



Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale

5° Corso teorico-pratico di formazione

La Fauna Ittica dei Corsi d'Acqua

Metodi di campionamento ed analisi per la valutazione della qualità e la tutela delle risorse idriche

Castelnuovo Garfagnana (LU), 22-25 settembre 2009

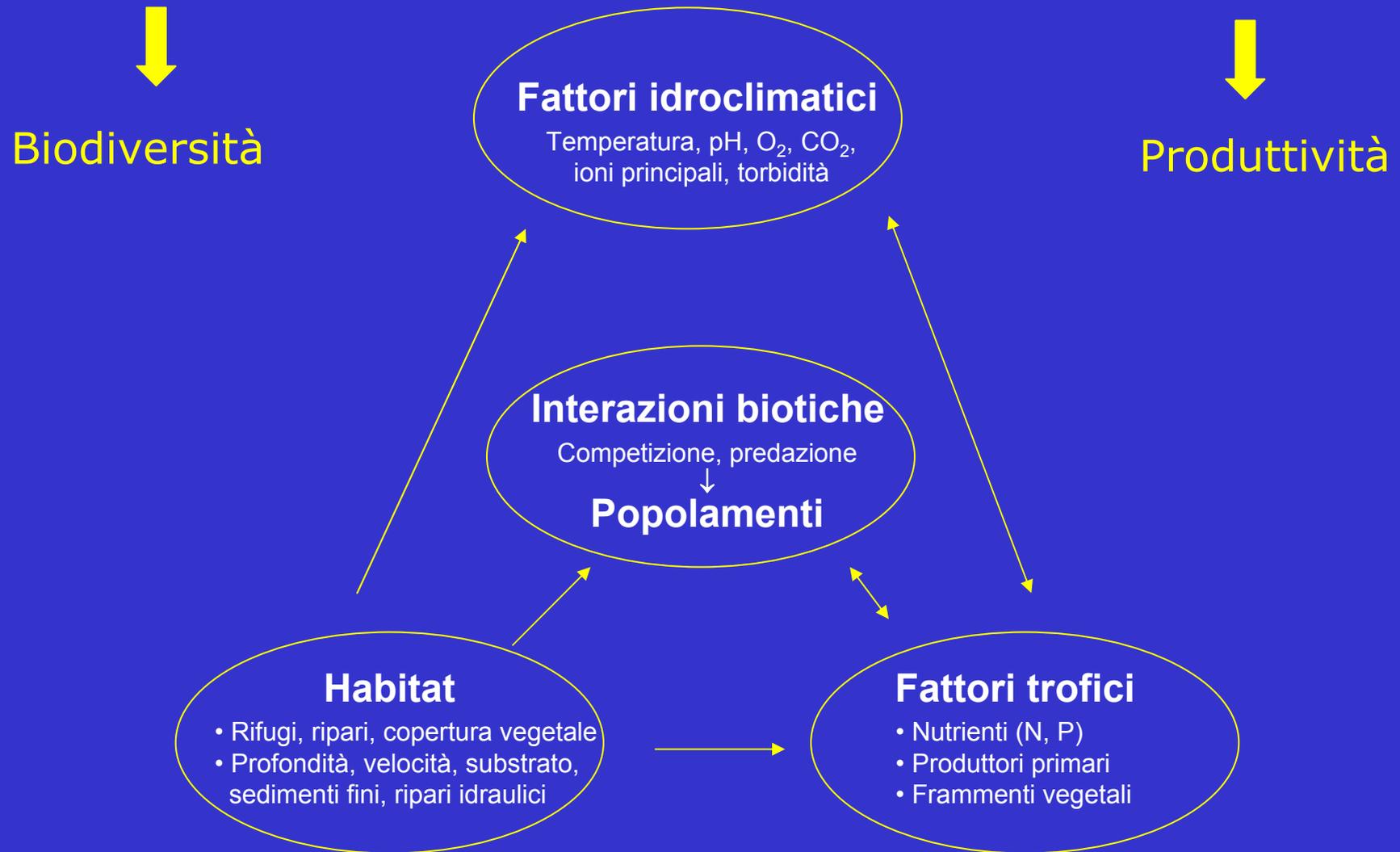
Introduzione all'ecologia fluviale

Gilberto N. Baldaccini



I fattori-chiave dell'ambiente acquatico

Determinano la dimensione e la ripartizione delle diverse specie



L'ambiente fluviale: principali caratteristiche

Corrente, principale fattore di controllo



Meccanismi di adattamento, diversità ambientale

Intensità degli scambi terra → acqua

Ecosistema aperto, metabolismo eterotrofo

$$(I + P = R + E + Ds)$$



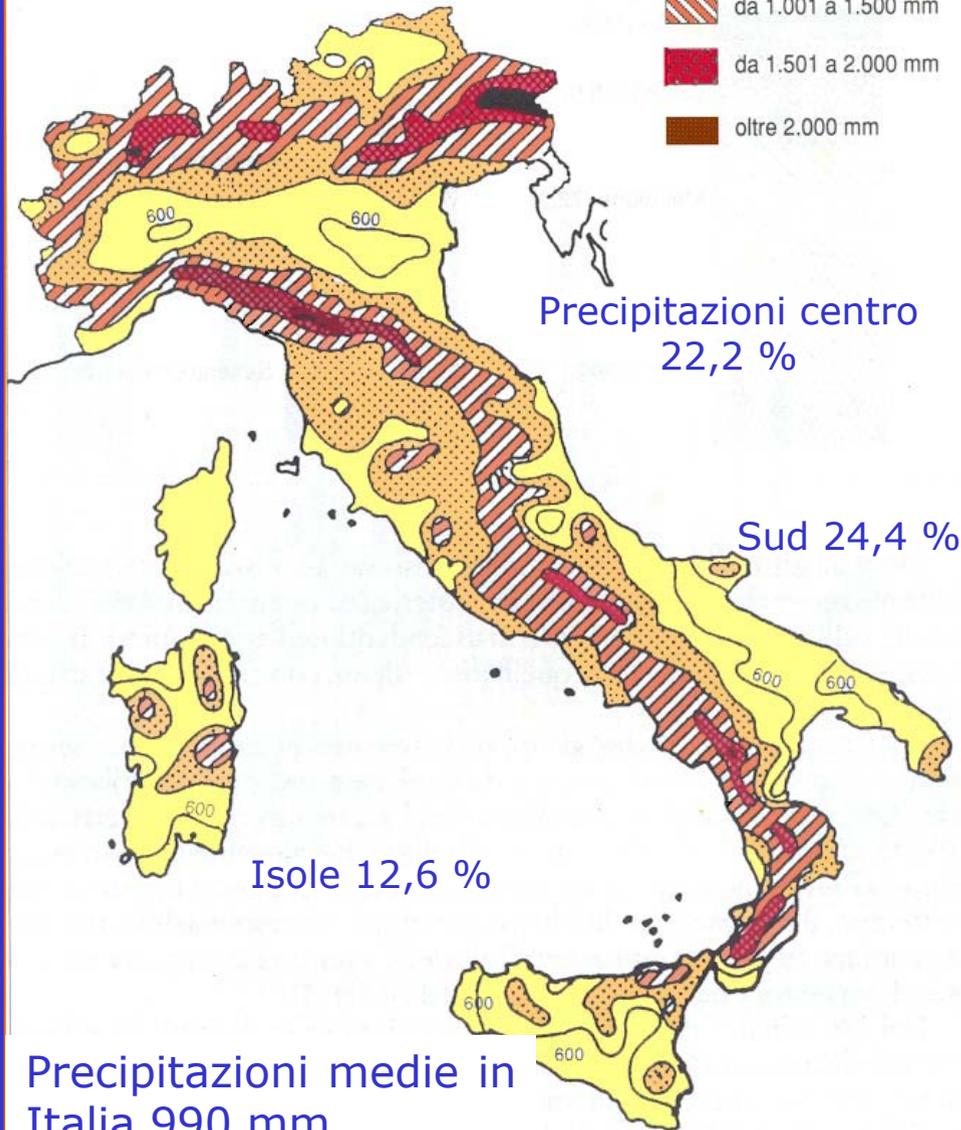
Precipitazioni nord
40,8 %

Precipitazioni centro
22,2 %

Sud 24,4 %

Isole 12,6 %

Precipitazioni medie in
Italia 990 mm



La formazione e la sopravvivenza degli ambienti acquatici dipende dalla **disponibilità** di acqua.

Tale disponibilità dipende dall'entità di volumi che giungono al suolo attraverso le precipitazioni.

Gli apporti meteorici dipendono da:

- Altitudine
- Latitudine
- Posizione geografica

(da Supino, 1964, in Ghetti, 1993, modificato).

Regime idrologico

Andamento delle precipitazioni

Regime idrologico di laghi e fiumi

Ricarica delle riserve sotterranee

Disponibilità di acqua alle sorgenti

Acqua

Infiltrazione nei suoli

Scorrimento
superficiale

Tirante
idraulico

Portata

Portata

=

Volume x unità di tempo

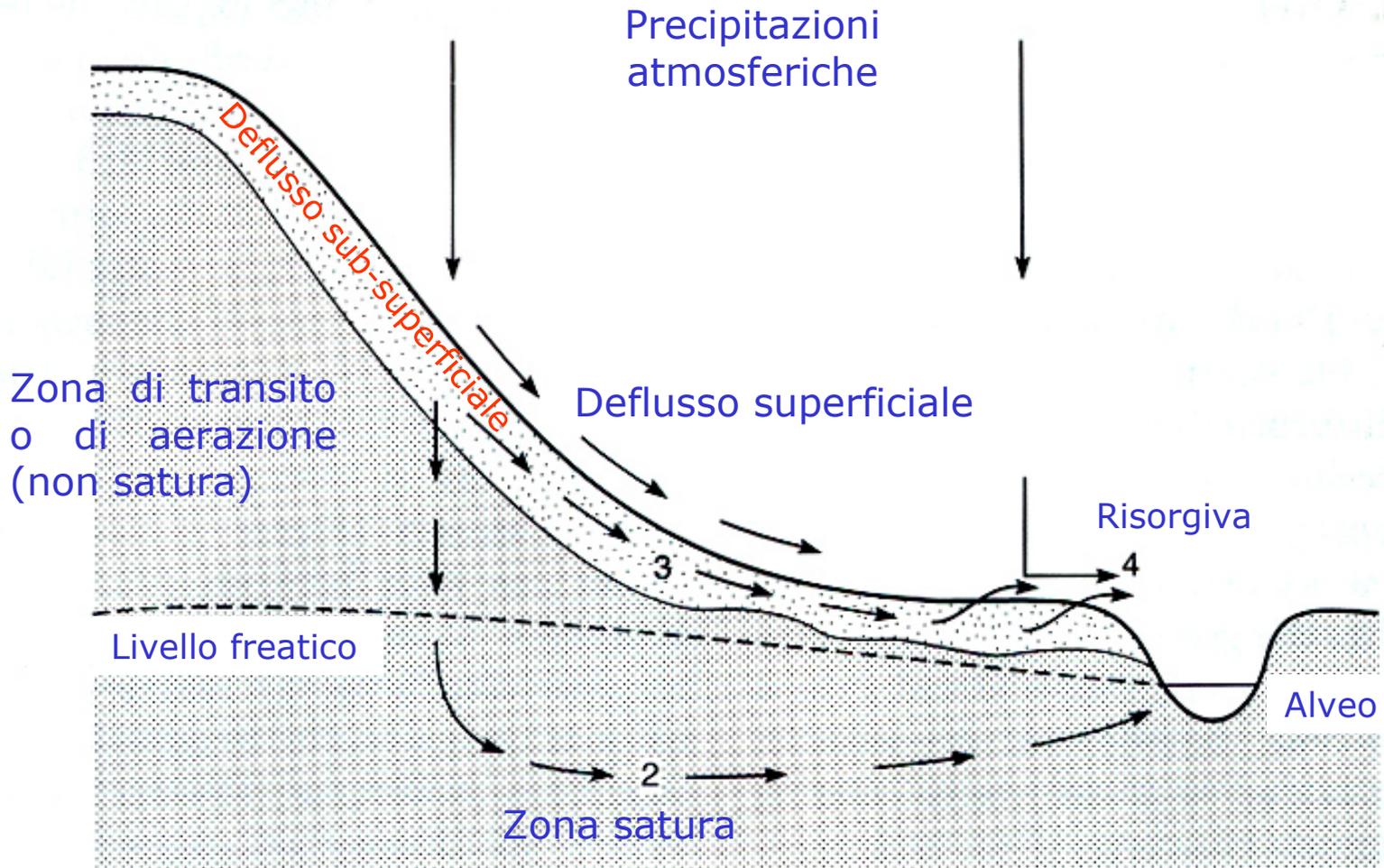
=

m³/sec

Misure di Portata

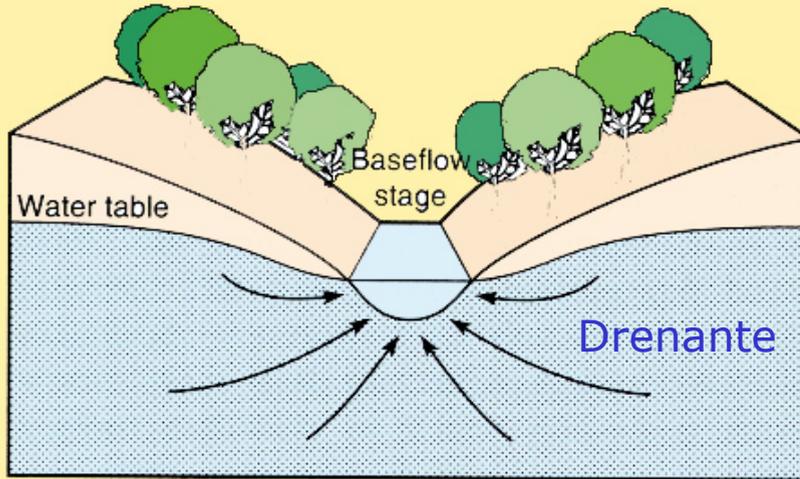


6/10 del tirante

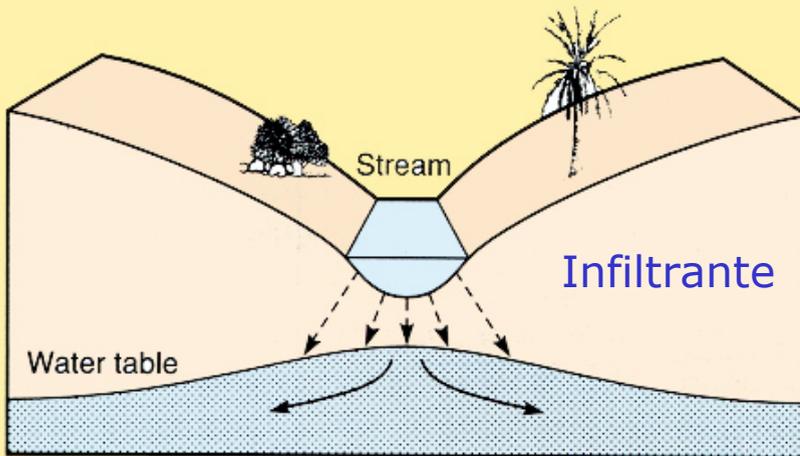


Andamento dei flussi di acqua sulla superficie terrestre: Il deflusso superficiale si verifica quando le precipitazioni superano la capacità di infiltrazione nei suoli e si ha saturazione delle acque sotterranee (Da Allan, 1995, modificato).

Il rapporto con la falda acquifera



(a)



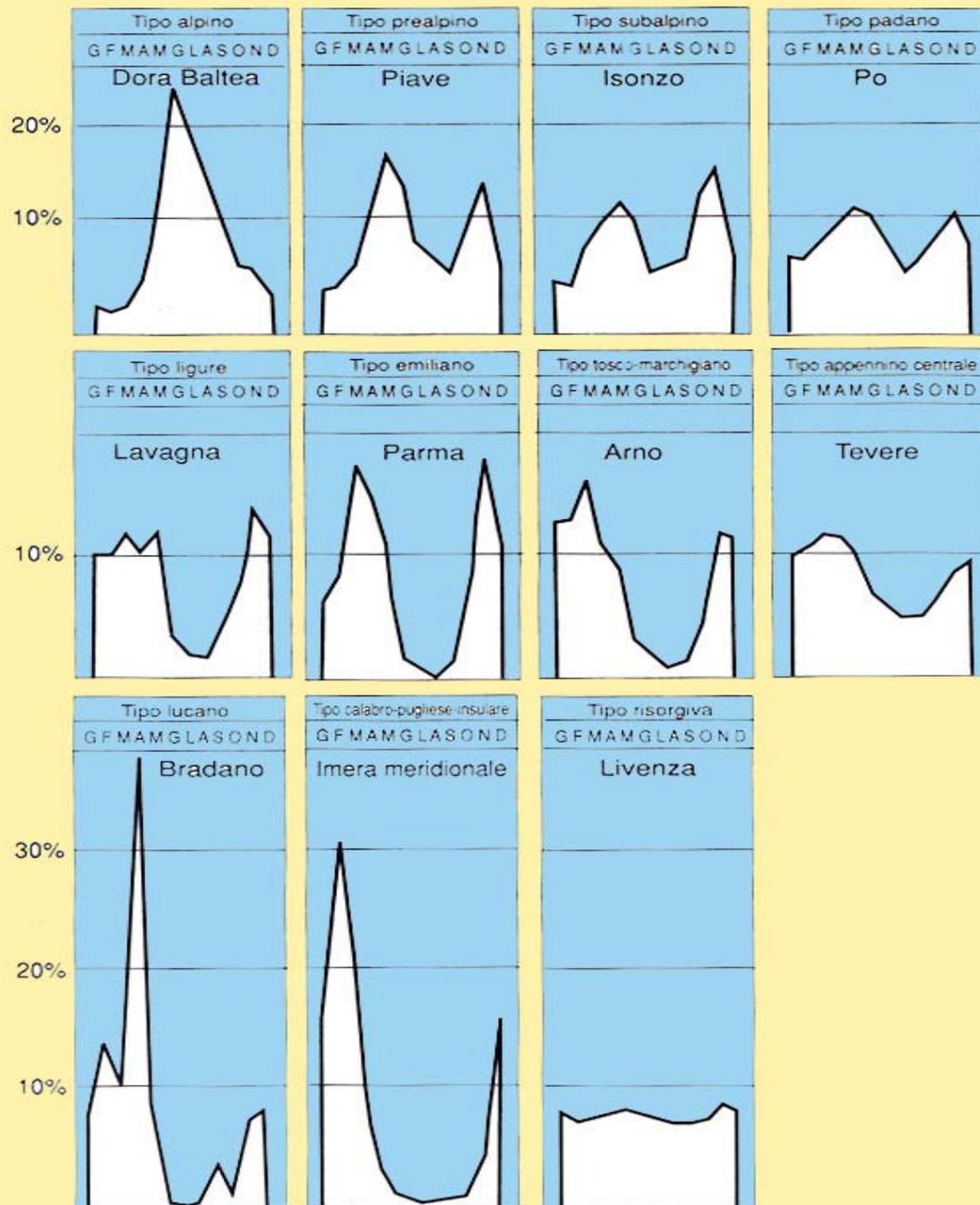
(b)

Sezioni di corsi d'acqua:

-drenanti (a), tipici di regioni umide, dove la falda ricarica le acque in alveo, e li rende perenni;

- infiltranti (b), tipici di regioni aride o comunque di situazioni in cui l'abbassamento delle falde, spesso dovuto a consumi esasperati, comporta la perdita per infiltrazione e spesso il prosciugamento degli alvei.

(da Allan, 1995, modificato)



La vita idrologica di un fiume è caratterizzata dalle **variazioni** di portata che si avvengono durante le stagioni dell'anno

Il regime idrologico dei fiumi italiani presenta una notevole variabilità correlabile con le precipitazioni (Da Supino, 1964, in Ghetti 1993, modificato)

Fattori idroclimatici: i parametri fondamentali

Temperatura



Dipende da: clima locale, ombreggiamento, portata, dighe, scarichi, contatti con la falda. Influenza: metabolismo, cicli vitali, concentrazione gas, stratificazione, ecc.

Conducibilità



In stretta correlazione con il contenuto di sali disciolti. Può determinare la composizione delle comunità.

pH



E' determinante per la sopravvivenza della vita acquatica.

Gas disciolti



I principali sono CO₂ e O₂. La loro concentrazione è in stretto rapporto con i processi metabolici e con l'origine delle acque.

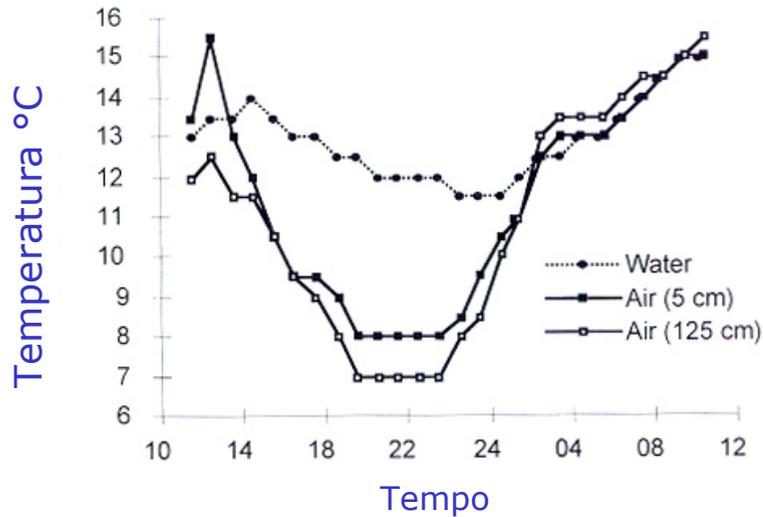
Torbidità



Dipende da fattori naturali e antropici. Agisce sulla fotosintesi ma anche sul comportamento di molti organismi acquatici.

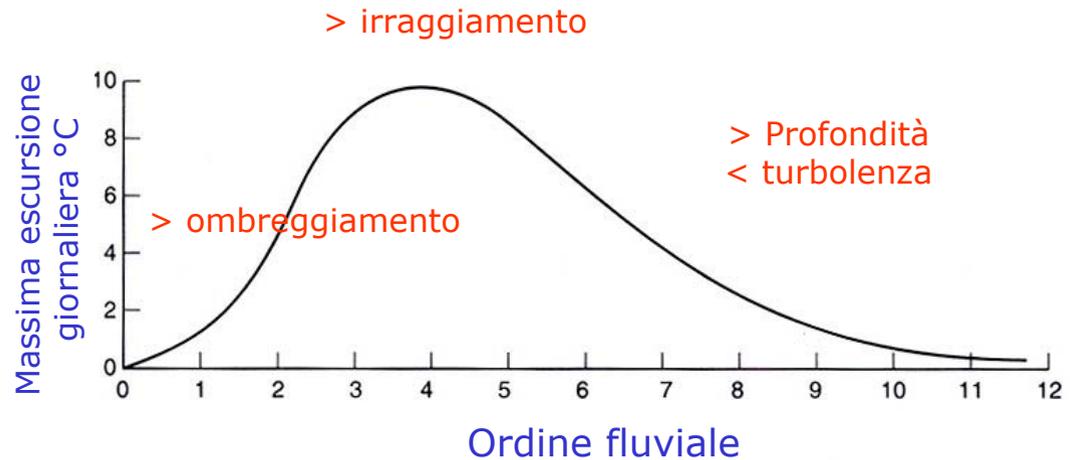
Regime termico fluviale

L'acqua ha un'inerzia termica quattro volte superiore a quella dell'aria. Questo fenomeno si dimostra chiaramente attraverso un rilevamento sperimentale di temperature dell'acqua e dell'aria durante l'intera giornata (24 h).



Fluttuazioni termiche giornaliere registrate durante il mese di marzo in un torrente temperato e confrontate con quelle dell'aria a diversa distanza dalla superficie dell'acqua (Da Giller e Malmqvist, 1998, modificato).

Escursioni termiche in relazione all'ordine fluviale in corsi d'acqua a clima temperato (Da Allan, 1995, modificato)

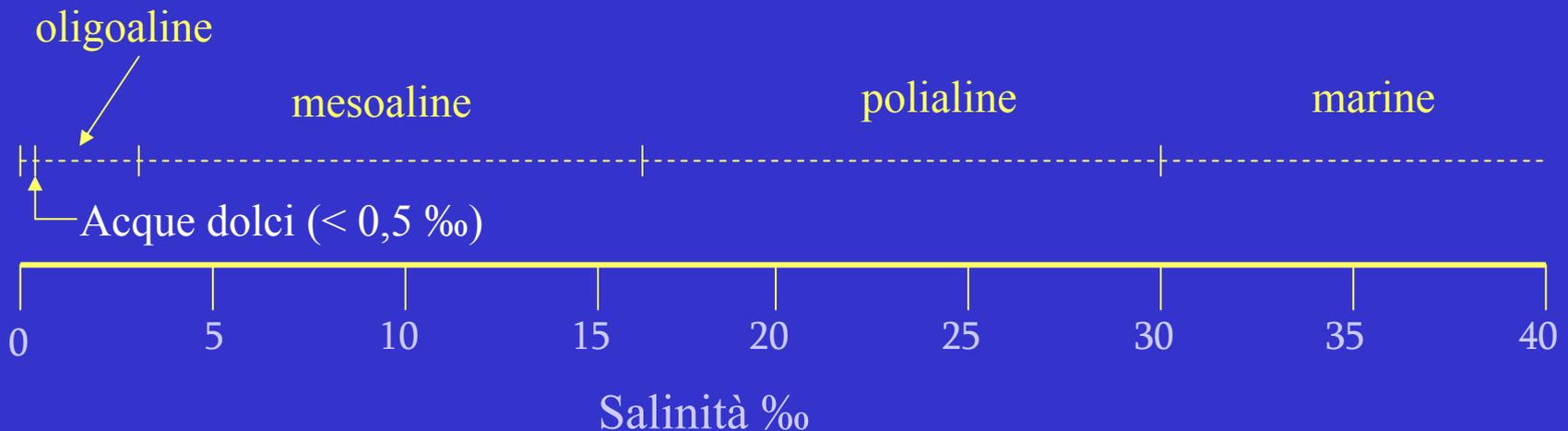


LE ACQUE INTERNE

Comprendono tutte le acque continentali separate dal mare dalla linea di costa

Si suddividono in superficiali e profonde, correnti e stagnanti

Non tutte le acque interne sono dolci

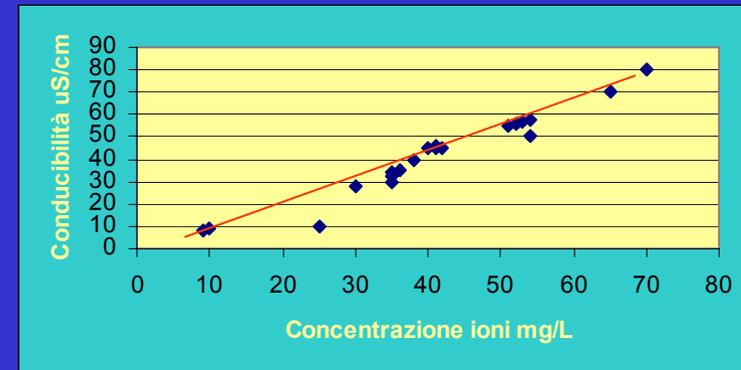


Il trasporto dei soluti: l'andamento della conducibilità

Monte
↓
Valle

Conducibilità $\mu\text{S cm}^{-1}$	Tipologia
< 30	Acque poco mineralizzate-glaciali-di sorgente
30 - 50	Sorgenti e torrenti di alta montagna-corsi d'acqua a substrato acido
50 - 100	ruscelli e piccoli torrenti montani in zone silicee
100 - 200	Torrenti a media altitudine
200 - 300	Regioni calcaree: zone superiori e medie
300 - 400	Regioni calcaree: zone inferiori; fiumi di pianura
400 - 500	Corsi d'acqua in pianura - inquinamento
> 500	Acque inquinate-ingressione acque salmastre

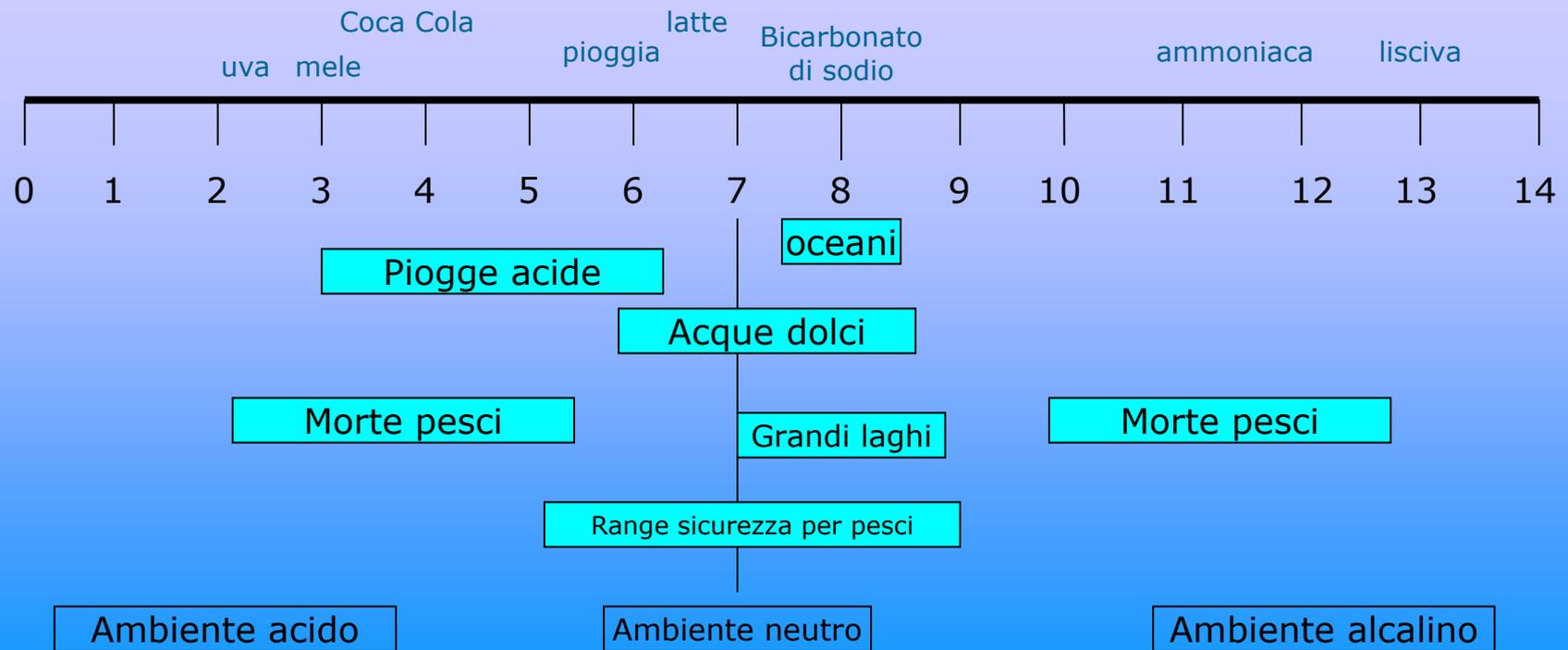
L'acqua distillata presenta una elevata resistenza al flusso di elettroni mentre la presenza di ioni riduce tale resistenza, favorendo il passaggio di elettricità (conduttanza)



In molti casi esiste una buona correlazione tra contenuto totale di sali disciolti e conducibilità specifica

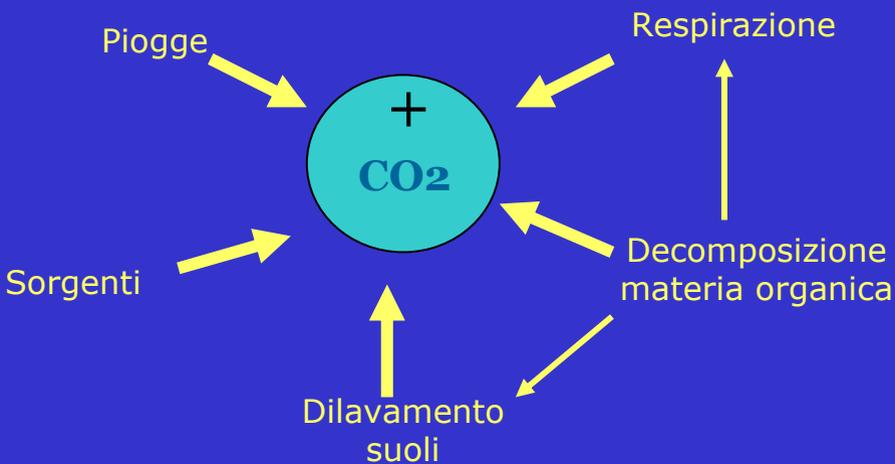
Il grado di acidità dell'acqua

$$\text{pH} = \log. 1/\text{H}^+ = \log. 1 / 0.0000001 = 7$$

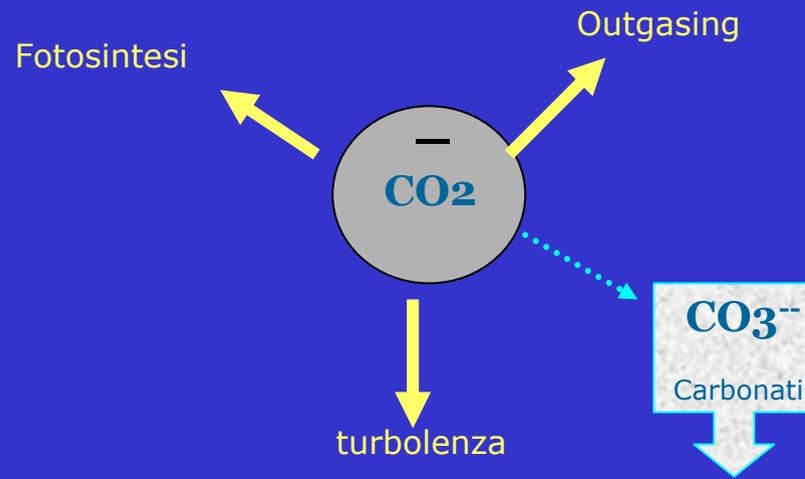


- CO₂**: - regola il metabolismo degli organismi vegetali
 - esercita effetto tampone sulle acque
 - determina la concentrazione dei soluti

Si concentra



Si riduce



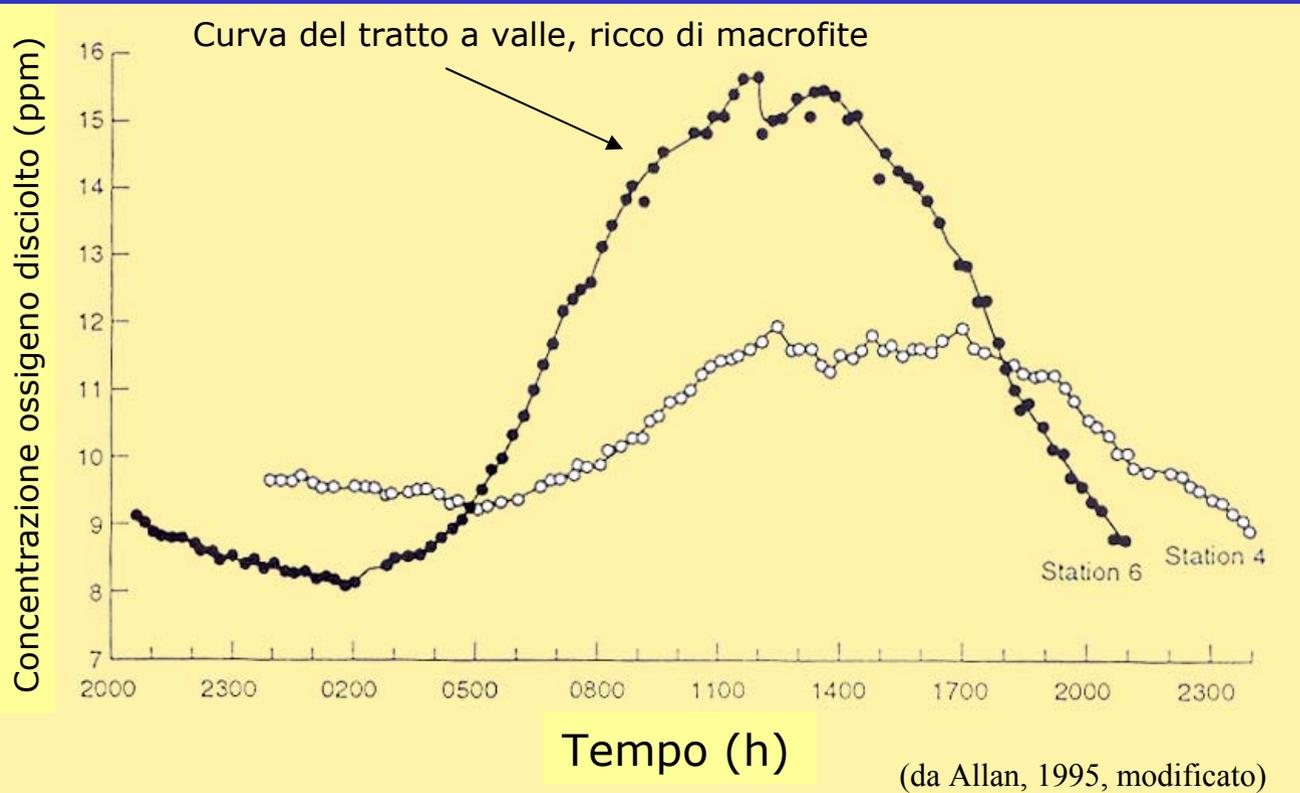
A 20° →

20%

79%

0,0003%

Fonti di O₂: fotosintesi turbolenza (raschi)



Legge di Henry

$$C = k \cdot P$$

C = mg/L (ppm)

k = costante di diffusione
dipendente dalla T

P = pressione atm

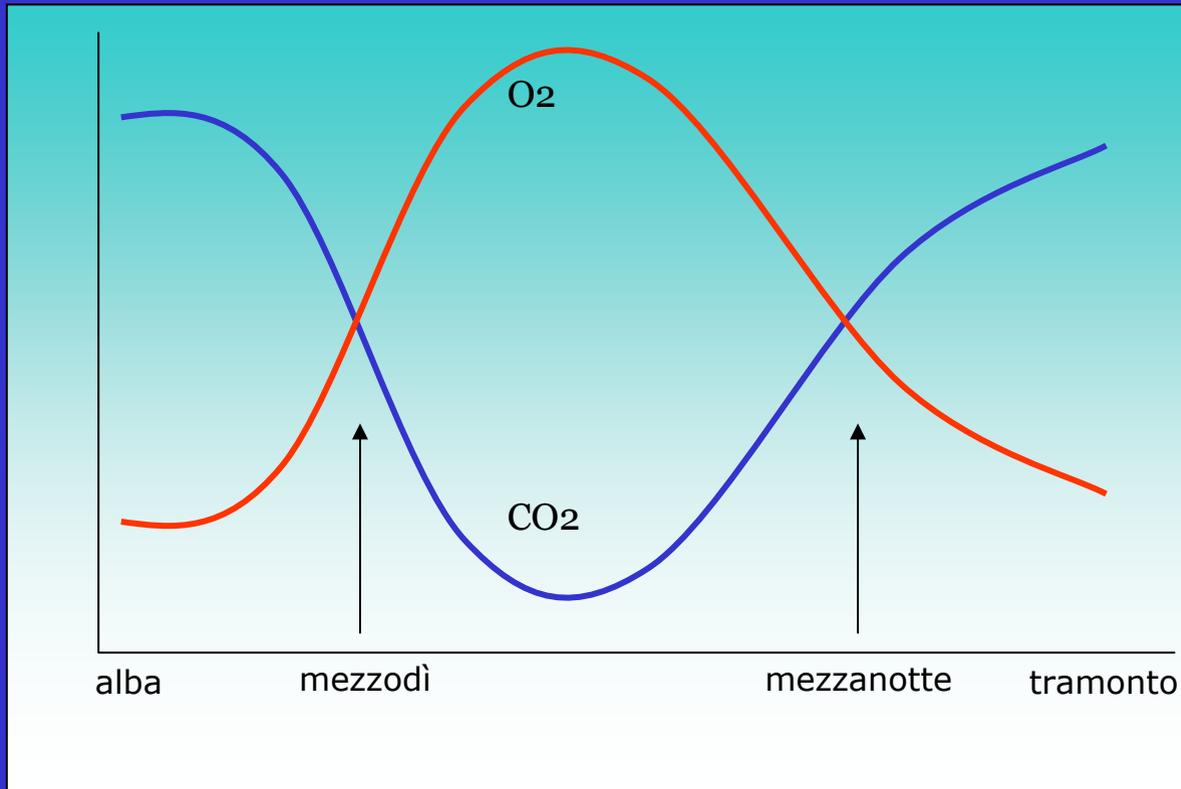
% saturazione

12,77 mg/L a 5°C

8,26 mg/L a 25°C

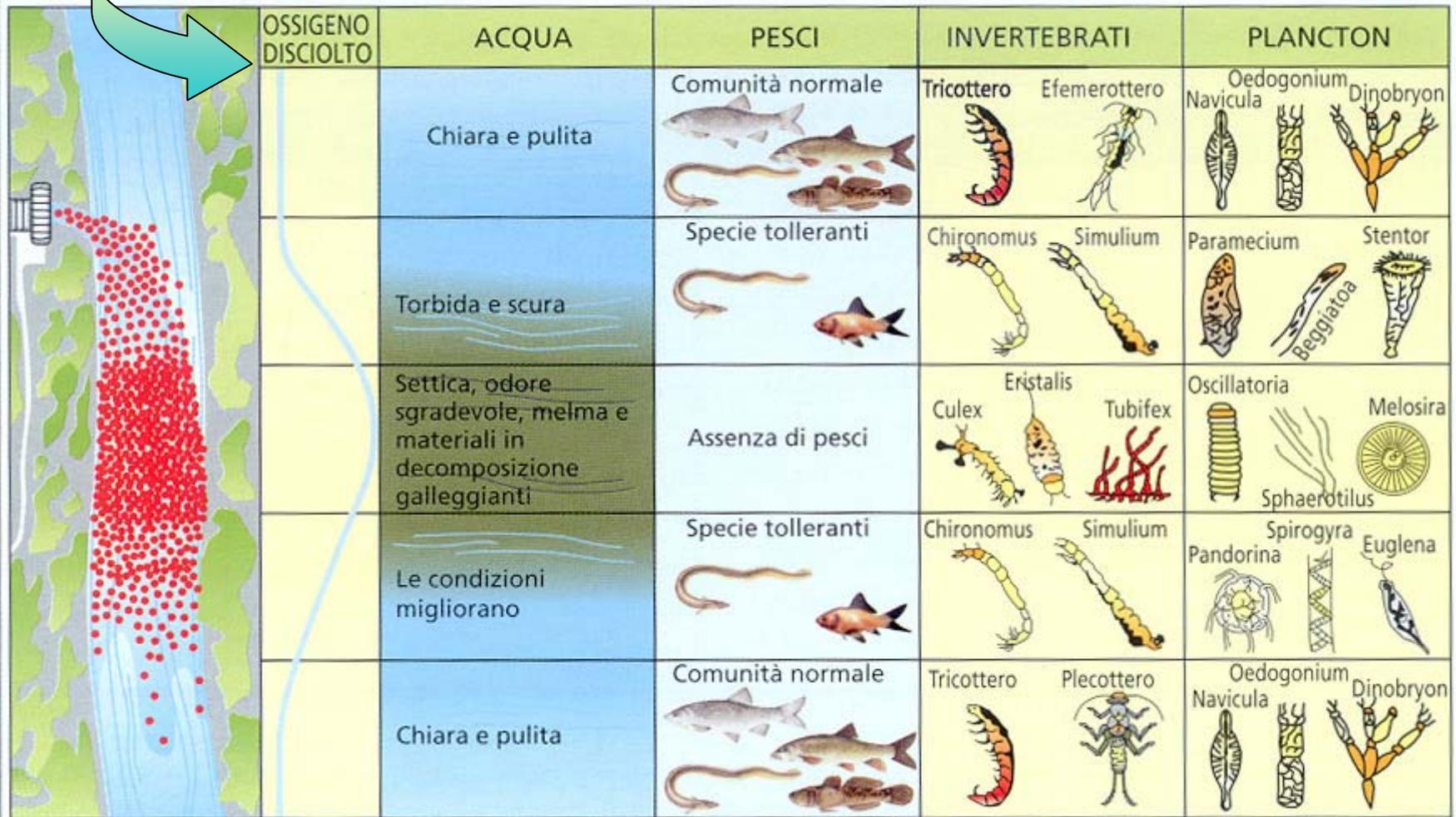
Curva giornaliera della concentrazione di ossigeno in due stazioni di un corso d'acqua calcareo e ricco di macrofite. La diversa ampiezza delle curve è evidentemente da correlare con l'aumento dell'attività fotosintetica nella stazione a valle, caratterizzata da acque più ricche di forme vegetali.

Correlazione tra CO_2 e O_2



Per effetto della fotosintesi e della respirazione esiste un rapporto inverso tra la concentrazione di CO_2 e quella dell'ossigeno disciolto. Le due concentrazioni seguono un ciclo nictemerale con andamento pressoché regolare.

La curva a sacco dell'ossigeno



Variazioni della concentrazione di ossigeno disciolto e della comunità acquatica in seguito all'immissione di notevoli quantità di sostanza organica in un corso d'acqua (da Odum, 1973, modificato, in Zerunian, 2003)

Torbidità delle acque

Ambienti lotici



Varia per effetto del trasporto solido

ratti ritrali → grossolano
ratti potamali → fine



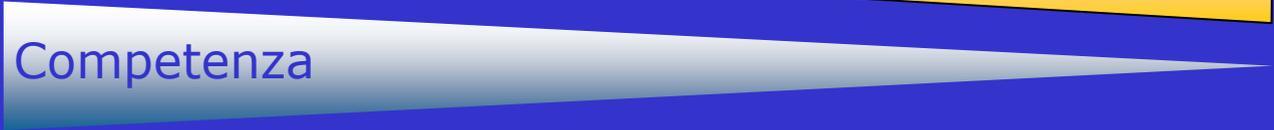
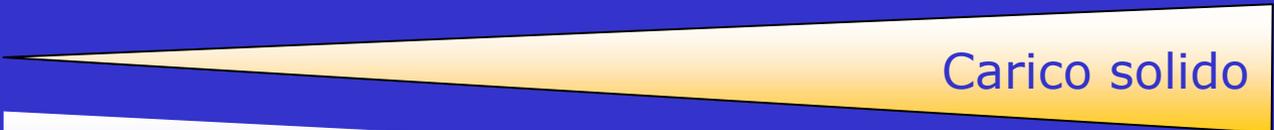
Litologia
Stabilità dei versanti
Origine delle acque



Monte



Valle



L'ambiente lotico: principali caratteristiche

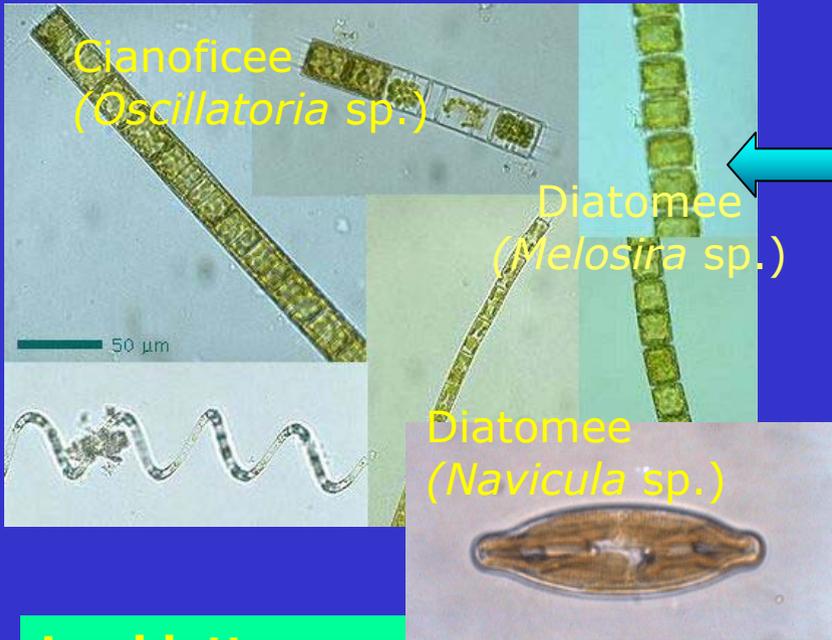


Principali strategie di adattamento

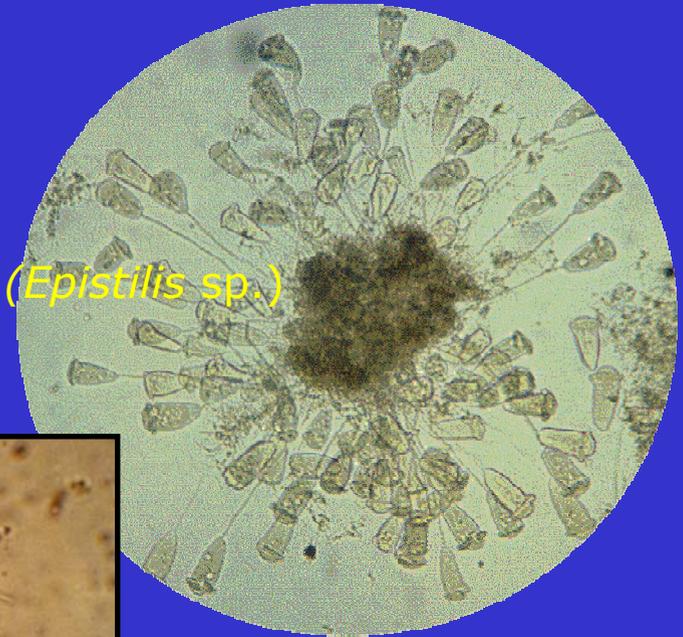
- **Ancoraggio permanente a un substrato:** interessa prevalentemente forme sessili, vegetali ma anche animali.
- **Colonizzazione dello strato limite:** favorisce gli organismi di dimensioni microscopiche (periphyton).
- **Dentelli e ventose:** la maggior parte degli invertebrati ha escogitato queste caratteristiche anatomiche per contrastare l'effetto della corrente.
- **Superfici inferiori vischiose:** ne traggono vantaggio forme come gasteropodi e planarie.
- **Forma del corpo:** dagli artropodi ai pesci si è modellata in funzione delle esigenze di idrodinamicità.
- **Reotassi positiva:** è una strategia tipica delle forme reofile che fa orientare l'animale controcorrente.
- **Tigmotassi positiva:** aggrappandosi saldamente al substrato contrastano l'effetto deriva (drift).
- **Fototassi negativa:** fuggono la luce cercando riparo sotto i ciottoli;
- **Infossamento:** nei sedimenti al riparo dalla corrente.

Il periphyton (*Aufwuchs*)

Sebbene composto prevalentemente da Diatomee, alghe verdi e cianobatteri, questo sottile strato ospita, altri gruppi di organismi microscopici come Protozoi ciliati, Gastrotrichi, Rotiferi, Nematodi e Tardigradi

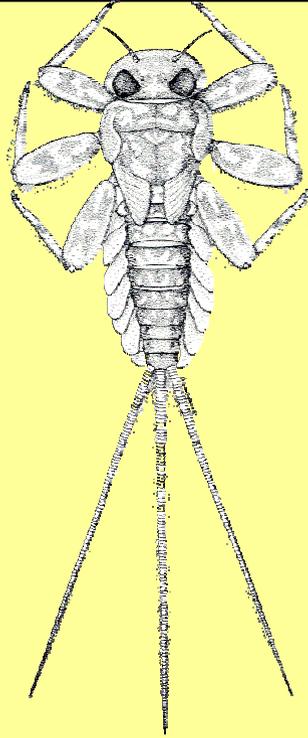


Le ridotte dimensioni consentono la colonizzazione dello strato limite dove l'attrito sulle superfici contrasta l'effetto trascinarsi della corrente

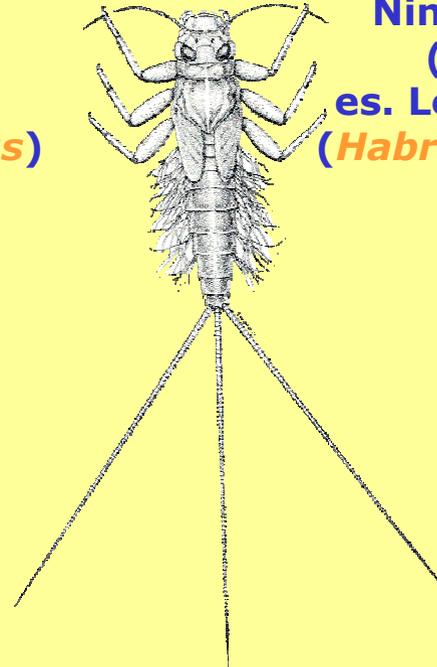


Ciliati natanti (*Halteria* sp.)

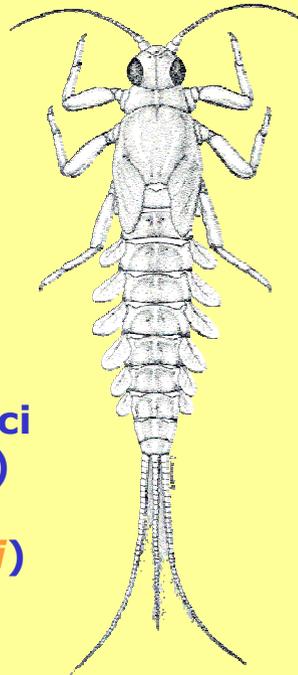
Forme e adattamenti



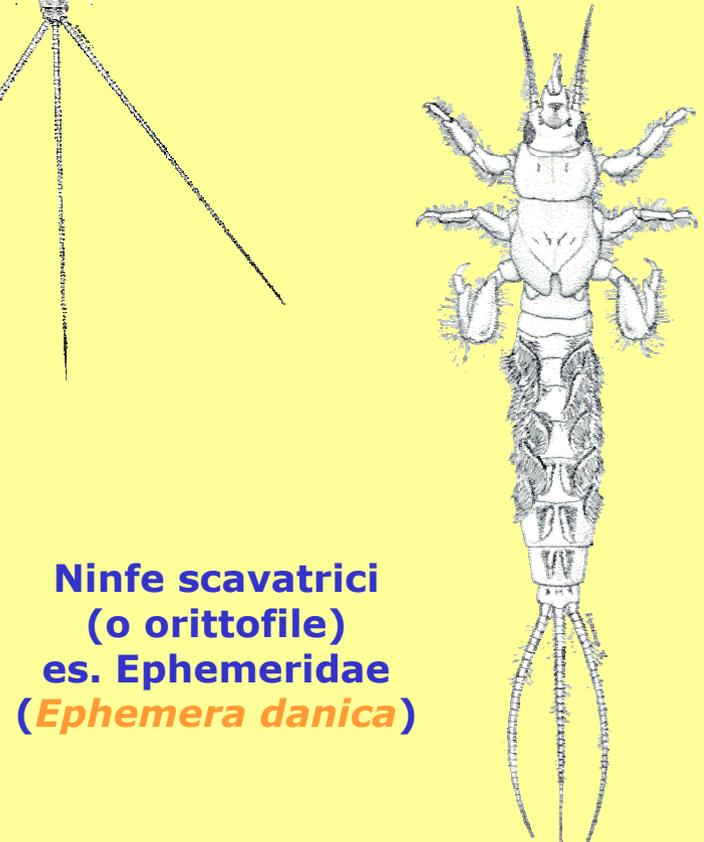
**Ninfe piatte
(o litofile)**
es. Heptageniidae
(*Ecdyonurus venosus*)



**Ninfe striscianti
(o erpofile)**
es. Leptophlebiidae
(*Habrophlebia fusca*)

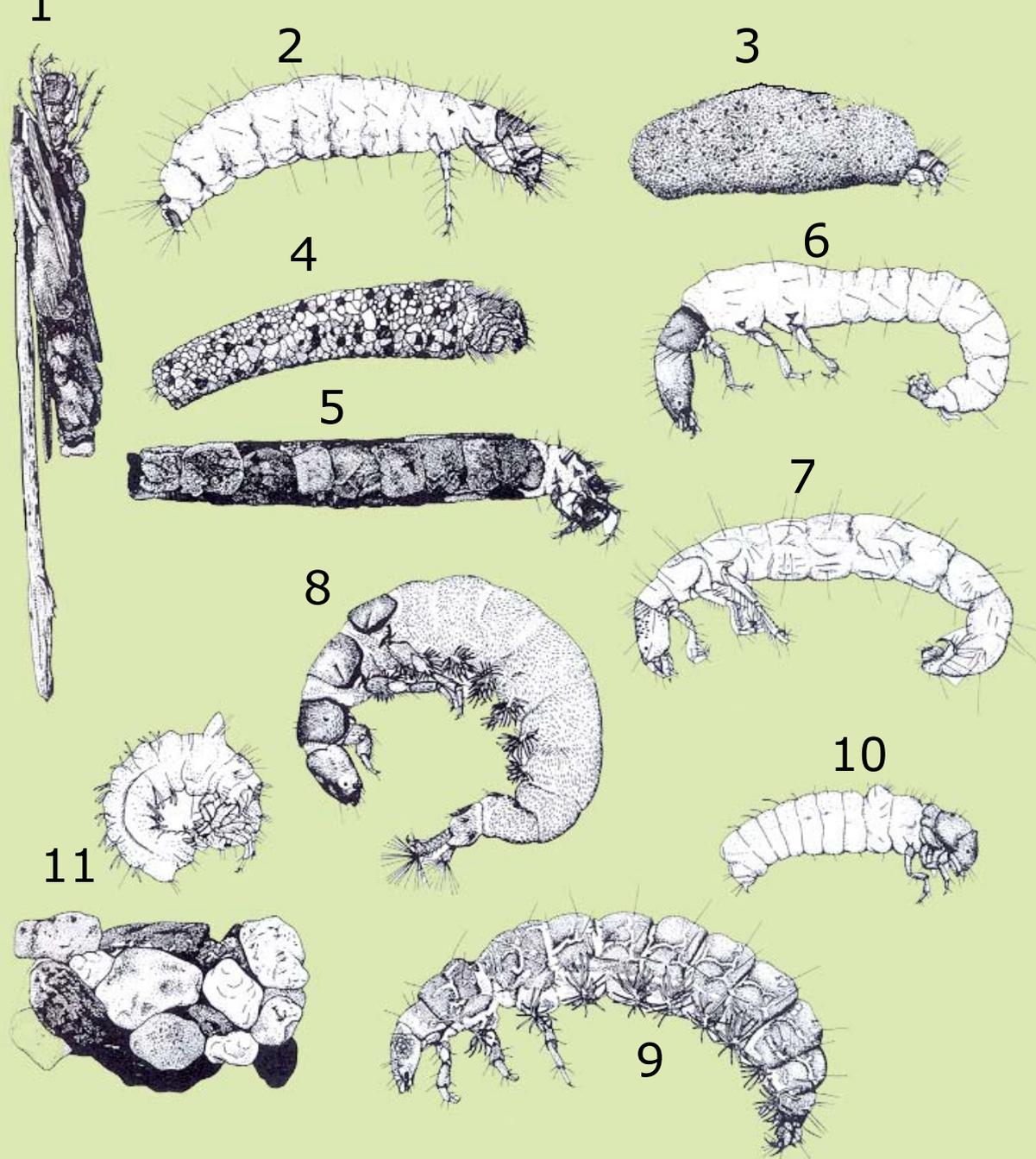


**Ninfe nuotatrici
(o iponeofile)**
es. Baetidae
(*Baetis rodani*)



**Ninfe scavatrici
(o orittofile)**
es. Ephemeridae
(*Ephemera danica*)

Forme e adattamenti nei Tricotteri



- Unghie
- Pigopodi
- Mammelloni
- Reti
- Zavorre



*Hydropsiche nel ricovero
con rete sericea*

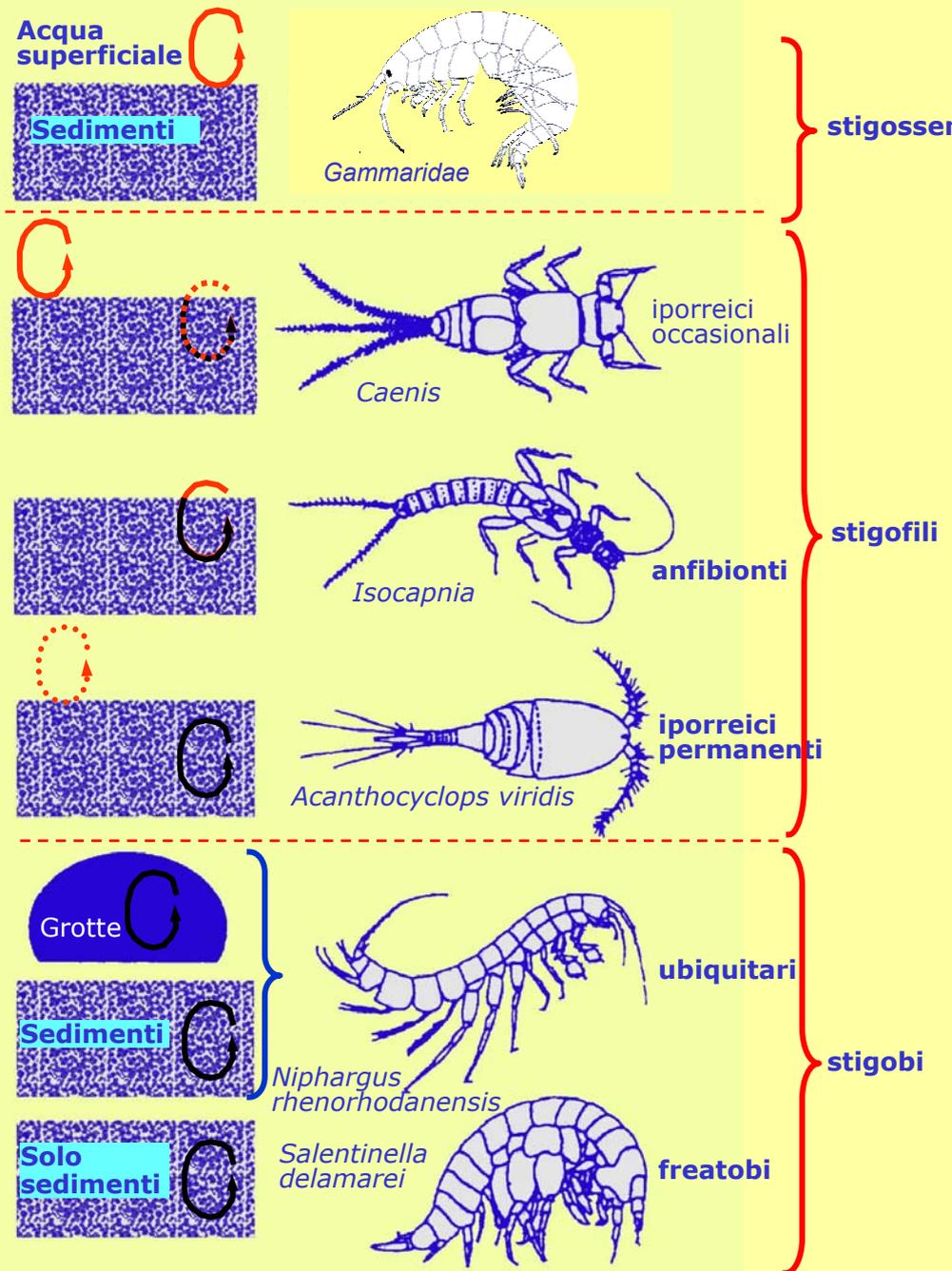
Comunità di ambienti iporreici e sotterranei

Adattamenti alla vita iporreica:

• corpo lungo, sottile, flessibile (per muoversi negli interstizi);

• corpo tozzo, tegumenti robusti e privi di asperità (per farsi strada tra i sedimenti);

• dimensioni molto ridotte.



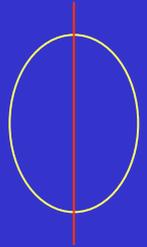
Nuotando controcorrente

Specie	Velocità limite (m/s)
Salmone*	8,00
Trota	4,40
Cavedano	2,70
Barbo	2,40
Abramide*	0,60
Tinca	0,50
Luccio	0,45
Carpa	0,40

* Specie assente in Italia



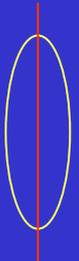
Trota



Quando la sezione trasversale del corpo è di forma ovale la muscolatura è molto sviluppata e consente una forte resistenza alla corrente



Tinca



corpi compressi lateralmente hanno una muscolatura ridotta e sono poco efficienti nel contrastare la forza della corrente

Idrologia



Habitat:

- Caratteristiche **fisiche** (morfodinamiche) percepita dall'organismo.
- Eterogeneità **spaziale**
- Variabilità **temporale** (mosaici dinamici)
- **Connettività**



m-dam



cm-dm



mm

Morfologia



Vegetazione riparia

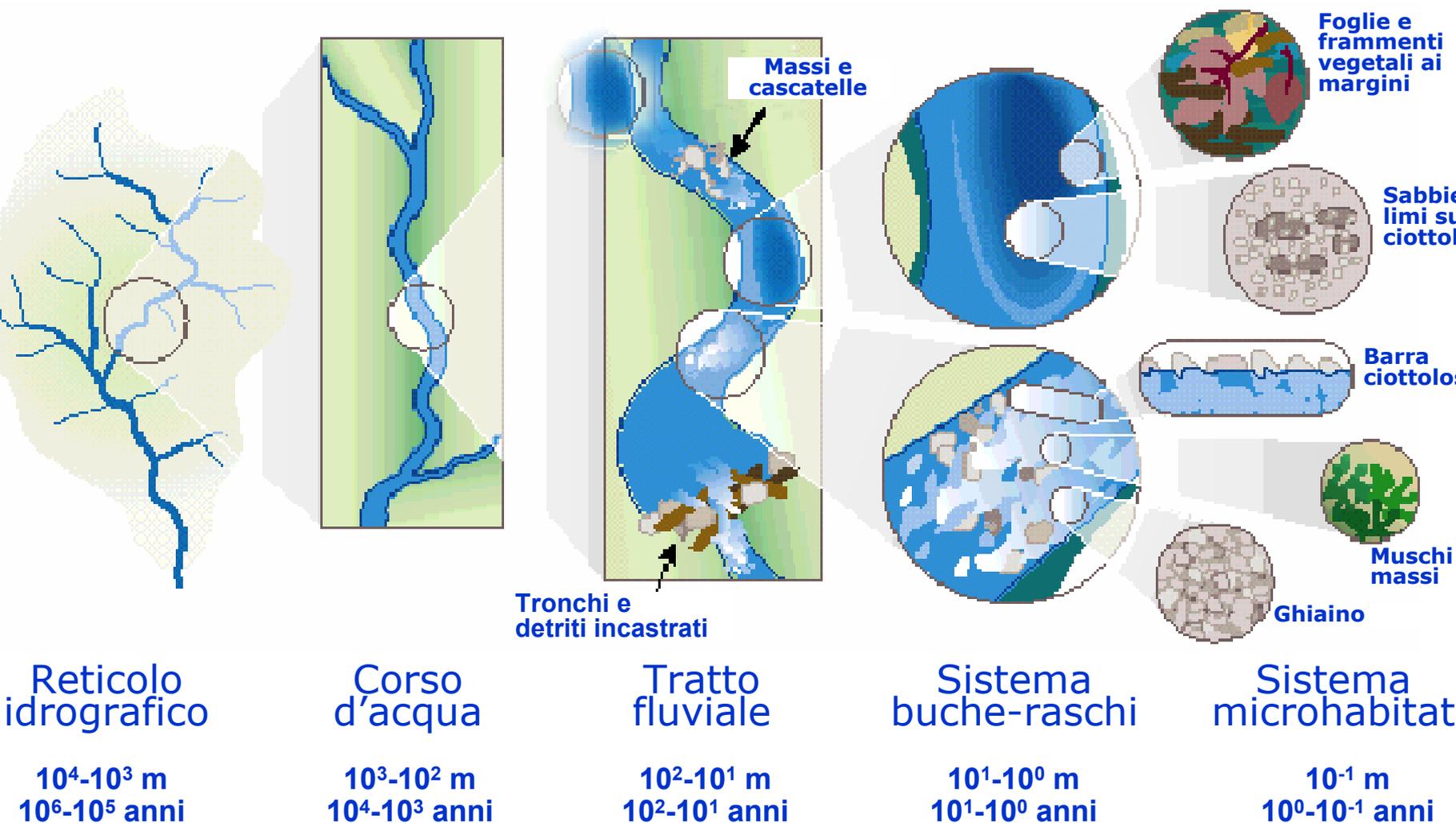


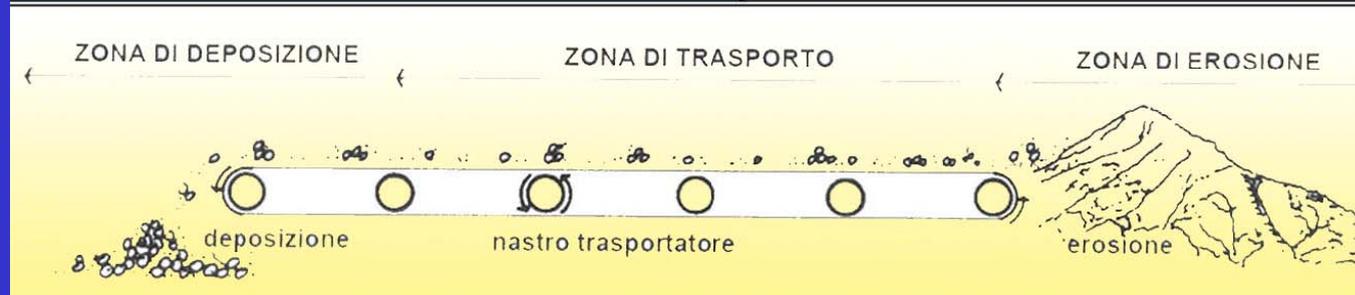
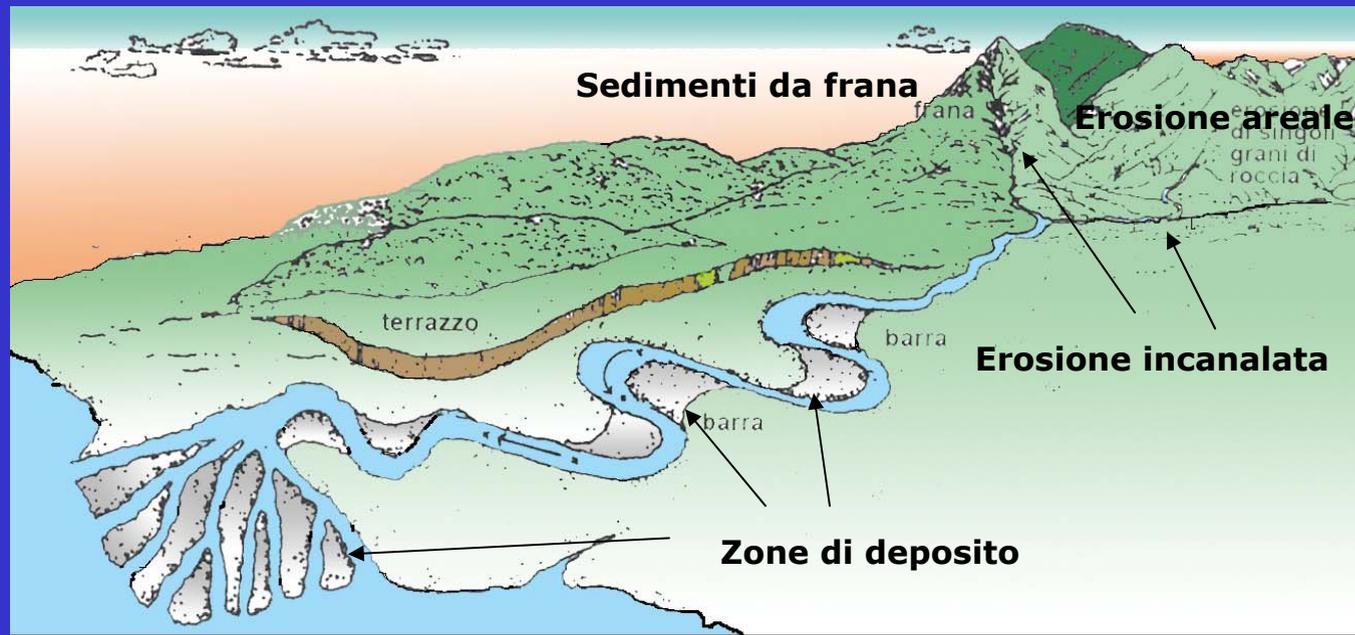
Le dimensioni dell'habitat dipendono dall'organismo

Diversità ambientale

Sistemi gerarchici di habitat fluviali e loro scala spaziale e temporale

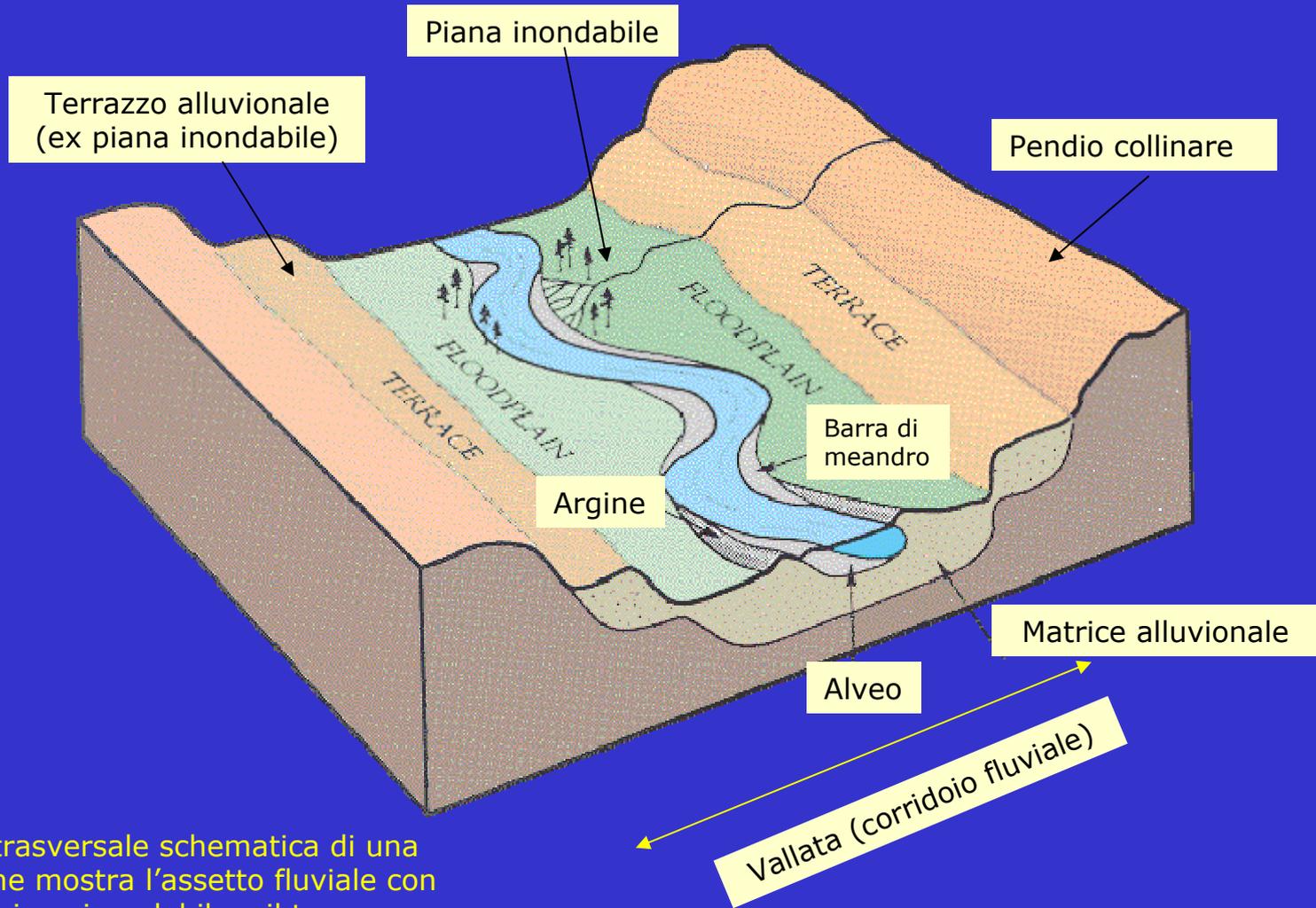
ecologia del paesaggio ← ecologia terrestre ← ecologia delle acque





Il corso d'acqua può essere paragonato ad un nastro trasportatore di sedimenti, dalla zona di erosione (montana) a quella di deposito (valle, lago, mare). Ciò vale sia per il corso d'acqua nel suo insieme, sia per i singoli affluenti provenienti dai sottobacini, le cui zone di erosione possono produrre sedimenti da frane, da erosione incanalata, o da erosione areale e le cui zone di deposito sono rappresentate dalle conoidi di deiezione presso lo sbocco nella valle maggiore. (Da Kondolf, 1994, in Siligardi *et al.*, 2007, modificata).

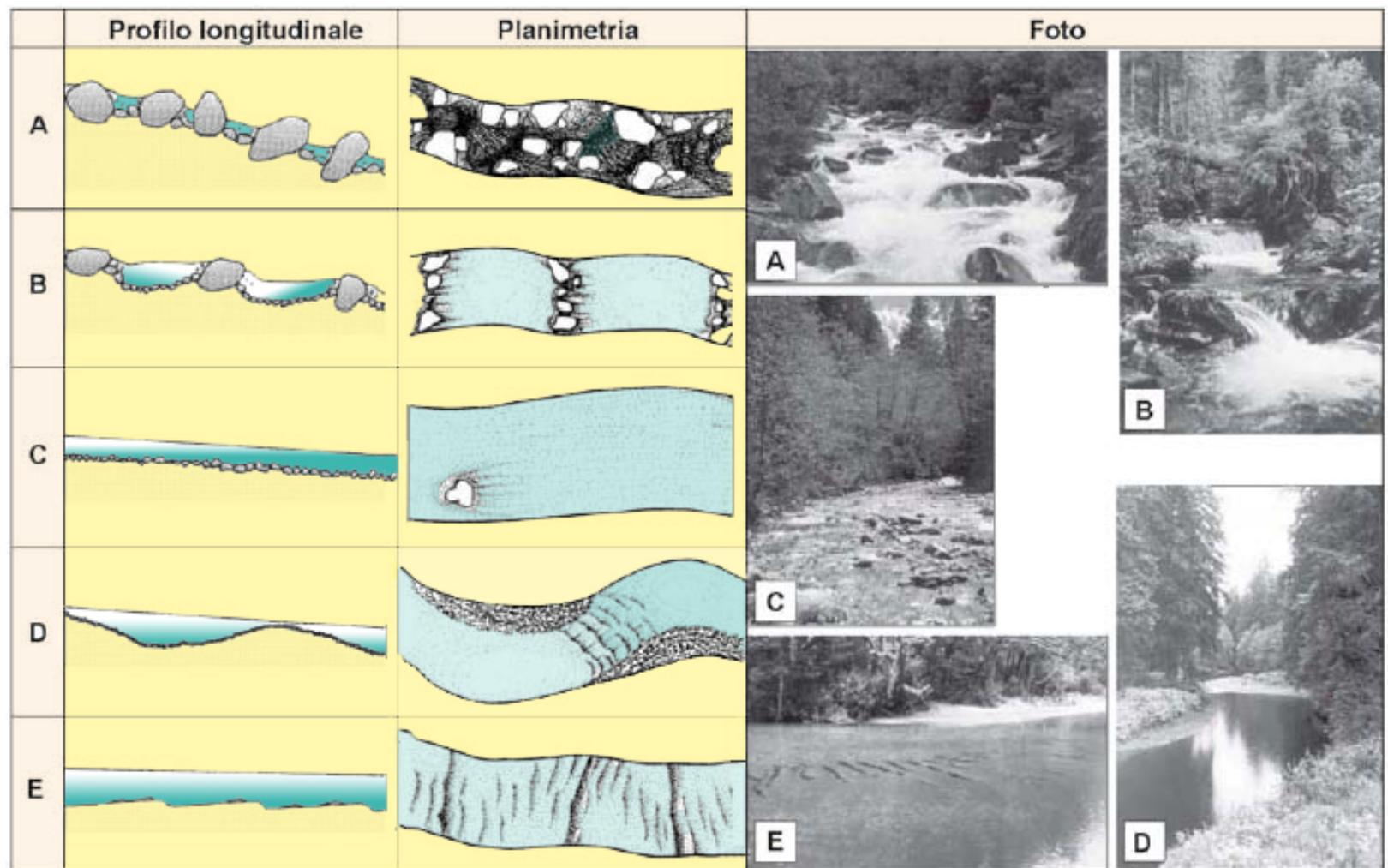
Dinamica del paesaggio fluviale = habitat



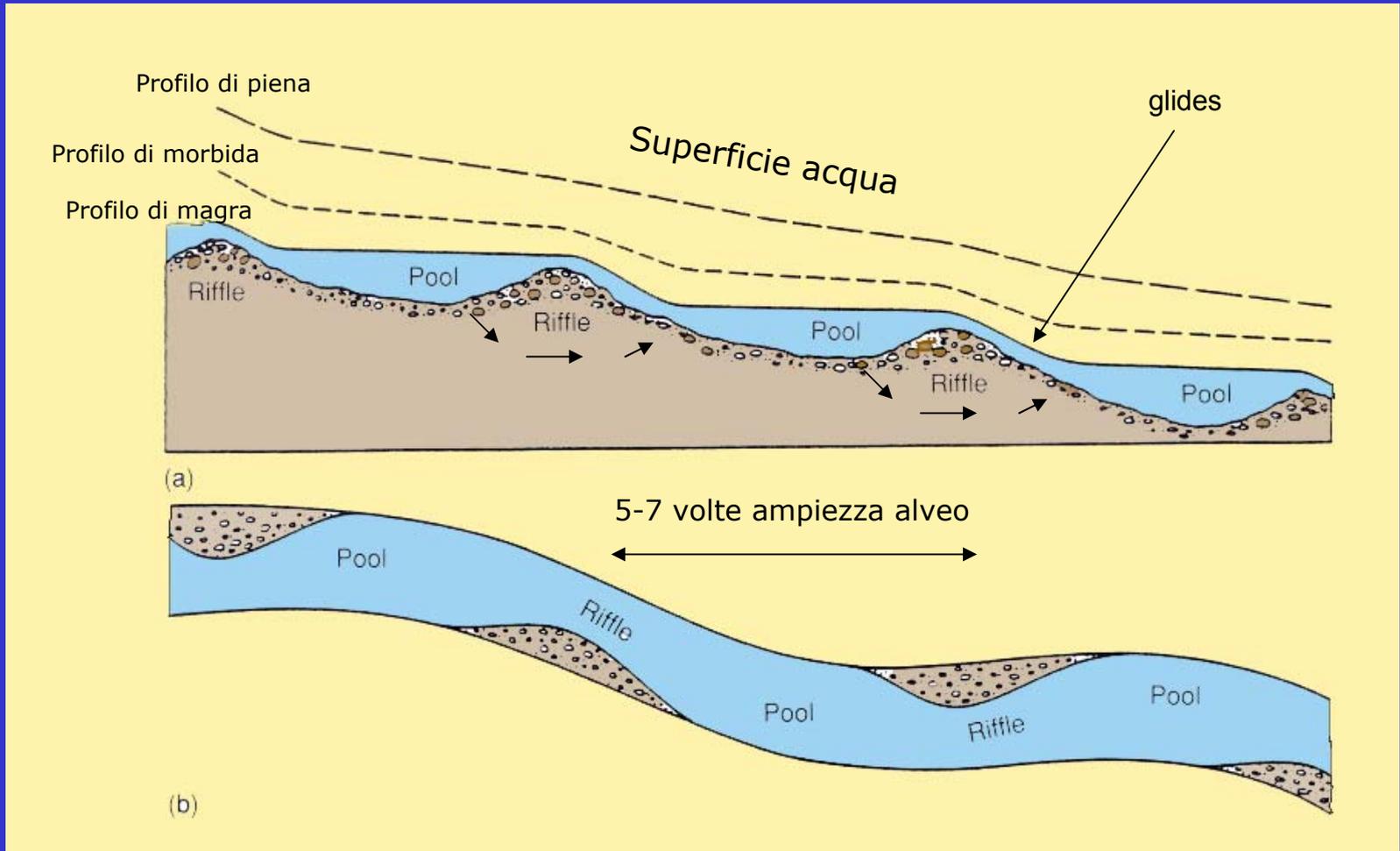
Sezione trasversale schematica di una vallata che mostra l'assetto fluviale con l'attuale piana inondabile e il terrazzo alluvionale relativo ad una passata situazione (da Mount, 1995, modificato).

Dinamica del paesaggio fluviale: tipologie di fondo

Principali tipi di tratti fluviali. A- rapide (*cascade*); B- pozze e cascatelle (*step pool*); C- fondo piatto (*plane bed*); D- buche e raschi (*pool riffle*); E- fondo increspato (*dune ripple*). (Montgomery e Buffington, 1997, in Siligardi et al., 2007, modificato).



Tipologie di fondo: raschi e pozze (*riffle and pool*)



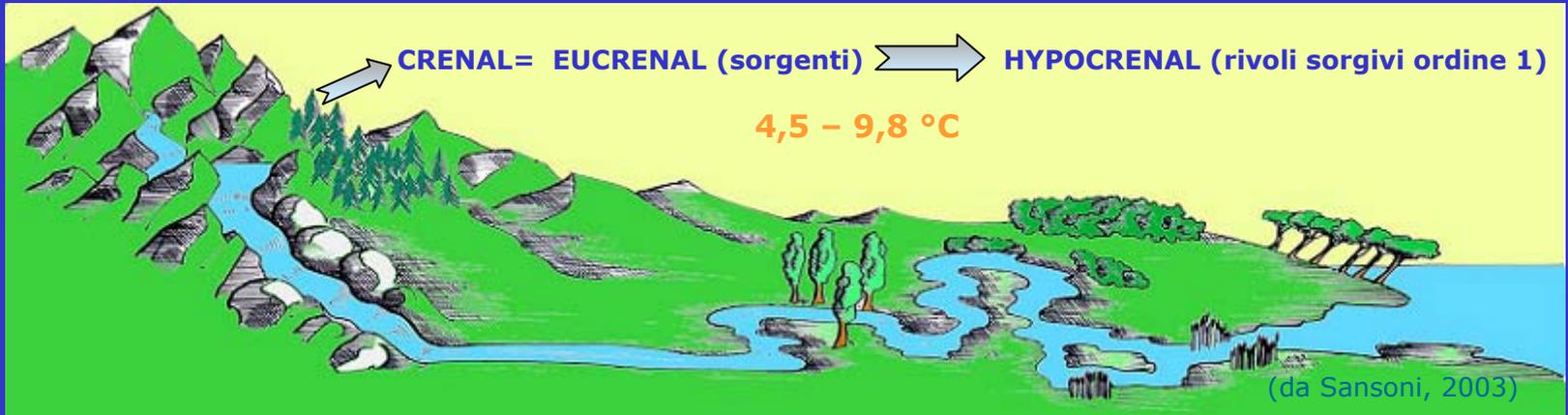
Profilo longitudinale (a) e planimetrico (b) di una sequenza raschi e pozze (*riffle-pool*), la superficie dell'acqua simula le situazioni di piena, morbida e magra (da Dunne e Leopold, 1978, in Allan, 1995, modificato).

Zonazione delle acque correnti

Fattori morfodinamici
Temperatura
Comunità

Ilies e Botosaneanu (1963)

Da Sansoni, 2003 – Introduzione all'ecologia fluviale, modificato



RHITHRAL

Comunità con specie reofile e stenoterme

EPIRHITHRAL

METARHITHRAL

IPORHITHRAL

Ordine 2

Ordine 3

Ordine 4

Forti pendenze

Alvei più ampi

Minor
turbolenza

Roccia, massi e
ciottoli.

Massi, ciottoli,
ghiaia.

Ciottoli. Ghiaia
e sabbia

Briofite (muschi)

Perifiton

temperature 5 - 10 °C

8 - 15 °C

POTAMAL

Stenoterme fredde e calde

EPIPOTAMAL

METAPOTAMAL

IPOPOTAMAL

Ordine 5

Ordine 6

Ambiente di foce

Scarsa
pendenza

Acque lente e
torbide

Acque salmastre.

Ghiaie
e sabbie

Sabbie e limi

Limi

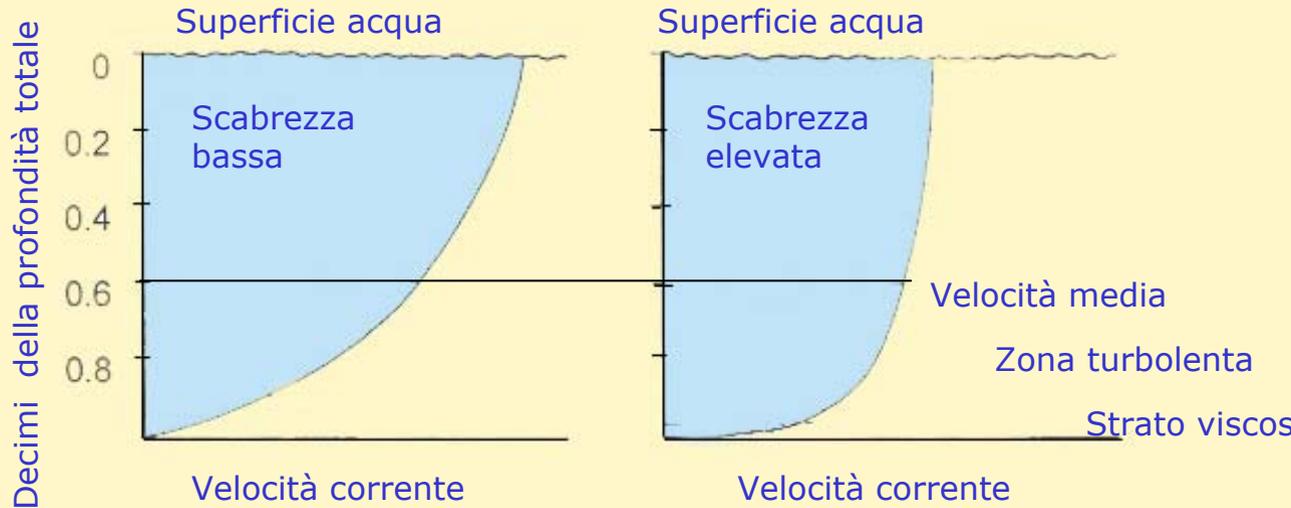
Piante
acquatiche

12 - 18 °C

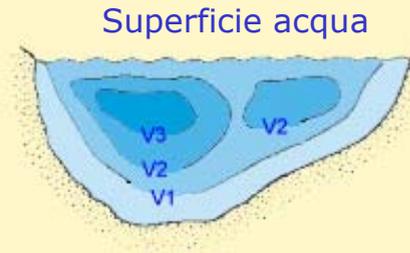
16 - >20 °C

Gradienti di Velocità In Un corso d'acqua

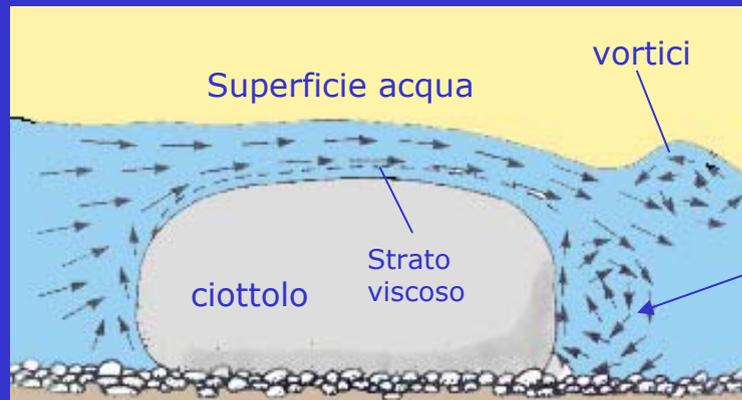
Gradiente di velocità in condizioni di scabrezza bassa ed elevata.



Sezione trasversale di un alveo a basso indice di scabrezza dove sono evidenziati i contorni delle velocità



V3 velocità più elevata
V1 velocità più bassa



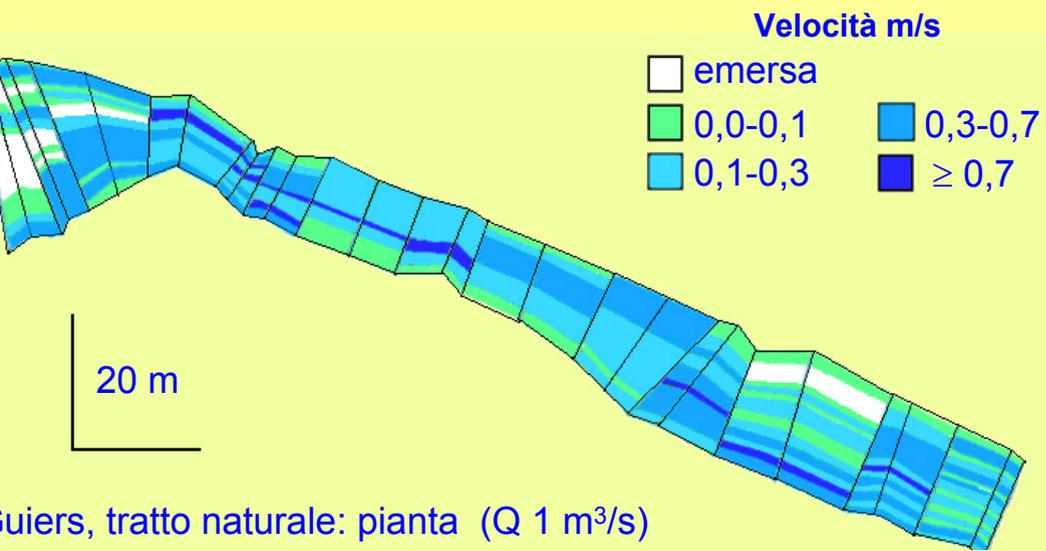
Letto del fiume

Distribuzione dei filetti fluidi all'intorno di un oggetto sommerso (ciottolo)

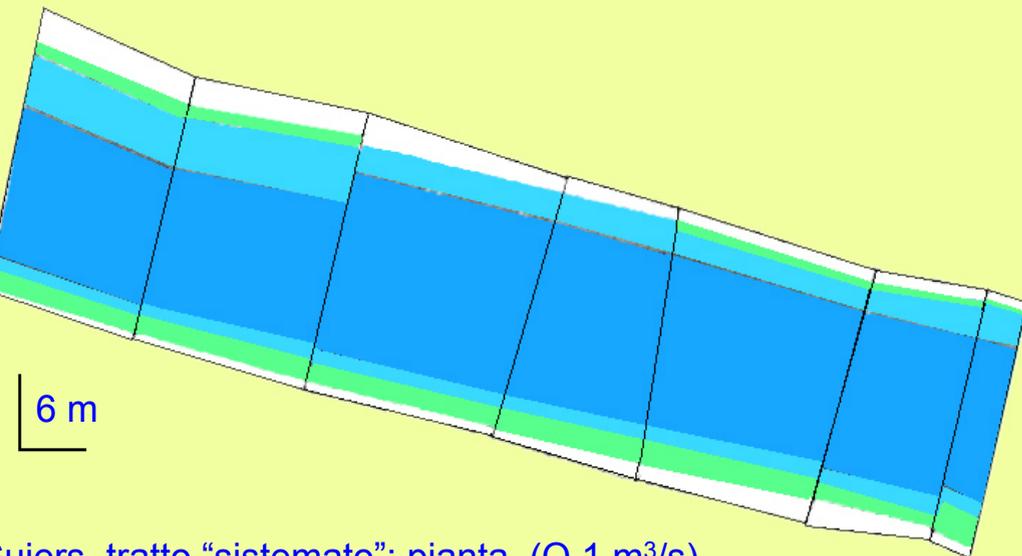
(da Giller e Malqvist 1998, modificato)

Diversità ambientale: morfologia e deflusso

Mappa delle velocità



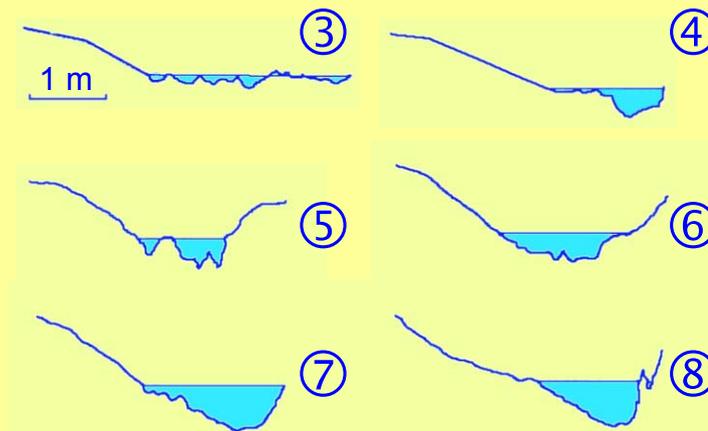
Guiers, tratto naturale: pianta (Q 1 m³/s)



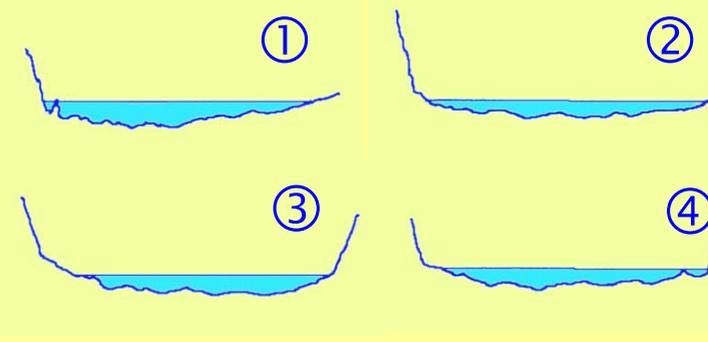
Guiers, tratto "sistemato": pianta (Q 1 m³/s)

Transetti

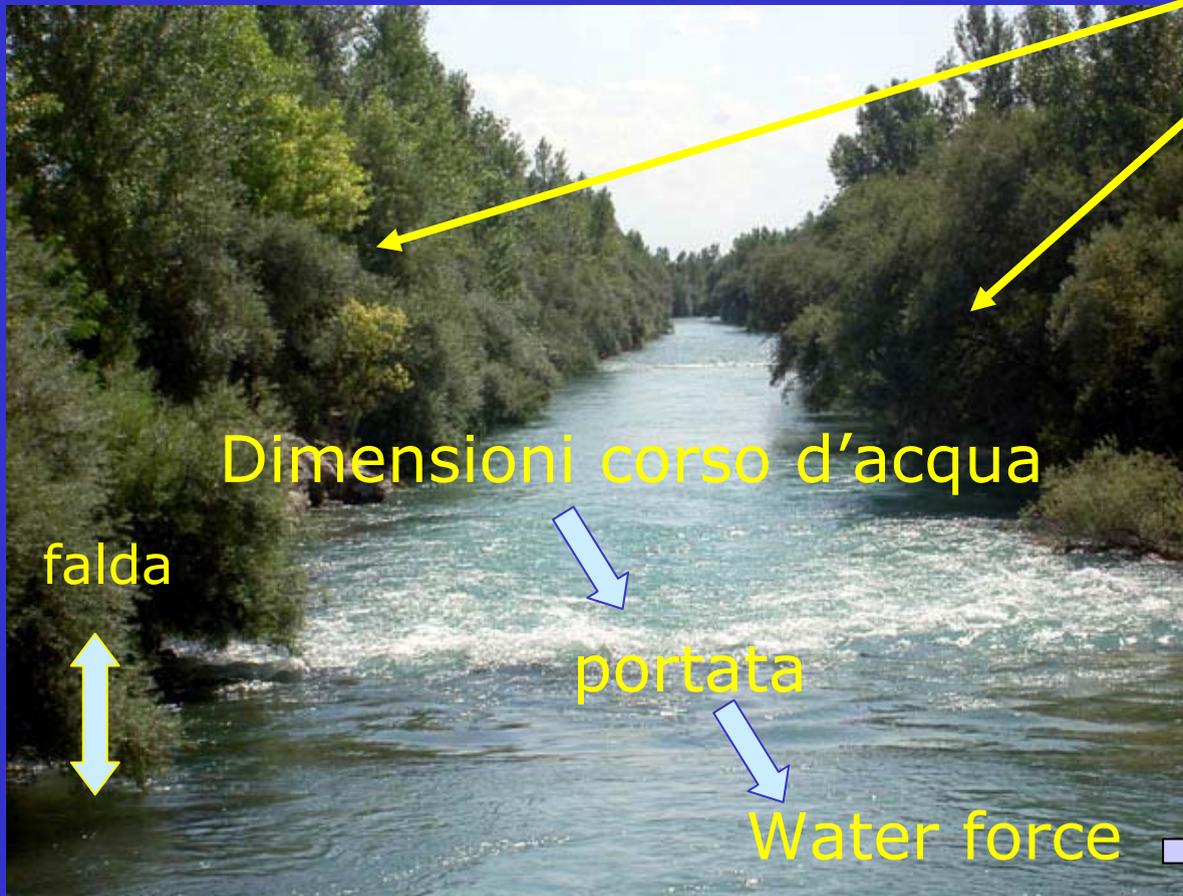
Guiers, tratto naturale (Q 1 m³/s)



Guiers, tratto "sistemato" (Q 1 m³/s)



Elemento dominante del paesaggio fluviale: la vegetazione riparia



Torrente Leale, da www.azshop.it

Componente
ecosistemica a
dinamicità multipla

Azioni
meccaniche

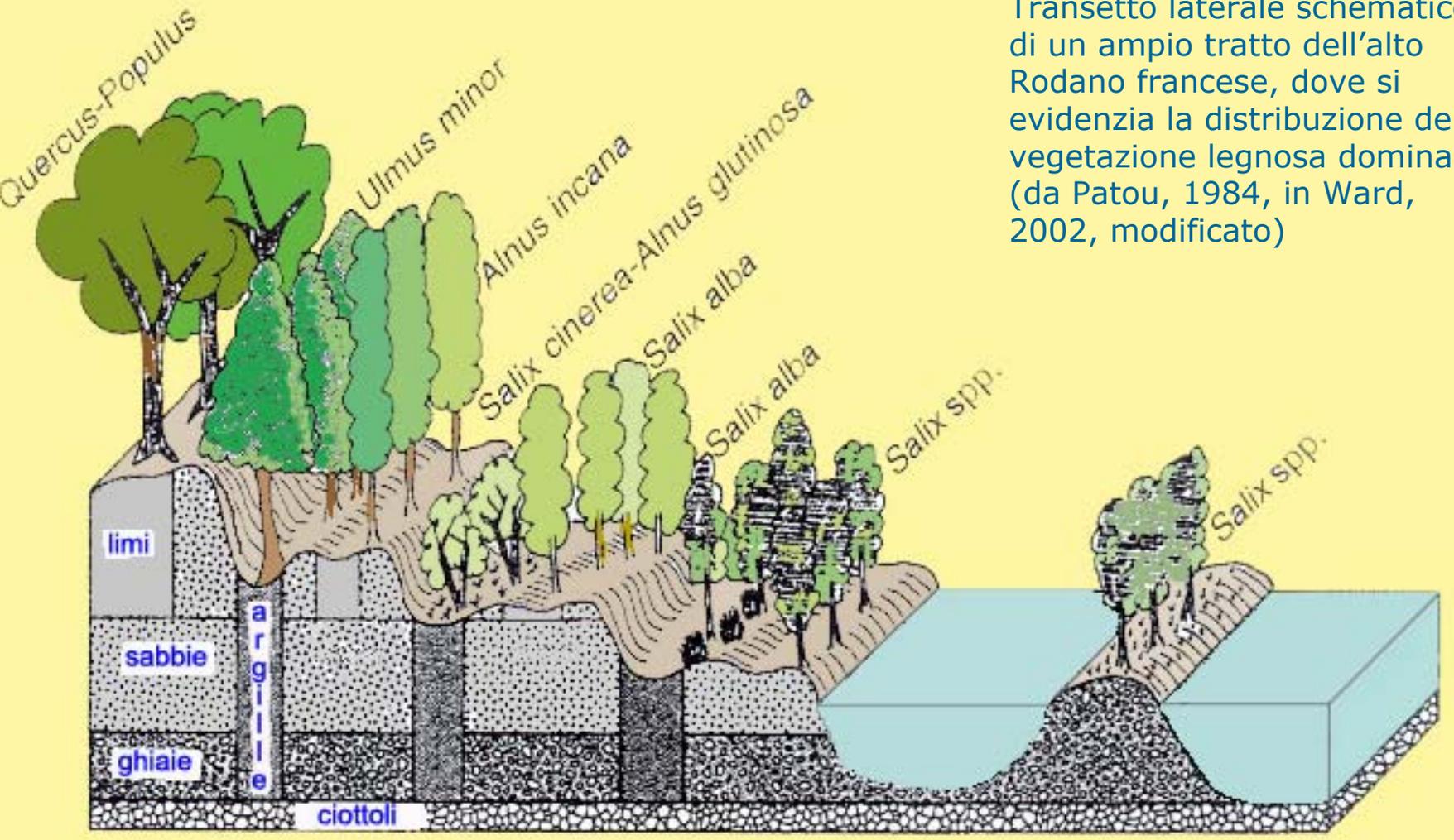
Vegetazione azonale → fattori edafici → paraclimax

Struttura della zona riparia

1. gradiente climatico
2. frequenza inondazioni
3. turbative ambientali
4. nutrienti



Mosaico complesso



Transetto laterale schematico di un ampio tratto dell'alto Rodano francese, dove si evidenzia la distribuzione della vegetazione legnosa dominante (da Patou, 1984, in Ward, 2002, modificato)

Caratteristiche della Vegetazione Riparia

(da Sansoni, 2003, modificato)

Fascia riparia

(salici, pioppi, ontani)

- **resistenza a sommersione prolungata**
- **resistenza all'asfissia radicale**
- **resistenza alla corrente (flessibilità)**
- **dispersione idrocora di semi e frammenti**
- capacità rigenerativa (radici avventizie)
- esigenze edafiche minime (pioniere)
- strategie riproduttive



Erbacee pioniere di greto

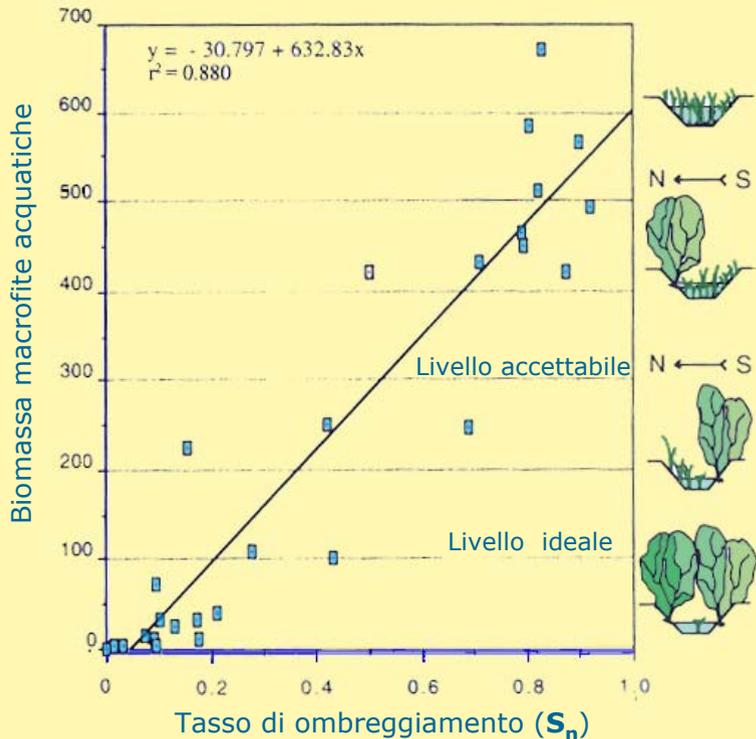
Funzioni della vegetazione riparia

Microclima

Contenimento
sviluppo
macrofite

Contenimento
livelli di
temperatura

Ombreggiamento del corso d'acqua



(da Eiseltova, 1995, modificato)

Riserva di biomassa legnosa

Apporto di materia organica
da 50 a 900 g p.s.



Rallentamento deflusso acque

Effetti
dell'ombreggiamento
sullo sviluppo di
macrofite. S_n =
intensità luminosa
(irradianza) alla
superficie
dell'acqua/irradianza
all'aperto.

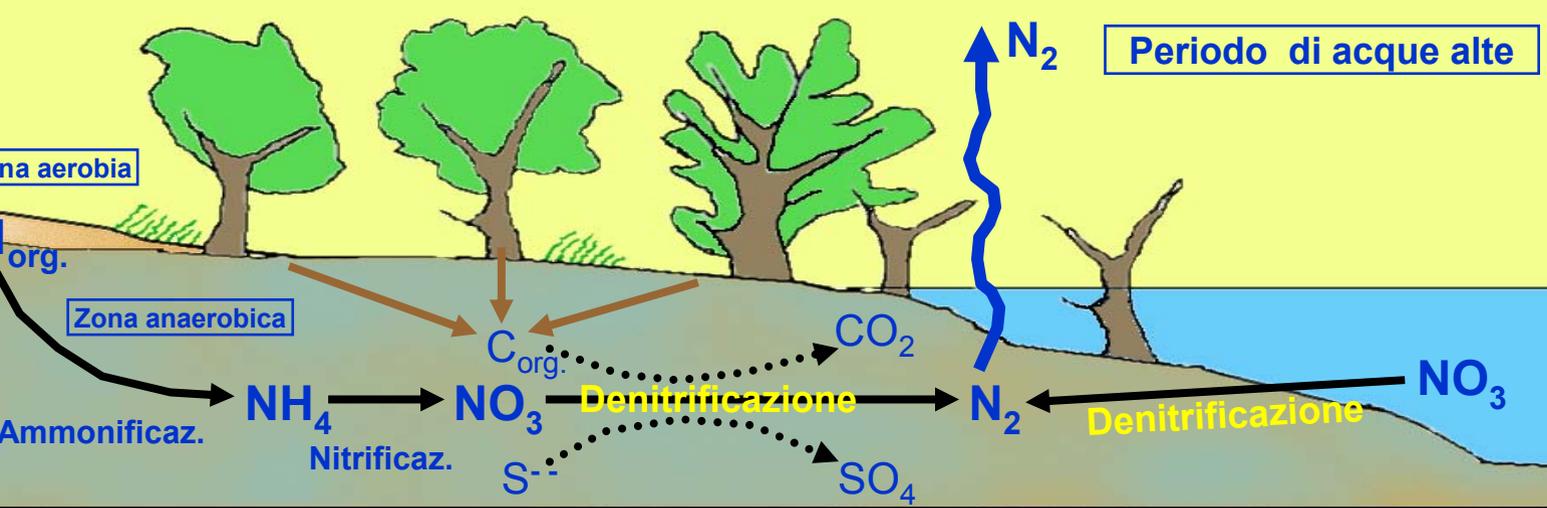
Intrappolamento sedimenti

Stabilità delle rive

Filtro per nutrienti

La denitrificazione

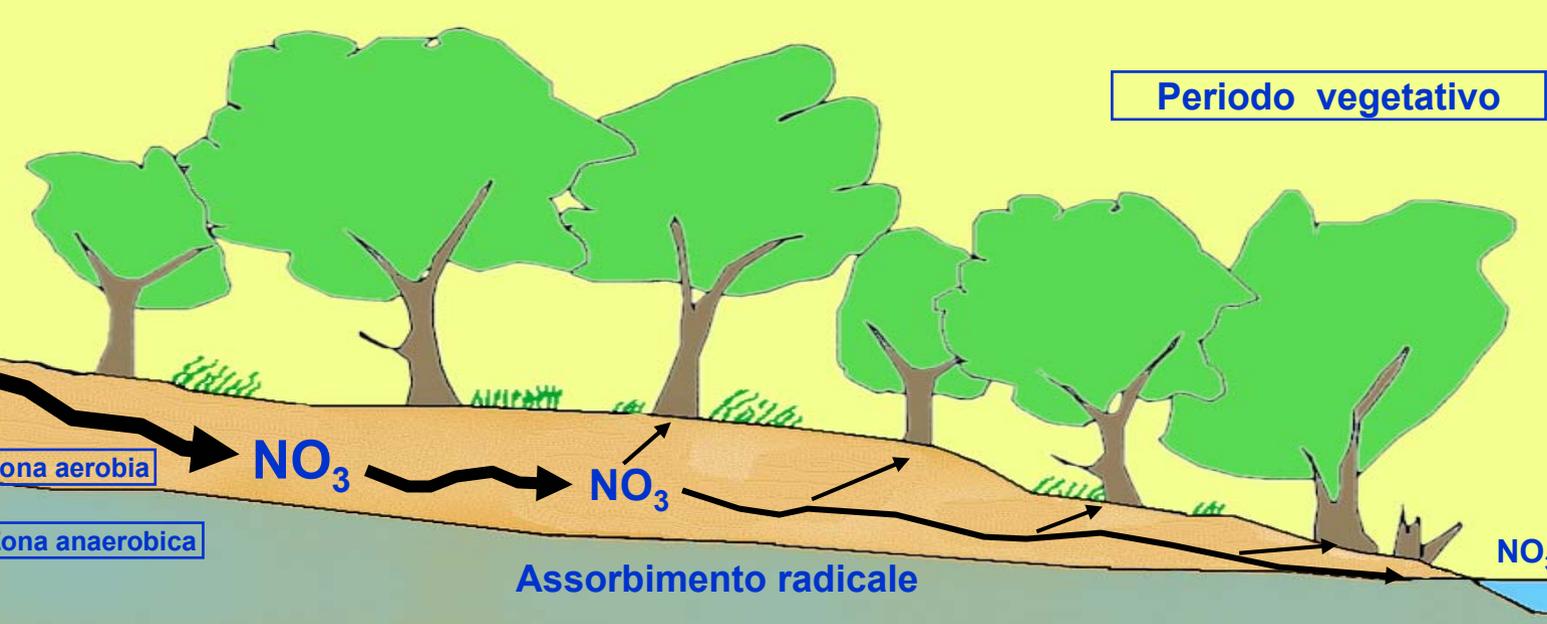
- 1) consumo O_2 (C, S e NH_4);
- 2) riduzione manganesa
- 3) denitrificazione
- 4) riduzione Fe^{+++}
- 5) riduzione SO_4
- 6) metanogenesi



Requisiti:

- 1) NO_3
- 2) anaerobiosi
- 3) C organico

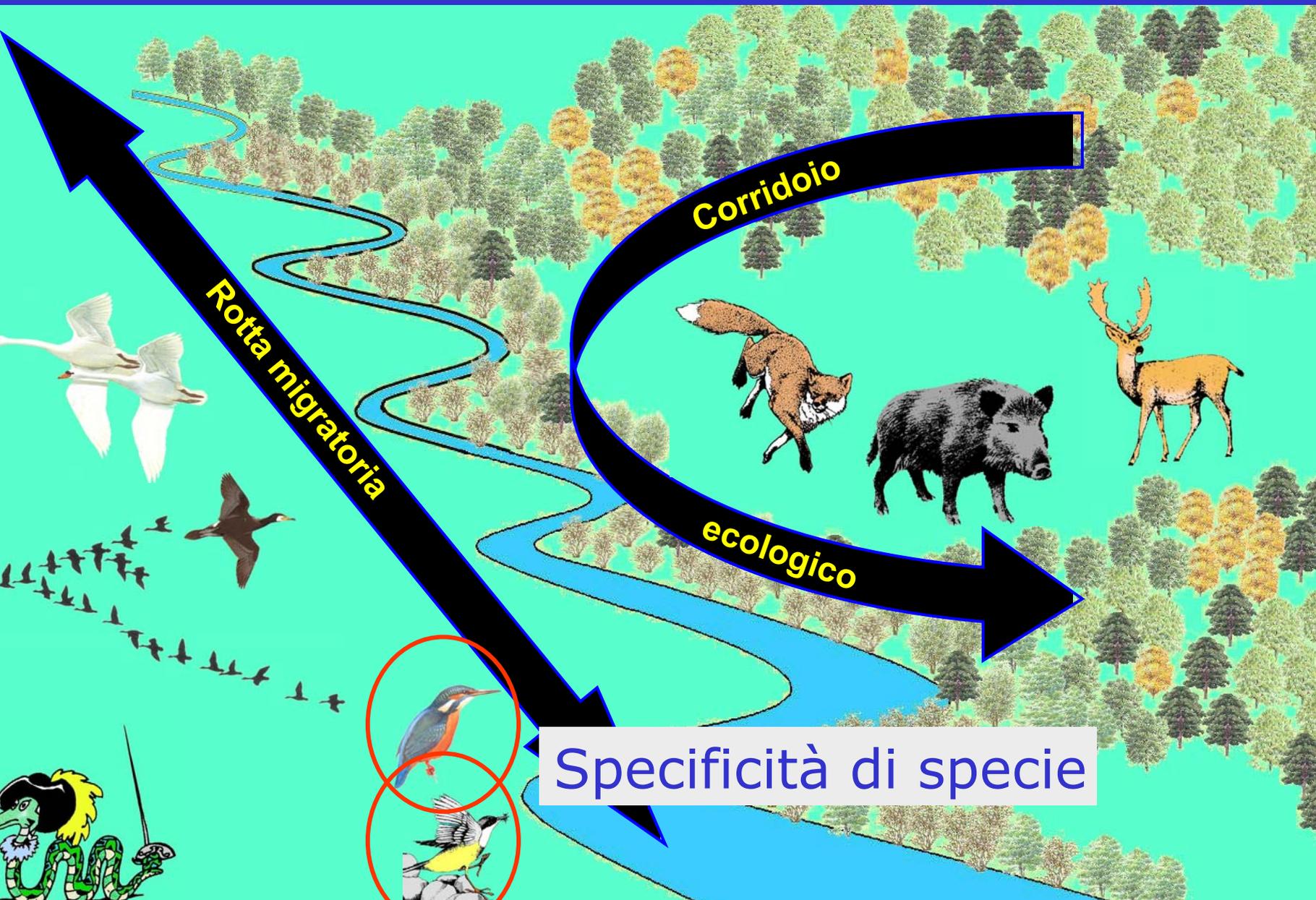
Il ruolo della vegetazione è fornire C organico (lettiera, radici) come fonte energetica e mantenere un basso redox (consumo O_2)



Habitat per fauna selvatica

Da Sansoni, 2003

Habitat per uccelli, mammiferi, anfibi, rettili (specializzati e da ambienti limitrofi, stanziali e di transito)



L'ambiente lotico: principali caratteristiche

Intensità degli scambi terra ↔ acqua

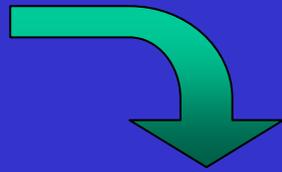


Ecosistema aperto, metabolismo eterotrofo

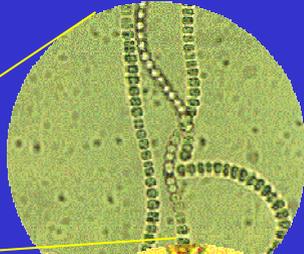


$$(I + P = R + E + D_s)$$

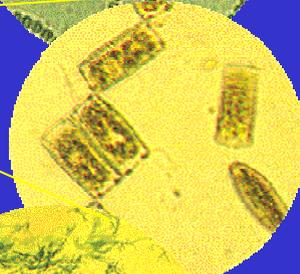
Gli autotrofi, artefici della produzione primaria attraverso il processo di fotosintesi



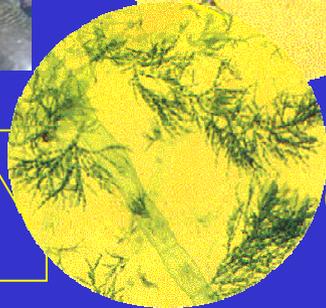
Periphyton, massimo fattore della produzione primaria interna



Cianoficee

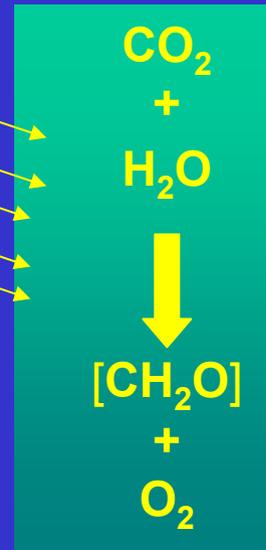
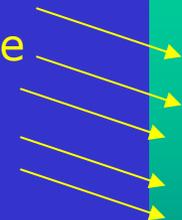


Diatomee

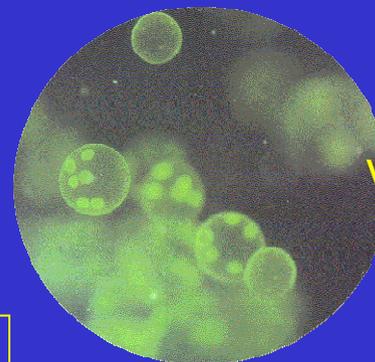


Cloroficee

Irradiazione luminosa



Macrofite, dominano il paesaggio sommerso dei tratti intermedi e delle zone stagnanti



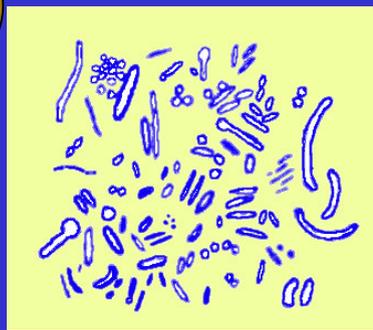
Volvox

Fitoplancton, riesce ad autosostenersi in condizioni tipiche dei grandi fiumi e nei laghi

Origine e destino della materia organica grossolana CPOM



DOM



Batteri decompositori

CPOM

Il processo di decomposizione della **CPOM** coinvolge per primi i microrganismi: la loro aggressione è indispensabile per aprire la strada a **macroinvertebrati**.



(da Sansoni, 2003, modificato)

F
O
P
M

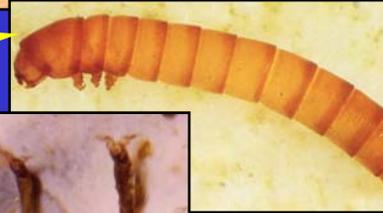


Gruppi funzionali alimentari nelle acque correnti

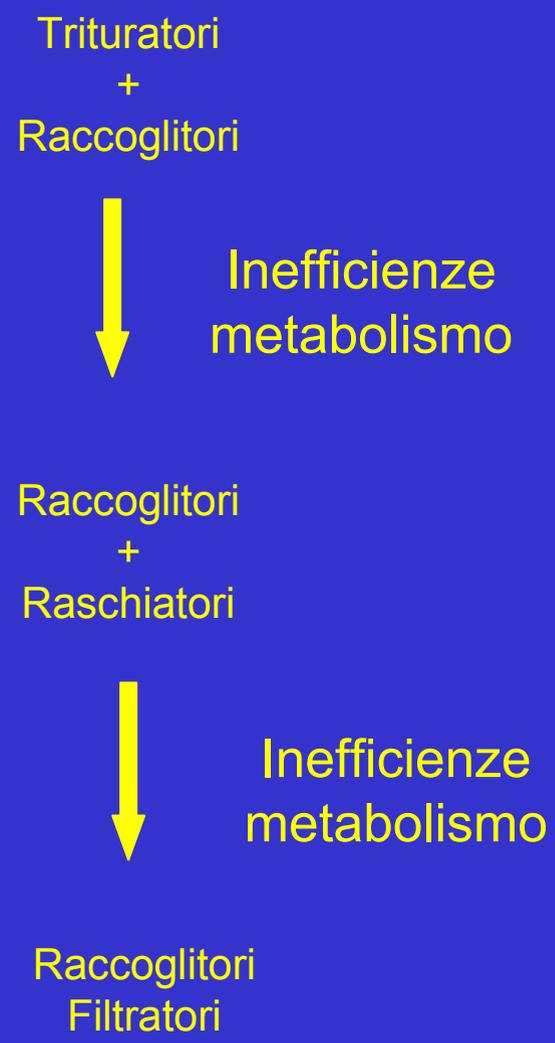
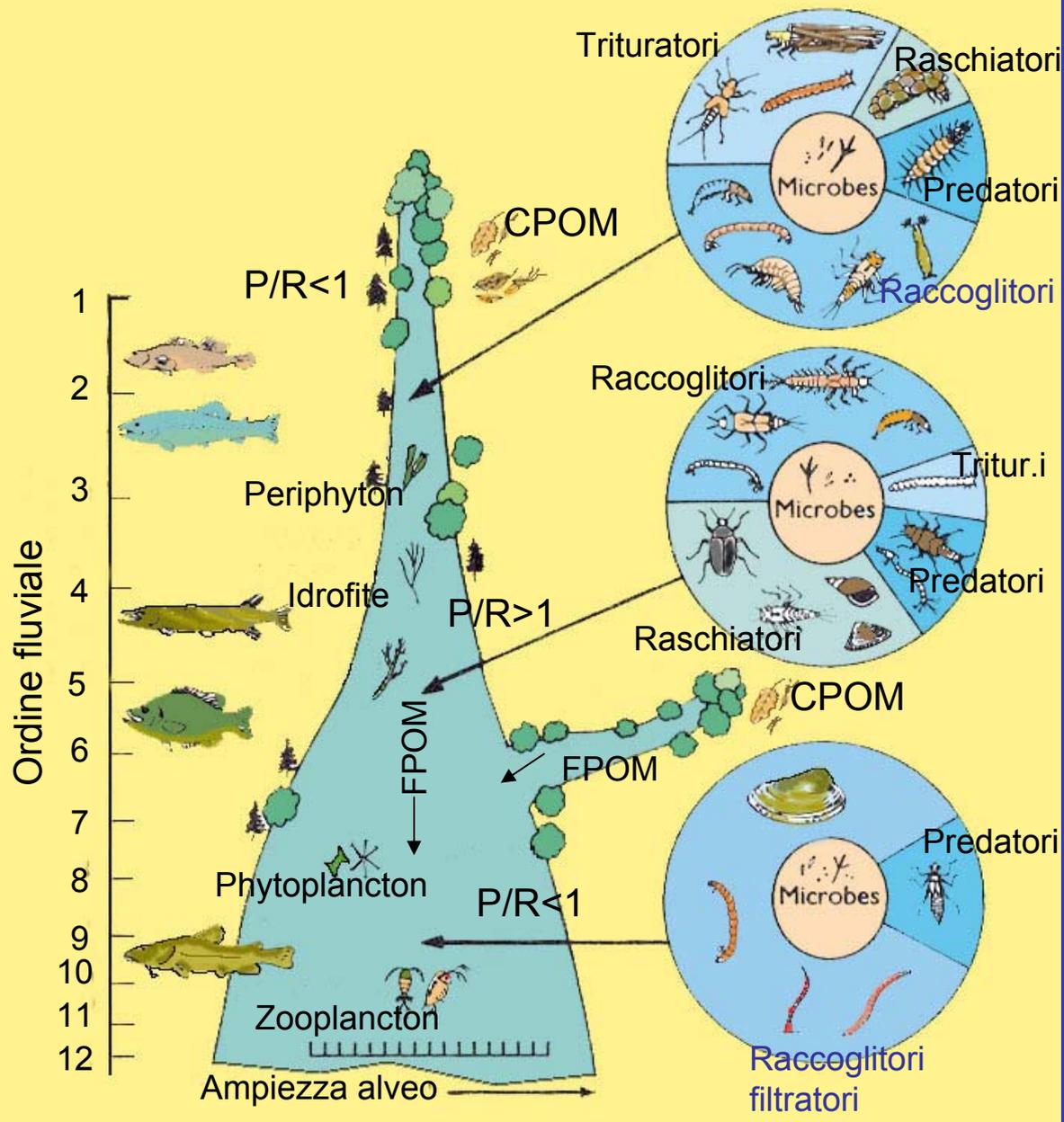
(da Merrit & Cummins, 1996, modificata, in Sansoni, 2000)

GRUPPI FUNZIONALI ALIMENTARI DI MACROINVERTEBRATI

Gruppi funzionali	Risorse alimentari	Ruolo trofico e modalità d'alimentazione	Esempi
Tricoteri (Tricoptera) (Tricotters)	Foglie (non legno) e microbi associati Macrofite	Detritivori - masticatori	Alcune larve di tricoteri, stadi giovanili di plecoteri, anfipodi, isopodi
Scavatori (Amphipoda) (Scavengers)	Materiali legnosi	Erbivori - masticatori, minatori Detritivori - scavatori, minatori	Larve di ditteri acquatiche
Collettori filtratori (Filter feeders) (Filterers)	Particolato fine sospeso e microbi associati	Detritivori - apparati filtranti	Alcune larve di ditteri, di coleotteri e di tricoteri
Collettori aggregatori (Collector gatherers) (Collector gatherers)	Particolato fine sedimentato e microbi associati	Detritivori - brucatori della superficie dei sedimenti	Reti filate da larve di tricoteri; bivalvi; larve di simuliidi
Raschiatori (Scraper) (Scrapers)	Alghe del perifiton e microfauna associata	Erbivori - raschiatori e raspatori	Molte larve di efemerotteri e di ditteri
Perforatori (Perforator) (Perforators)	Macrofite	Erbivori - perforatori	Alcune larve di efemerotteri, tricoteri e gasteropodi
Predatori (Predator) (Predators)	Prede animali	Carnivori - morsicatori, perforatori	Alcune larve di plecoteri, odonati, tricoteri, coleotteri e ditteri



River continuum concept



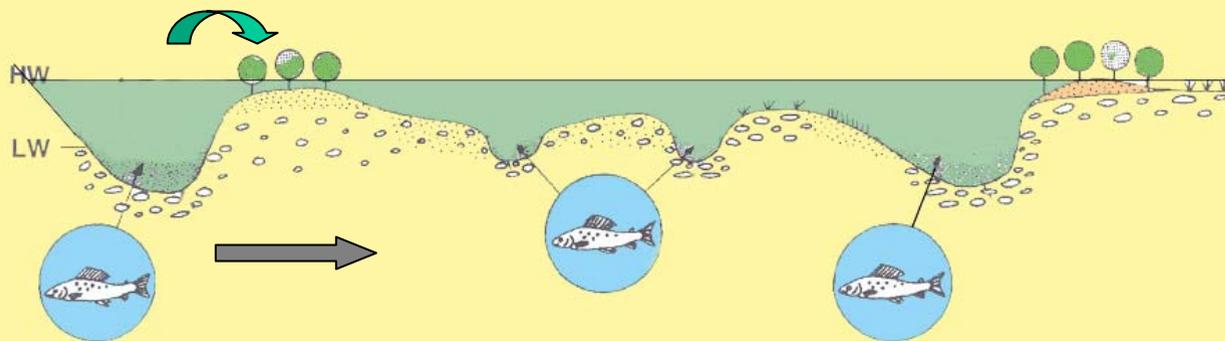
Flood pulse concept un complemento al RCC

(Junk *et al.*, 1989)

Piana inondabile portata ordinaria



Piana inondabile periodo di piena

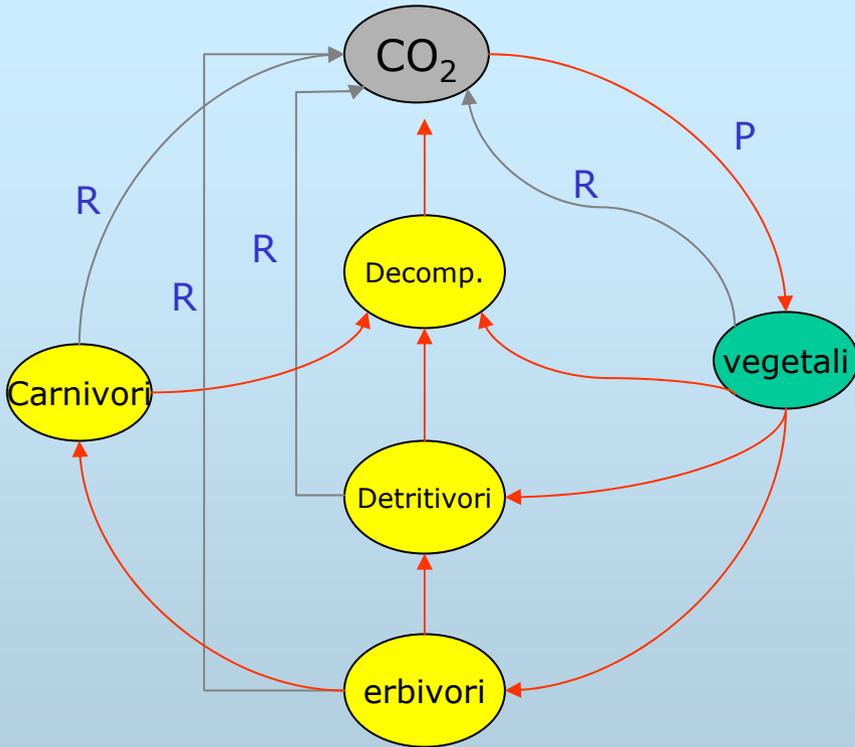


Migrazioni trofiche e riproduttive

il pulsare delle portate costituisce la forza più importante in grado di controllare il biota nelle piane inondabili. Gli scambi laterali tra la pianura e l'alveo e la ciclizzazione dei nutrienti all'interno della piana ha un effetto maggiore sul biota rispetto al *nutrient spiralling* del RCC.

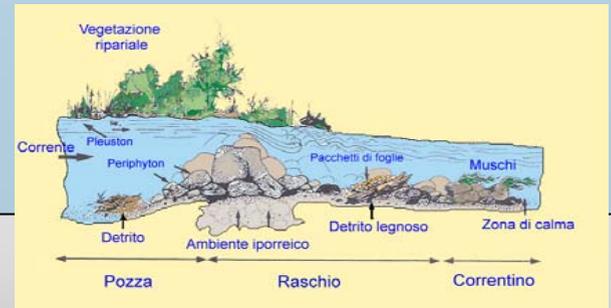
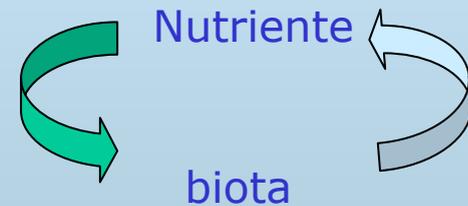
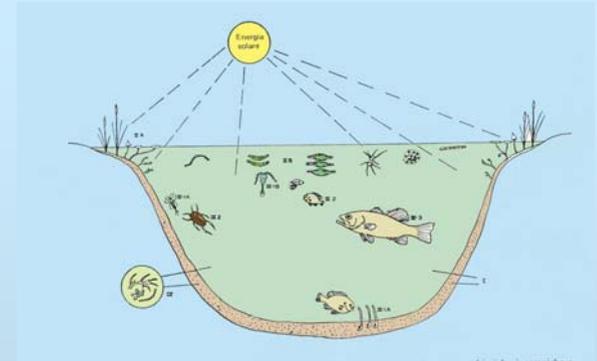
Ciclizzazione dei nutrienti

(da Siligardi *et al.*, 2000, modificato)



Esempio schematico del ciclo della materia per il carbonio (CO₂), dove R=respirazione e P=fotosintesi

In ambiente lentico in situ



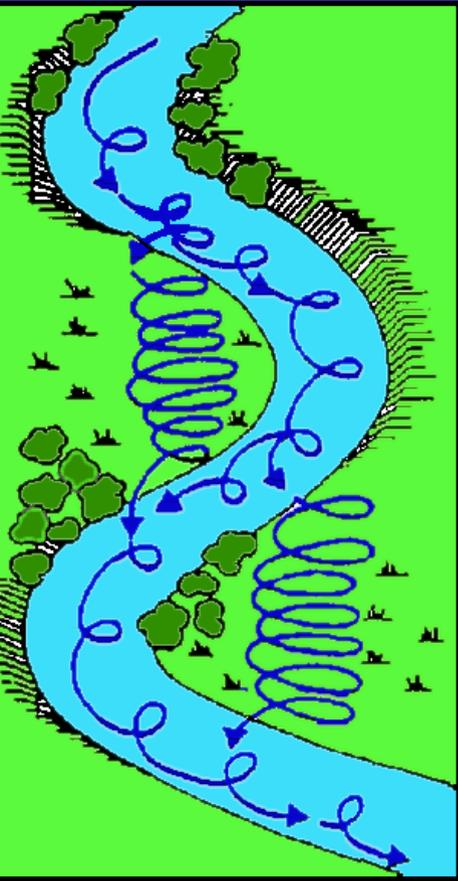
Più rapido



Più lento

In ambiente lotico in movimento

Spiralizzazione dei nutrienti (*Nutrient spiralling*)



La spiralizzazione dei nutrienti è limitata al corso d'acqua, e prosegue nell'adiacente ambiente terrestre, periodicamente inondato.

Dispositivi di ritenzione della materia organica: pozze, zone di calma, massi, tronchi.

Bassa ritenzione → scarsa depurazione

Bassa attività biologica → scarsa depurazione

MECCANISMI		CICLIZZAZIONE		RISPOSTA dell'ecosistema all'apporto di nutrienti	STABILITÀ ecosistema
Attività	Ritenzione	Tasso	Distanza fra spire		
Alta	Alta	Veloce	Corta	Conservativo (I > E)	Alta
Bassa	Alta	Lento	Corta	Accumulatore (I > E)	Alta
Alta	Bassa	Veloce	Lunga	Conservativo intermedio	Bassa
Bassa	Bassa	Lento	Lunga	Esportatore (I = E)	Bassa

Habitat e dispositivi di ritenzione nell'ambiente fluviale

