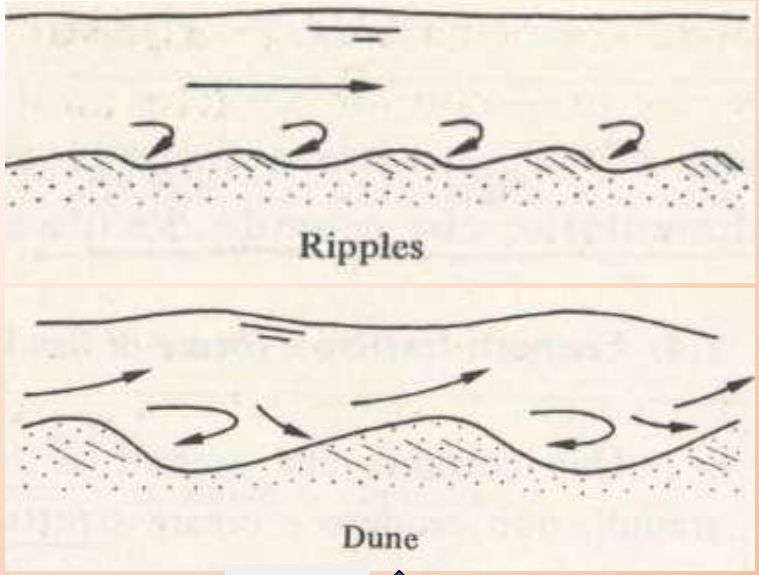
Megaripples: profondità maggiori dei ripples 10 <h< 200 cm e 100 <Y< 400 cm, aumentano con l'aumentare della profondità.

Sand wave: sono forme più grandi dei megaripple: sono meno rilevate ed hanno creste più diritte.

Dune: simili alle sand waves ma con cresta ondulata. Le dune sono di regime superiore rispetto alle sand waves (ma sempre subcritico).

Plane beds: superficie piana e orizontale correnti molto veloci con conseguente rapido trasporto di sedimenti.

Antidune: retrogressive, simmetriche in sezione verticale con creste arrotondate. Correnti molto veloci e poco profonde. Rara conservazione trasformandosi in forme piane (plane bed).



Regime Subcritico

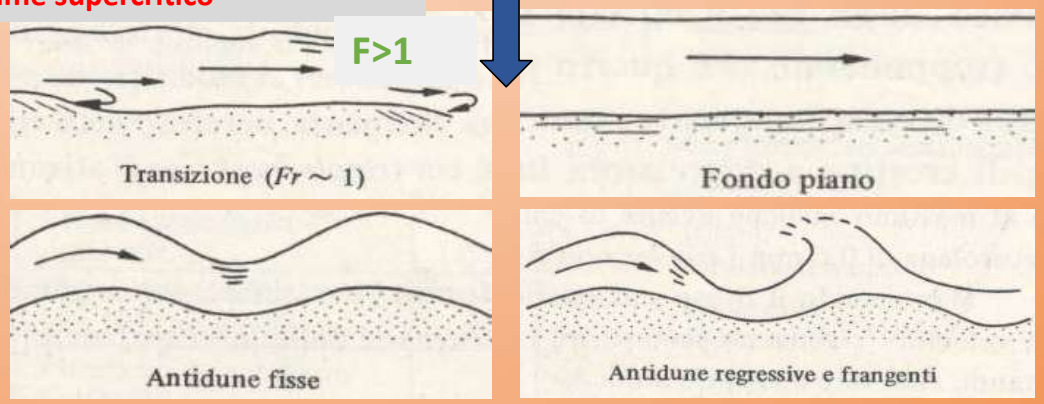
Regime supercritico

F<1

F=1

F>1

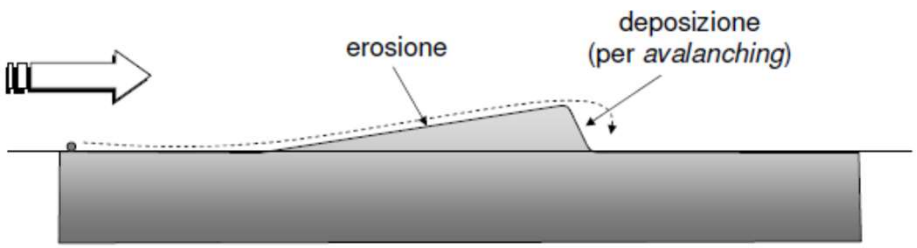
F= Numero di Froude



Ripple	F<1
Dune	
Fondo piano	F=1
Antidune	F>1

Come si forma un **RIPPLE da CORRENTE?**

Asimmetrico

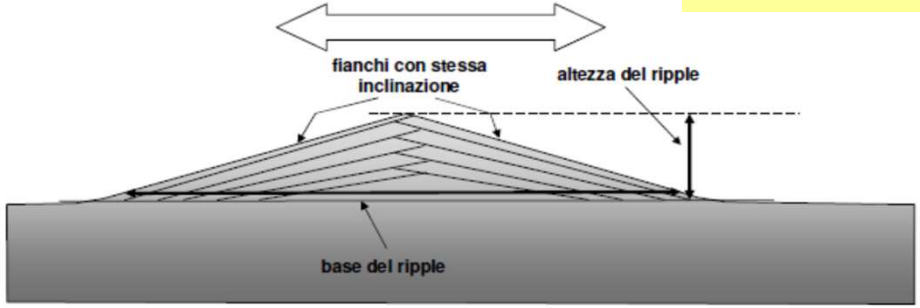


La ripetizione di più *avalanching* di granuli forma una LAMINA FORESET.

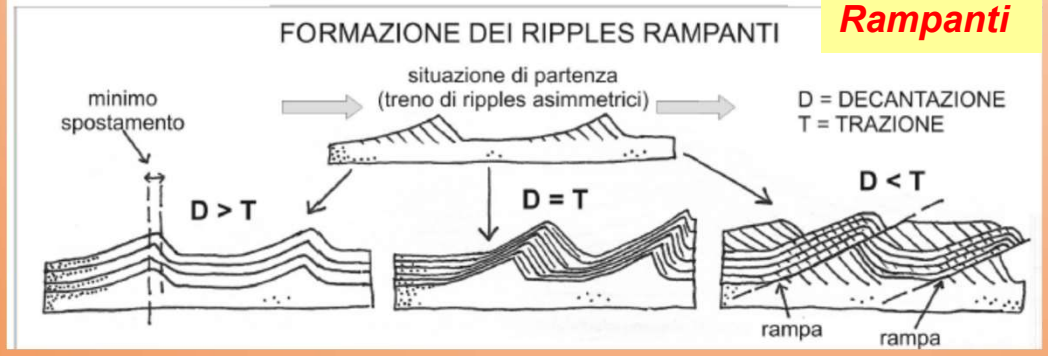
Più lamine foreset formano un RIPPLE

Come si riconosce un **RIPPLE da ONDA?**

Simmetrico

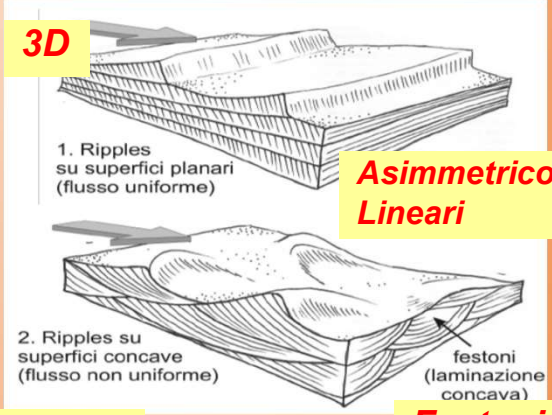


Rampanti



Modelli di laboratorio

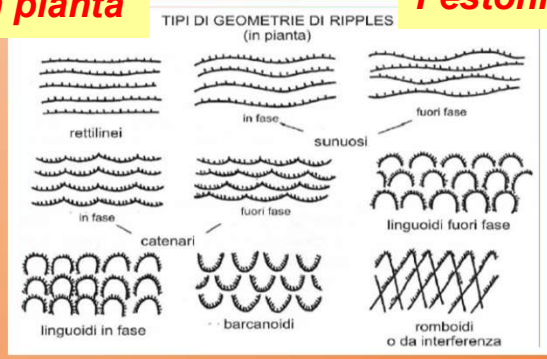
3D



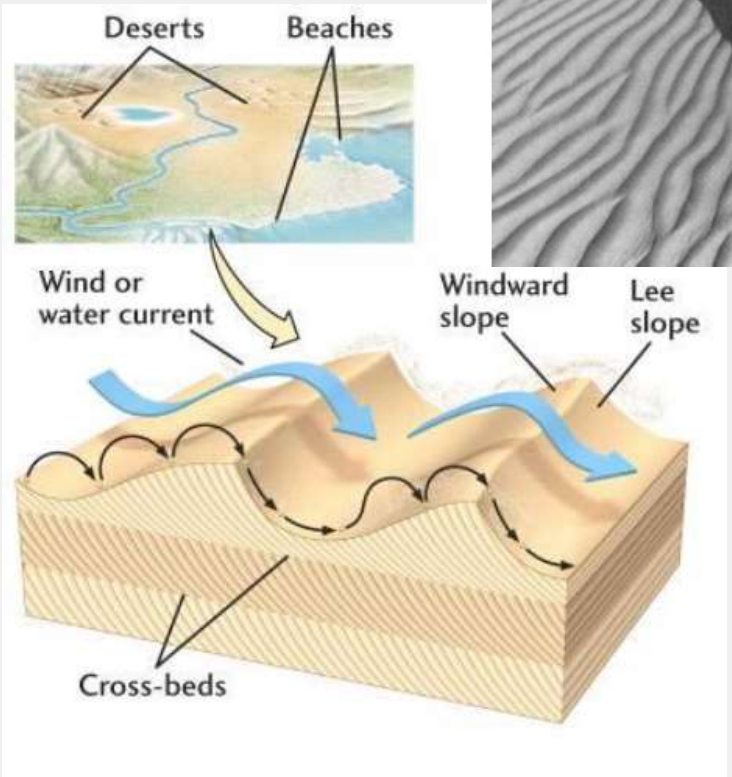
Asimmetrico Lineari

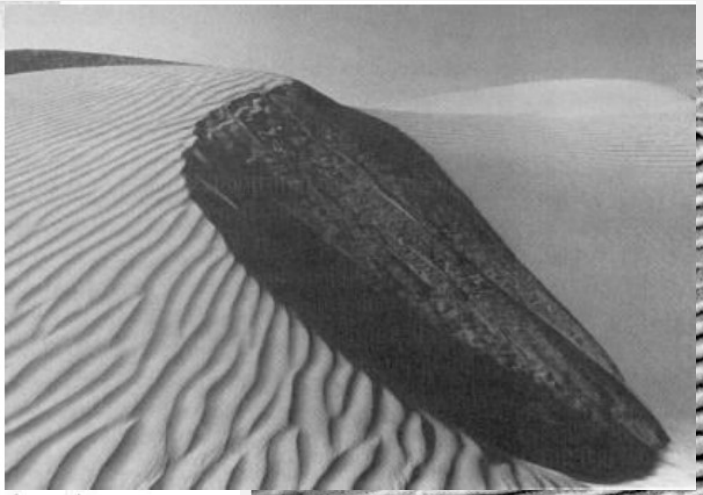
Festoni

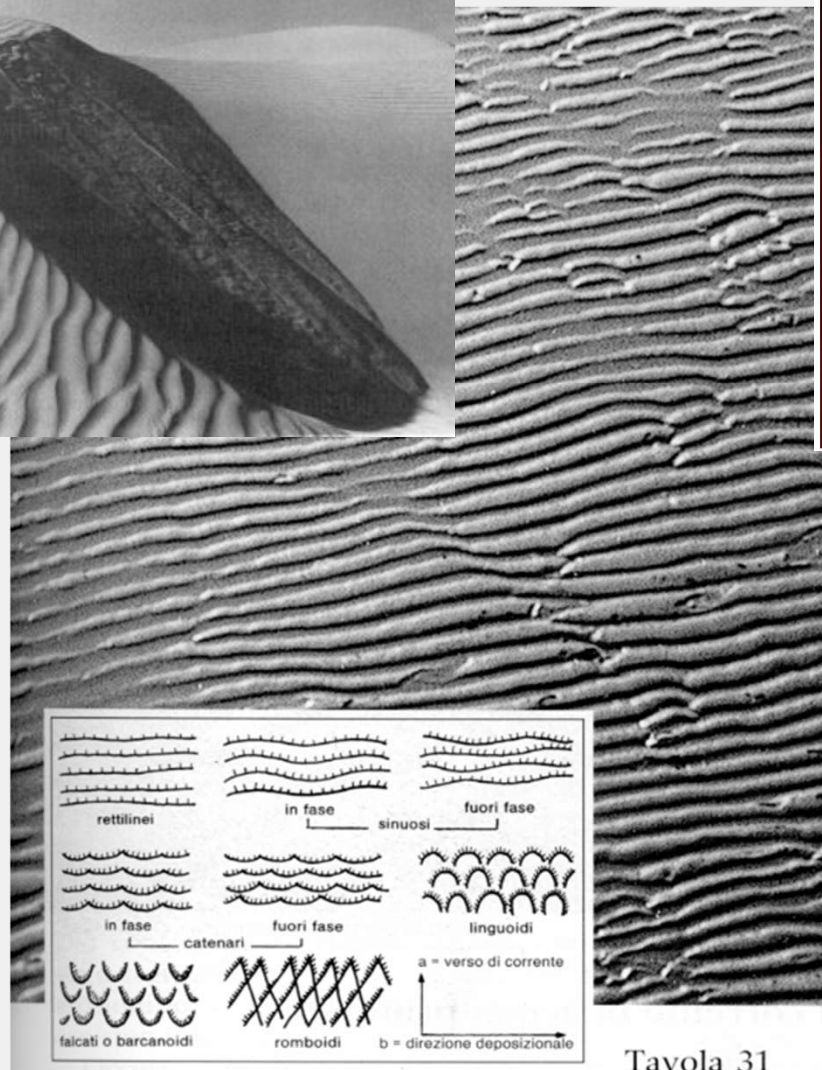
In pianta



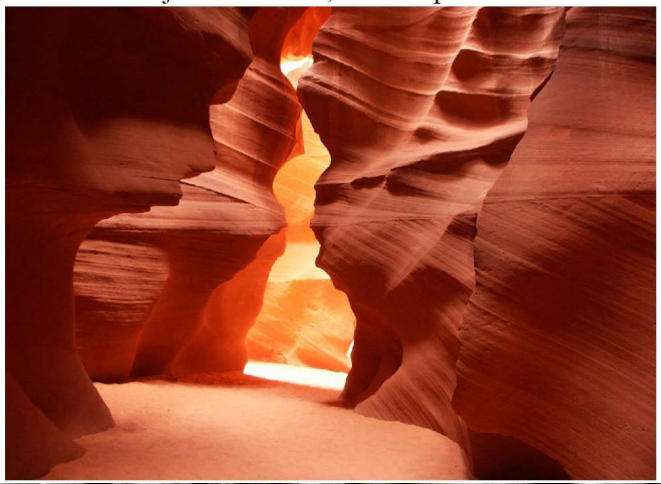
Ripple	F<1
Dune	
Fondo piano	F=1
Antidune	F>1

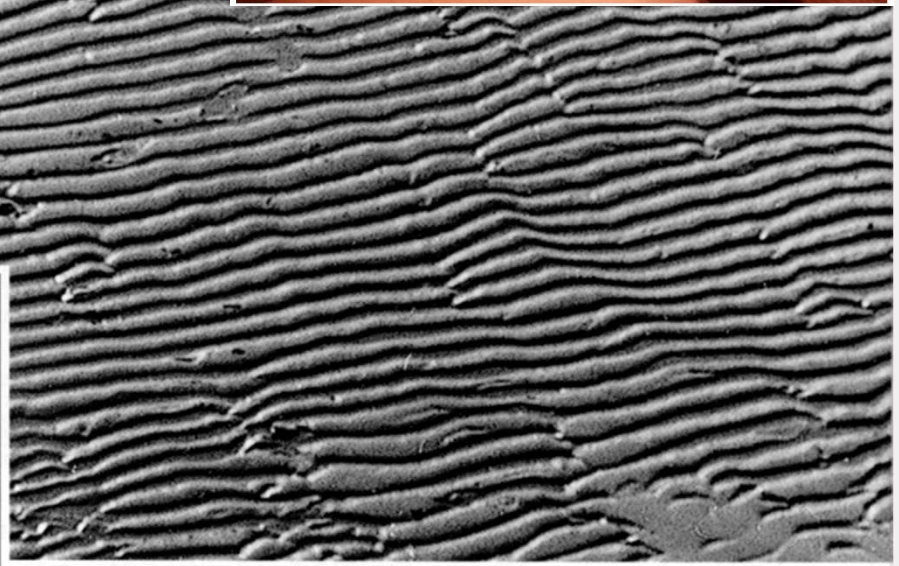






Navajo Sandstones, Trias sup. Jura inf



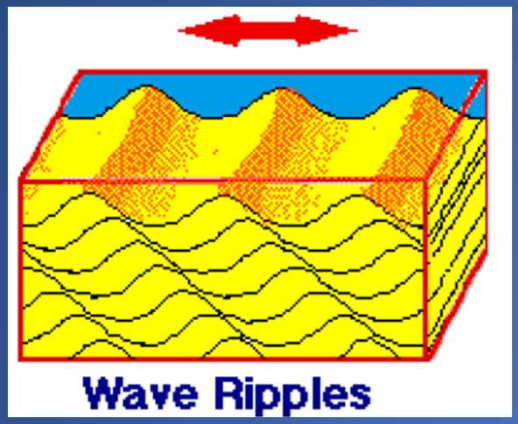


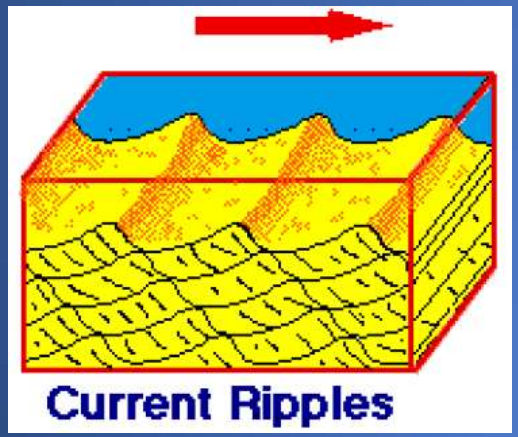
(G. Piacentini, 1970.)

Tavola 31

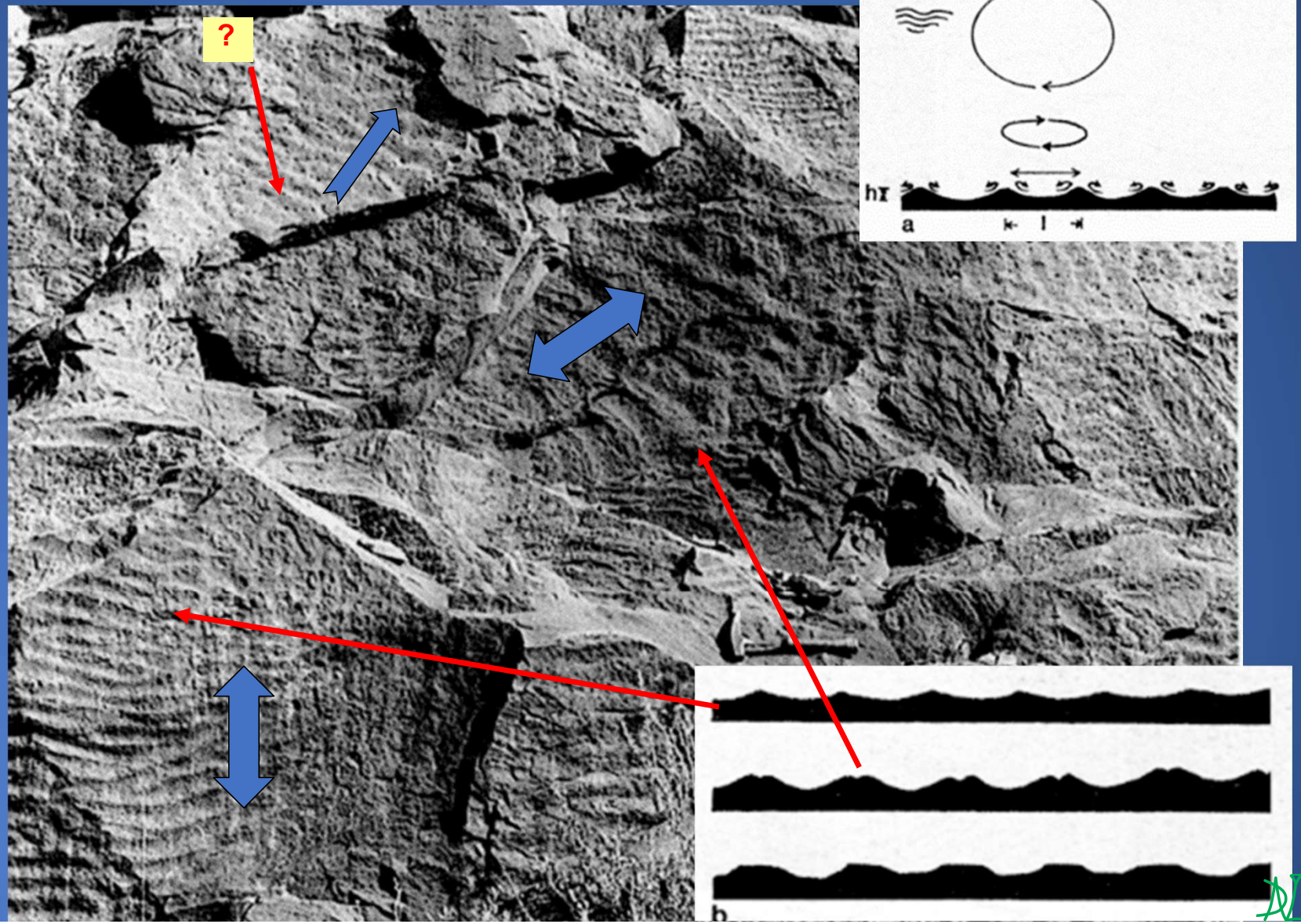
Forme di fondo: *ripple* rettilinei

Ripple	F<1
Dune	
Fondo piano	F=1
Antidune	F>1

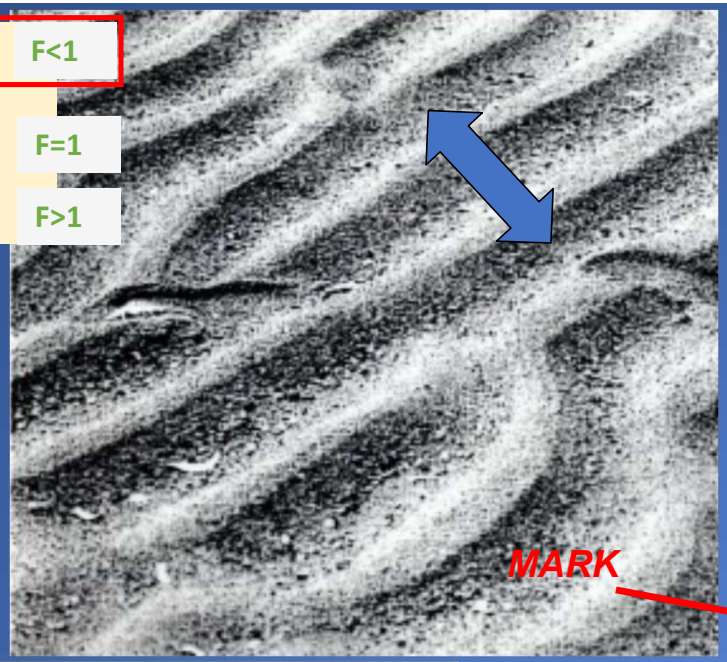


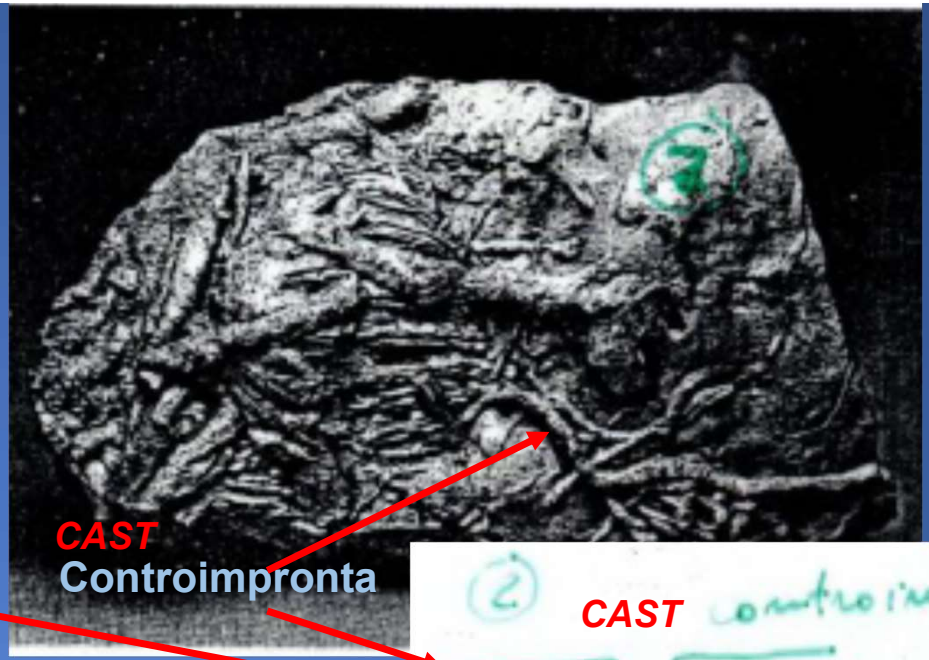


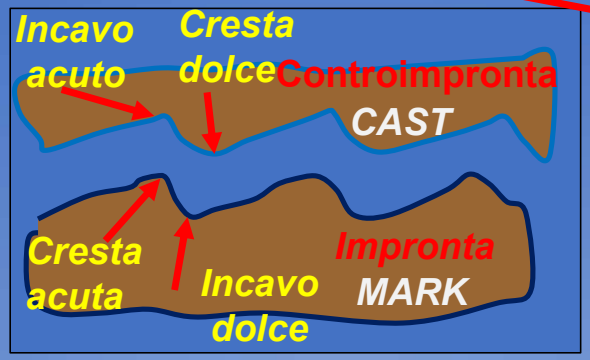
Forme di fondo: *ripple* da onda su varie superfici di strato



Ripple	F<1
Dune	
Fondo piano	F=1
Antidune	F>1







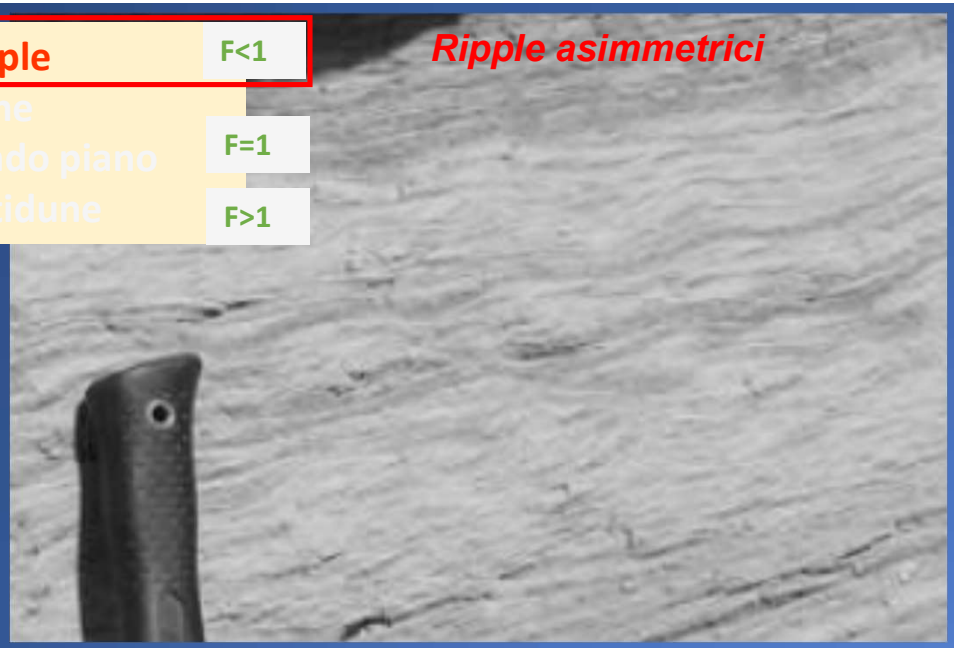
SCOUR MARKS - prodotte da un vortice turbolento che causa erosione

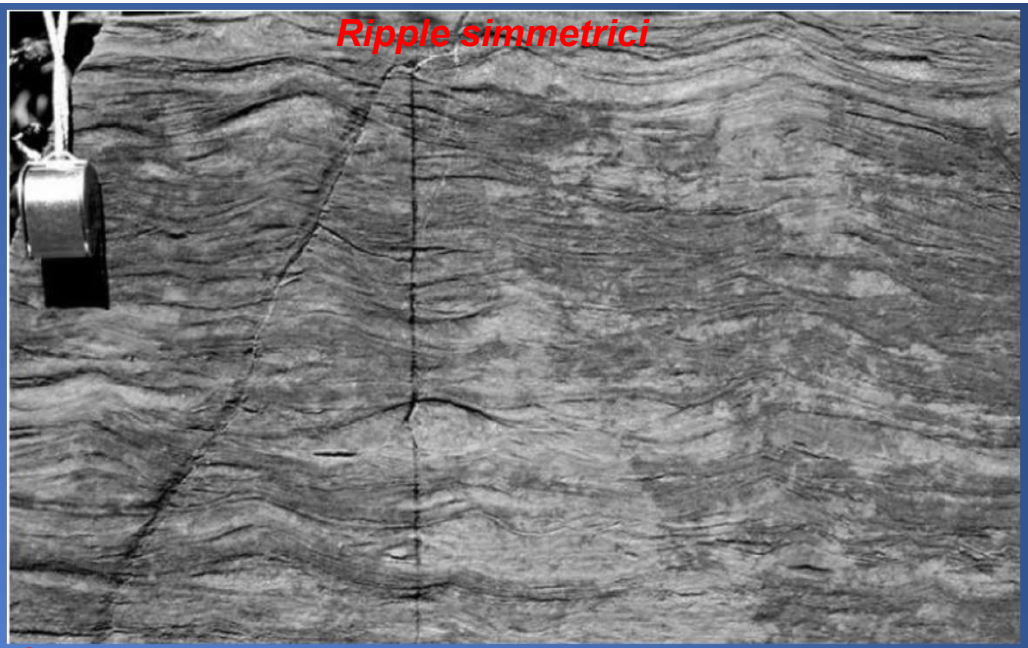
TOOL MARKS - prodotte dall'impatto di un corpo, un oggetto (per es. ciottoli) portato dalla corrente

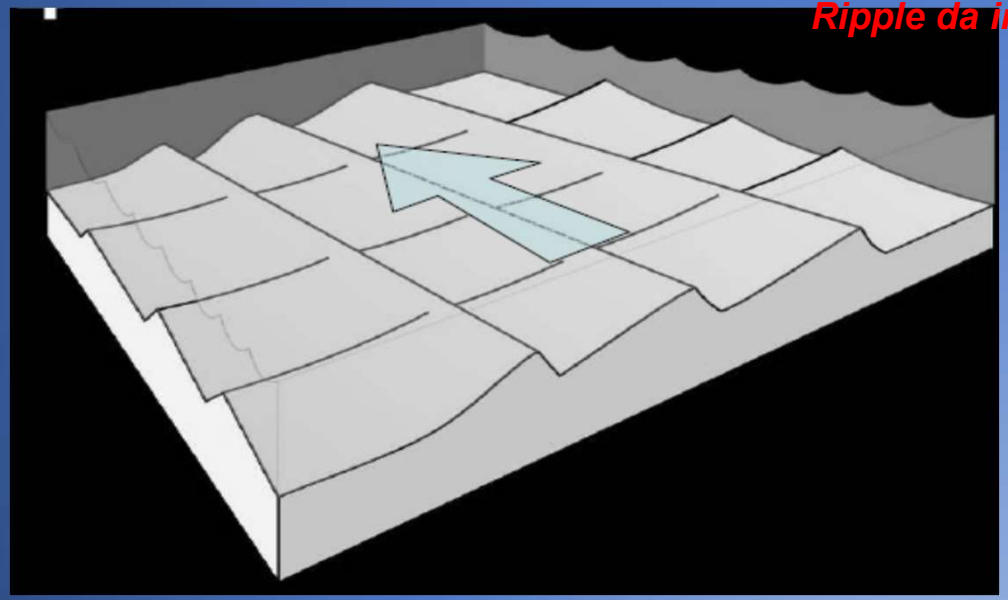
Ripple	F<1
Dune	
Fondo piano	F=1
Antidune	F>1

Ripple fossili
Cresta dolce **e** incavo acuto??
nel caso è una controimpronta

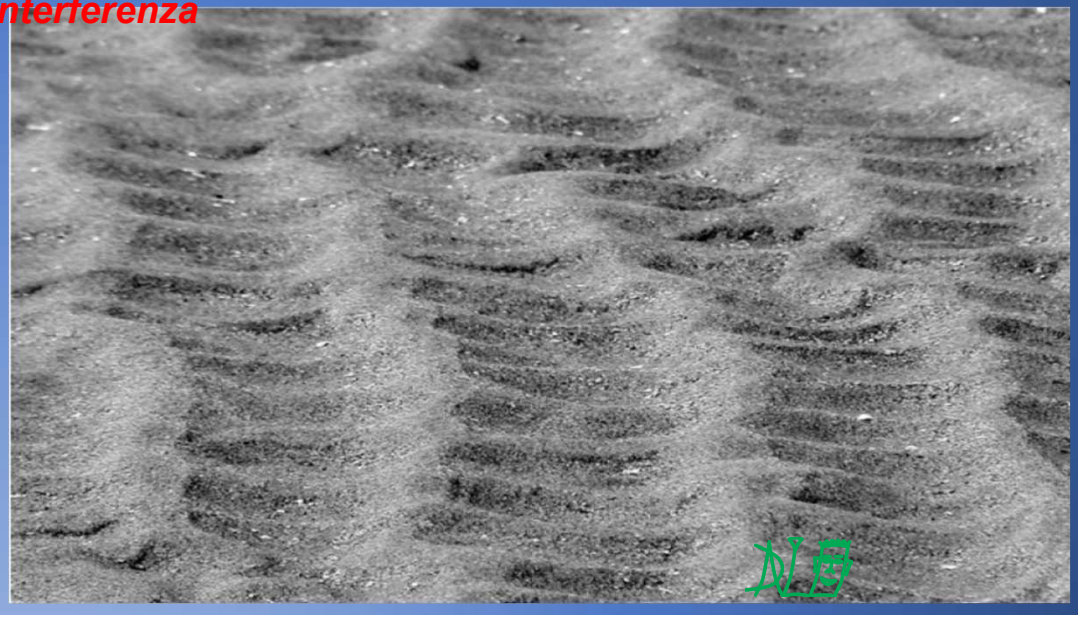
Ripple	F<1
Dune	
Fondo piano	F=1
Antidune	F>1







Ripple da interferenza

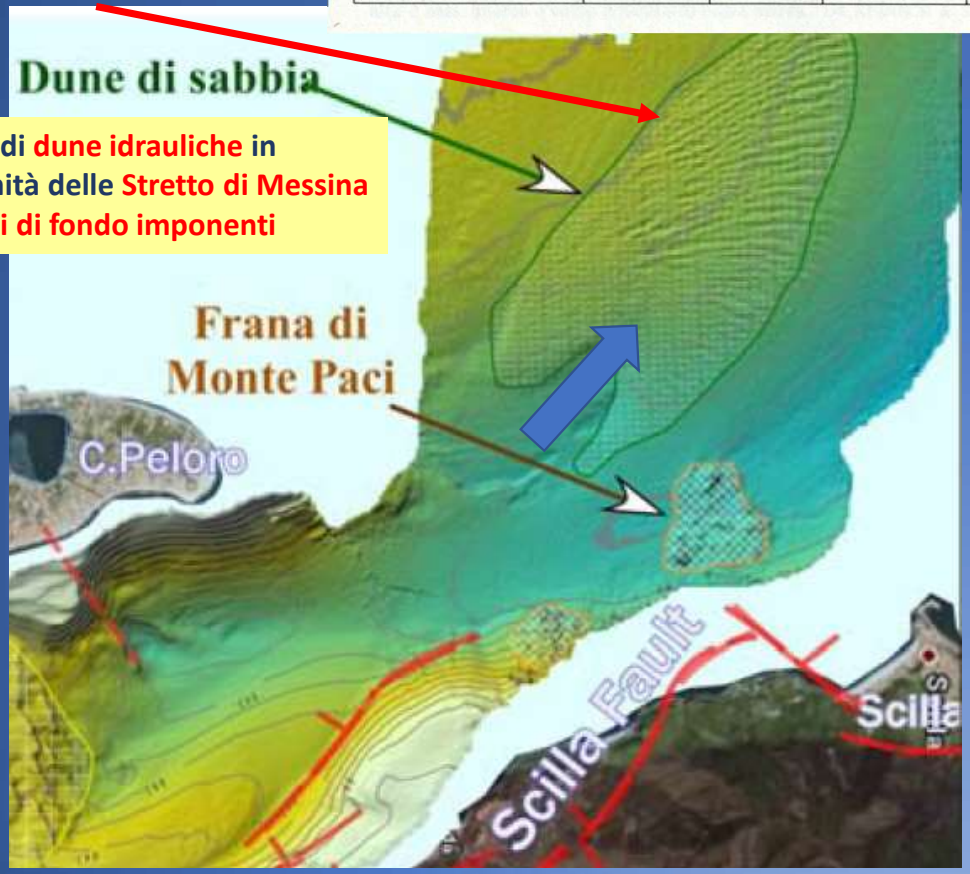


Ripple	F<1
Dune	
Fondo piano	F=1
Antidune	F>1

Tabella 8 – Suddivisione dei rilievi sedimentari sec. REINECK.

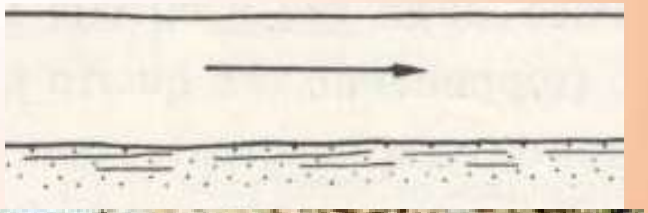
	H	*L*	*profilo*	*origine*
piccoli *ripples* sin.: *ripples*	< 0,05 m	< 0,6 m	simmetrico asimmetrico	onda onda o corrente
grandi *ripples* sin.: *megaripples*, dune subacquee	0,05 – 1,5	0,6 – 30	simmetrico asimmetrico	onda onda o corrente
ripples giganti sin.: *sand wave, bar*	1,5 – 15	> 30	simmetrico asimmetrico	corrente

Campo di dune idrauliche in prossimità delle Stretto di Messina
Correnti di fondo imponenti

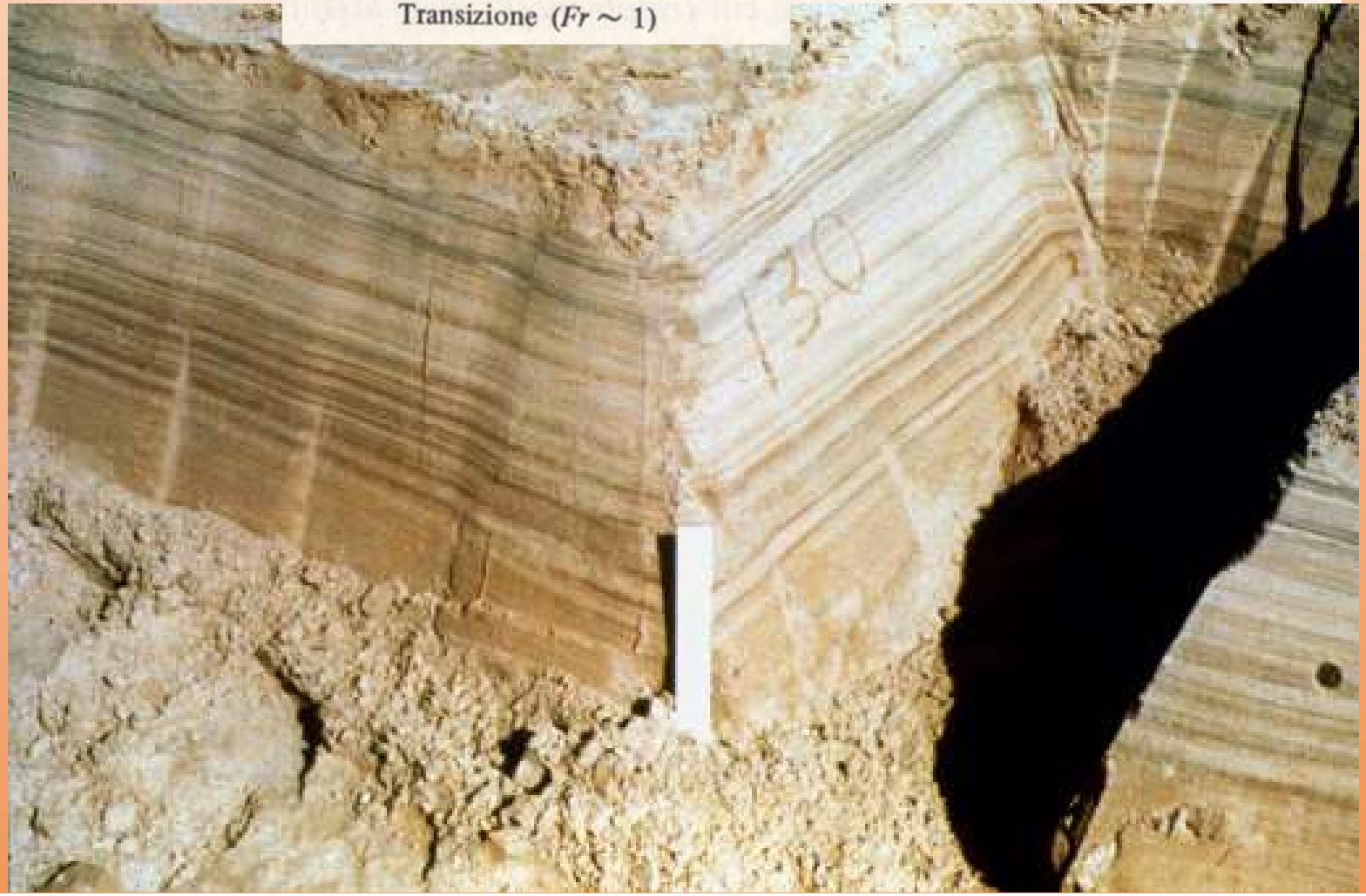


Ripple	F<1
Dune	
Fondo piano	F=1
Antidune	F>1

Regime supercritico



Plane beds:
superficie piana e orizontale correnti molto veloci con conseguente rapido trasporto di sedimenti.



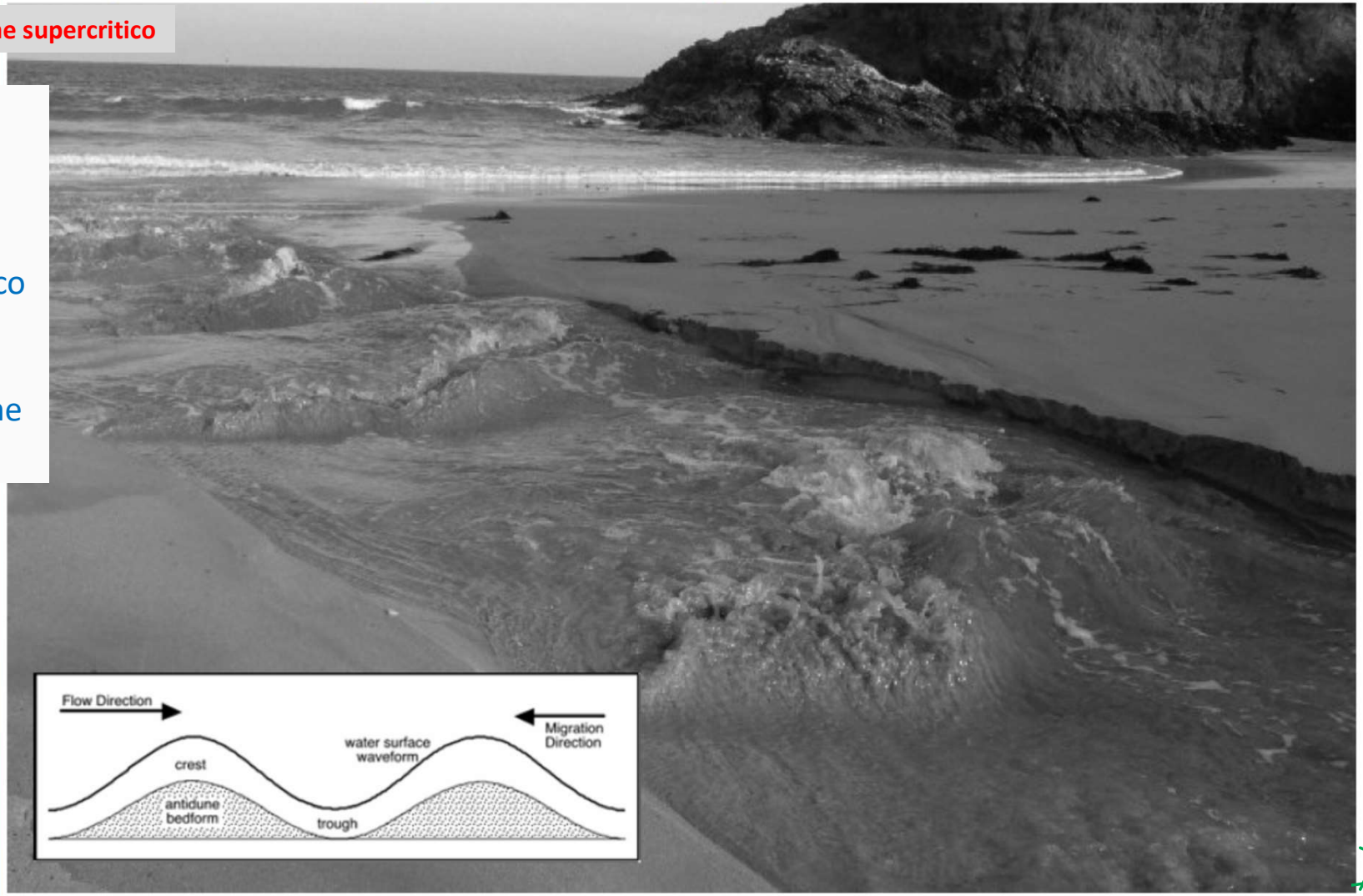
Ripple	F<1
Dune	
Fondo piano	F=1
Antidune	F>1

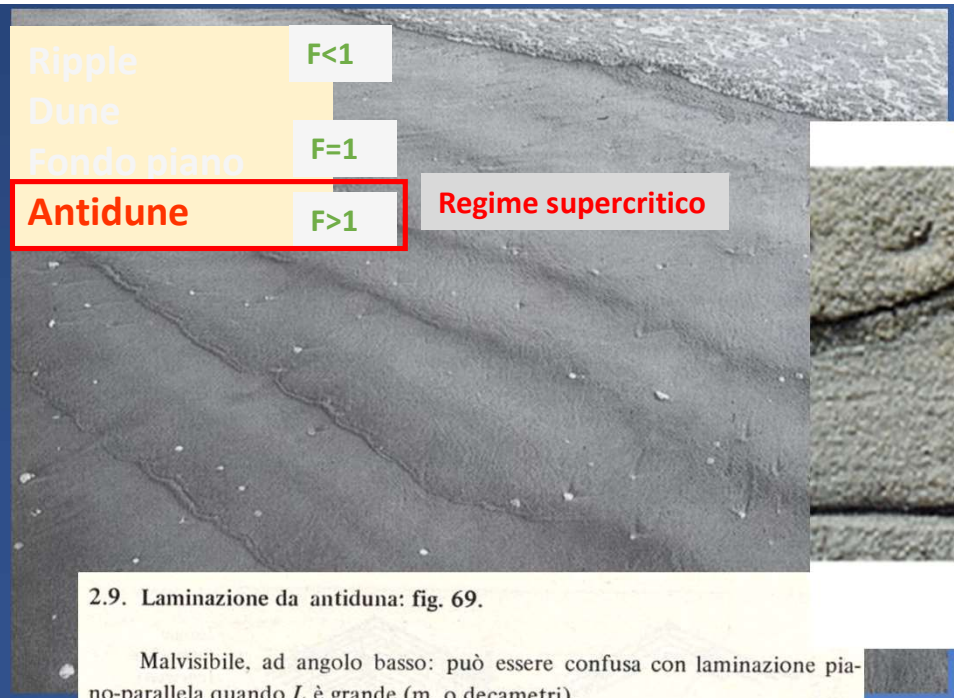
Regime supercritico

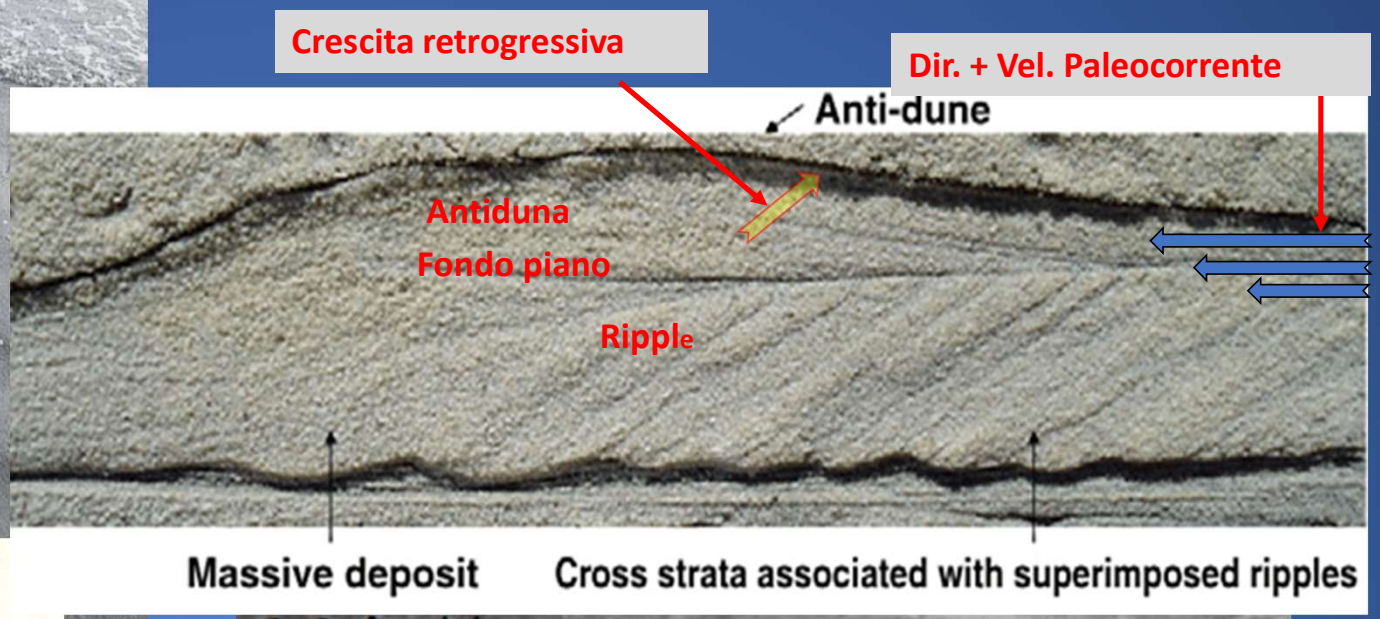
Antidune: retrogressive, simmetriche in sezione verticale con creste arrotondate.
Correnti molto veloci e/o poco profonde.
Rara conservazione trasformandosi in forme piane (plane bed).

Come si formano le antidune?

Le antidune sono strutture sedimentarie trattive 'dunoidi' che si formano in condizioni di regime super-critico. La loro principale caratteristica è quella di MIGRARE CONTRO-CORRENTE!

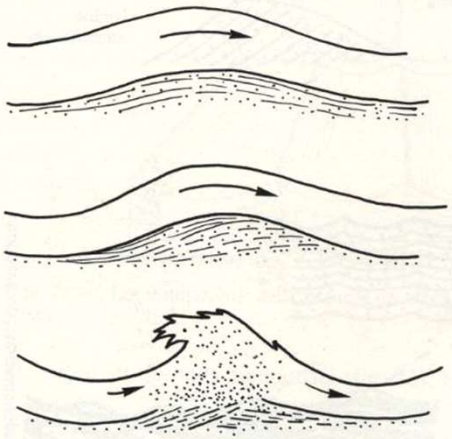






2.9. Laminazione da antiduna: fig. 69.

Malvisibile, ad angolo basso: può essere confusa con laminazione piano-parallela quando L è grande (m. o decametri).



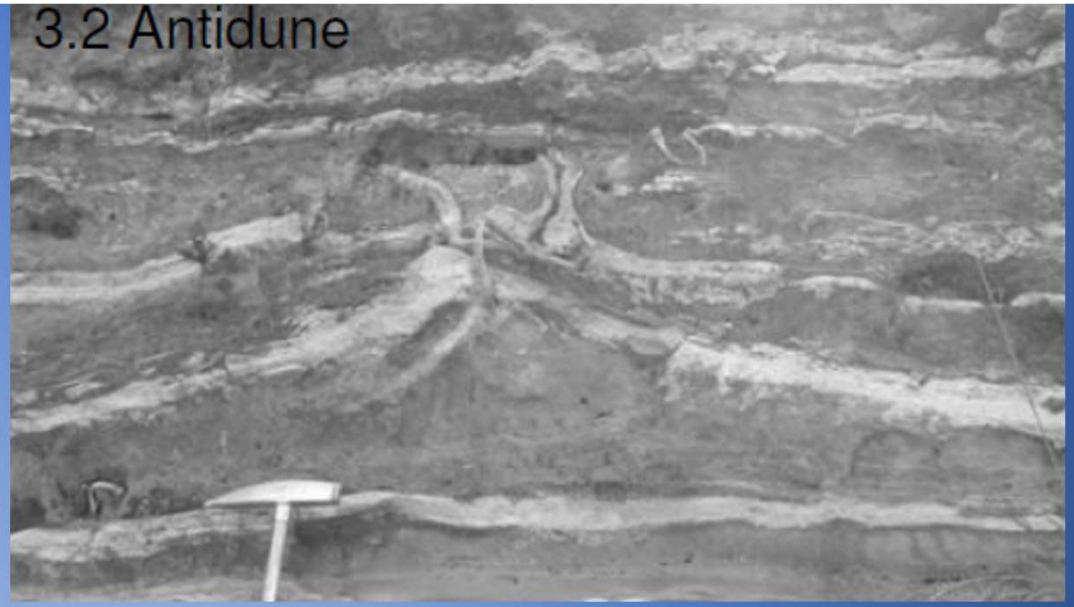
Antidune stazionarie: lamine ondulate trocoidali; scarsamente contrastate a causa della deposizione continua.

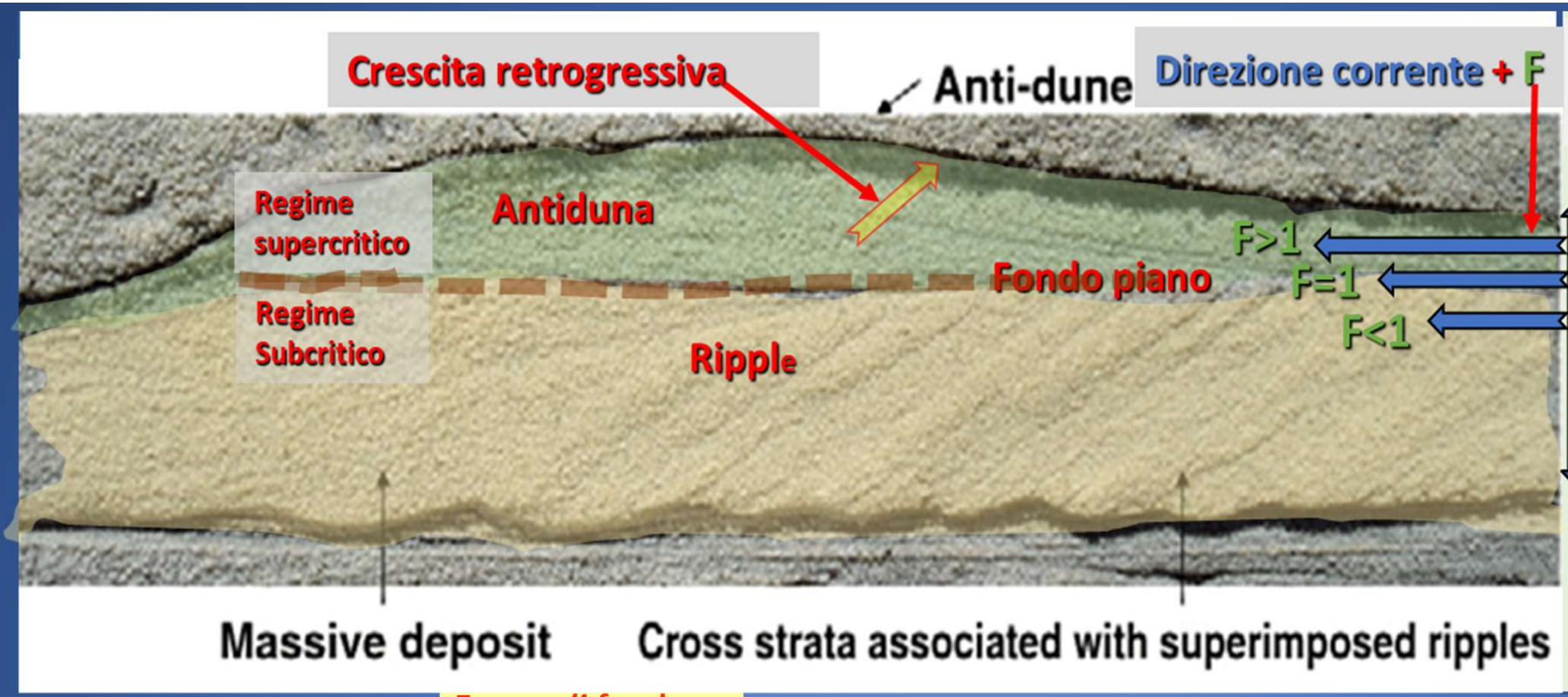
Antidune regressive: lamine *backset* (immersione sopracorrente).

Antidune frangenti: laminazione ripetutamente distrutta da risospensione di sabbia.

Fig. 69

Potenziale di conservazione della forma esterna: molto basso; poten-





F = N. di Froude

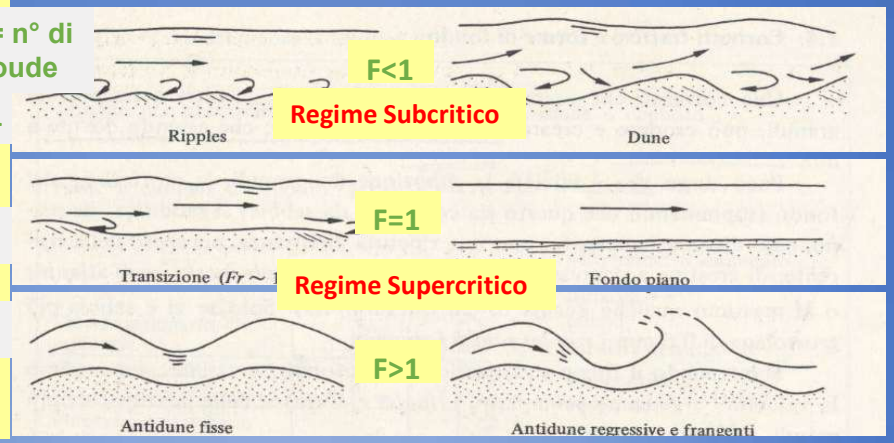
Bedform:
Antidune
FondoPiano
Ripple

F>1
F=1
F<1

$$F = \frac{u}{\sqrt{gd}}$$

Forme di fondo
(Bedform)
Ripple
MegaRipple
Dune

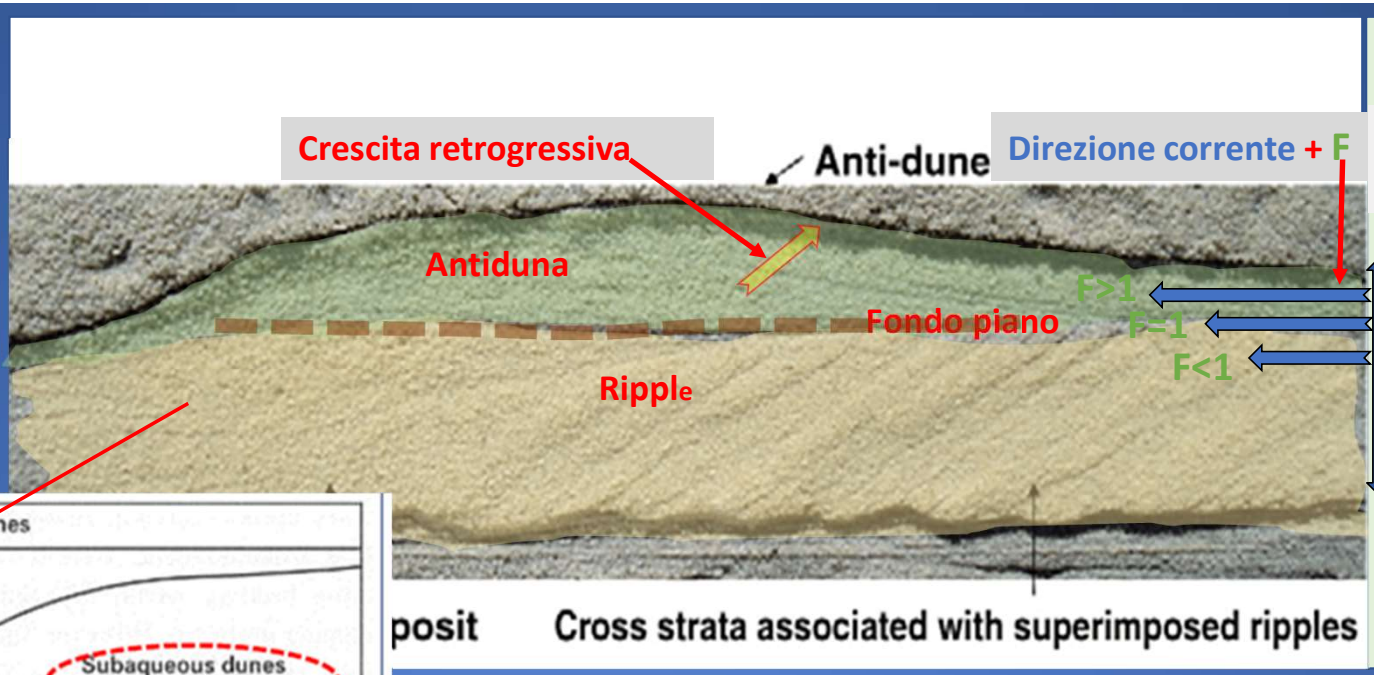
FondoPiano
Antidune
(fisse, frangenti)



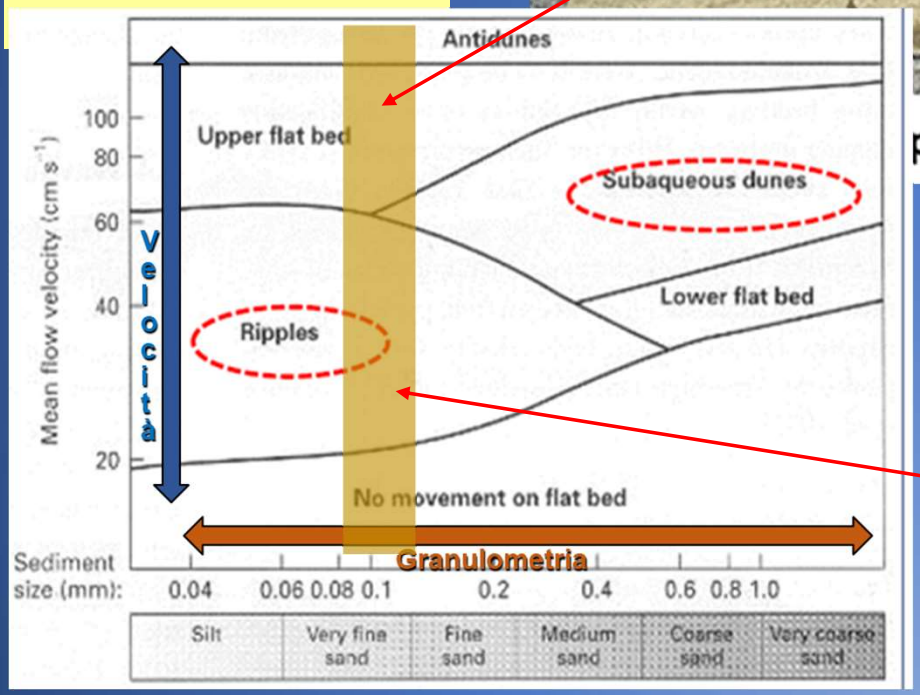
Mancano le Dune, perché???

Ripple
MegaRipple ?? F<1
Dune ??

FondoPiano F=1
Antidune
(fisse, frangenti) F>1



$$F = \frac{u}{\sqrt{gd}}$$



Strutture trattive *(Ripple, Megaripple, Dune, Fondo piano, Antidune)*

Numero di Froude *(Rapporto tra Velocità/ Spessore fluido*

Mancano le Dune, e i megaripple, perché???