

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

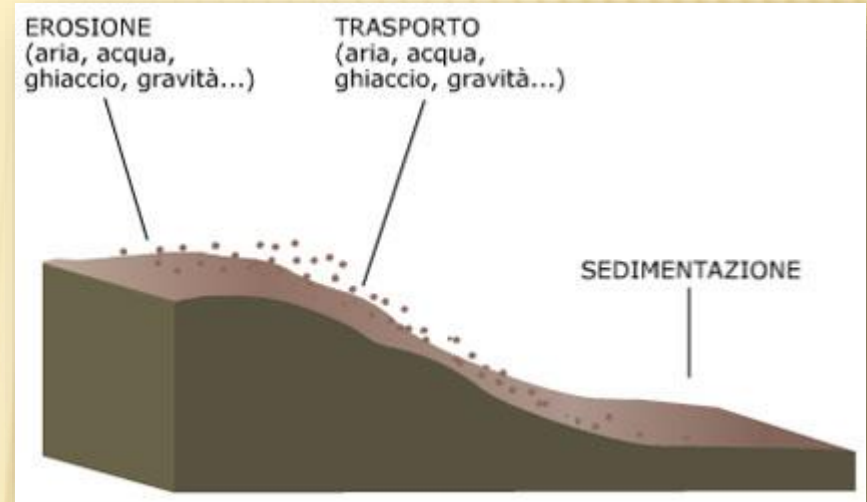
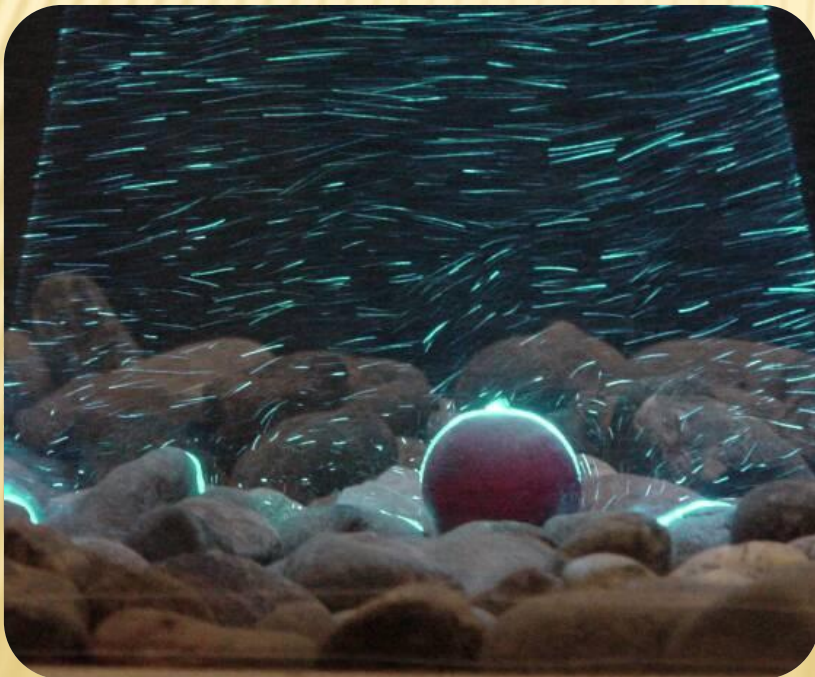
PRINCIPI DI IDRODINAMICA (il moto dei fluidi)

Sommario

3a. Condizioni idrostatiche ed idrodinamiche in un fluido; 3b. Numero di Reynold: flusso laminare e flusso turbolento; 3c. Equazione di Bagnold; 3d. concetto di 'strato limite'; 3e. Strato limite in regime laminare e in regime turbolento; 3f. Implicazioni per la genesi delle strutture sedimentarie.

In natura, i **SEDIMENTI** vengono trasportati ed accumulati da un grande numero di **AGENTI DI TRASPORTO** e di **SEDIMENTAZIONE**. I sedimenti possono accumularsi sia in assenza che in presenza di **FLUIDI** (acqua).

Quest'ultima condizione è quella più diffusa ed è per questo motivo che per comprendere i processi che generano facies sedimentarie differenti bisogna rivedere alcuni dei concetti più elementari di **IDRODINAMICA** e di **MOTO DEI FLUIDI**.

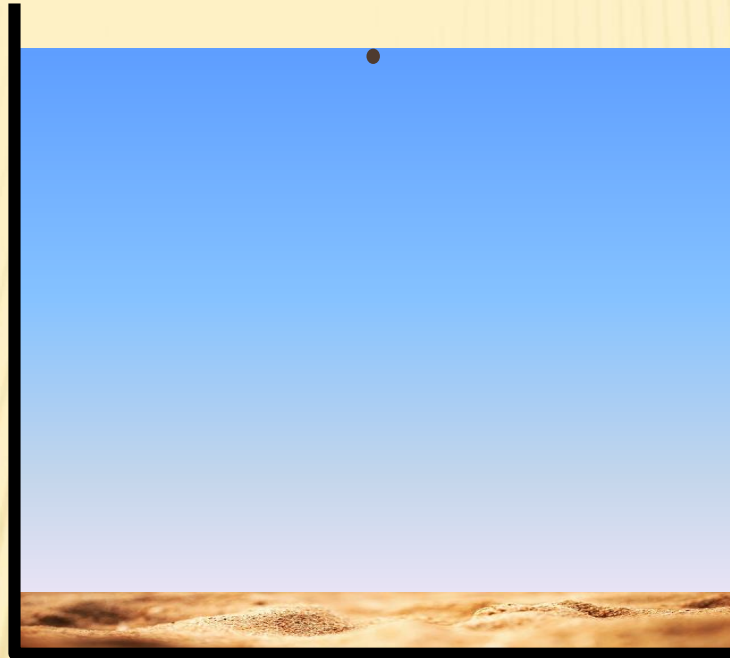


I **FLUIDI** possono essere caratterizzati da due condizioni principali:

1. Condizione idrostatica;
2. Condizione idrodinamica.

3a. Condizioni idrostatiche ed idrodinamiche in un fluido

Come si comporta una particella solida all'interno di un fluido in condizioni IDROSTATICHE ?
(senza movimento del fluido stesso)



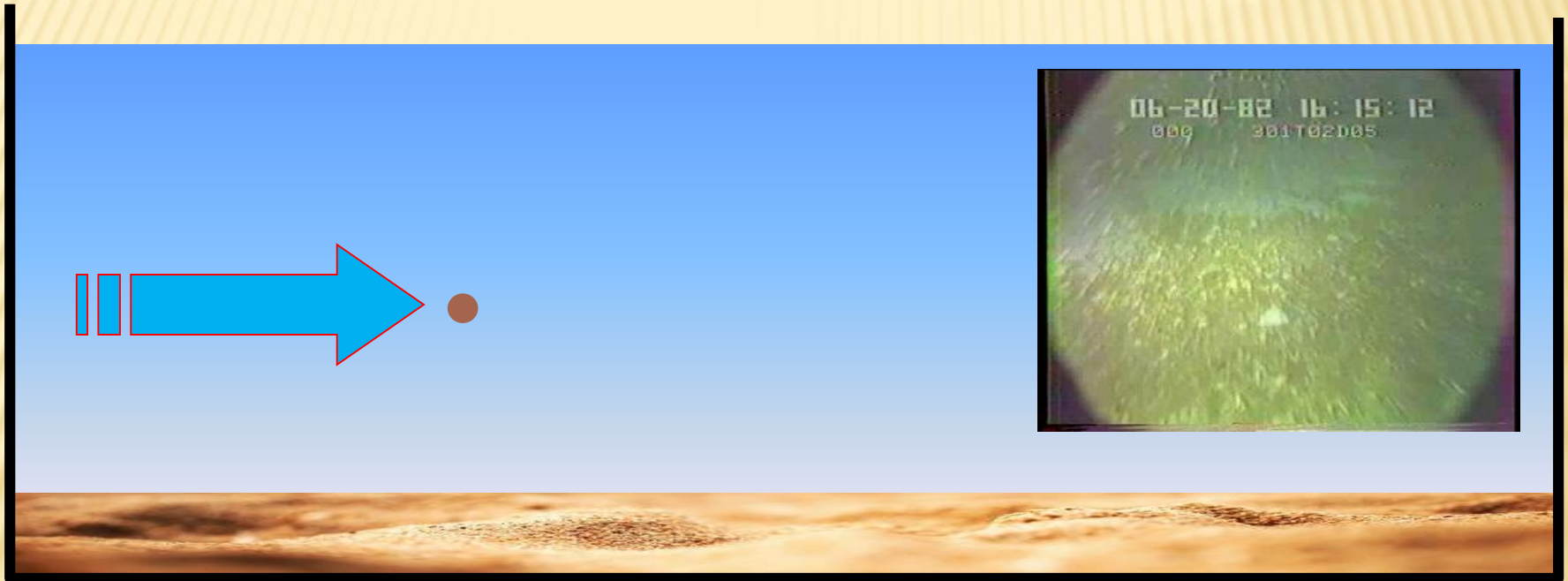
Il moto della particella è regolato dalla **LEGGE di STOKE**, che recita:

Una sfera immersa in un fluido viscoso, fermo ed indefinito, e abbandonata a se stessa senza velocità iniziale, per effetto della gravità cade con moto inizialmente accelerato. Se il diametro della sfera è abbastanza piccolo così che nella sua caduta essa non provochi la formazione di scie vorticose (regime lamellare), la sfera raggiunge una velocità di regime alla quale si equilibrano la resistenza del mezzo e la forza motrice, proseguendo la sua caduta con moto uniforme.

Tale condizione è fondamentale per le particelle molto fini (per esempio particelle pelitiche in momentanea sospensione in colonne d'acqua in assenza di idrodinamismo; es.: zone lacustri o paludi)

3a. Condizioni idrostatiche ed idrodinamiche in un fluido

Come si comporta una particella solida all'interno di un fluido in condizioni DINAMICHE ?
(fluido in movimento)



Il moto della particella è regolato dalla combinazione di due principali forze:

La **FORZA INERZIALE** (F_r) e la **FORZE VISCOSA** (F_μ)

Il rapporto tra questi due fattori si chiama **NUMERO DI REYNOLD** (Re)

$$Re = Fr / F_\mu$$

3a. Condizioni idrostatiche ed idrodinamiche in un fluido

Il moto dei fluidi (flusso) è assimilabile a delle linee di flusso

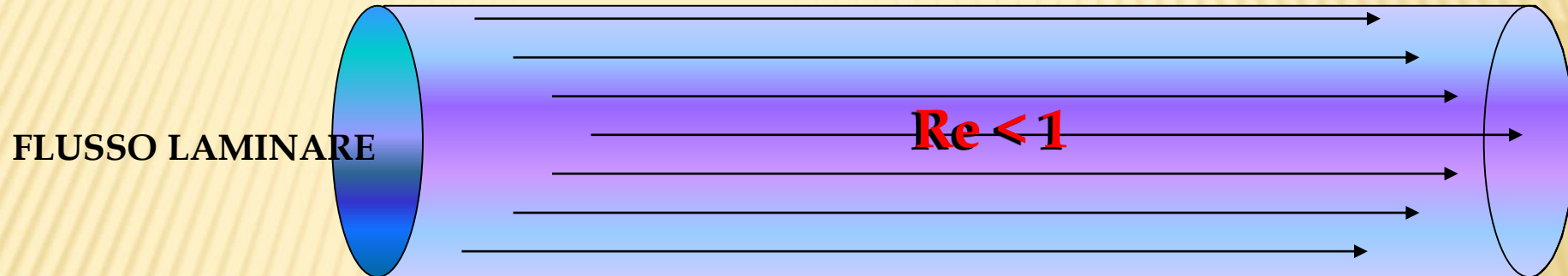


- **Flusso Stazionario** (Steady Flow) = Velocità Costante nel Tempo
- **Flusso Non Stazionario** (Unsteady Flow) = Velocità Variabile nel Tempo
- **Flusso Uniforme** = Uguale Velocità lungo tutta la Sezione Idraulica
- **Flusso Non Uniforme** = Velocità Variabile lungo tutta la Sezione Idraulica

3b. Numero di Reynold: flusso laminare e flusso turbolento

Durante il movimento di un fluido, le condizioni idrodinamiche all'interno di esso (ed alle quali eventuali particelle solide possono essere assoggettate) sono regolate da un parametro adimensionato noto con il nome di **Numero di Reynold (Re)**.

Un fluido in movimento può assumere due principali tipi di comportamento idrodinamico, a seconda dell'energia (= velocità) che lo stesso può avere.



Quando il parametro $Re = 1$ (valore critico) il flusso è in condizioni statiche.

Quando $Re < 1$, il flusso è in condizioni dinamiche e si dice LAMINARE

Quando $Re > 1$, il flusso è in condizioni dinamiche e si dice TURBOLENTO

3c. Equazione di Bagnold;

Interazione tra l'ENERGIA di un FLUSSO e le PARTICELLE PRESENTI sul FONDO

Un sistema idrico ideale, in condizioni di quiescenza, rappresenta un sistema fisico caratterizzato da un determinato valore di energia potenziale ($E_{pot} = \rho g h$);

al variare delle sue condizioni di equilibrio, se il flusso inizia il suo movimento, la quantità di energia potenziale si trasforma in energia cinetica ($E_{cin} = \frac{1}{2} \rho u^2$),

capace di esercitare una pressione tangenziale (τ) lungo l'eventuale superficie sulla quale il flusso idrico si propaga.

Ciò è regolato dall'*Equazione di Bagnold*, dove:

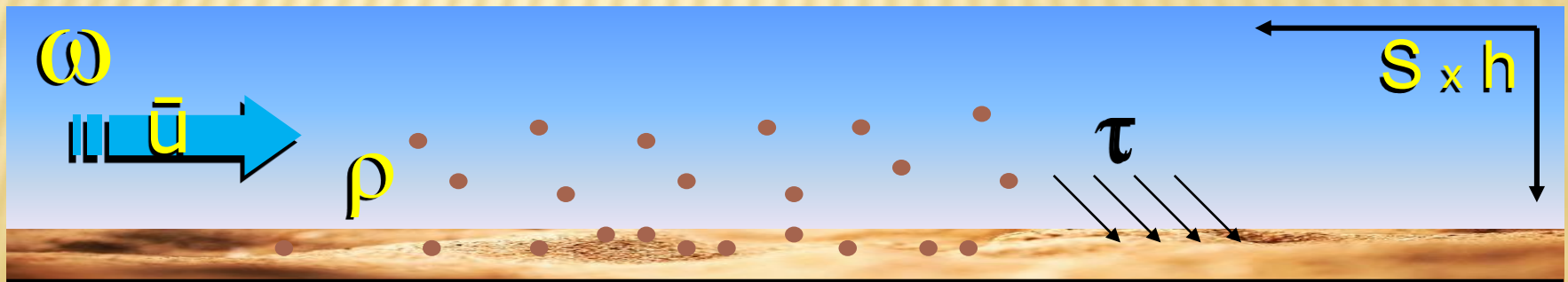
$$\omega = \rho g S h u = \tau \bar{u}$$

dove ω rappresenta la quantità d'energia cinetica totale del sistema;

ρ la densità del fluido in movimento;

S ed h individuano la superficie della sezione attraverso la quale si muove il fluido;

\bar{u} rappresenta la sua velocità media e τ lo stress trattivo sul fondo, inteso come pressione tangenziale.



Secondo quanto espresso dalla legge di conservazione dell'energia, il sistema, durante una qualsiasi sua trasformazione, dovrebbe conservare l'ammontare totale della sua energia di sistema

$$(E_{tot} = E_{pot} + E_{cin} + E_{press})$$

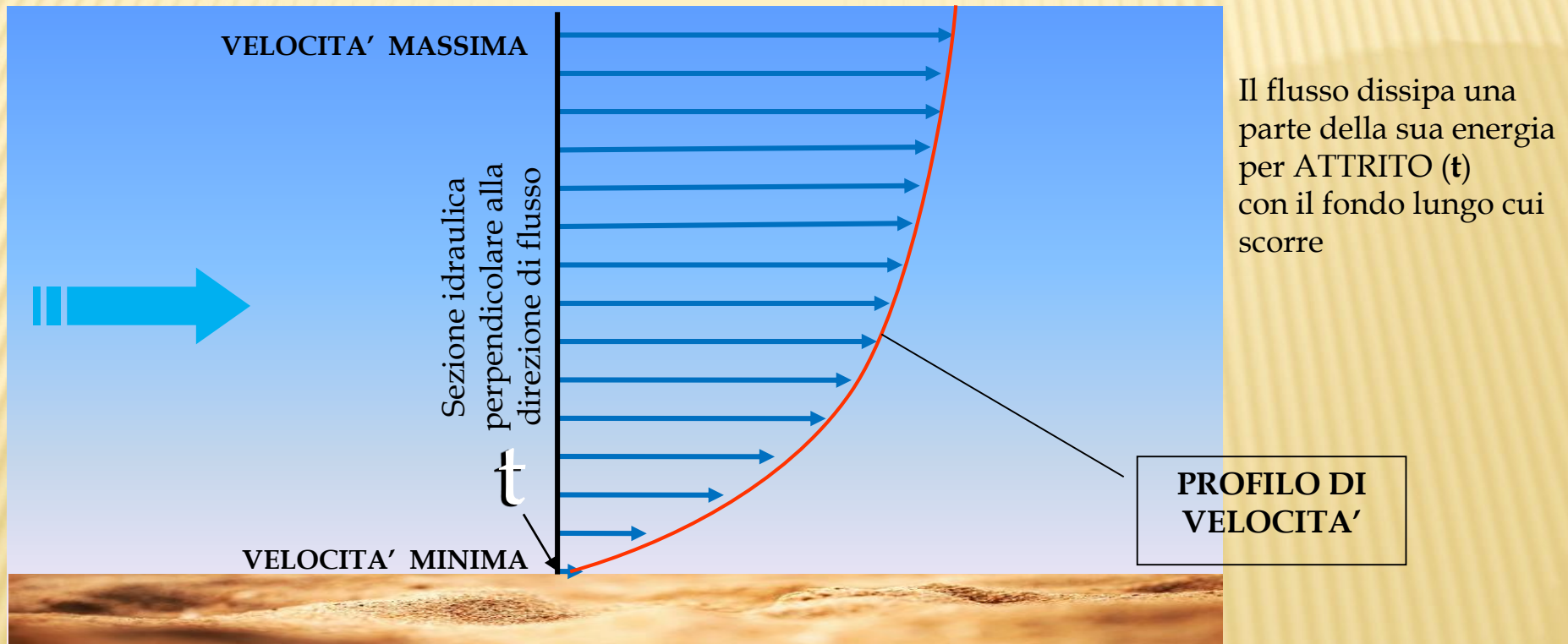
Nella realtà, un flusso idrico reale, durante la sua propagazione a diretto contatto con un corpo solido, dissipa una parte della sua energia sotto forma di attrito. Pertanto, questa frazione di energia dissipata, trasmettendosi al sedimento granulare presente lungo la superficie di contatto (**STRATO LIMITE**), ne provoca il suo movimento e, conseguentemente, la sua organizzazione in strutture sedimentarie, altresì conosciute come forme di fondo.



3d. concetto di 'strato limite'

Concetto di STRATO LIMITE

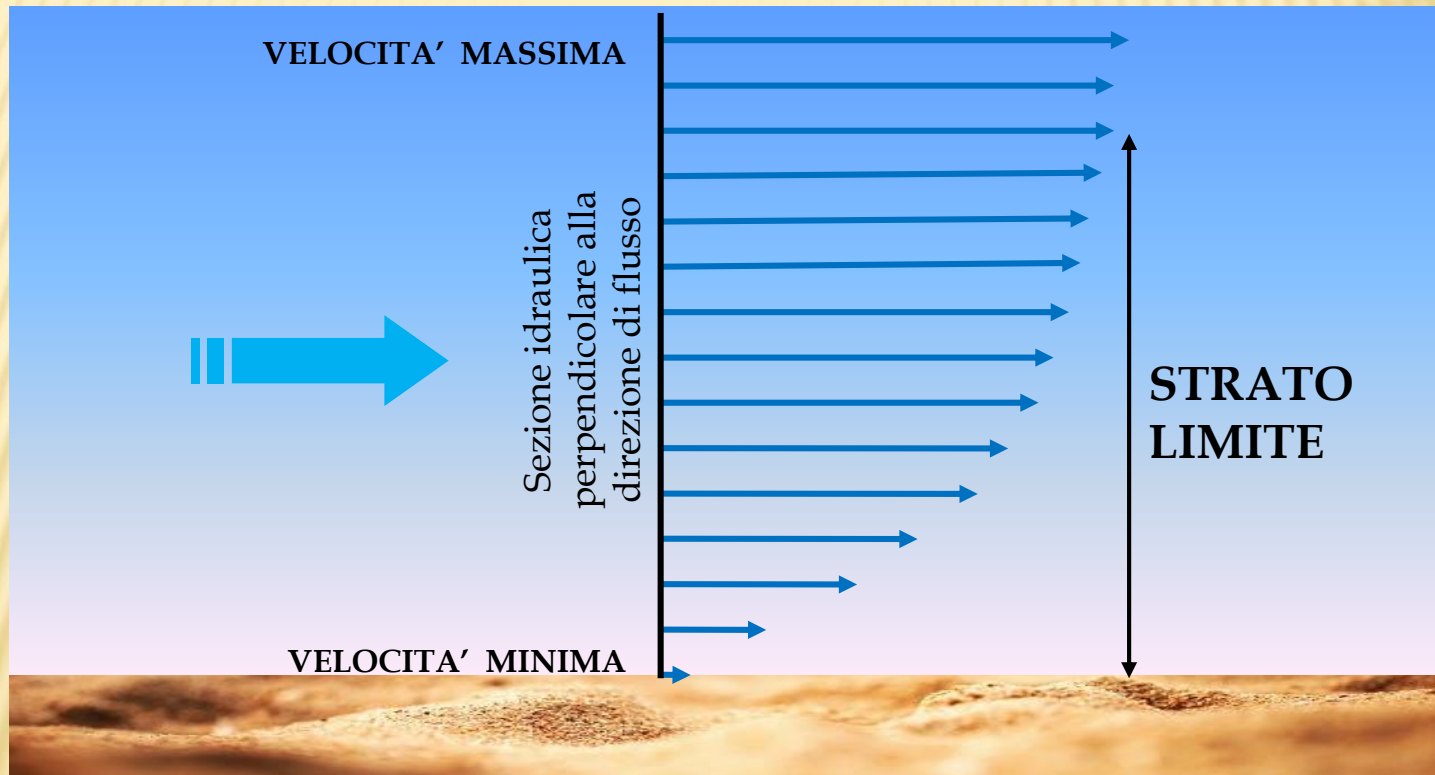
La VELOCITA' di un flusso che scorre lungo una superficie solida, misurata lungo la sua sezione idraulica, non si mantiene costante.



Il PROFILO di VELOCITA' rappresenta l'espressione grafica del gradiente verticale della VELOCITA' del FLUSSO

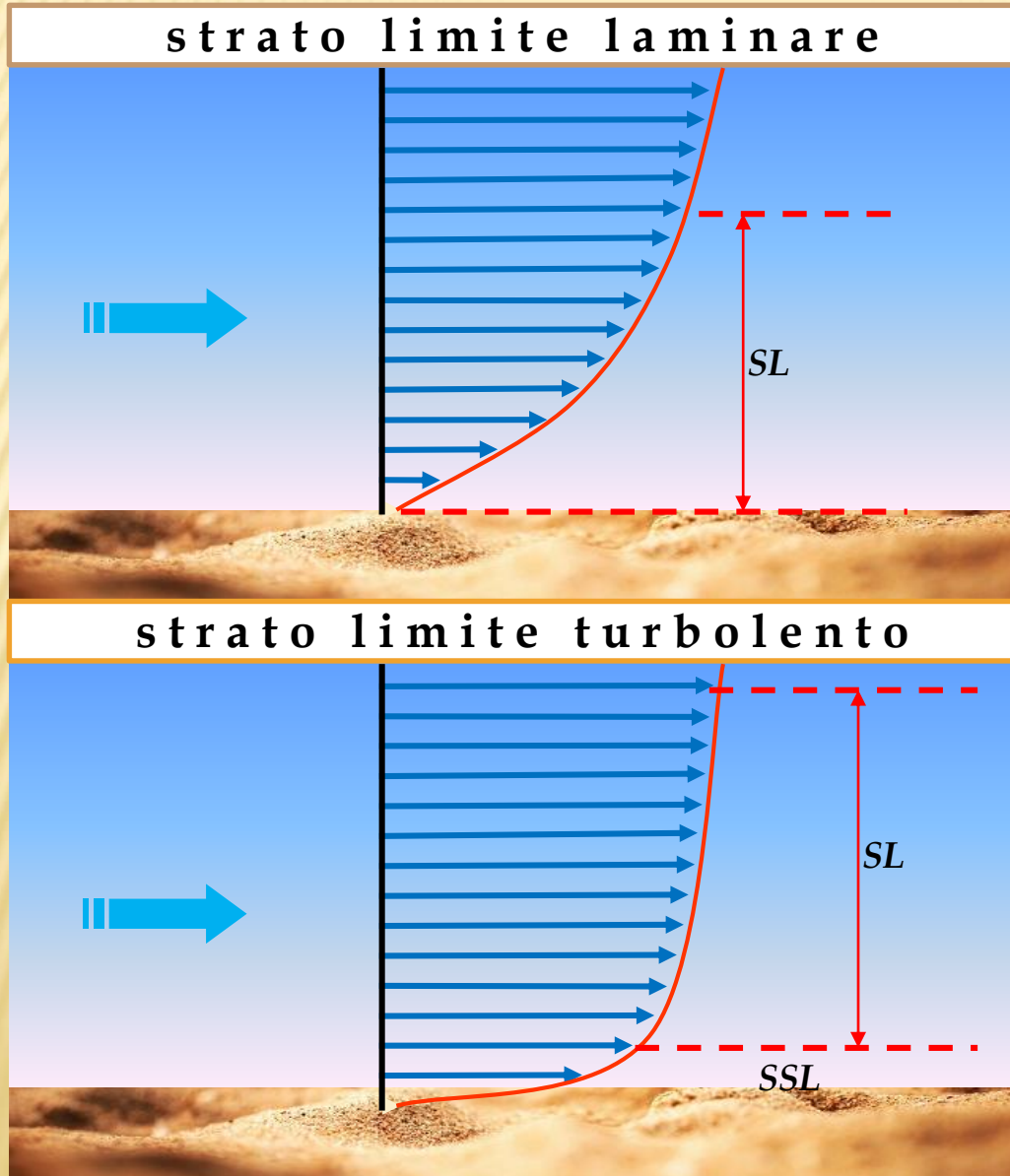
In natura, i flussi possono essere considerati quasi sempre **NON UNIFORMI**

Pertanto si definisce **STRATO LIMITE** quello spessore di sezione idraulica lungo cui il flusso raggiunge la sua propria velocità massima



3e. Strato limite in regime laminare e in regime turbolento.

A seconda del valore assunto dal **Numero di Reynold**, possiamo avere uno **strato limite laminare** ed uno **turbolento**. L'espressione grafica del profilo di velocità ha un andamento parabolico nel primo caso, ed un andamento più spesso nel secondo



Nel primo caso, lo **STRATO LIMITE (SL)** è più sottile perché, essendo minore la velocità del flusso, esso subisce maggiormente gli effetti di attrito sul fondo.

Nel secondo caso, lo **STRATO LIMITE (SL)** è più spesso perché, essendo maggiore la velocità del flusso, esso si 'impone' sul fondo, determinando l'esistenza di un sottostrato laminare (SSL).

3f. Implicazioni per la genesi delle strutture sedimentarie.

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 = τ) 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).

