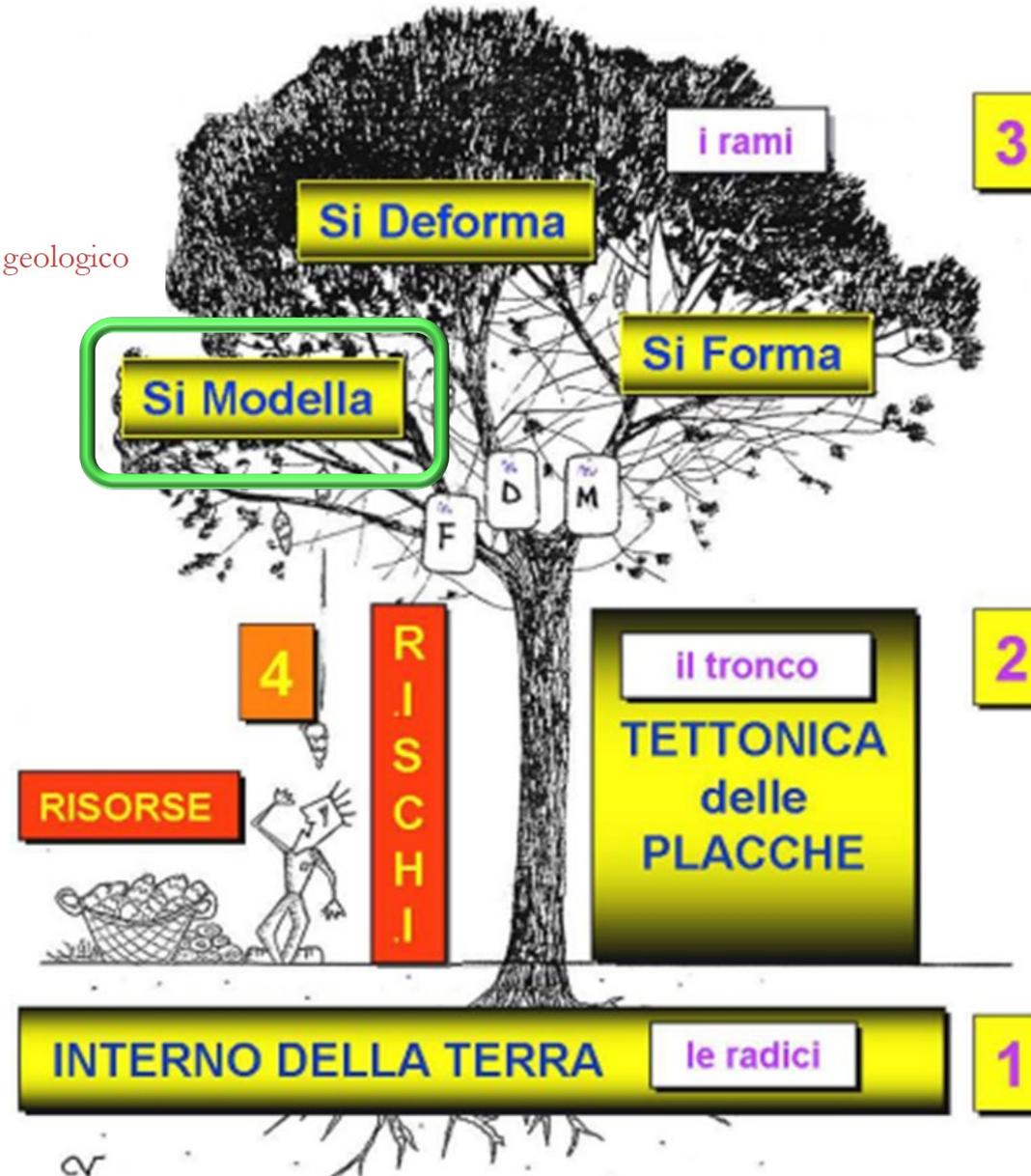


# L'organizzazione del sapere geologico

Corrado Venturini

**SI FORMA**  
**SI DEFORMA**  
**SI MODELLA**

Come il territorio si modifica attraverso il tempo geologico



3 Triade che abbraccia ogni causa ed effetto presente in natura nell'ambito delle Scienze della Terra

2 Motore e presupposto di base per l'esistenza dei rami

1 Caratteristiche della Terra sono le radici di tutto

# Quali agenti e processi modellano la Terra

## AGENTI ENDOGENI

1. Moti convettivi del mantello
2. Variazione di Pressione
3. Variazioni di temperatura
4. Variazioni di densità
5. Rilasci di energia

## AGENTI ESOGENI

1. Acqua - Pioggia, Fiumi, Ghiacciai, Mare
2. Vento
3. Gravità
4. Essere umano
5. Vegetazione e fauna
6. Clima

## PROCESSI ENDOGENI

1. Tettonica delle placche
2. Movimenti deformativi (pieghe, faglie)
3. Terremoti
4. Vulcanesimo

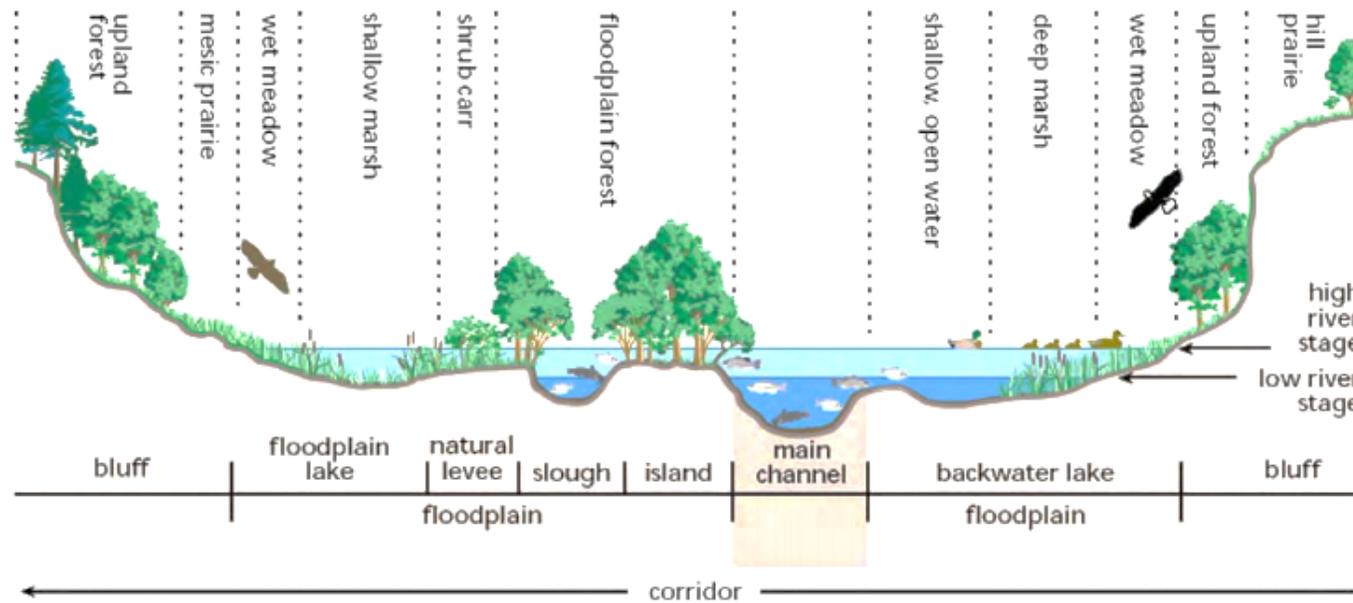
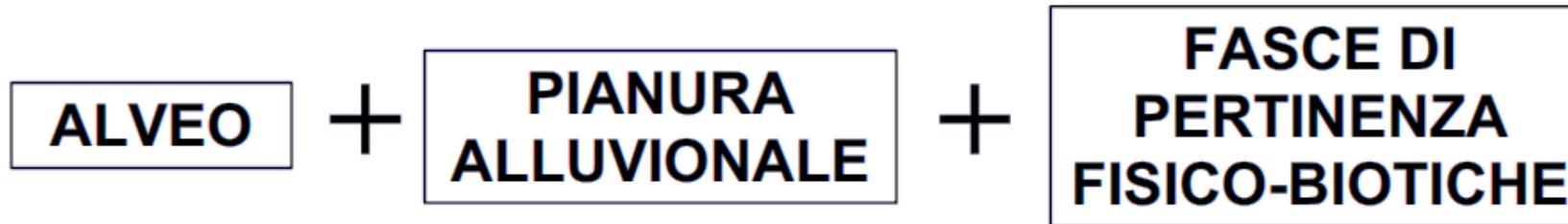
## PROCESSI ESOGENI

1. Erosione
2. Trasporto di materiali
3. Sedimentazione di materiali
4. Movimenti franosi
5. Riduzione dell'infiltrazione
6. Smottamenti
7. Gelo e disgelo
- 8.....

Questi agenti, agendo in combinazione o separatamente, plasmano e rimodellano continuamente la superficie terrestre, creando paesaggi sempre nuovi e dinamici

# Il sistema fluviale

Il fiume, anzi il “*sistema fluviale*” ....



**A cross section of a river corridor.** The three main components of the river corridor can be subdivided by structural features and plant communities. (Vertical scale and channel width are greatly exaggerated.)

Source: Sparks, Bioscience, vol. 45, p. 170, March 1995. ©1995 American Institute of Biological Science.

# Il sistema fluviale

I corsi d'acqua non sono solo acqua !



Acqua

+



Sedimento

+

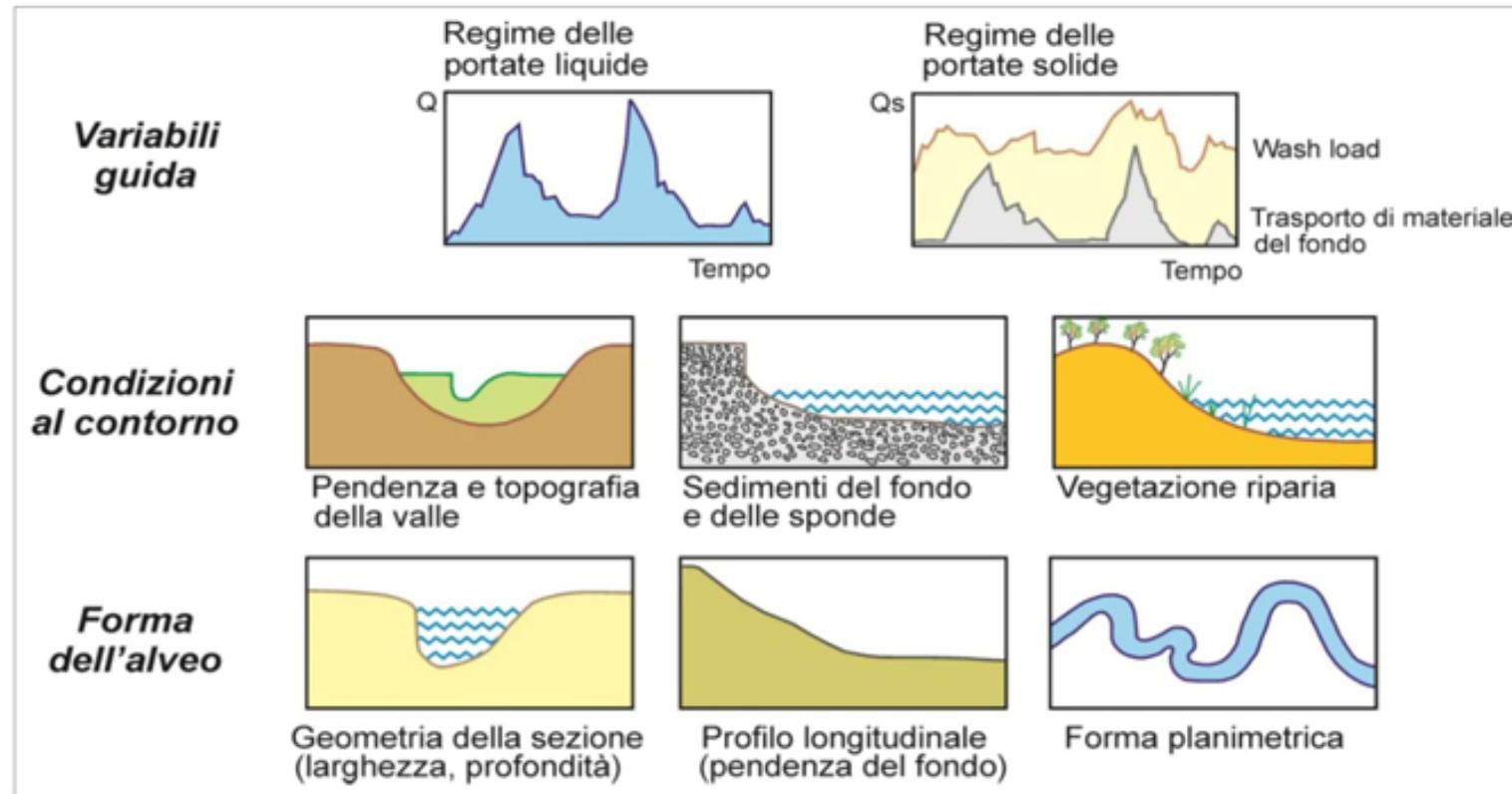


Vegetazione

=



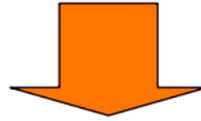
## Come studiare la geomorfologia fluviale



Rinaldi et al. (2014)

# Il sistema fluviale

... è una **risorsa**, ma può rappresentare anche una **minaccia** per l'ambiente che lo circonda e per le attività umane, se "gestito" in maniera non corretta



Per una corretta "gestione" del corso d'acqua non si può prescindere da un sufficiente livello di

**CONOSCENZA**

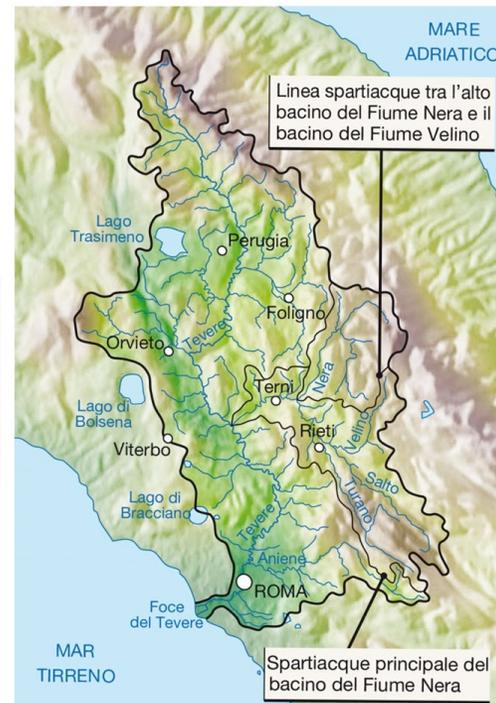
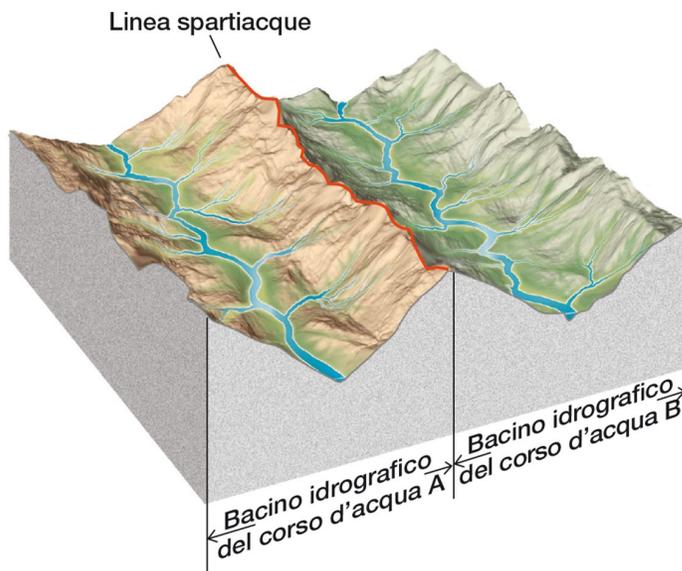
dei processi che regolano la **dinamica fluviale** (cioè il "comportamento" del sistema in risposta a certi tipi di *input* naturali e/o artificiali)

Tali processi manifestano la **tendenza evolutiva**, naturale e/o indotta, del sistema alveo – pianura alluvionale

# La scala di studio del sistema

Lo studio dei processi e dei fenomeni che governano la dinamica fluviale può essere inquadrato in tre diverse scale spazio-temporali

- **la piccola scala** (ambito di studio = intero bacino), in cui:



- le variazioni avvengono in tempi **geologici**
- riguardano gli aspetti climatici e morfotettonici quali, ad esempio, l'evoluzione della rete idrografica

# La scala di studio del sistema

- **la media scala** (ambito di studio = sistema alveo - pianura alluvionale), in cui:
  - le variazioni avvengono in tempi **storici**
  - riguardano gli aspetti geomorfologici dell'alveo quali, ad esempio, il cambiamento del tracciato, della sinuosità, della pendenza, etc.

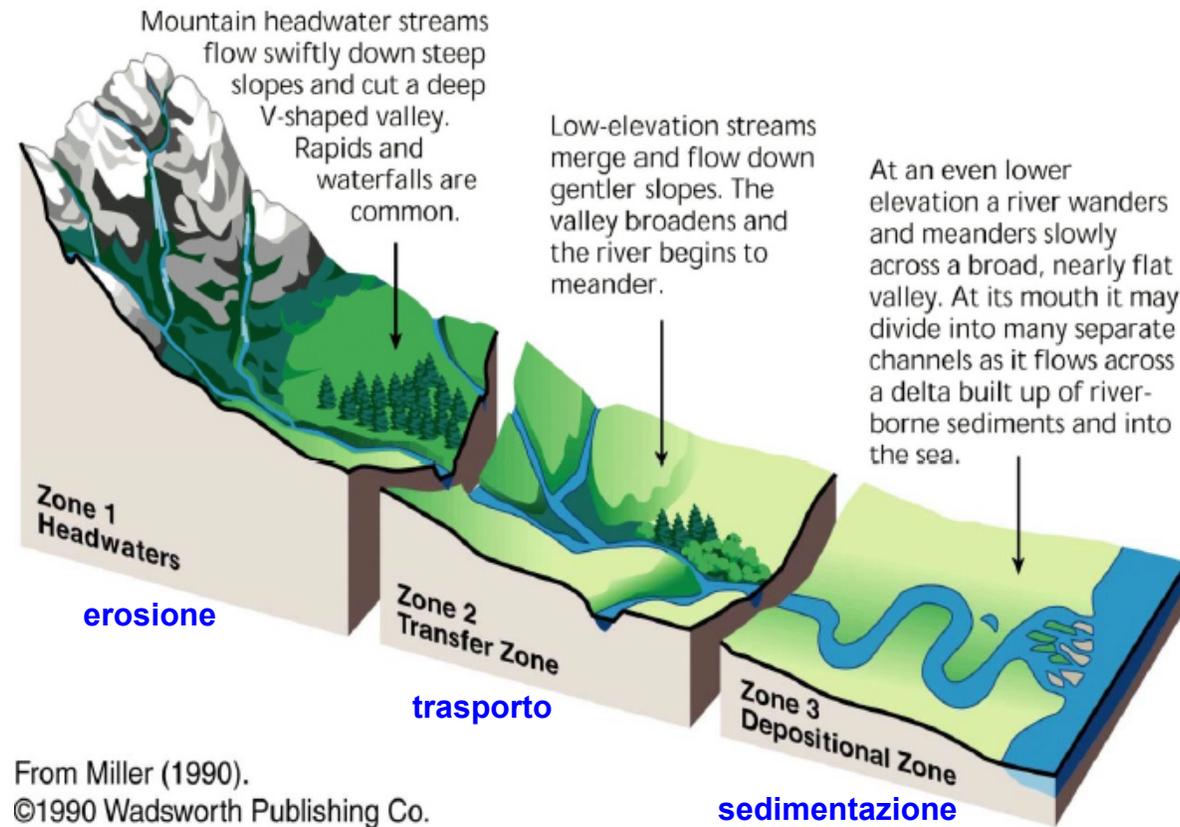


- **la grande scala** (ambito di studio = le parti costituenti l'alveo) in cui:
  - le variazioni avvengono in **tempo reale**
  - riguardano i corpi sedimentari, le sponde, la variabilità delle portate solide e liquide, che variano in seguito ad eventi particolarmente intensi ed improvvisi

**Le modificazioni sono rapide e, quindi, più perturbanti per l'ambiente**



# Processi predominanti di un corso d'acqua



From Miller (1990).  
©1990 Wadsworth Publishing Co.

Fig. 1.27 - Three longitudinal profile zones.  
In Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices, 10/98.  
Interagency Stream Restoration Working Group (15 Federal Agencies of the US).

Le caratteristiche morfologiche degli alvei fluviali variano in base ai **processi dominanti** (erosione, trasporto, sedimentazione) i quali variano, a loro volta, in base alla **zona** del sistema fluviale in cui si trovano (secondo lo schema del corso d'acqua "tipo": bacino di raccolta, canale di scarico, conoide di deiezione)

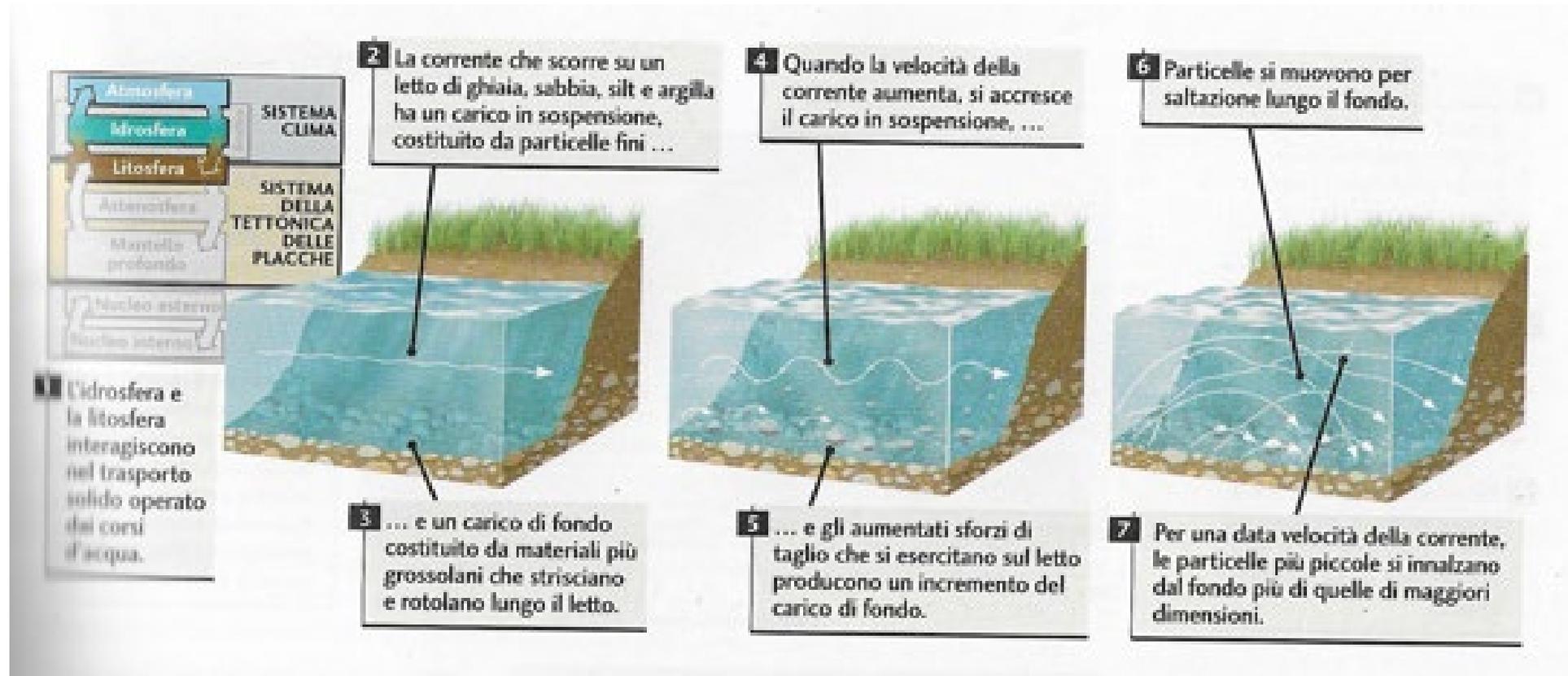
# Processi predominanti di un corso d'acqua

L'attività morfogenetica legata all'azione delle acque correnti superficiali si svolge attraverso i processi di erosione, trasporto e sedimentazione

- Erosione: nelle zone con pendenze maggiori e velocità più elevate
- Trasporto: per galleggiamento , saltazione , rotolamento strisciamento
- Deposizione: nelle zone ove l'energia della corrente diminuisce



# Processi predominanti di un corso d'acqua

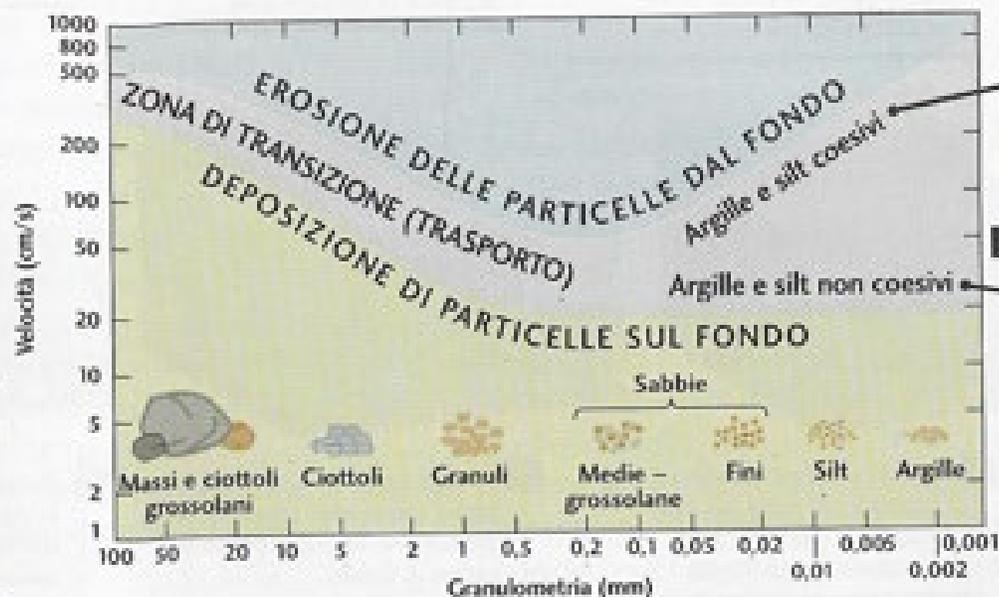


# Relazione velocità corrente e dimensioni clasti

1 Quando la velocità del corso d'acqua è elevata, vengono prelevati dal fondo (cioè erosi) clasti di grandi e piccole dimensioni (area azzurra).

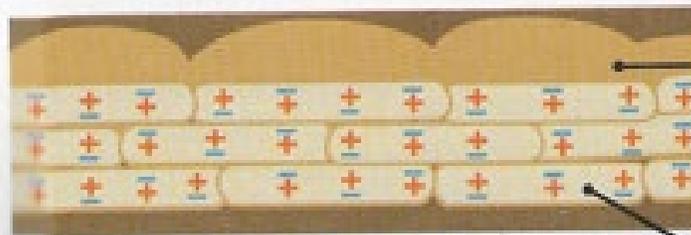
2 Quando la velocità diminuisce, i clasti possono essere presi in carico o essere depositi (area grigia).

3 Per velocità ancora più basse, i clasti vengono depositi sul letto, qualunque sia la loro dimensione (area marrone chiaro).



4 Per prendere in carico particelle ad alta coesività sono necessarie velocità della corrente più elevate. Le particelle di piccole dimensioni sono più coesive di quelle di dimensioni maggiori.

5 Le particelle non coesive vengono prese in carico facilmente. Il quarzo e altri minerali non hanno carica elettrica e possiedono un basso rapporto superficie/volume; pertanto i loro frammenti vengono prelevati dal letto per basse velocità della corrente.



6 Le particelle di argilla sono piatte e hanno un elevato rapporto superficie/volume. La tensione superficiale dell'acqua agisce sulla loro ampia superficie, provocandone la coesione.

7 Le cariche elettriche di particelle di argilla attraggono quelle di segno opposto di altre particelle, tenendole saldamente legate tra loro.

**14.3** Relazione tra le dimensioni dei clasti e la velocità di una corrente idrica. [Secondo F. Hjulstrom, modificato da A. Sundbom, The River Klariven. «Geografisk Annaler», 1956.]

# Il sistema fluviale: caratteristiche

## Parametri geometrici

LUNGHEZZA
LARGHEZZA
PROFONDITA'
PENDENZA
PROFILO (ENERGIA)

## Parametri di flusso

TIPOLOGIA DI FLUSSO
PORTATA
VELOCITA'
COEFF. DEFLUSSO
ALTEZZA IDROMETRICA
REGIME

## Altri parametri

TEMPERATURA
TORBIDITA'
TEMPO DI CORRIVAZIONE

# Il sistema fluviale: caratteristiche

## Parametri geometrici

LUNGHEZZA
LARGHEZZA
PROFONDITA'
PENDENZA
PROFILO (ENERGIA)

La **lunghezza** è la distanza in km dalla sorgente alla foce; può essere misurata o in linea d'aria o tenendo conto delle sinuosità del corso.

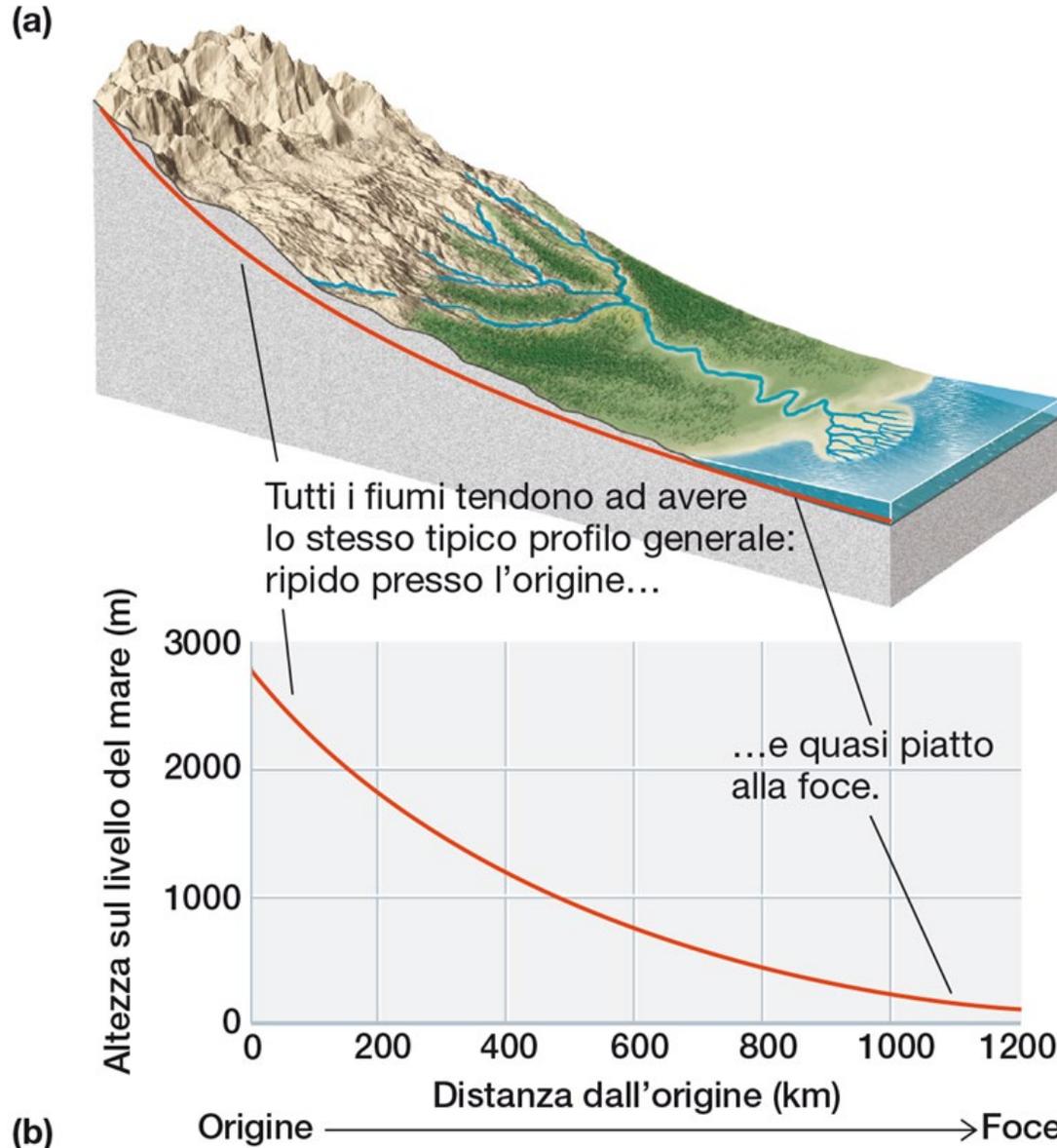
La **larghezza** è la distanza media tra le due rive; si misura in metri.

La **profondità** è generalmente ridotta.

La **pendenza** è data dal rapporto fra il dislivello misurato tra la sorgente e la foce e la lunghezza del fiume. Essa è elevata nel corso superiore del fiume e va diminuendo man mano che si passa dal corso medio a quello inferiore. Dalla pendenza di un fiume dipendono la velocità dell'acqua, il suo potere erosivo e la capacità di trasporto dei materiali erosi. In corrispondenza di bruschi dislivelli di pendenza si hanno le **cascate**, mentre in presenza di forti inclinazioni si originano le **rapide**.

Il **profilo** cambia continuamente nel tempo per fenomeni di erosione, trasporto e deposizione, fino a che raggiunge un profilo di equilibrio che solo grosse piene modificano nuovamente.

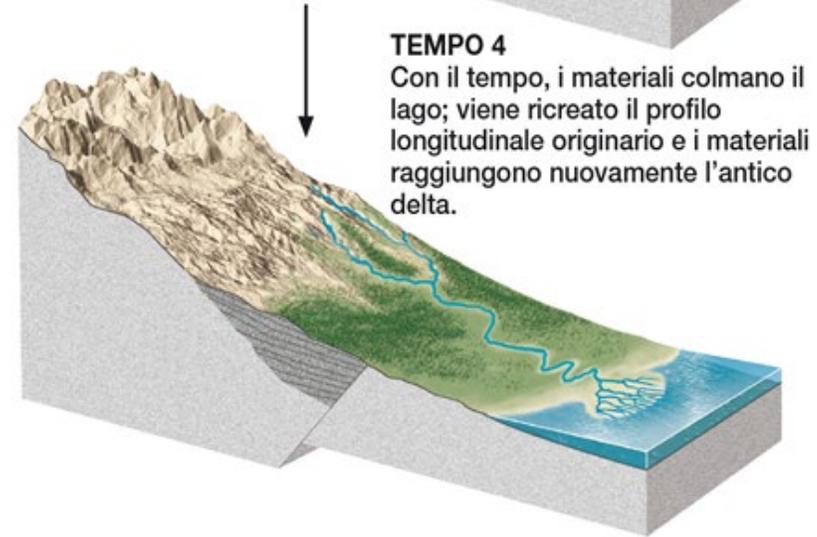
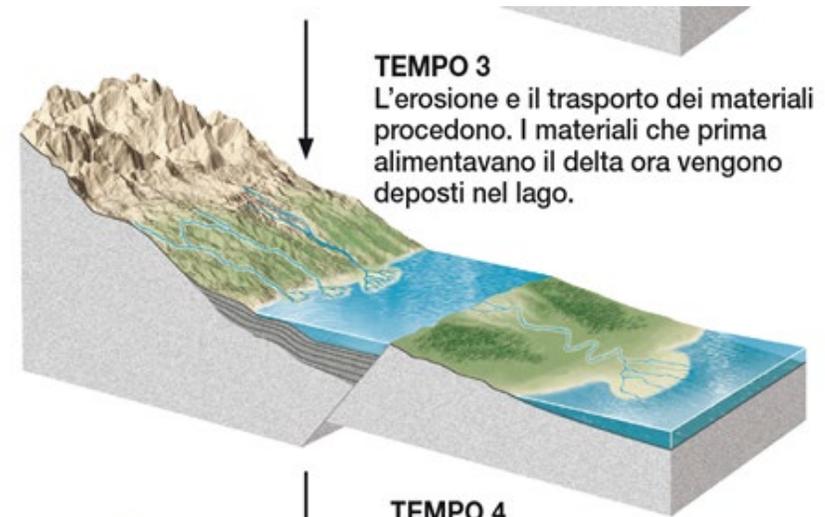
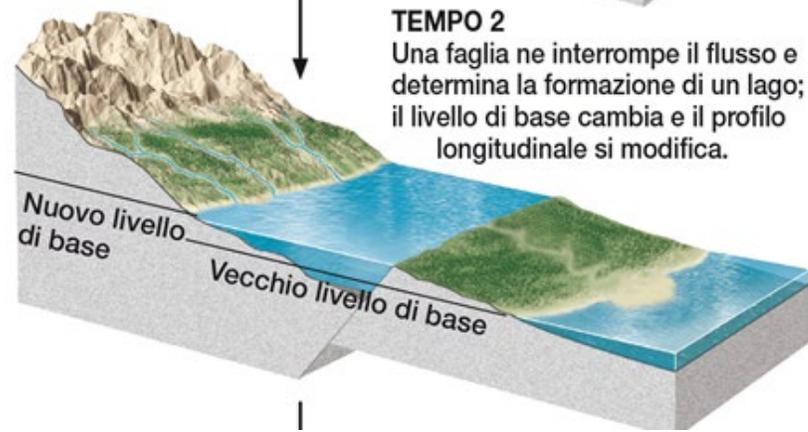
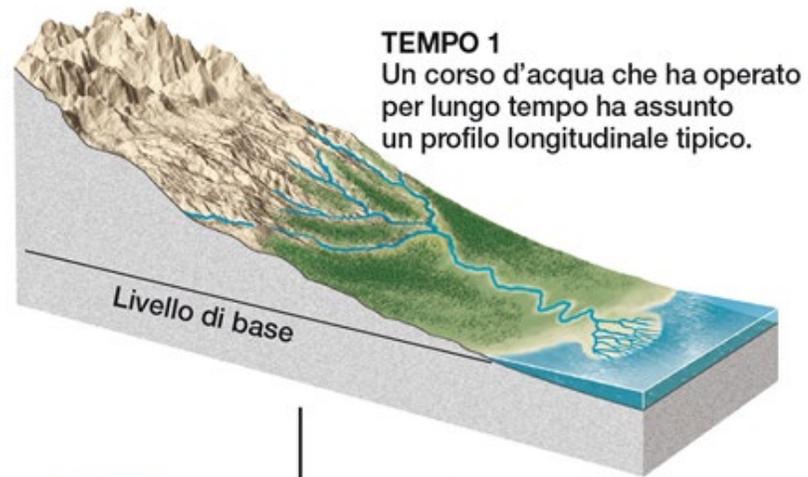
# Profilo fluviale



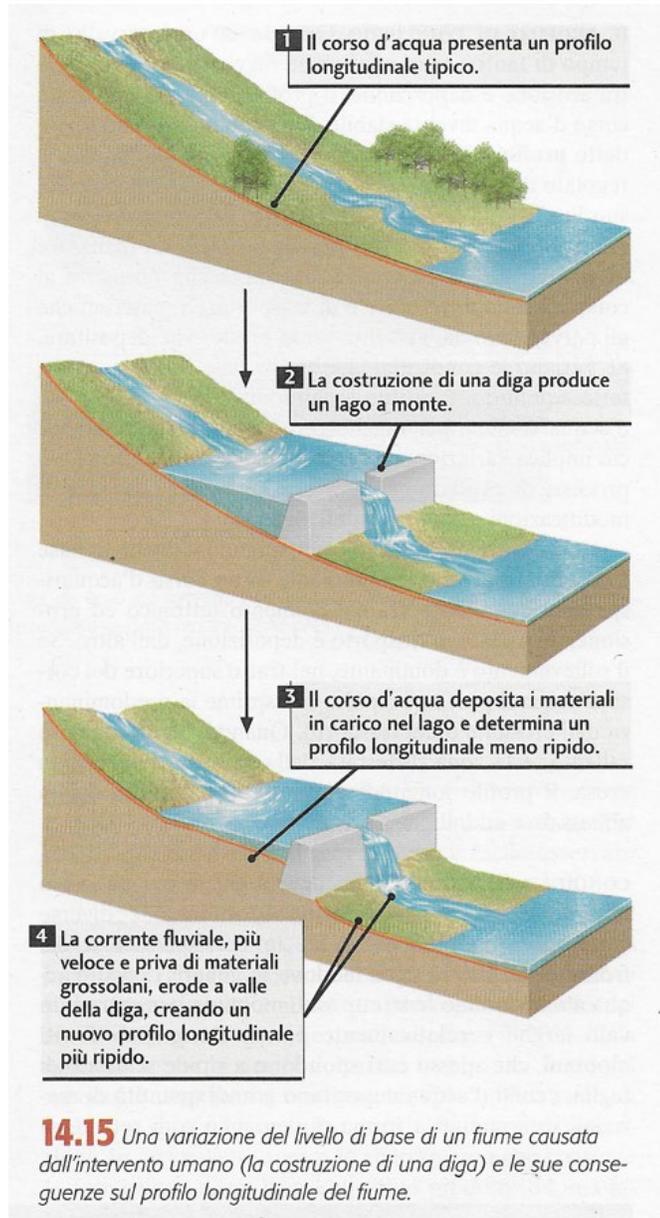
Il profilo è regolato alla sua estremità inferiore dal **livello di base**, quota al di sotto della quale il fiume non può più scorrere: il livello del mare.

Quindi il profilo cambia al cambiare del livello di base.

# Modificazioni del profilo fluviale



# Modificazioni del profilo fluviale

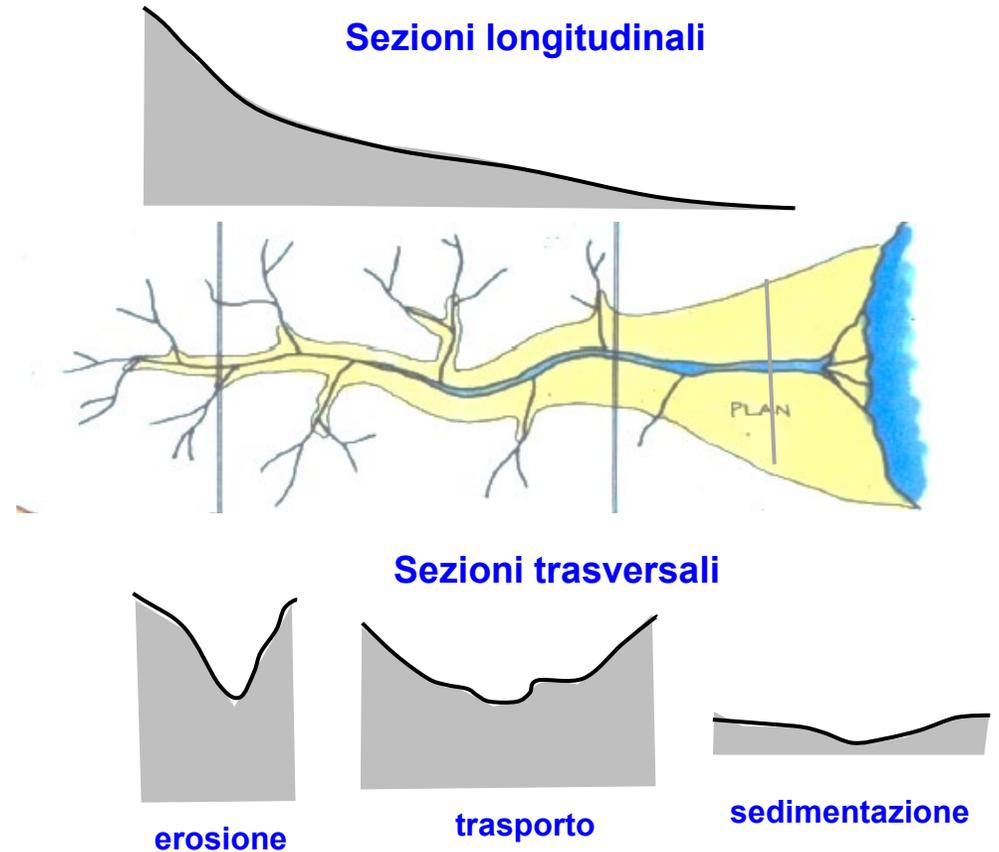
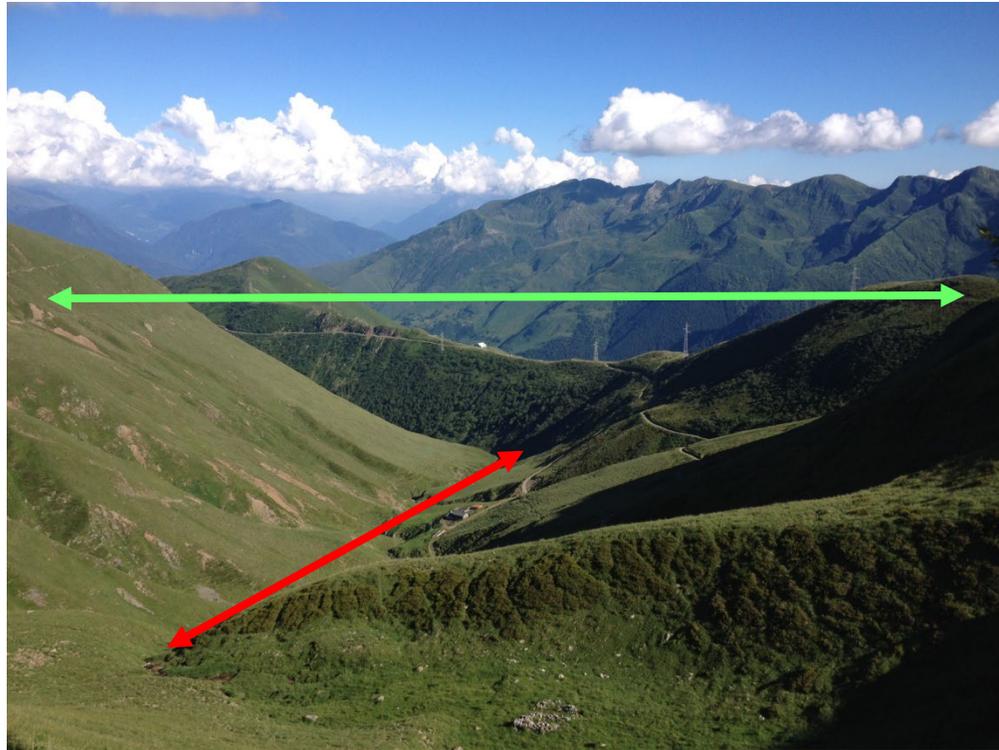


# Profilo di un corso d'acqua

La capacità erosive di un fiume può essere vista secondo una

**SEZIONE TRASVERSALE**

**SEZIONE LONGITUDINALE**



# Il sistema fluviale – *parametri di flusso*

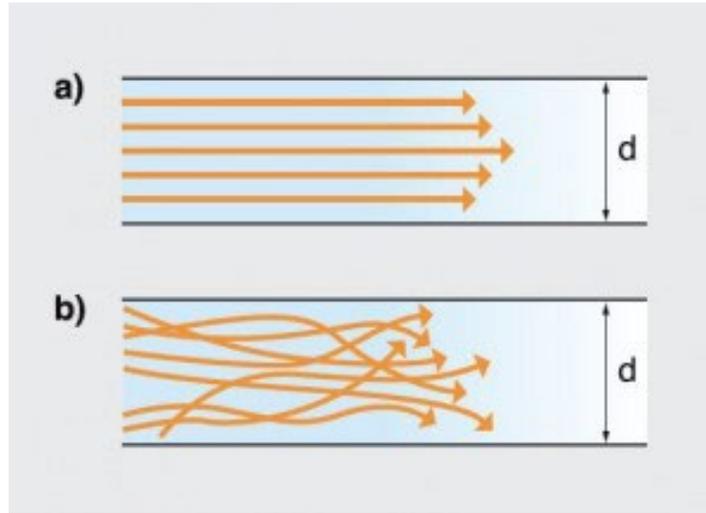


# Parametri di flusso- TIPO FLUSSO

Parametri di flusso

TIPOLOGIA DI FLUSSO
PORTATA
VELOCITA'
COEFF. DEFLUSSO
ALTEZZA IDROMETRICA
REGIME

Il **flusso** può essere laminare o turbolento



moto laminare

turbolento

Re



Per classificare: il **numero di Reynolds Re** proporzionale al rapporto tra le forze d'inerzia e le forze viscosse.

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot d}{\mu}$$

in cui:

- $\rho$  è la **densità** del liquido ( $\text{kg/m}^3$ );
- $v$  è la velocità del flusso ( $\text{m/s}$ );
- $d$  è il diametro della tubazione a sezione circolare (m);
- $\mu$  è la **viscosità** del liquido ( $\text{Pa}\cdot\text{s}$ ).

Nel Regime turbolento, le forze viscosse non sono sufficienti a contrastare le forze di inerzia e dunque il moto delle particelle del fluido avviene in maniera caotica, senza seguire traiettorie ordinate come invece avviene nel caso di regime laminare.

# Parametri di flusso- TIPO FLUSSO

SISTEMA FLUVIALE suddivisibile in 3 sottosistemi:

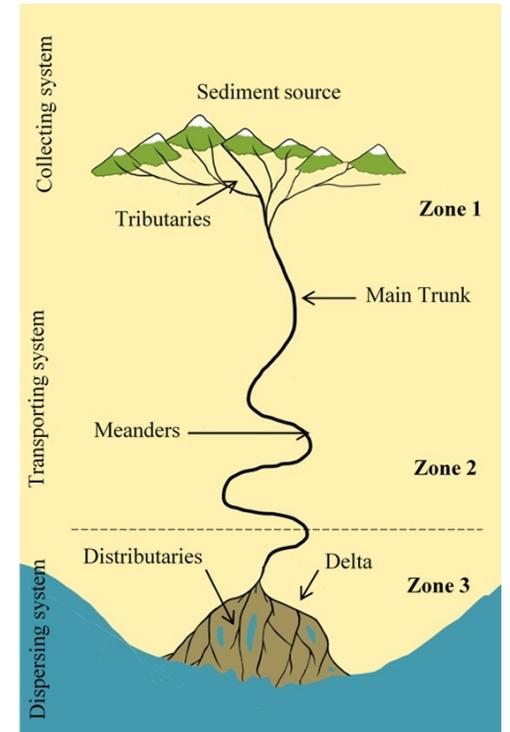
Zona 1: erosione

Zona 2: trasporto

Zona 3 : sedimentazione

Ognuna delle immagini illustra possibili sottosistemi.

Identificare per ogni immagine il tipo di sottosistema e la tipologia di flusso presente



# Parametri di flusso – VELOCITA'

## Parametri di flusso

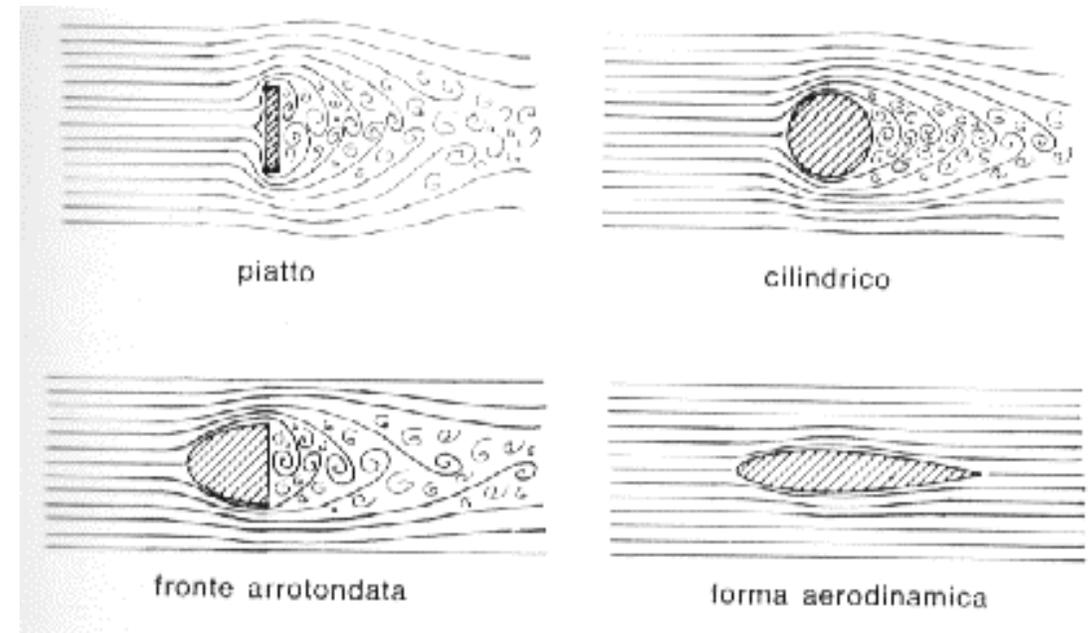
TIPOLOGIA DI FLUSSO
PORTATA
VELOCITA'
COEFF. DEFLUSSO
ALTEZZA IDROMETRICA
REGIME

La **velocità** viene espressa in metri percorsi nell'unità di tempo dalle acque di un fiume.

- è maggiore nel corso superiore del fiume
- per uno stesso tratto, diminuisce, in prossimità del fondo, a causa dell'attrito con le rocce, in superficie per l'attrito con l'aria, lateralmente, per l'attrito con le sponde
- è massima al centro del fiume
- influenza le dimensioni delle particelle che l'acqua può trascinare con sé nel suo movimento verso valle.
- si modifica impattando su ostacoli

Le misure di velocità si possono effettuare in 4 modi diversi:

**a guado, da ponte, da teleferica, da natante.**



# Parametri di flusso - PORTATA

Parametri di flusso

TIPOLOGIA DI FLUSSO
PORTATA
VELOCITA'
COEFF. DEFLUSSO
ALTEZZA IDROMETRICA
REGIME

La **portata Q** rappresenta il volume di acqua che passa attraverso una sezione verticale del letto del fiume nell'unità di tempo, misurata in m<sup>3</sup>/sec.

Essa può variare lungo il corso del fiume in base alle dimensioni della sezione.

Varia inoltre nel corso dell'anno in funzione delle precipitazioni e dello scioglimento dei ghiacciai.

$$Q = V * A$$

$$\text{Portata (m}^3\text{/s)} = \text{Velocità (m/s)} \times \text{Sezione alveo (A) (m}^2\text{)}$$



Corso GEOGRAFIA FISICA  
(STA), Prof. Maggi

# Parametri di flusso – misura velocità con il mulinello

È costituito da una parte fissa di forma idrodinamica e da un'elica posta in rotazione dalla corrente. Il corpo del mulinello contiene un generatore di impulsi che, per ogni rivoluzione dell'albero genera un segnale che viene trasmesso attraverso un cavo ad un contatore d'impulsi totalizzati durante un intervallo di tempo prefissato. Tramite apposite curve di taratura il numero di impulsi è collegato alla velocità della corrente. Il mulinello può essere utilizzato per misure a guado o da ponte.

A guado: misure in piccoli corsi d'acqua con bassi livelli (0.5 m) e velocità non elevate  $< 2 \text{ m/s}$



# Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP)



**Profilatore di velocità ad ultrasuoni 600 kHz modello Rio Grande**

Un profiler di corrente Doppler acustico è un misuratore di corrente idroacustica simile a un sonar, utilizzato per misurare le velocità della corrente dell'acqua in un intervallo di profondità usando l'effetto Doppler delle onde sonore disperse dalle particelle all'interno della colonna d'acqua

Lo strumento serve per le misure di velocità delle correnti e può essere usato sia da postazione fissa che da natante in movimento.

Le acquisizioni possono essere fatte in tempo reale oppure possono essere memorizzate internamente allo strumento.

Le applicazioni principali sono:

- misura delle portate sui corsi d'acqua
- misura delle correnti nei laghi
- misura di velocità su una colonna d'acqua
- batimetrie di laghi
- sezioni trasversali di corsi d'acqua

# Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP)

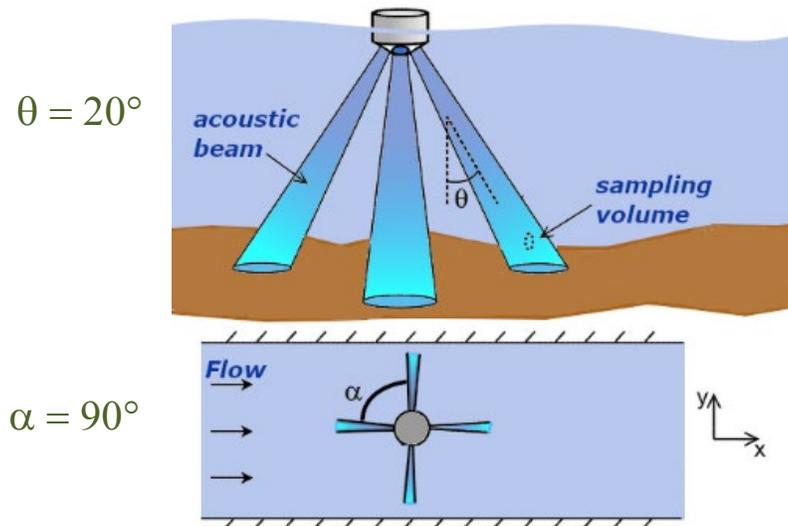
## STREAM PRO



Table 23: Velocity Profiling Specifications

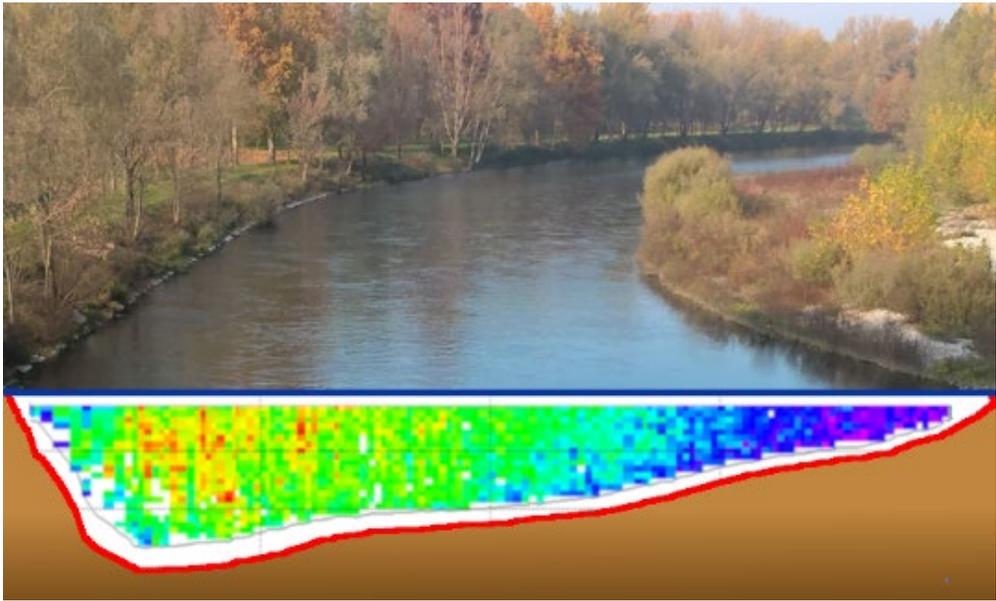
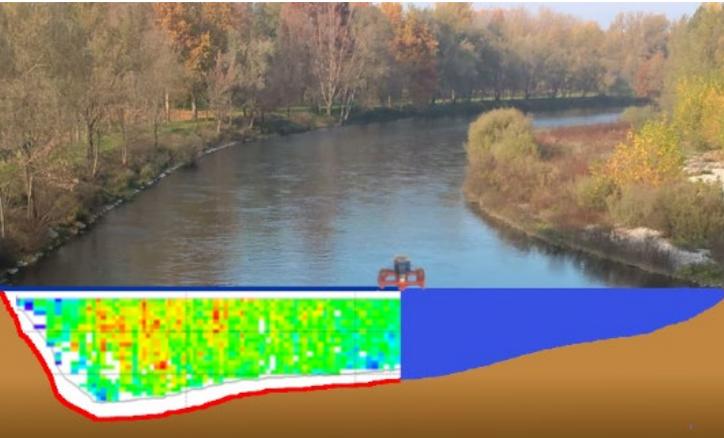
### Water Velocity Profiling

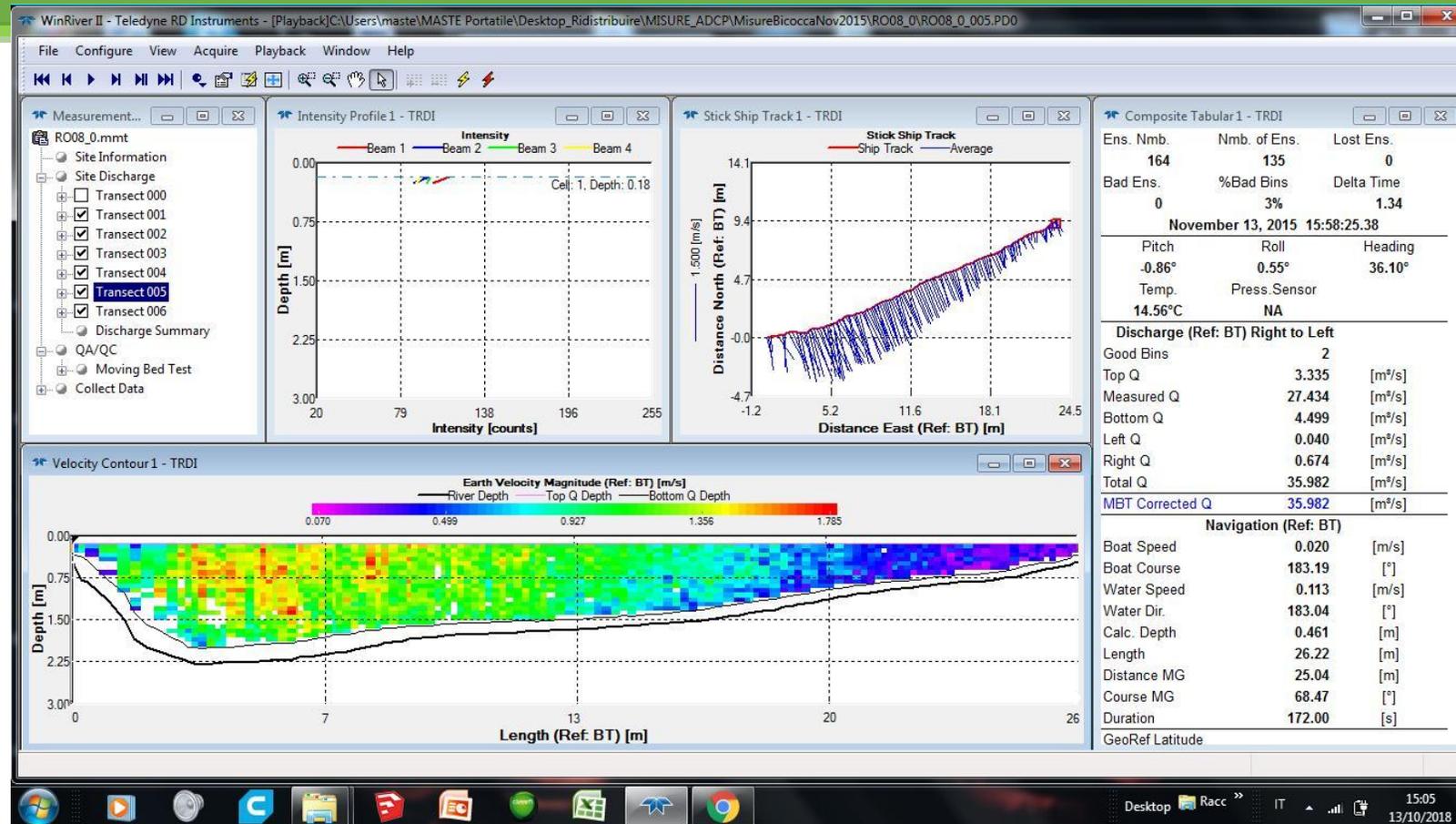
Profiling range	0.1m to 2m standard or 6m with upgrade
Velocity range	±5m/s
Accuracy	±1% of water velocity relative to ADCP, ±2mm/s
Resolution	1mm/s
Number of cells	1–20 standard or 1–30 with upgrade
Cell size	2cm to 10cm standard or 20cm with upgrade
Data output rate	1Hz



Stream Pro ADCP Guide - P/N 95B-6003-00 (September 2015)







Ens. Numb.	Nmb. of Ens.	Lost Ens.
164	135	0
Bad Ens.	%Bad Bins	Delta Time
0	3%	1.34
November 13, 2015 15:58:25.38		
Pitch	Roll	Heading
-0.86°	0.55°	36.10°
Temp.	Press. Sensor	
14.56°C	NA	
Discharge (Ref: BT) Right to Left		
Good Bins	2	
Top Q	3.335	[m³/s]
Measured Q	27.434	[m³/s]
Bottom Q	4.499	[m³/s]
Left Q	0.040	[m³/s]
Right Q	0.674	[m³/s]
Total Q	35.982	[m³/s]
MBT Corrected Q	35.982	[m³/s]
Navigation (Ref: BT)		
Boat Speed	0.020	[m/s]
Boat Course	183.19	[°]
Water Speed	0.113	[m/s]
Water Dir.	183.04	[°]
Calc. Depth	0.461	[m]
Length	26.22	[m]
Distance MG	25.04	[m]
Course MG	68.47	[°]
Duration	172.00	[s]
GeoRef Latitude		

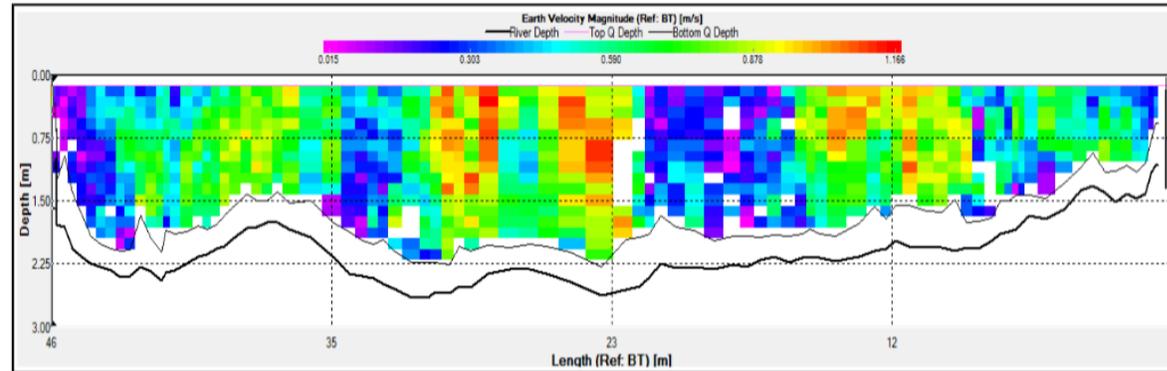
Transect	Start Bank	# Ens.	Start Time	Total Q m³/s	Delta Q %
RO08001	Right	104	15:36:07	35.877	2.34
RO08002	Left	114	15:39:18	35.100	0.12
RO08003	Right	116	15:42:42	34.517	-1.54
RO08004	Left	122	15:45:49	34.348	-2.02
RO08005	Right	135	15:55:33	35.982	2.64
RO08006	Left	126	15:59:17	34.515	-1.54
<b>Average</b>		<b>119</b>		<b>35.057</b>	<b>0.00</b>

**GOOD MEASUREMENT**  
 average of  
 minimum 4 measurements with  
 Delta Q% < ±5%  
**35,057 m³/s**

# Misura di portata/velocità tramite metodo doppler, da ponte

Codice SEZIONE	QOg01
Nome SEZIONE	Oglio - Palazzolo
DATA	13/11/2015
ORA inizio	12:20
CAMPAGNA	Autunno 2015
STRUMENTO	ADCP StreamPro

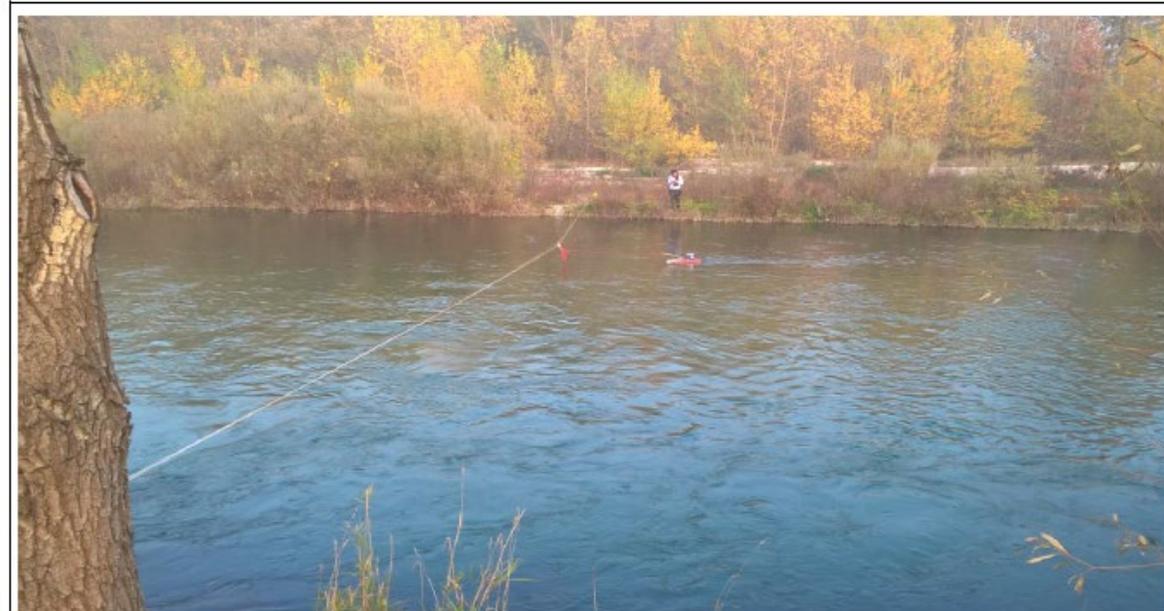
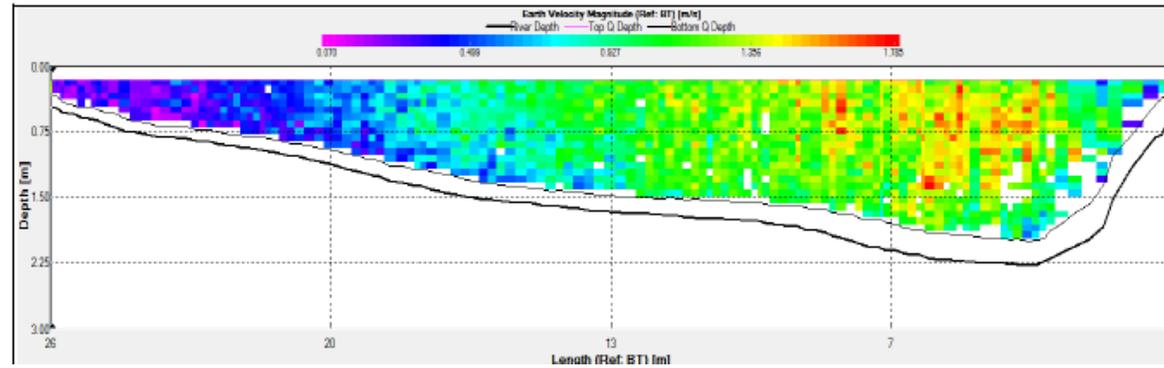
Portata misurata	Q	41,893	[m <sup>3</sup> /sec]
Velocità media	U	0,543	[m/sec]
Tirante max	h max	2,65	[m]



# Misura di portata/velocità tramite metodo doppler, da ponte

Codice SEZIONE	QOg02
Nome SEZIONE	Oglio - Orzinuovi/Soncino
DATA	13/11/2015
ORA inizio	15:30
CAMPAGNA	Autunno 2015
STRUMENTO	ADCP StreamPro

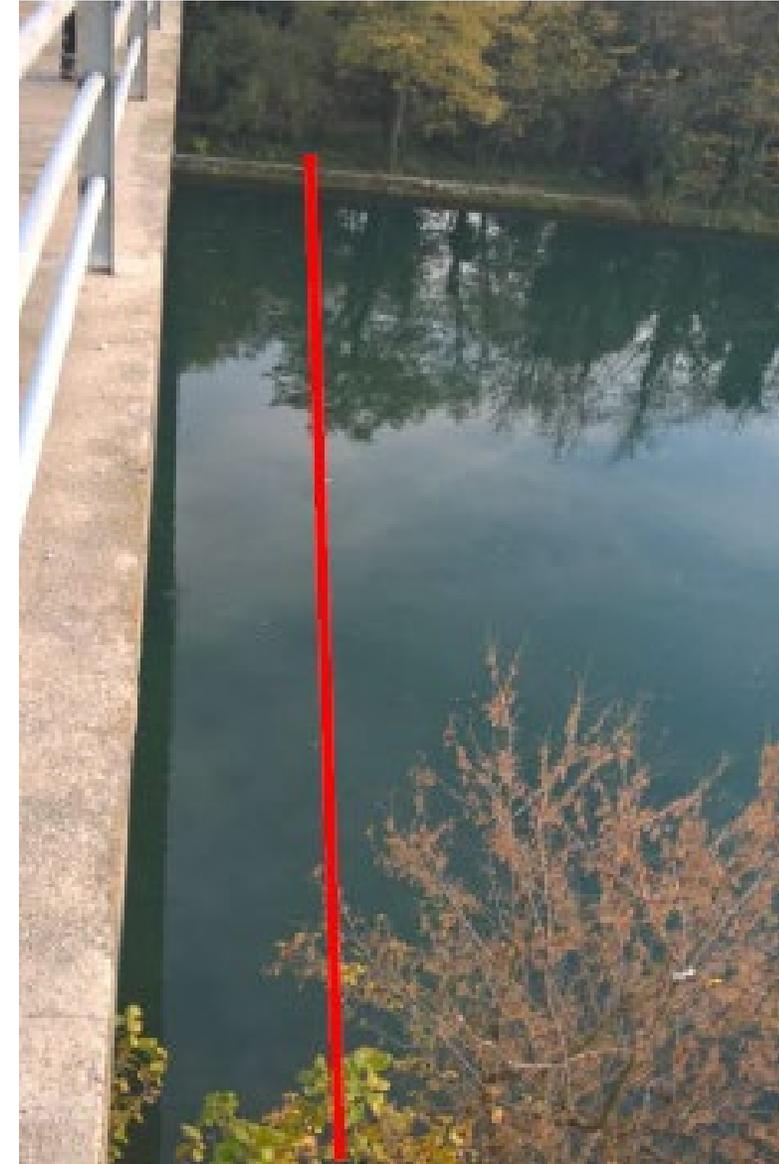
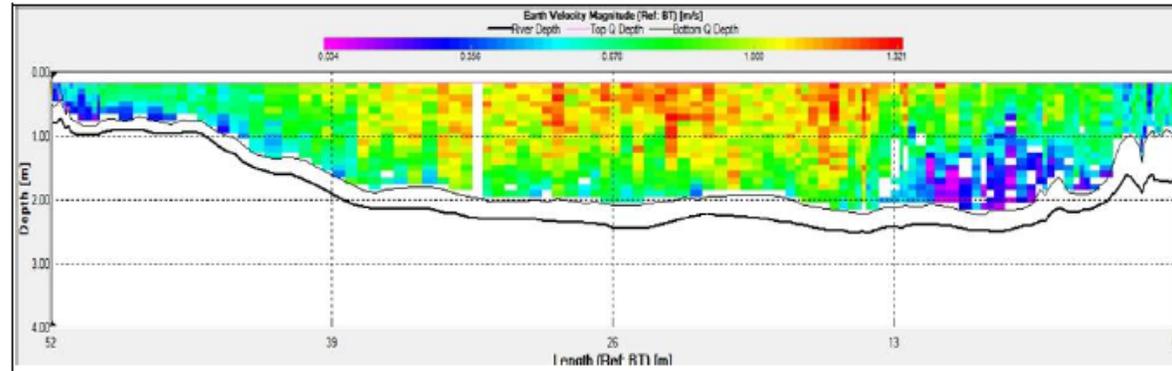
Portata misurata	Q	35,059	[m <sup>3</sup> /sec]
Velocità media	U	0,907	[m/sec]
Tirante max	h max	2,28	[m]



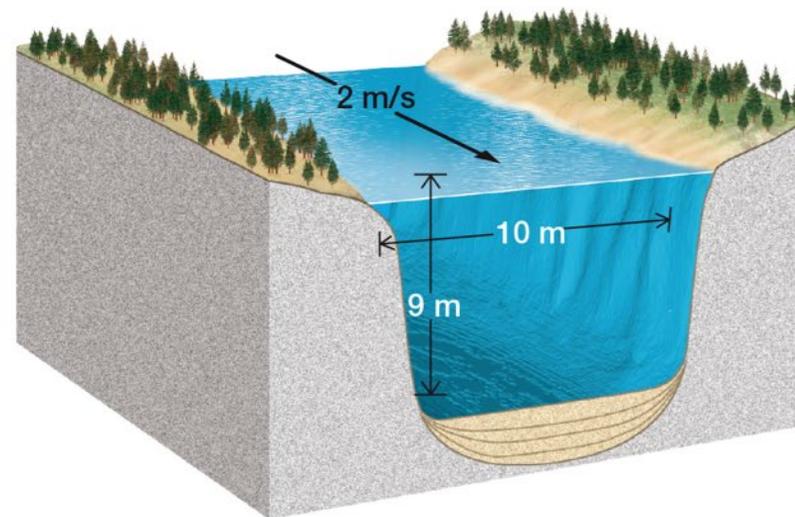
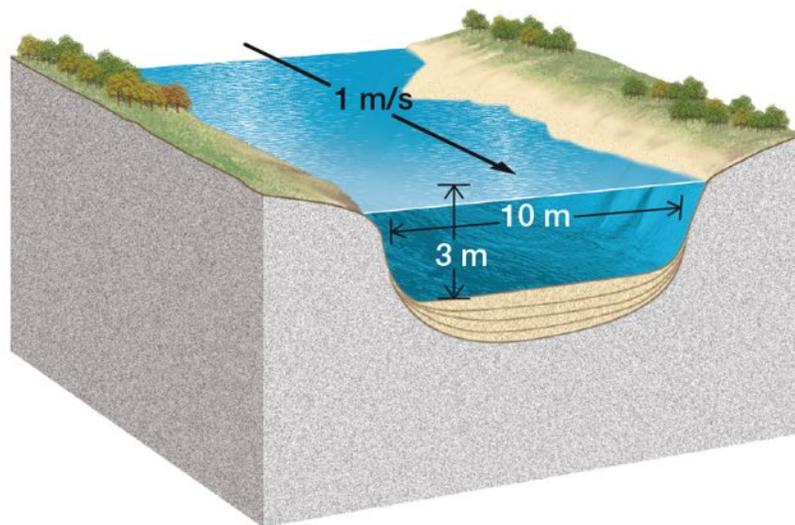
# Misura di portata/velocità tramite metodo doppler, da ponte

Codice SEZIONE	QOg04
Nome SEZIONE	Oglio - Binanuova/Seniga
DATA	14/11/2015
ORA inizio	13:15
CAMPAGNA	Autunno 2015
STRUMENTO	ADCP StreamPro

Portata misurata	Q	74,451	[m <sup>3</sup> /sec]
Velocità media	U	0,755	[m/sec]
Tirante max	h max	2,50	[m]



# Calcolo di portata



Calcolare la portata nei due casi

# Idrogramma

L'idrogramma è la rappresentazione grafica dell'andamento della **portata** nel **tempo**.

La portata si esprime normalmente in  $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$  ovvero un *volume* diviso un *tempo*:

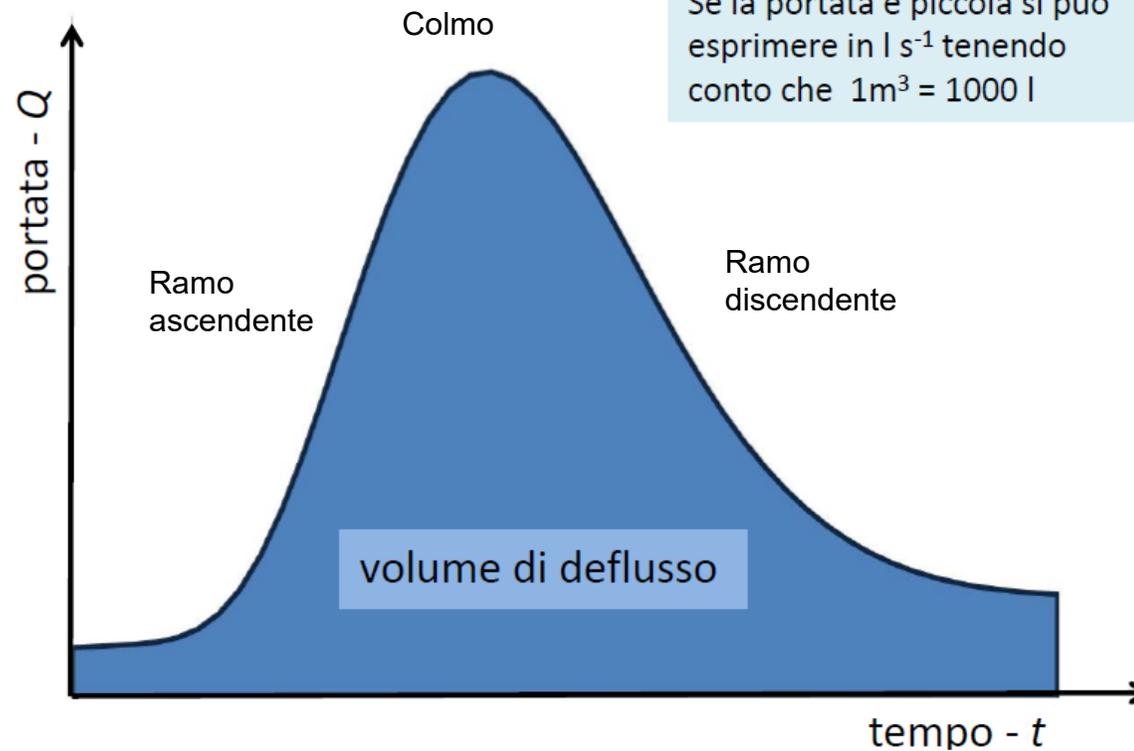
$$Q = \frac{dV}{dt}$$

ne consegue che il volume del deflusso corrisponde all'integrale della portata, ovvero all'area sottesa dalla curva dell'idrogramma:

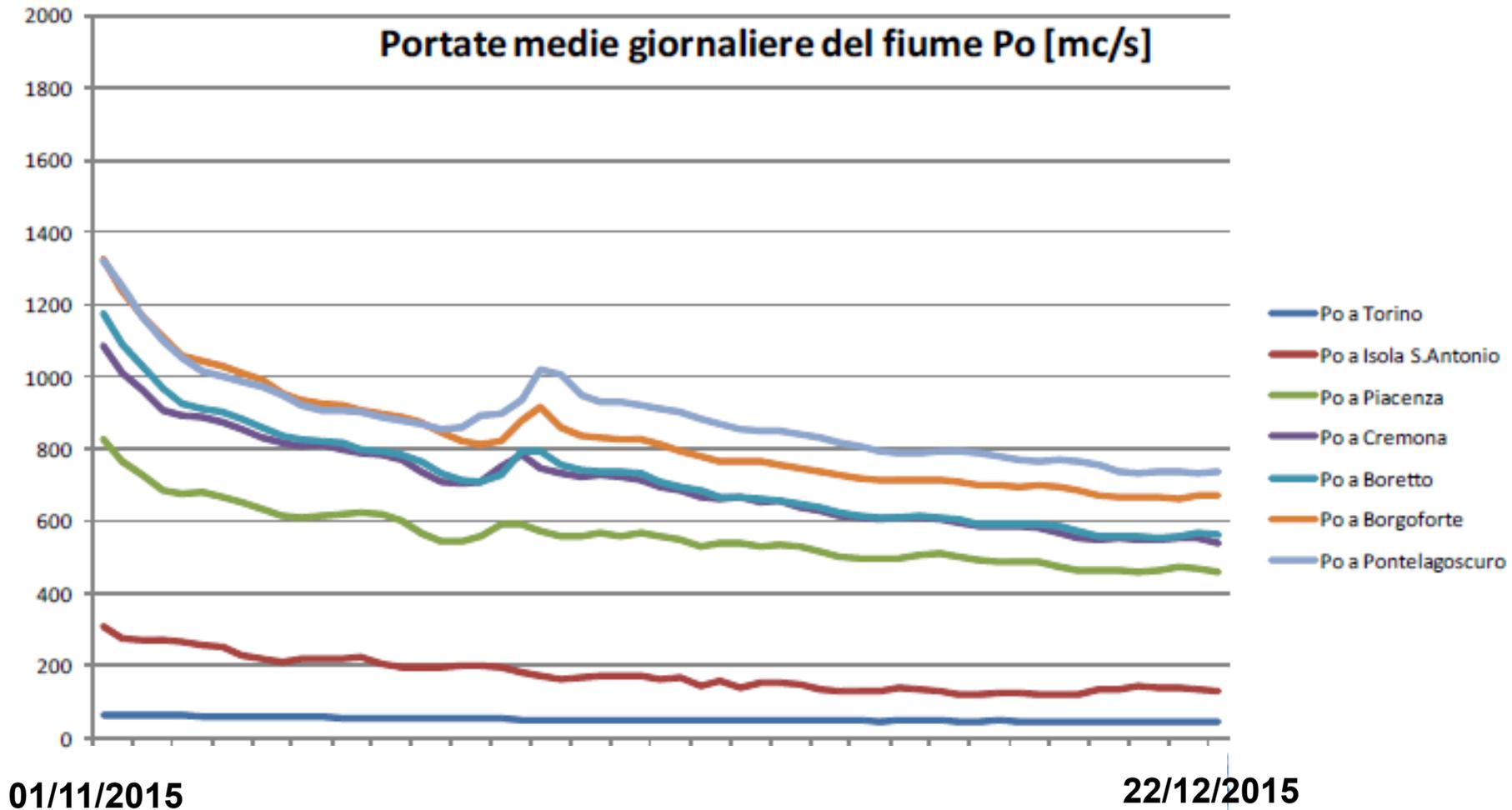
$$V = \int_0^t Q dt$$

Il volume di deflusso così calcolato risulta in  $\text{m}^3$ , tuttavia normalmente viene espresso in mm dividendolo per la superficie del bacino A:

$$V_{[mm]} = 10^{-3} \frac{V_{[m^3]}}{A_{[km^2]}}$$

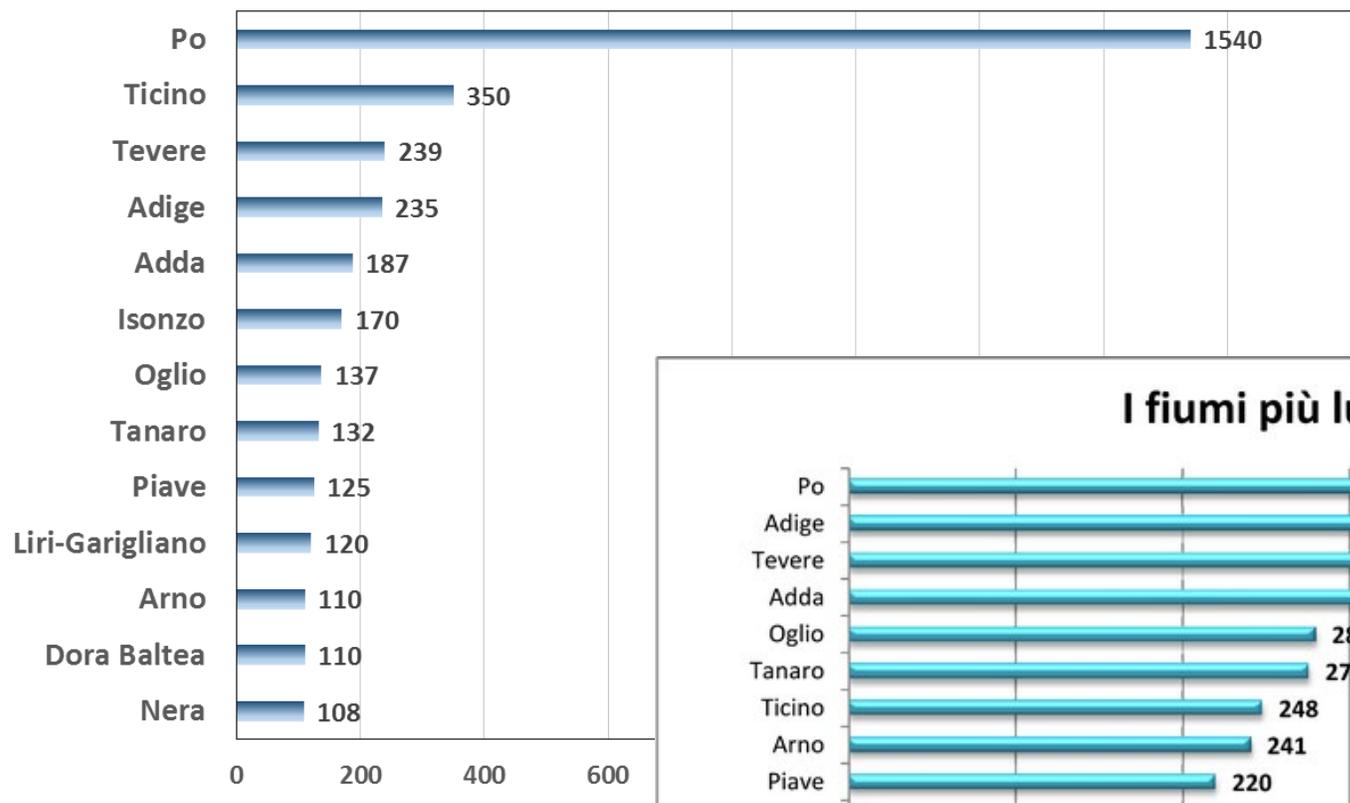


# Idrogramma mensile del Po nov-dic 2015

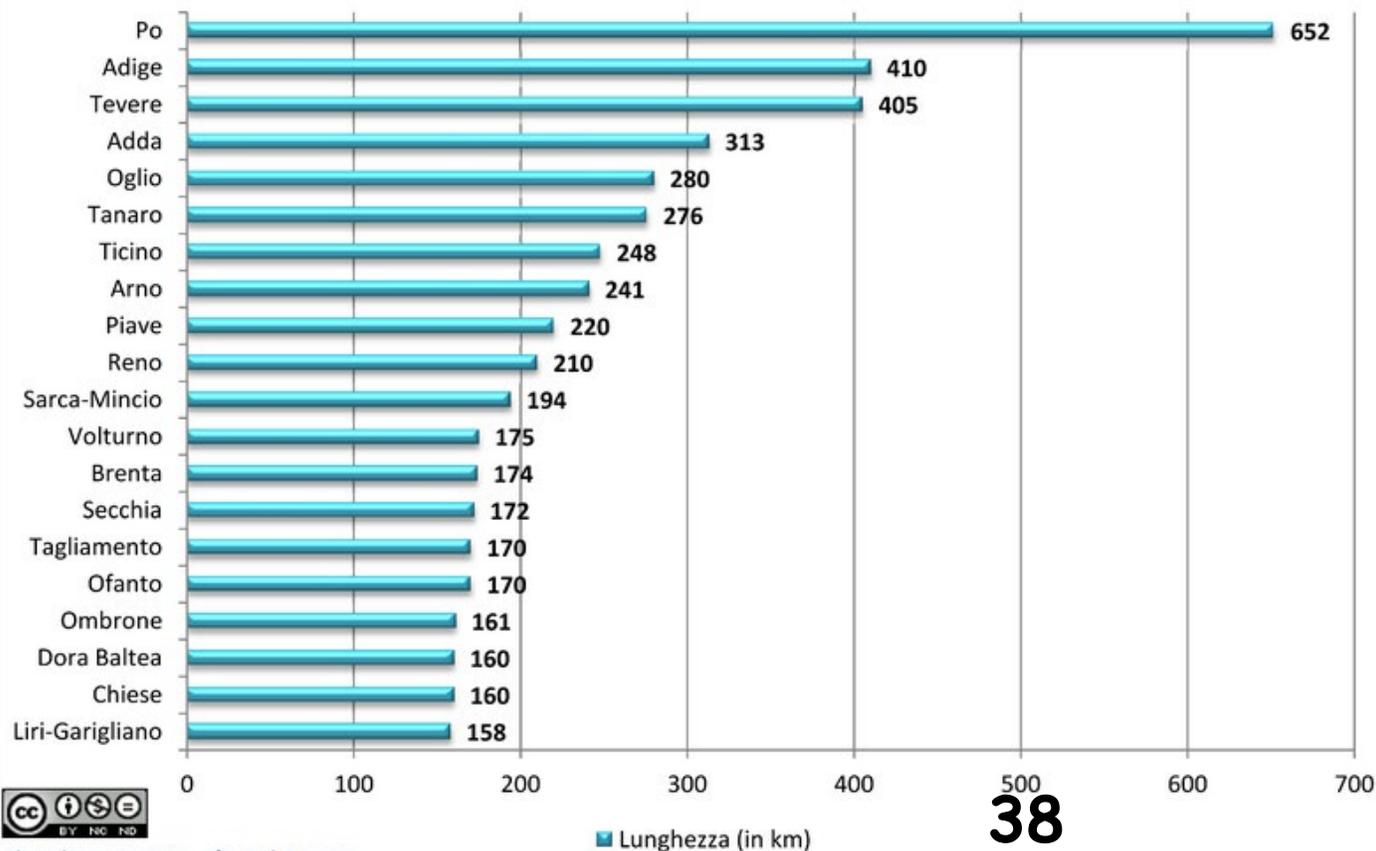


Un dicembre anomalo con temperature miti, assenza di precipitazioni e segnali di siccità. Non pioveva così poco dal dicembre del 1989.

## I fiumi italiani in ordine di PORTATA mc/s



## I fiumi più lunghi d'Italia



# Tempo di ritorno

La NOAA, National Center for Environmental Information l'ente governativo statunitense di indirizzo meteo-climatico, definisce il **TEMPO DI RITORNO** come un modo statistico di esprimere **la probabilità di qualcosa che accade in un dato anno.**

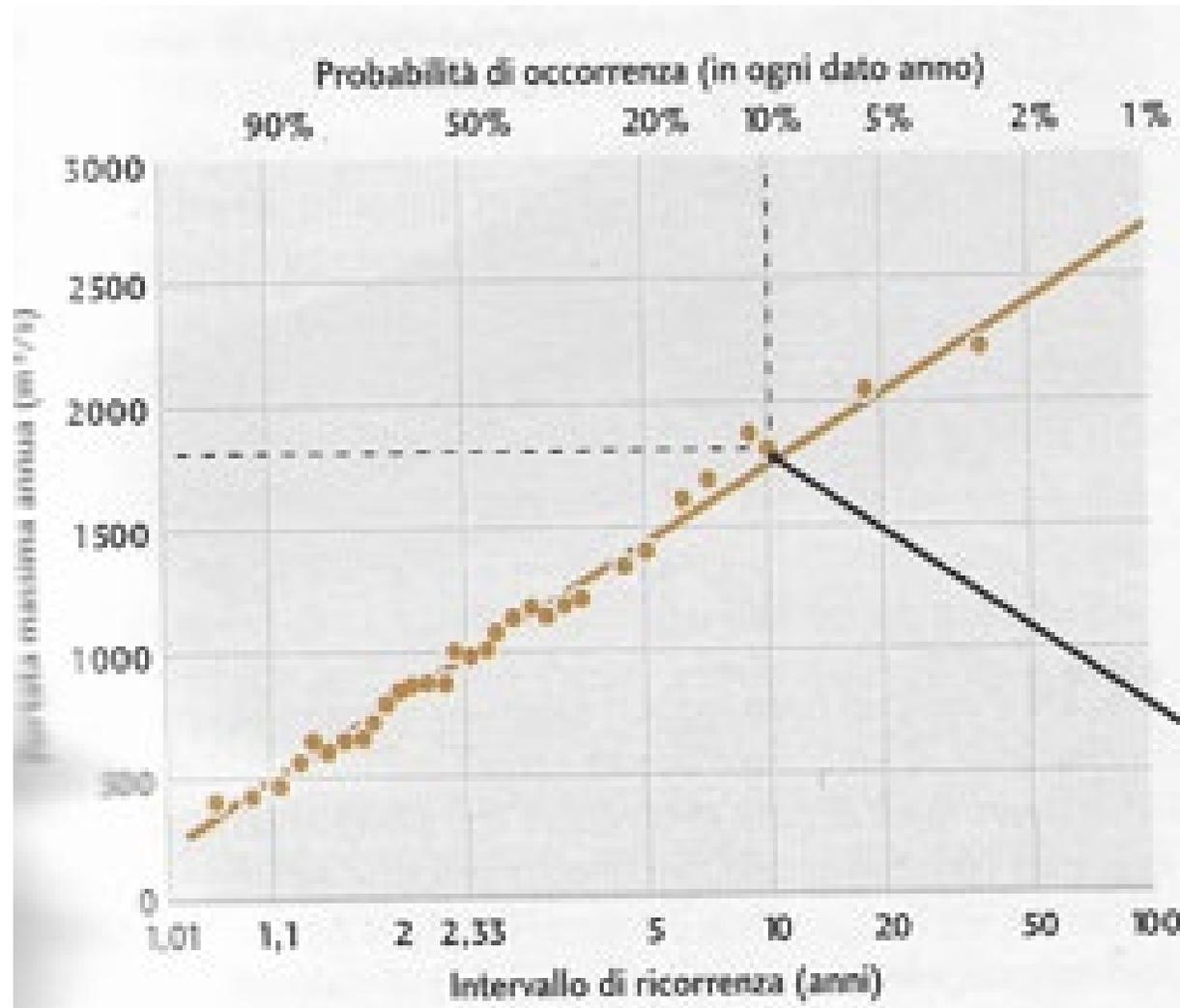
A titolo di esempio, una tempesta, una alluvione, una rovinosa siccità con tempo di ritorno pari a 100 anni ha l'1% (= 1 probabilità su 100) di accadere in QUALSIASI momento.

Un evento con tempo di ritorno pari a 500 anni ha lo 0,2% (= 1 probabilità su 500) di accadere in QUALSIASI momento.

Il termine «alluvione con tempo di ritorno di 100 anni" NON significa che un'inondazione di quelle dimensioni si verifica solo una volta ogni cento anni, solo che la probabilità di un'inondazione di tale dimensione è molto bassa.

Un evento "millenario" può benissimo verificarsi due anni di seguito, poi mai più per 2000 anni.

# Tempo di ritorno



**14.12** Curva di frequenza delle piene annuali dello Skykomish River presso Gold Bar, Washington (USA). Questa curva indica la probabilità che, in un determinato anno, avvenga una piena con una certa portata (ed eventualmente un'inondazione di un dato livello). [Secondo T. Dunne e L.B. Leopold, *Water in Environmental Planning* (San Francisco: W.H. Freeman, 1978).]

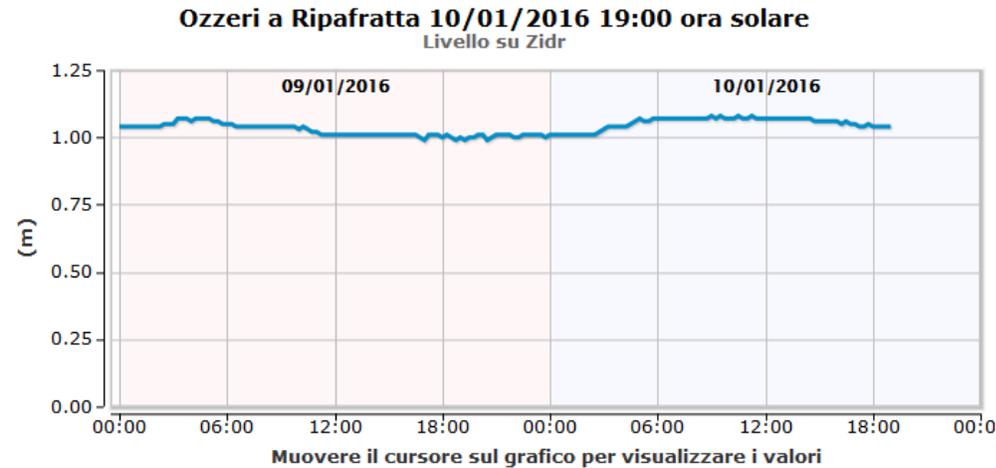
Una piena di  $1800 m^3/s$  ha un tempo di ritorno di circa 10 anni; ciò significa che, in un qualunque anno, la probabilità che una piena di questa portata si verifichi è del 10%.

# Altezza idrometrica

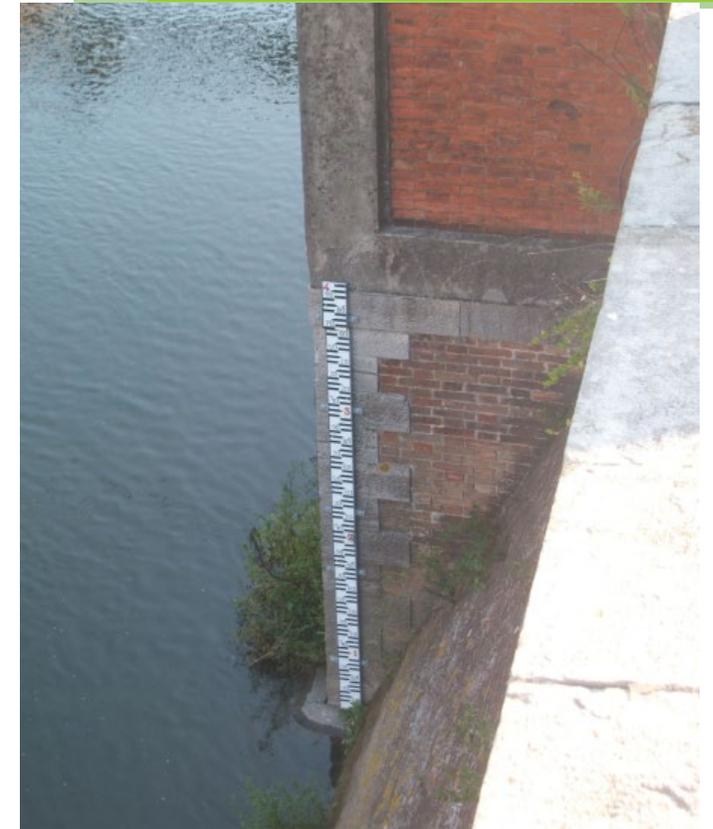
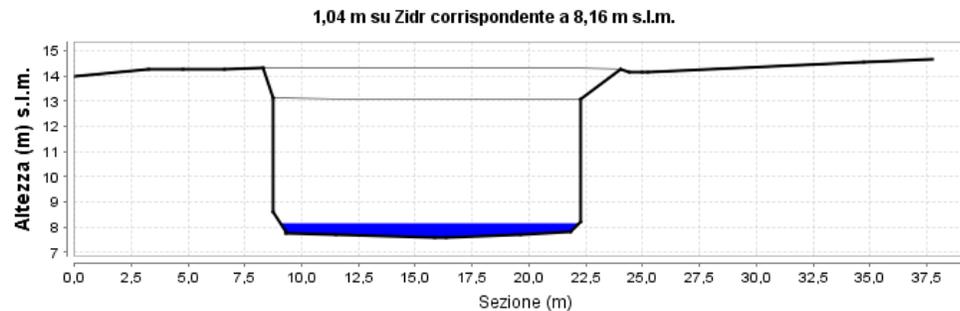
Parametri di flusso

TIPOLOGIA DI FLUSSO
PORTATA
VELOCITA'
COEFF. DEFLUSSO
ALTEZZA IDROMETRICA
REGIME

Il **livello o altezza idrometrica** rappresenta il livello del pelo libero dell'acqua, misurato rispetto ad un determinato riferimento, corrispondente ad una certa portata.



[Passa alla visualizzazione classica](#)



# Altezza idrometrica

Parametri di flusso

TIPOLOGIA DI FLUSSO
PORTATA
VELOCITA'
COEFF. DEFLUSSO
ALTEZZA IDROMETRICA
REGIME



L'idrometro più semplice è l'**asta idrometrica**.

Asta graduata, solidamente fissata alla spalla di un ponte o ad un muro di protezione, lunga abbastanza da restare immersa in acqua anche quando il livello è eccezionalmente basso e visibile anche quando è eccezionalmente alto.

La lettura delle aste idrometriche si fa generalmente ad ora fissa (una volta al giorno - in Italia a mezzogiorno)

In linea di principio, lo **zero dell'idrometro** dovrebbe trovarsi ad una quota tale che le misure di livello siano sempre positive, anche nel caso delle magre più eccezionali. Quando ciò non succede la parte della scala che resta al di sotto dello zero è graduata, come è naturale, con valori negativi.

In ogni caso si prende sempre nota della quota dello zero idrometrico rispetto ad un caposaldo topografico posto al sicuro dalle piene, così che in caso di distruzione dell'idrometro si possa provvedere alla sua sostituzione senza dover determinare di nuovo la scala delle portate.

# Altezza idrometrica

## Parametri di flusso

TIPOLOGIA DI FLUSSO
PORTATA
VELOCITA'
COEFF. DEFLUSSO
ALTEZZA IDROMETRICA
REGIME

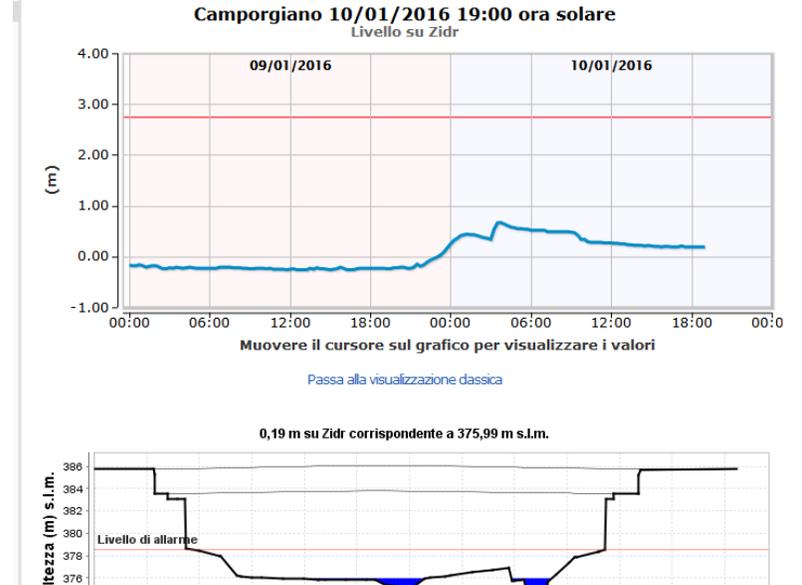
## Caratteristiche idrometro

[Link di ritorno al grafico dell'idrometro.](#)



<b>Stazione idrometrica:</b>	Fiume Serchio a Camporgiano
<b>Località:</b>	Nuovo ponte Strada Provinciale
<b>Comune:</b>	Camporgiano
<b>Provincia:</b>	Lucca
<b>Tipo di sensore:</b>	Idrometro a ultrasuoni in telemisura
<b>Coordinate GB(32):</b>	N 4890850 - E 1607043
<b>Posizione:</b>	In destra idrografica del ponte nella sezione filo-monte
<b>Quota idrometrico:</b>	zero 375.8 (m s.l.m.)
<b>Note:</b>	Asta idrometrica di riferimento localizzata divisa in due parti e localizzata in prossimità della spalla destra del ponte

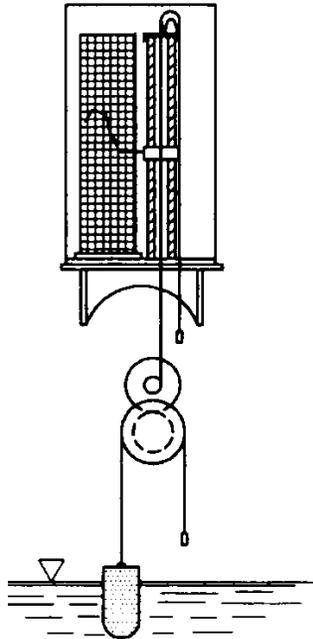
## Stazione idrometrica Camporgiano



# Altezza idrometrica

## Parametri di flusso

TIPOLOGIA DI FLUSSO
PORTATA
VELOCITA'
COEFF. DEFLUSSO
ALTEZZA IDROMETRICA
REGIME



Quando la registrazione dei livelli deve essere continua si utilizzano degli strumenti automatici, di nome **idrometrografi**. Questi strumenti differiscono fra loro sia per il principio su cui si basa l'organo di rilevamento vero e proprio (sensore di livello), che produce un segnale variabile al variare del livello, sia per il tipo di apparecchio utilizzato per registrare le misure.

In figura è descritto l'**idrometrografo a galleggiante**.

Le escursioni del livello del pelo libero fanno salire e scendere il galleggiante e il filo, mantenuto in tensione dal contrappeso, si muove facendo ruotare la puleggia. Questa trasmette la rotazione ad un secondo filo, al quale è fissato un equipaggio mobile, che porta una punta scrivente che può scorrere su guide verticali. La punta scrivente lascia una traccia su una carta avvolta intorno ad un tamburo ad asse verticale, tenuto in lenta rotazione da un meccanismo ad orologeria.

# Altezza idrometrica – misura indiretta

Parametri di flusso

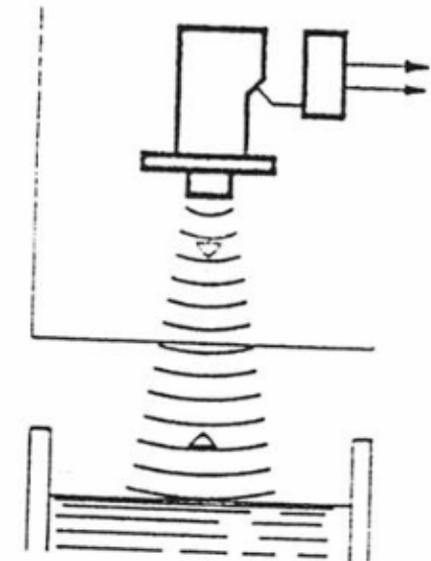
TIPOLOGIA DI FLUSSO
PORTATA
VELOCITA'
COEFF. DEFLUSSO
ALTEZZA IDROMETRICA
REGIME

## Misure ad ultrasuoni della distanza dell'acqua

Il principio di funzionamento è basato su di un trasduttore a ultrasuoni che trasmette un impulso verso la superficie da misurare (la superficie liquida, in questo caso) e rileva l'eco riflessa risultante.

Il tempo intercorso fra l'impulso trasmesso e l'eco ricevuta è convertito in una distanza.

Il sensore deve essere compensato in temperatura, in quanto la celerità di propagazione del segnale acustico in aria dipende, fra l'altro, dalla temperatura.



# Misura dei livelli idrometrici e stima delle portate

Le misure dirette di portata sono decisamente onerose, con notevole impiego di attrezzatura e di personale.

Il problema dell'osservazione delle portate dei corsi d'acqua si risolve quindi facendo ricorso a misure indirette: **si misura il livello idrometrico e da questo si stima, sulla base di una relazione fra livelli e portate, il dato di portata.**

In realtà, la portata che attraversa una data sezione di un corso d'acqua in un certo istante è funzione di:

- area della sezione bagnata;
- velocità media sulla sezione (funzione a sua volta della perdita specifica di energia).

Per i corsi d'acqua naturali, risulta del tutto lecito approssimare la pendenza della linea dei carichi totali con quella del pelo libero.

Allora, la portata di un corso d'acqua è funzione di:

- livello idrometrico
- pendenza del pelo libero nella sezione (questo vale a condizione che l'alveo non subisca nel tempo modifiche di alcun genere, né di alveo né di scabrezza).

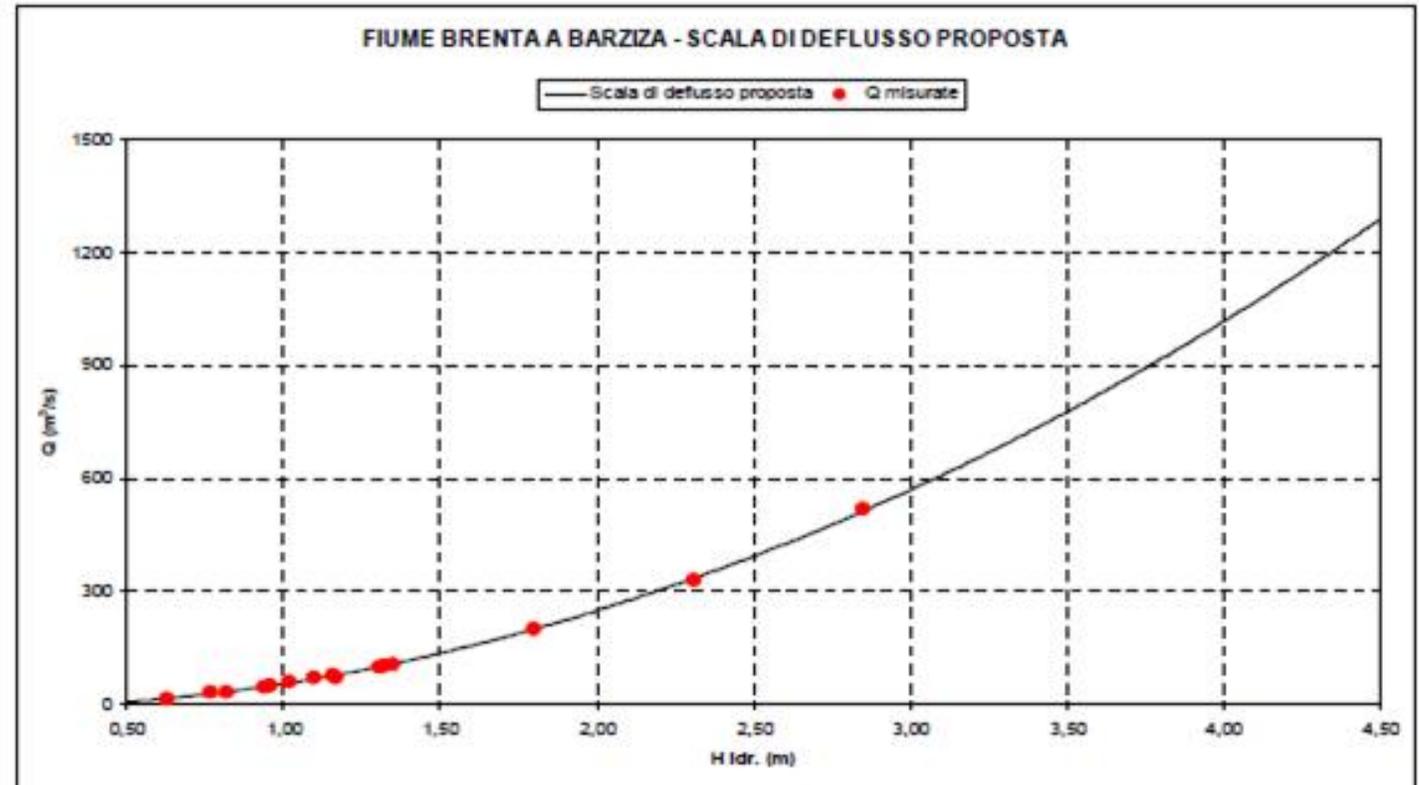
# Relazione tra livelli idrometrici e portate : SCALA DELLE PORTATE O DEI DEFLUSSI

Si assume che per una data sezione di un corso d'acqua esista una relazione biunivoca tra portate e livelli (**scala delle portate**), che permette di trasformare le osservazioni di altezza d'acqua in osservazioni di portata.

Su queste assunzioni si basa il rilevamento sistematico delle portate dei corsi d'acqua naturali.

**RIFERITA AD UNA CERTA SEZIONE**

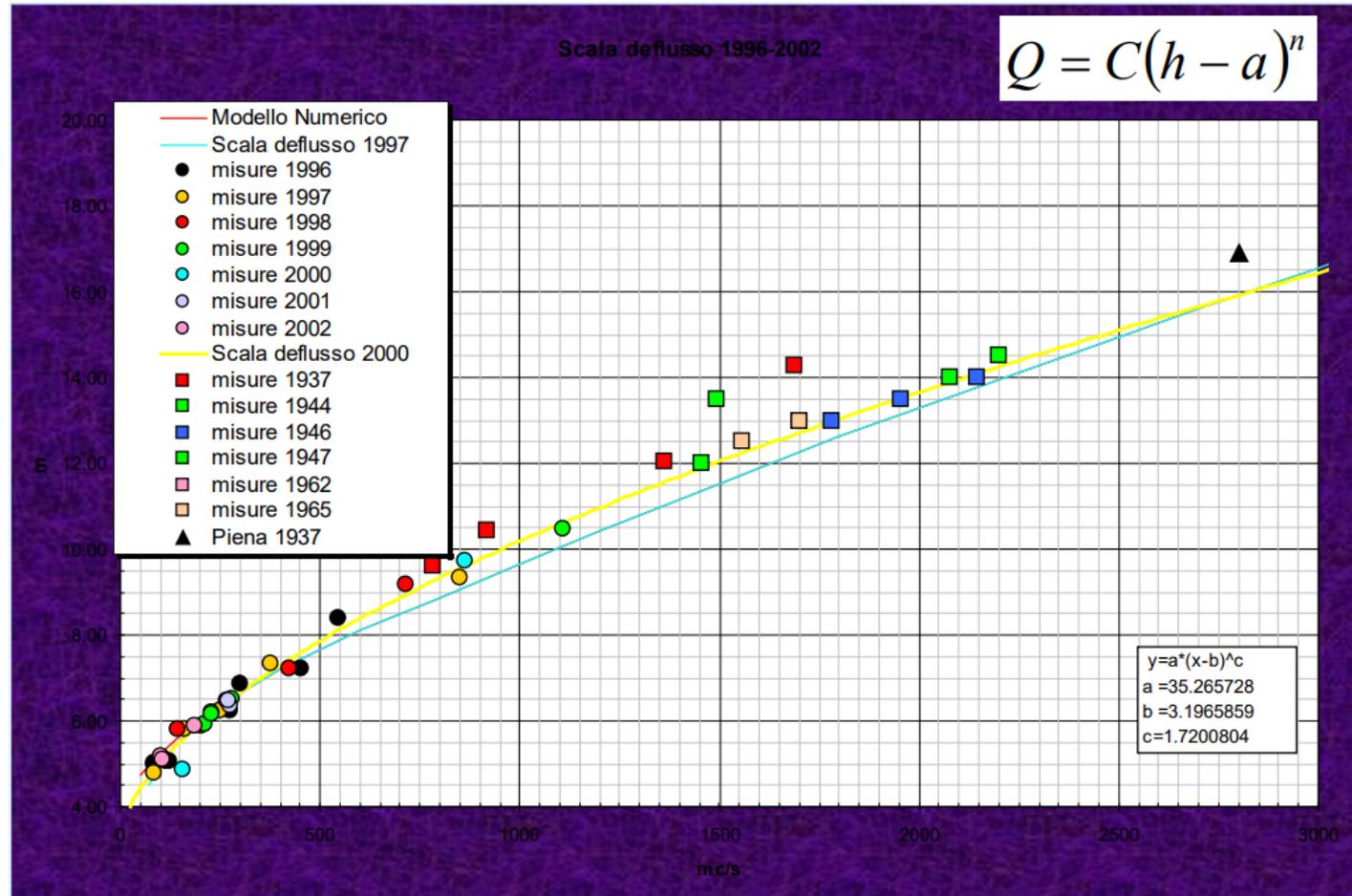
**PUO' CAMBIARE NEL TEMPO**





## Scala di deflusso del Tevere a Roma (Ripetta/Porta Portese)

1996-2002



# Regimi fluviali- regimi di DEFLUSSO

Parametri di flusso

TIPOLOGIA DI FLUSSO
PORTATA
VELOCITA'
COEFF. DEFLUSSO
ALTEZZA IDROMETRICA
REGIME

Il **regime** indica le variazioni di portata nel corso dell'anno in un fiume e dipende dal tipo di alimentazione del fiume, dalla distribuzione delle precipitazioni nell'arco dell'anno e dalla struttura geologica del terreno.

## E' IL CONFRONTO TRA AFFLUSSI E DEFLUSSI

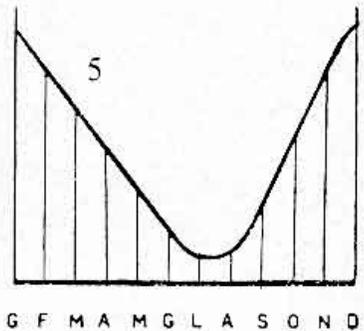
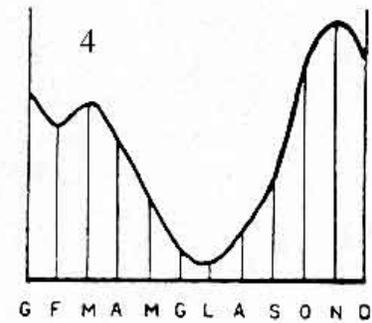
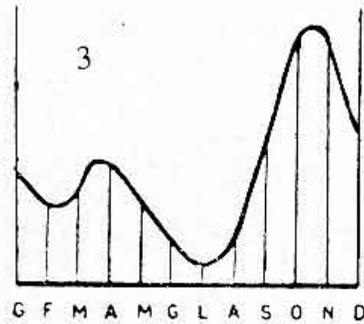
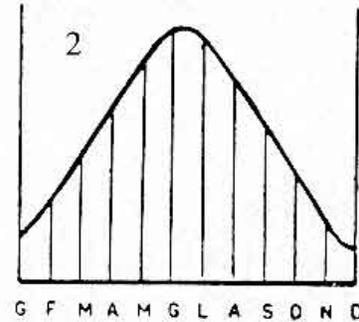
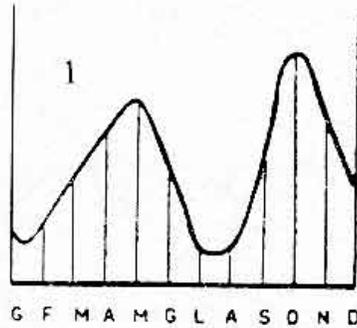
Distinguiamo alcuni **regimi fluviali**, o regimi dei DEFLUSSI, dominati da:

- precipitazioni (liquide e solide) cioè dal **regime pluviometrico - AFFLUSSI**;
- temperatura (flussi evapotraspirativi);
- caratteristiche geomorfologiche;
- permeabilità.

Distinguiamo

1. Bacini glaciali
2. Bacini alpini (regime pluviometrico continentale o alpino)
3. Bacini appenninici, distinti a loro volta in
  - parzialmente permeabili
  - impermeabili
4. Bacini insulari

# Regime pluviometrico - AFFLUSSI



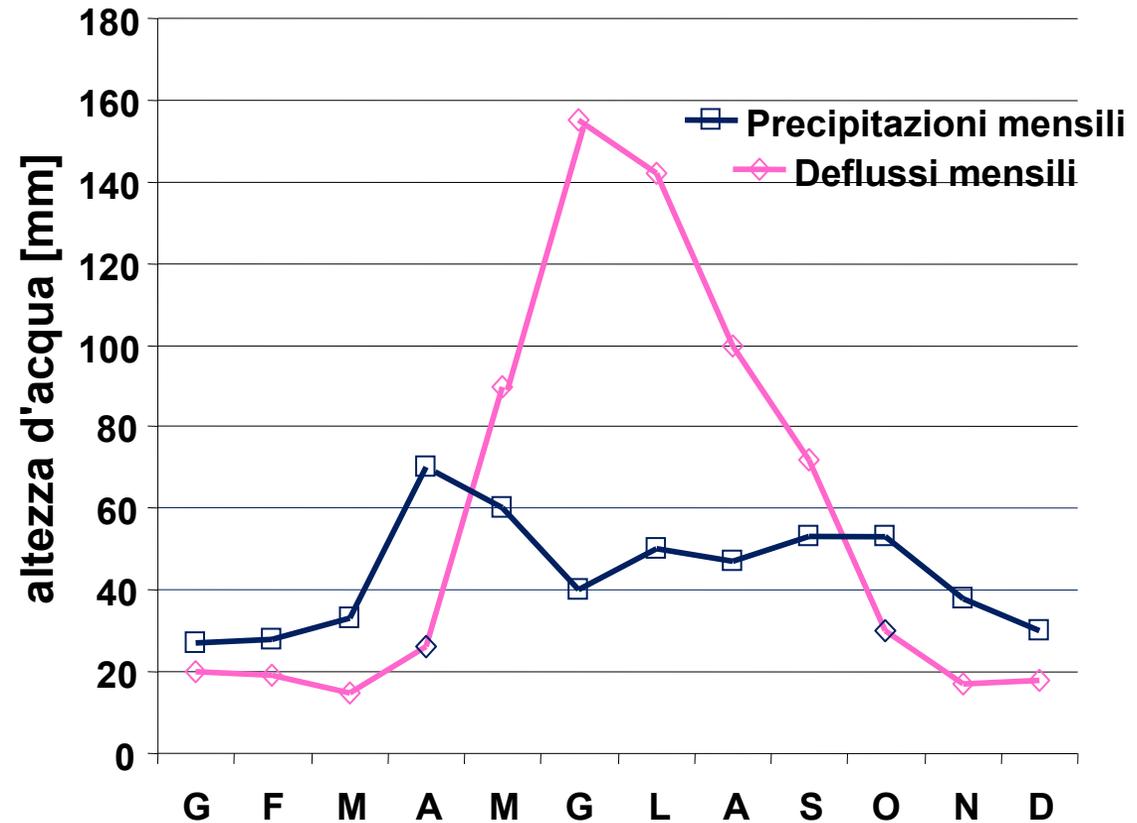
TIPI DI REGIME PLUVIOMETRICO  
IN ITALIA:

- 1 : Settentrione
- 2 : Zone alpine
- 3 : Versante adriatico
- 4 : Versante tirrenico e Sardegna
- 5 : Puglia, Lucania, Calabria e Sicilia

# Regimi fluviali: bacini glaciali

I bacini glaciali sono ricoperti in buona parte da ghiacciai.

Scarsa è la correlazione fra la curva dei deflussi e quella degli afflussi (perché sono importanti gli effetti di immagazzinamento dell'acqua nella coltre nivale)

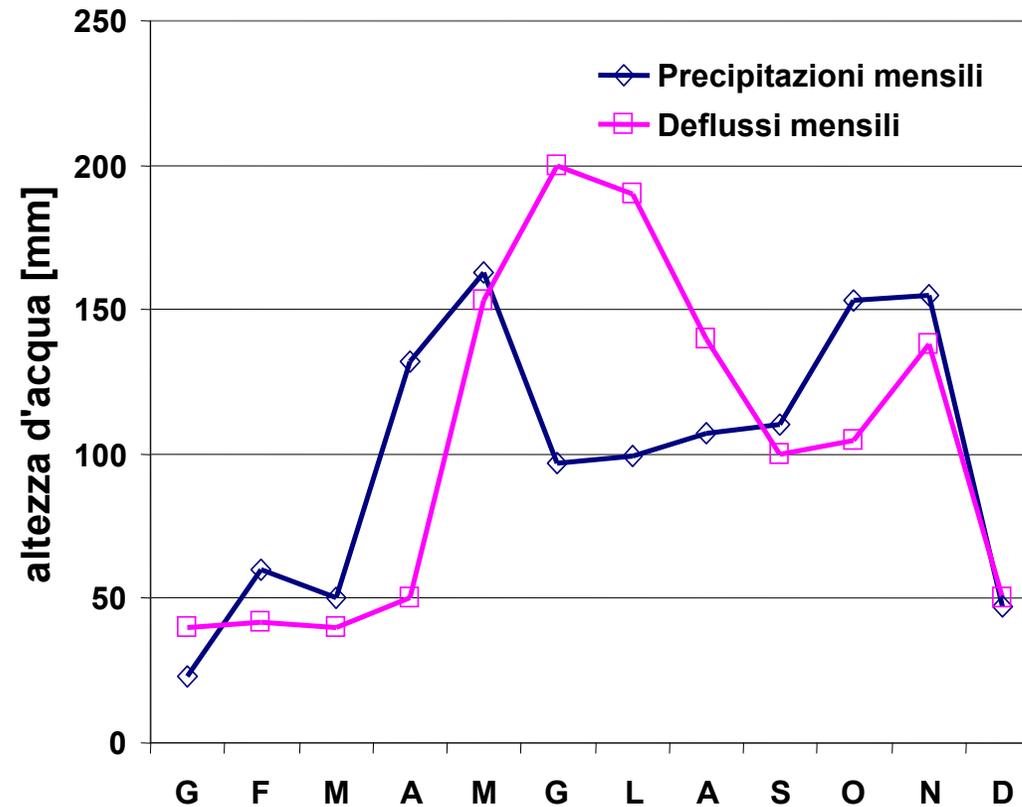


Il diagramma riporta il caso del bacino del Lys a Gressoney St Jean (90.6 km<sup>2</sup>)

# Regimi fluviali: bacini alpini

Nel caso dei bacini alpini, i deflussi presentano due massimi (principale in estate e secondario in autunno)

Fra la curva dei deflussi e quella degli afflussi si nota uno sfasamento: le precipitazioni nevose autunno-invernali si trasformano in deflussi durante la primavera-inizio estate.

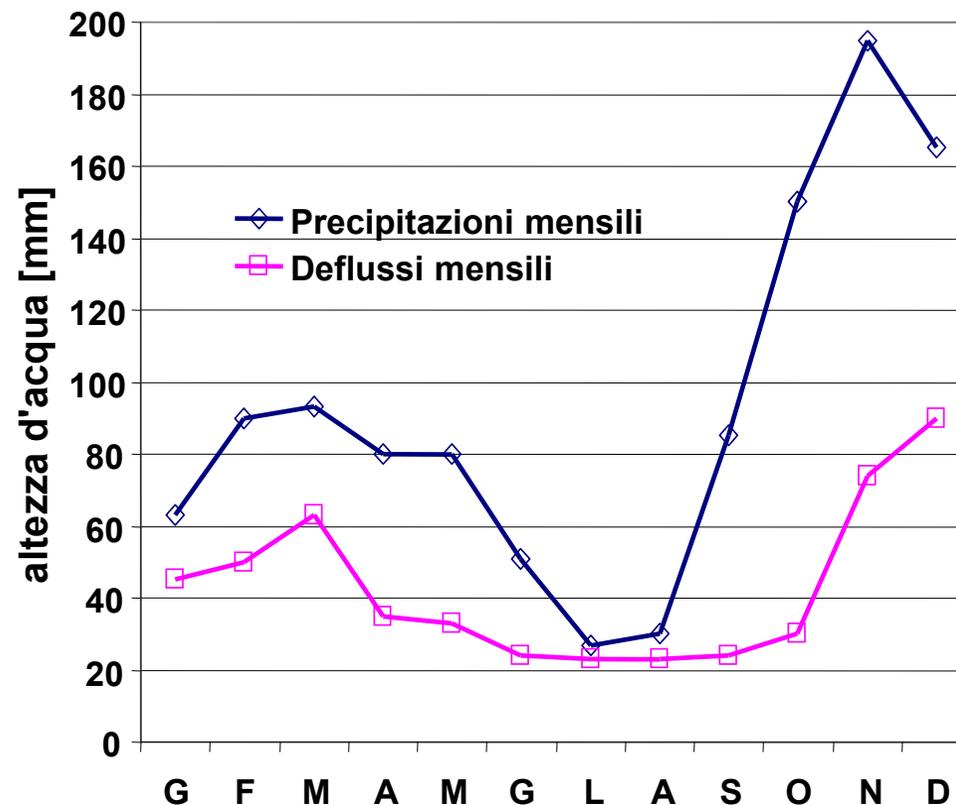


Caso di AOSTA

# Regimi fluviali: bacini appenninici semipermeabili

Il regime dei deflussi dipende in buona parte dal regime pluviometrico determinando un massimo dei deflussi in autunno o inverno.

La curva dei deflussi è notevolmente più regolare di quella degli afflussi. Tale regolarità è tanto più pronunciata quanto maggiore è l'area di bacino interessata da formazioni permeabili.



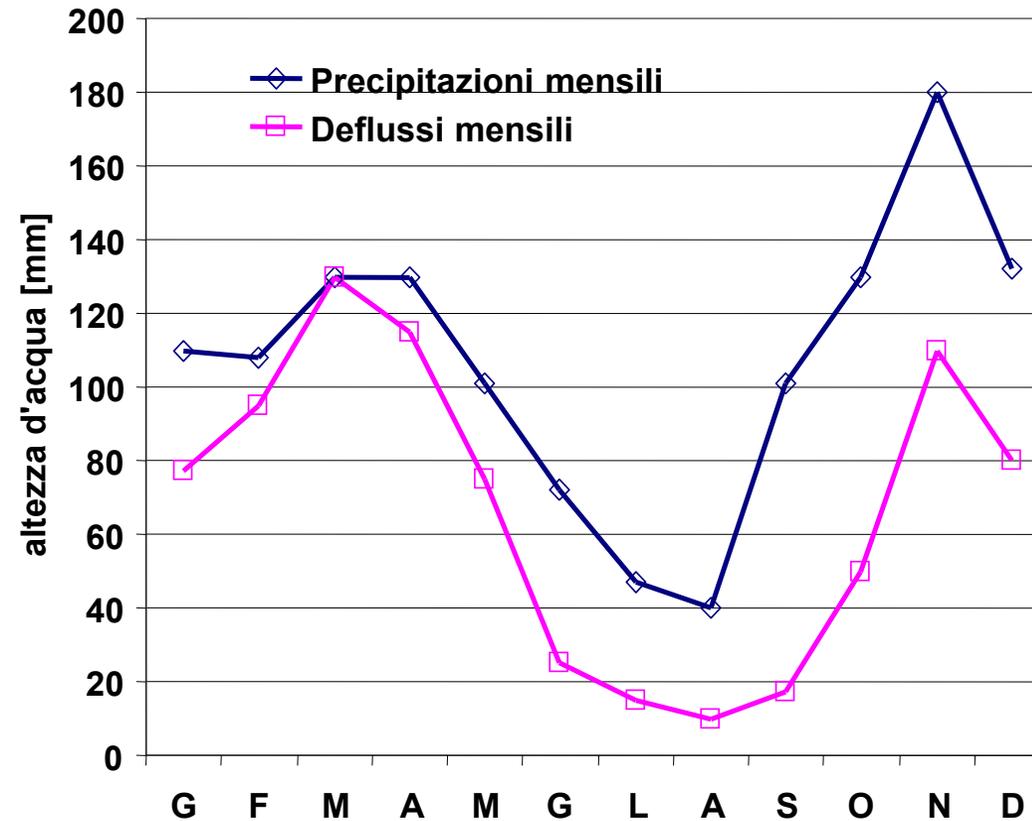
L'esempio di riferisce al Tevere a Ripetta.

# Regimi fluviali: bacini appenninici impermeabili

La curva dei deflussi è simile a quella degli afflussi.

Il minimo estivo è molto pronunciato.

In taluni bacini appenninici alle piogge primaverili si sommano i contributi di fusione nivale.



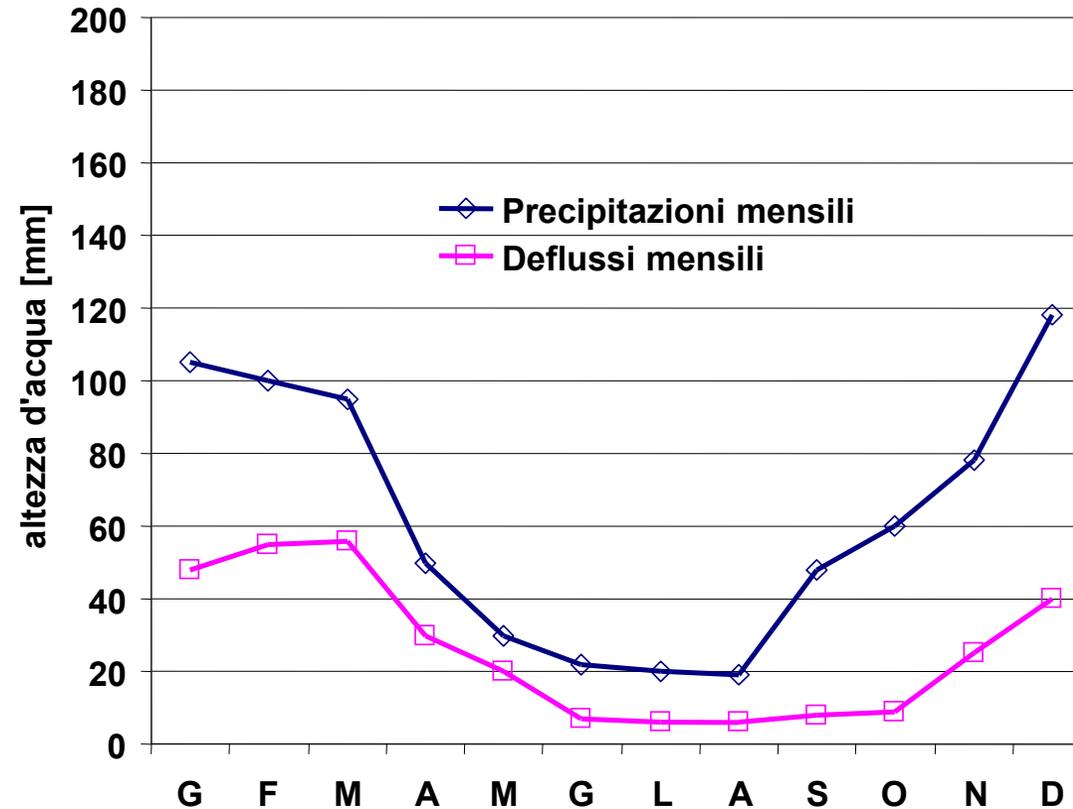
L'esempio di riferisce al Reno a Casalecchio (Bologna)

# Regimi fluviali: bacini insulari

Il regime pluviometrico è mediterraneo.

I deflussi registrano quindi magre estive e piene invernali-primaverili.

La curva dei deflussi è simile a quella degli afflussi.



L'esempio di riferisce al Simeto a Giarretta (Sicilia)