

Morfologia, idrologia e processi biogeochimici come determinanti delle comunità acquatiche

Pierluigi Viaroli

Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Parma

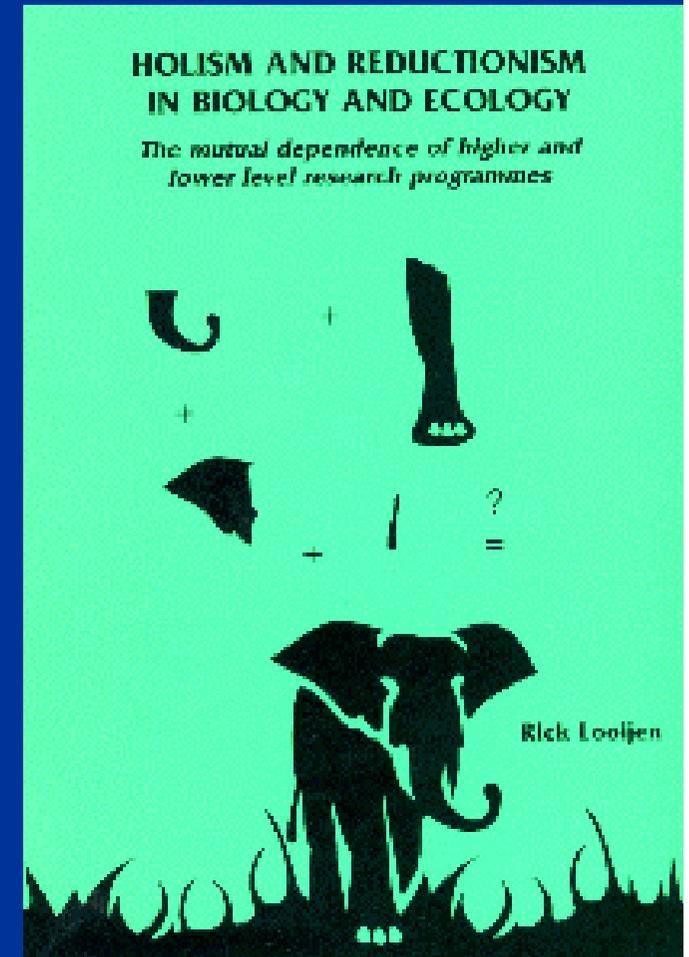
1. Cenni ad alcuni riferimenti ecologici
2. Elementi strutturali, proprietà e funzioni dell'ecosistema fluviale: sistema "laterale" nella golena aperta, ambiente iporeico, sinuosità e frammentazione dell'alveo bagnato.
3. Il sistema laterale nella golena aperta: gradiente di vegetazione e buffers biogeochimici che dipendono dalla vegetazione acquatica.
4. Stato di conservazione e recupero degli ecosistemi acquatici marginali nella golena aperta e nelle aree di pertinenza fluviale nella fascia planiziale del Po.
5. Applicazioni ecologiche alla gestione della fascia golenale. Limnologia applicata ai laghi di cava.

Leggi, teorie, ipotesi e concetti in ecologia

“I will hit upon a special problem, which more or less frustrates concrete solutions to reduction problems, namely the almost complete lack of general laws and theories in ecology. This problem has been referred to as the 'intellectual immaturity' of ecology (Fretwell 1981; Strong et al. 1984; McIntosh 1985; Hagen 1989). I will point to two particular 'causes' of this problem, viz. the ambiguity of the ecological vocabulary and the inhibitory effect of the holism-reductionism dispute on the growth of knowledge.”

Richard Christiaan Looijen, 1998

Holism and reductionism in biology and ecology. The mutual dependence of higher and lower level research programmes



Alcuni riferimenti ecologici

❖ Concetti e modelli generali

❖ River continuum concept

❖ River spiralling

❖ Flood-pulse concept

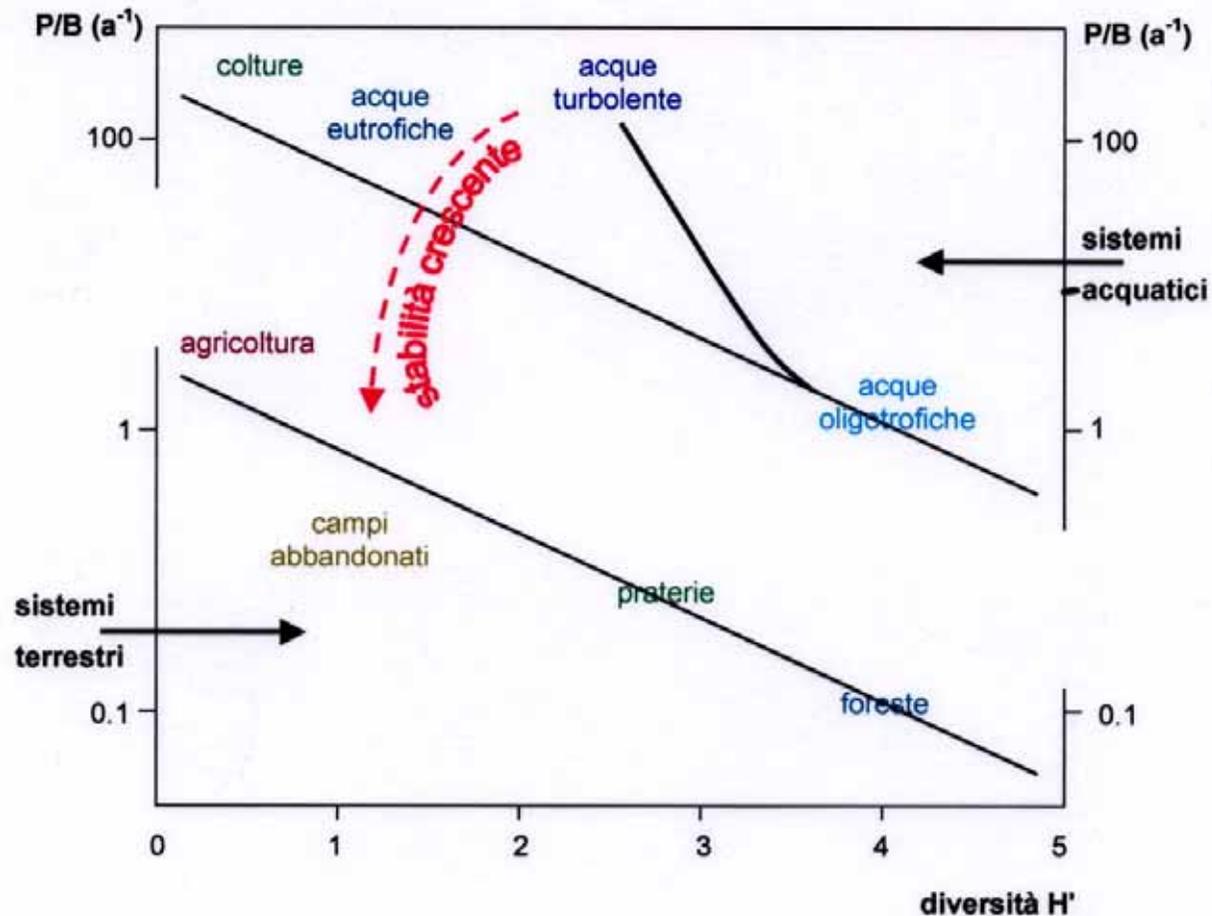
❖ Interfacce come regolatori metabolici

-Macrofite

-Wetlands

-Ambiente iporeico

MODELLO FINALISTICO



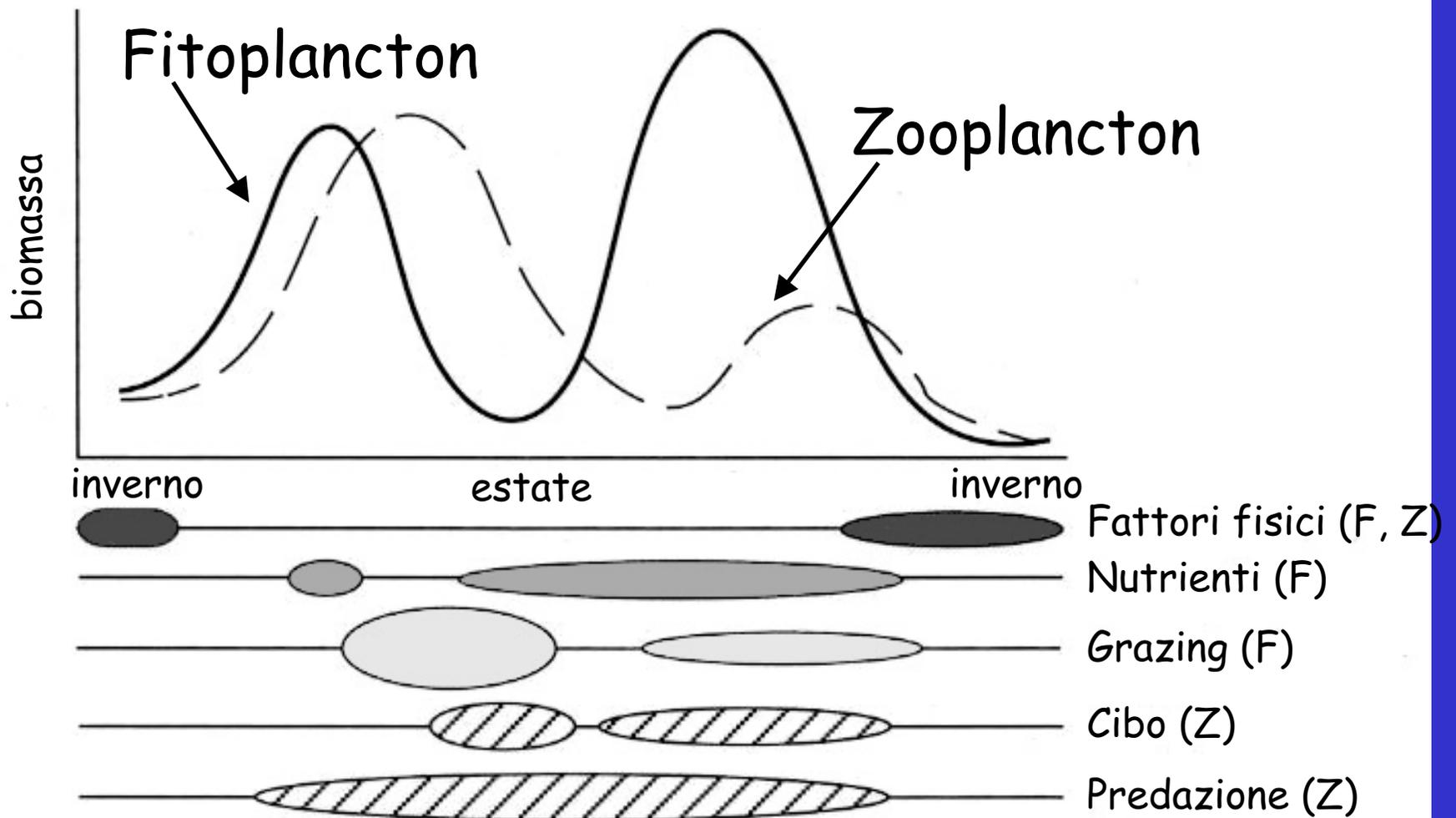
P: produzione primaria lorda

B: biomassa totale della biocenosi

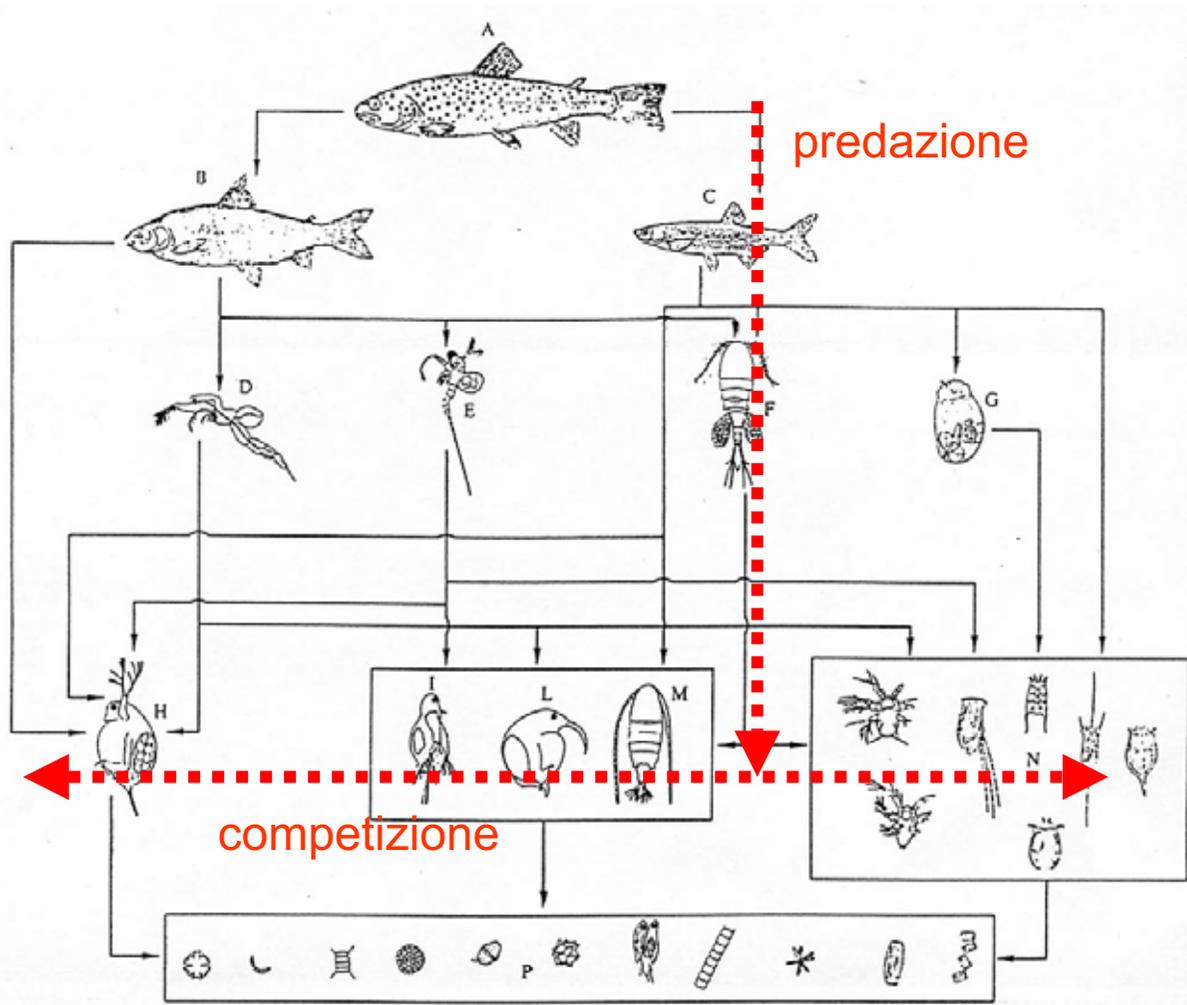
H' : diversità secondo Shannon

Margalef (1969). Diversity and stability: a practical proposal and model of interdependence. Brookhaven Symp. Biol. 22:25-37.

PEG Model (Sommer et al., 1986): si tratta di uno schema generale, sviluppato attraverso uno studio comparativo di molti laghi della zona temperata, finalizzato alla descrizione di un modello successionale delle comunità planctoniche

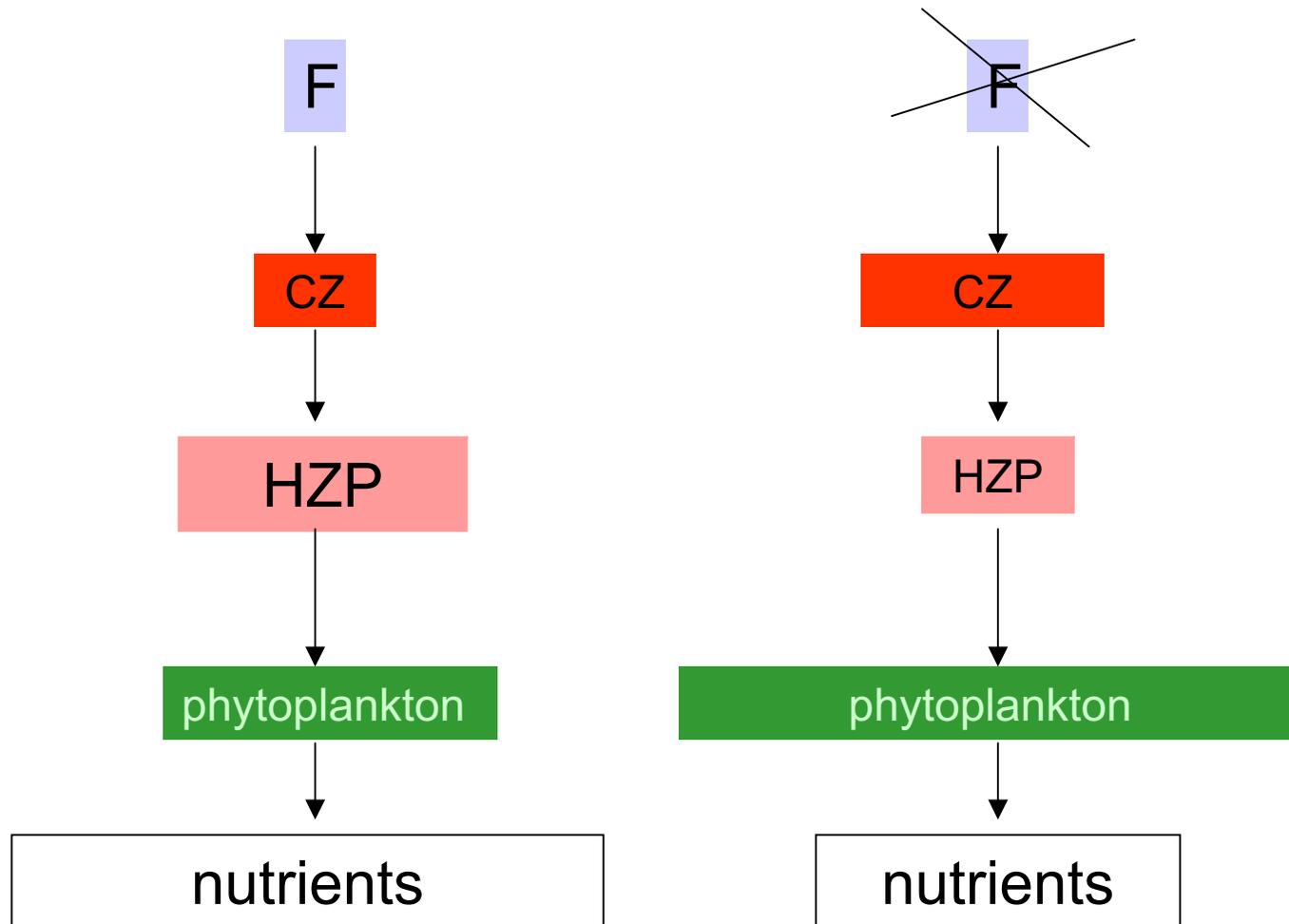


Interazioni fondamentali nella rete trofica

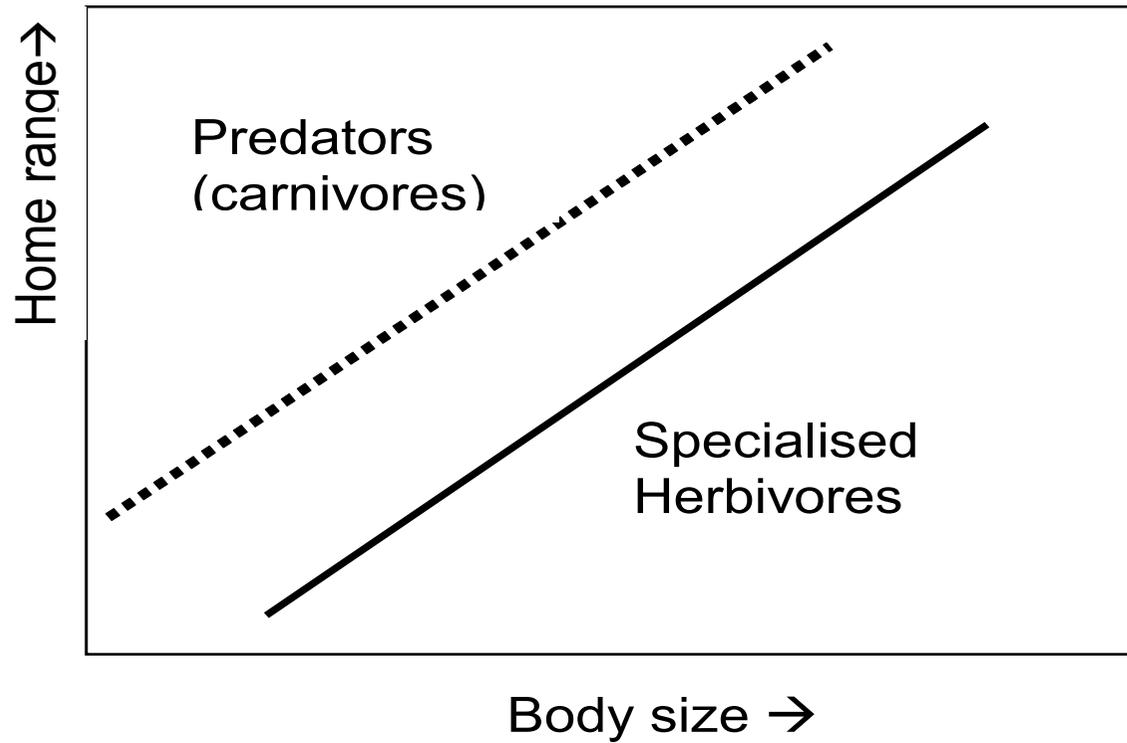


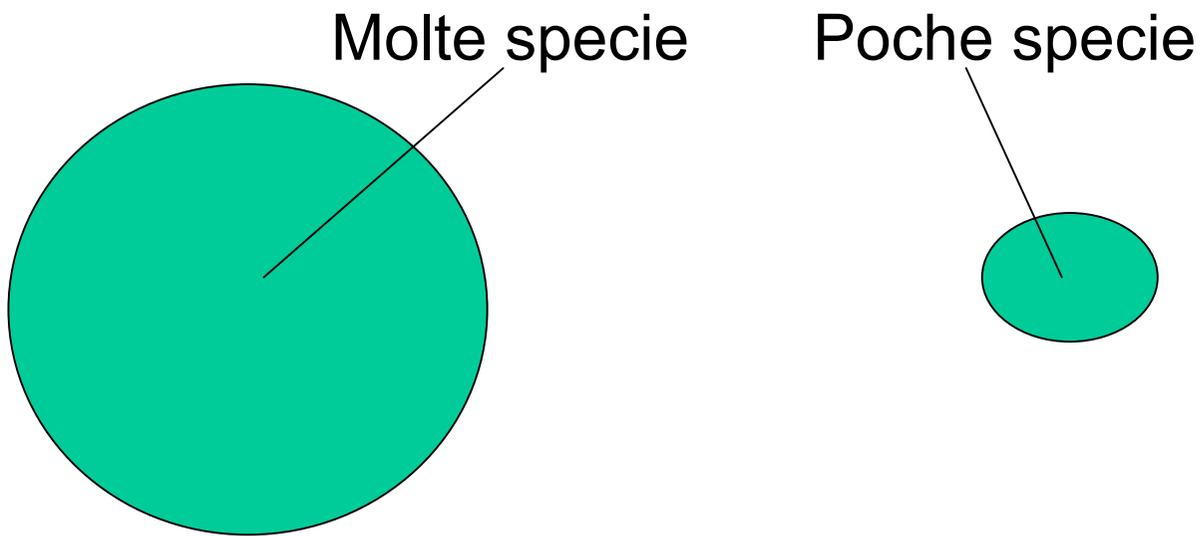
La catena alimentare è controllata da reazioni che muovono

- dal basso (bottom- up): il controllo è nella disponibilità dei nutrienti
- dall'alto (top-down): il controllo è nel livello trofico apicale

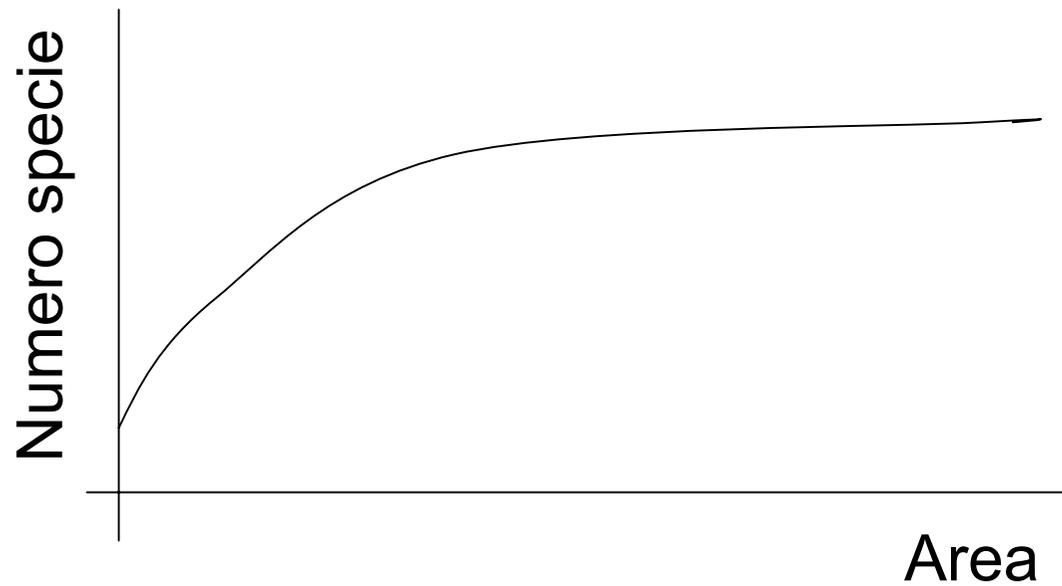


Relazione body size – home range

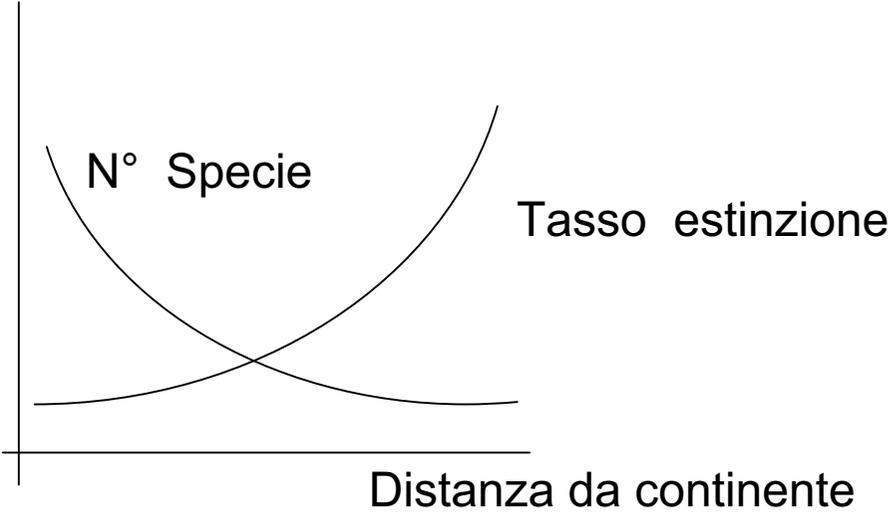
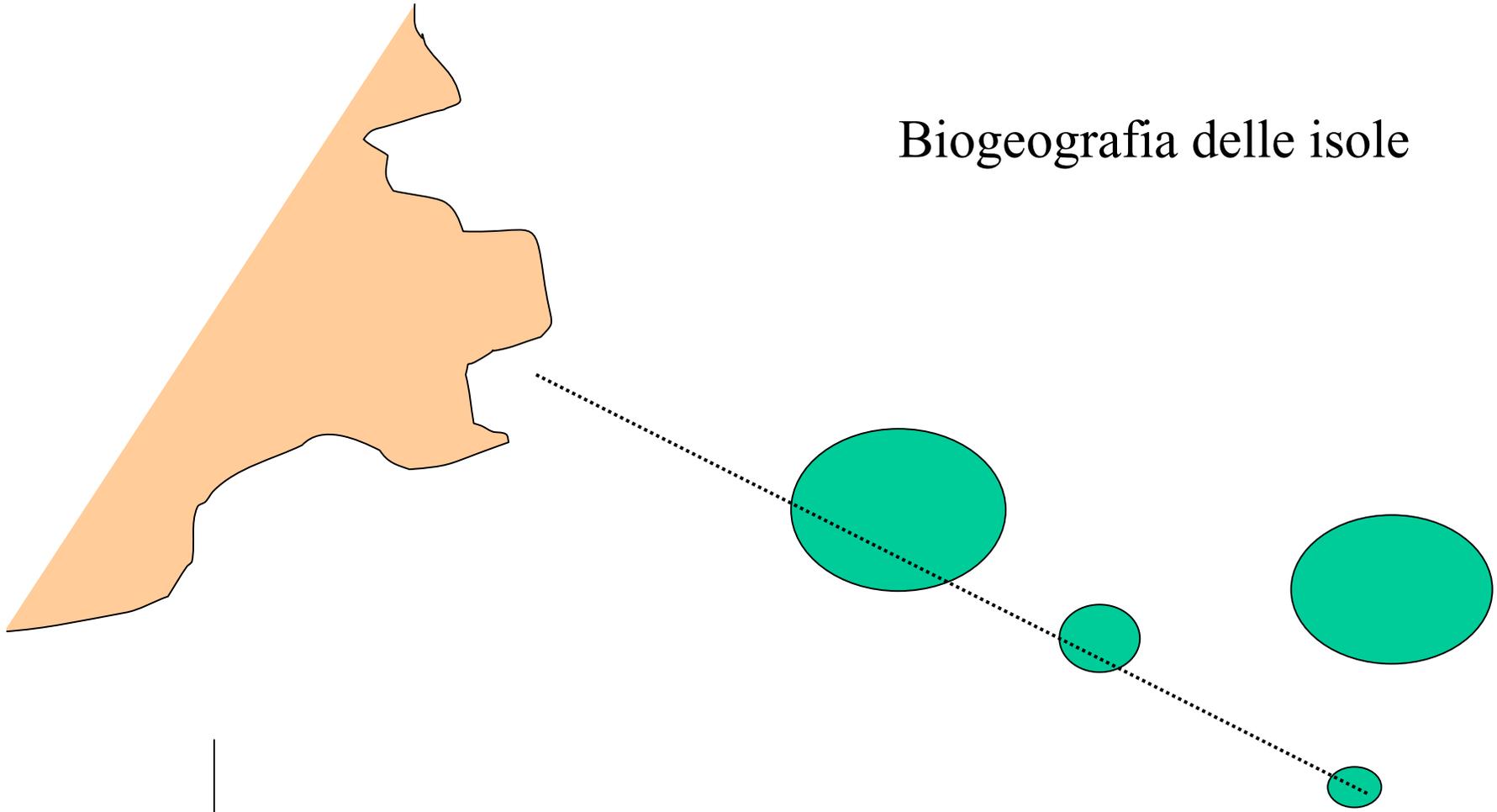




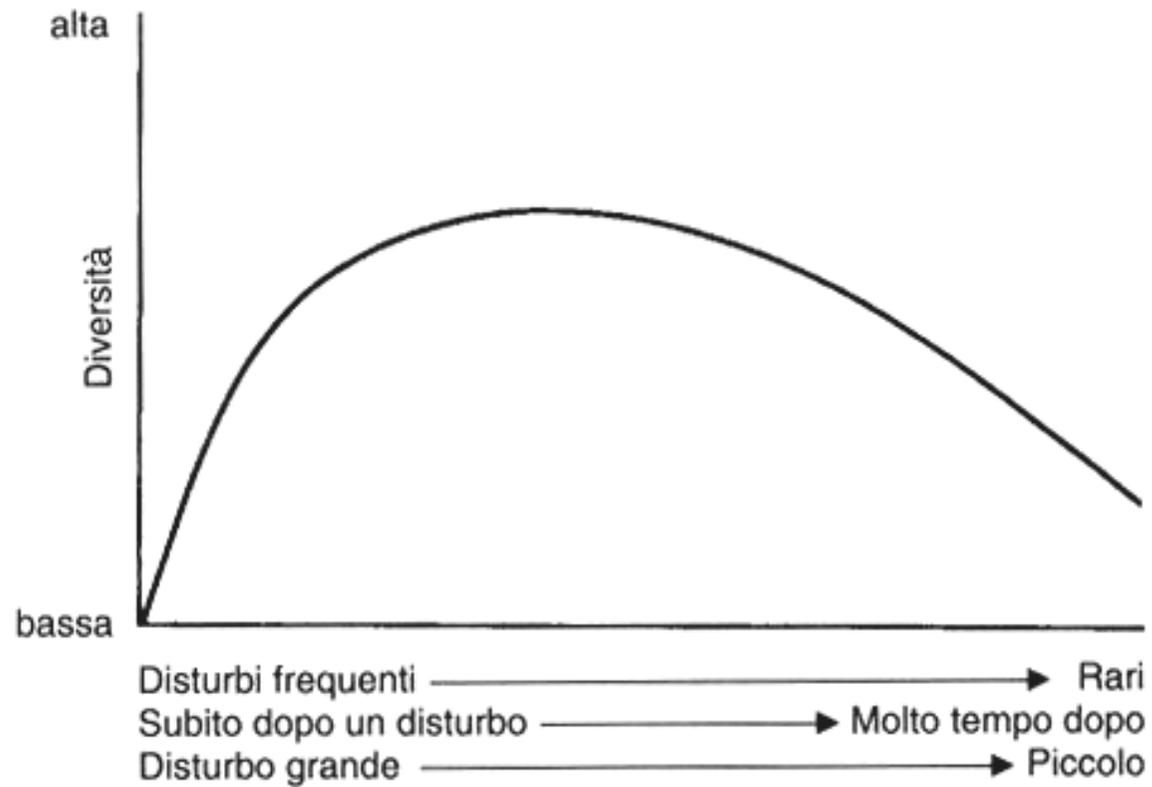
Modello specie-area



Biogeografia delle isole

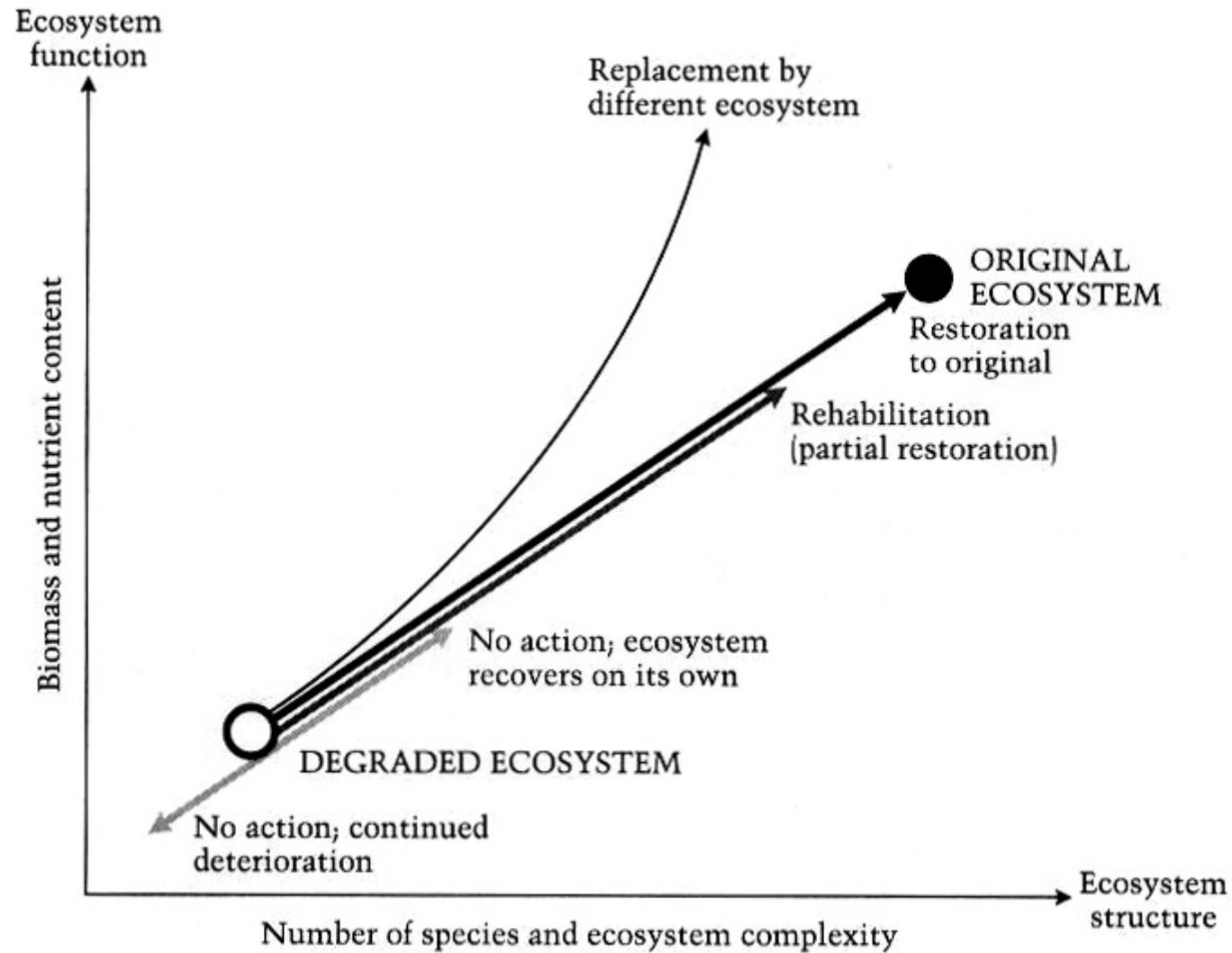


DISTURBO E BIODIVERSITÀ

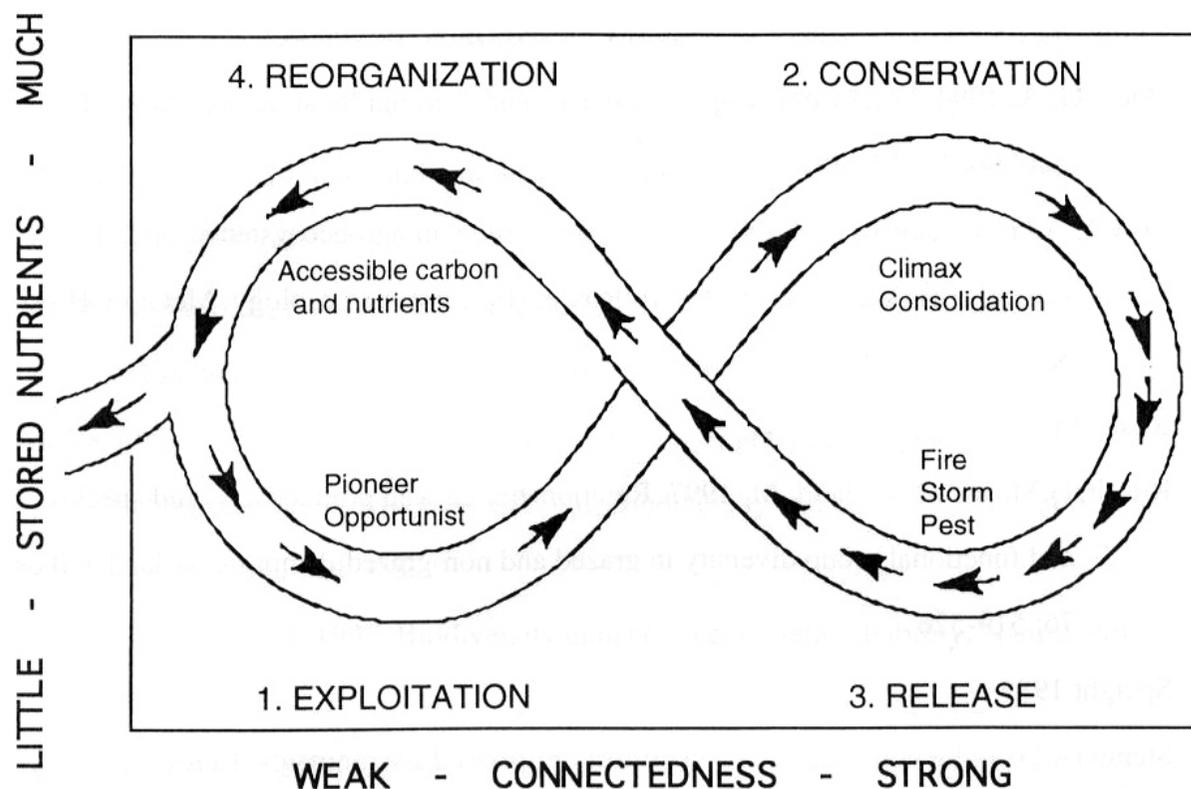


L'interazione fra disturbo e diversità. Da Connell (1978).

DEGRADO E RIPRISTINO

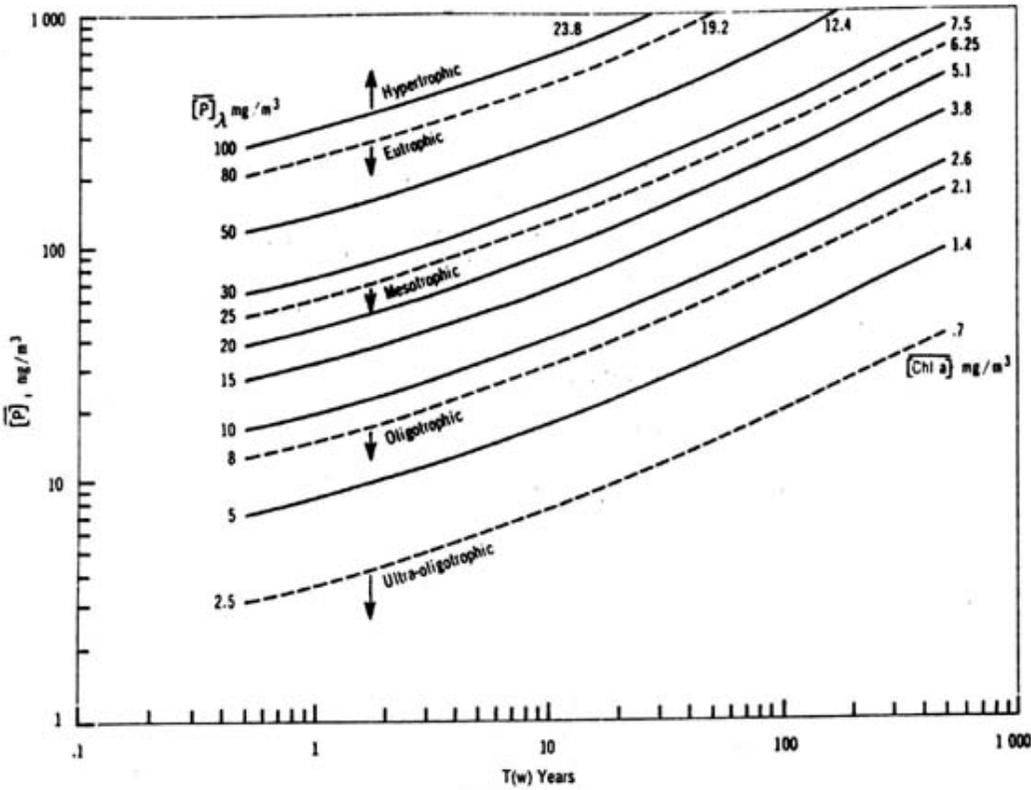


SUCCESSIONE E RIORGANIZZAZIONE DI ECOSISTEMI



Succession and re-organization of ecosystems as viewed by recent theory on change in ecosystems (adapted from Holling *et al.*, 1995). Arrows close to each other indicate rapid changes, far from each other slow changes. The exit from the cycle at the left indicates that a change to a new system (degraded or more productive) is most likely at the stage between reorganization and exploitation.

Modello di Vollenweider



The River Continuum Concept

(Vannote et al., 1980)

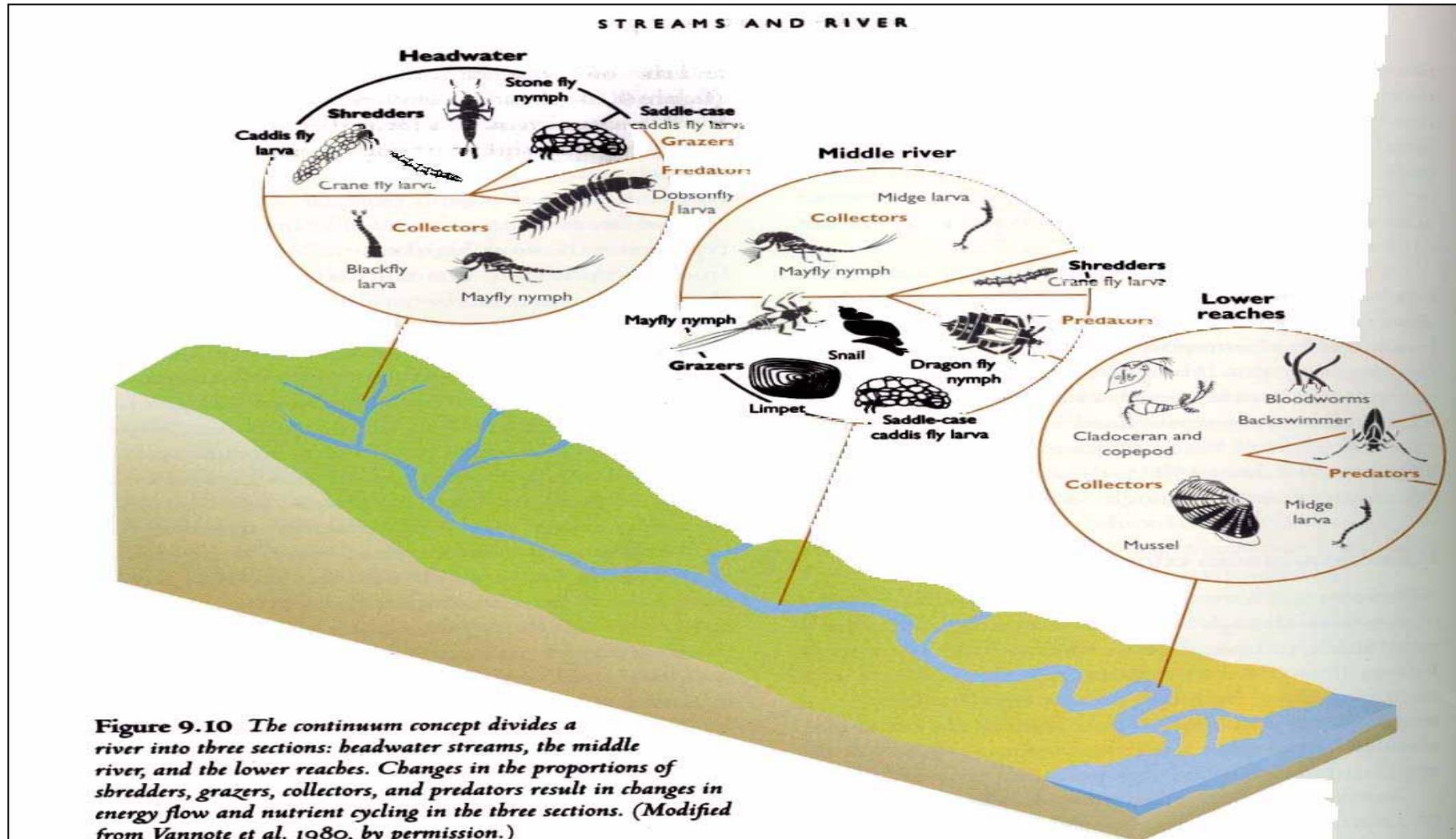
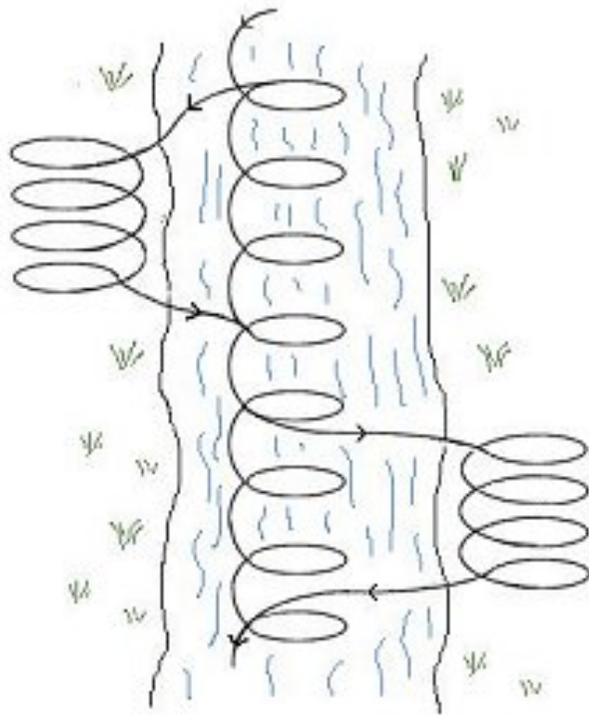


Figure 9.10 The continuum concept divides a river into three sections: headwater streams, the middle river, and the lower reaches. Changes in the proportions of shredders, grazers, collectors, and predators result in changes in energy flow and nutrient cycling in the three sections. (Modified from Vannote et al. 1980, by permission.)

Nutrient Spiralling Conceptual Model

Il **nutrient spiralling** è un'applicazione dei cicli della materia ai corsi d'acqua



Nutrienti essenziali (es. P e N) sono trattenuti nella misura in cui circolano tra acqua, sedimento e biota anche se gli scambi sono influenzati dal movimento unidirezionale dell'acqua

Il deflusso unidirezionale dell'acqua causa movimenti assimilabili ad una spirale. La ciclizzazione è tanto più intensa quanto maggiore è il numero di spire e minore la loro distanza

The Flood-pulse Concept (Junk et al., 1989)

Nell'Aquatic-Terrestrial Transition Zone (ATTZ) :

la frequenza delle piene (pulsazione) è la "driving force" del sistema

I processi biogeochimici sono i principali regolatori della composizione in specie della comunità, della rete trofica e della dinamica dei nutrienti

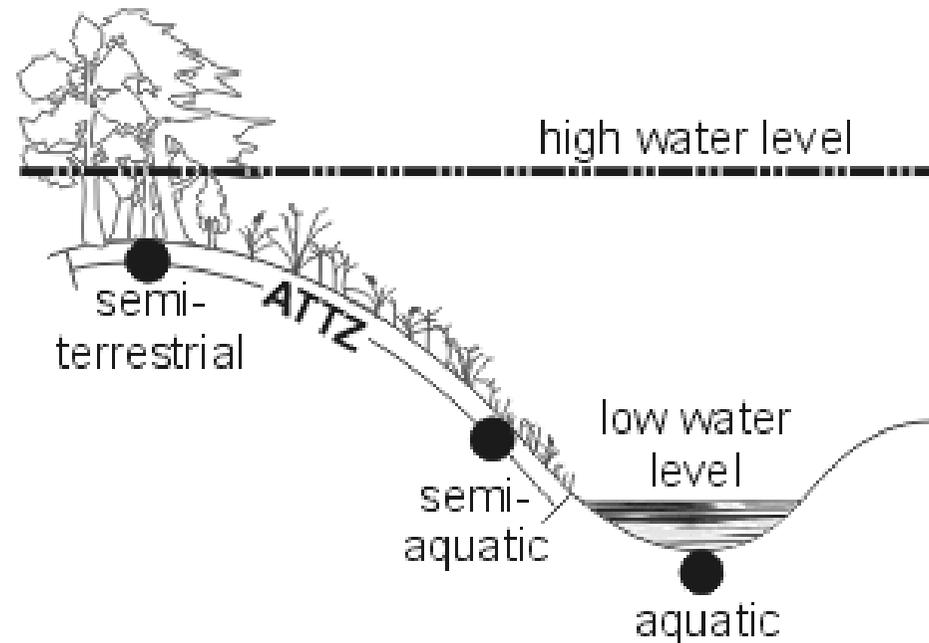
Le interazioni terra-acqua sono di volta in volta analizzate nel contesto

del concetto di ecotone

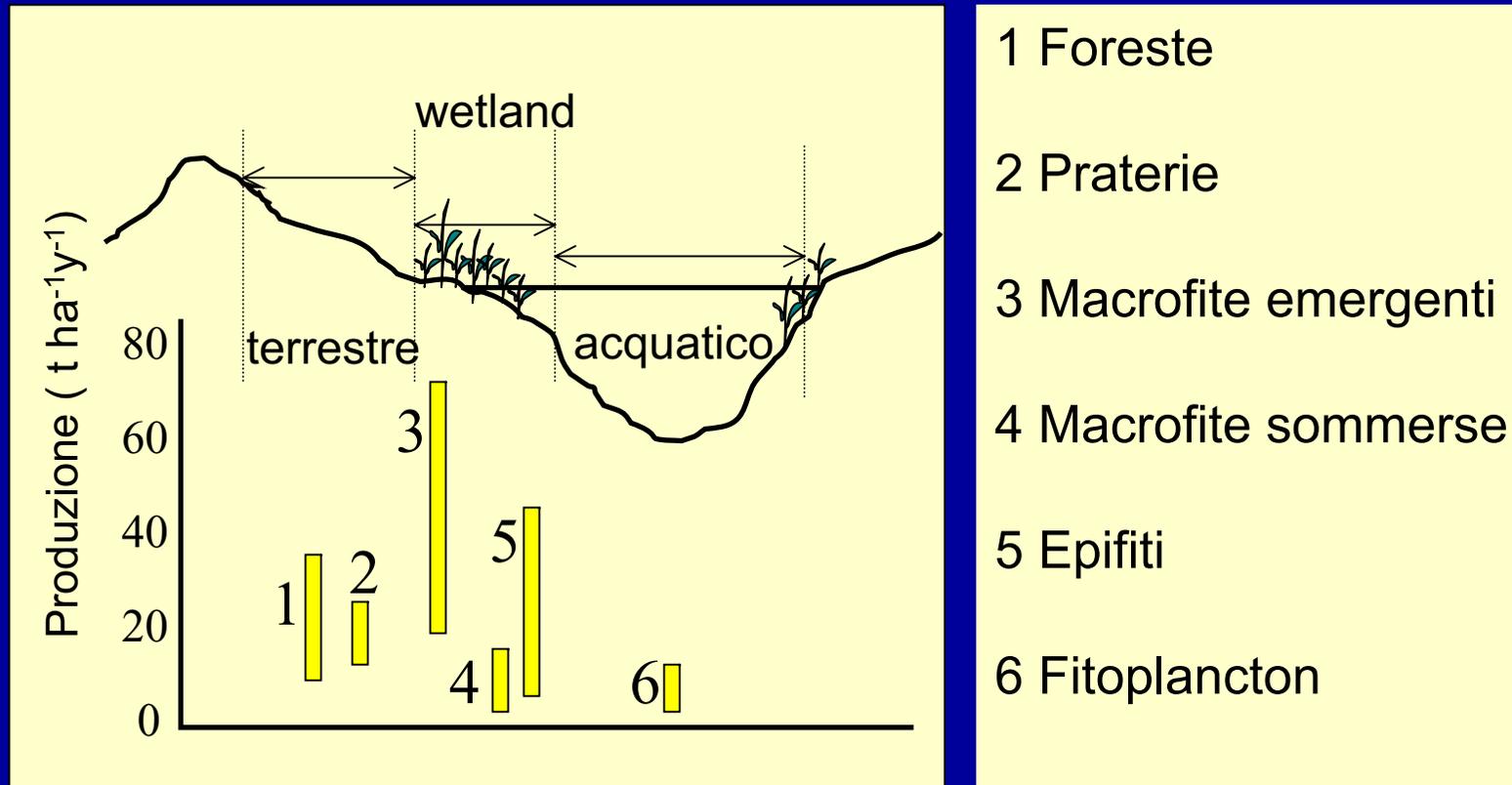
eterogeneità del paesaggio

dinamica del mosaico

Le golene fluviali sono ecotoni o ecosistemi?

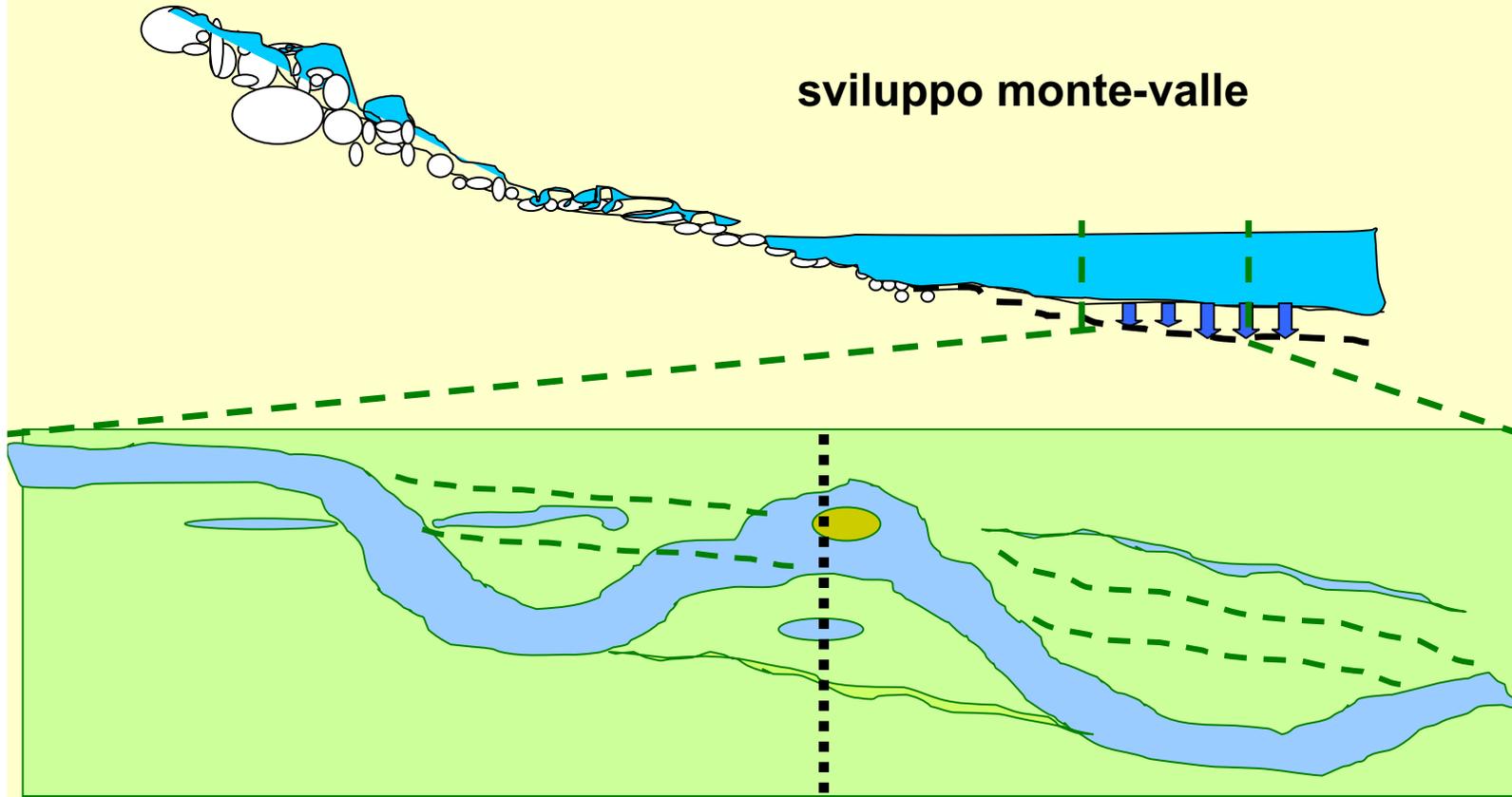


Wetzel R.G., 1990. Land-water interfaces: Metabolic and limnological regulators. Verh. Internat. Verein. Limnol. 24: 6-24



Le zone umide e le fasce di transizione tra ecosistemi terrestri ed acquatici sono i regolatori del sistema acquatico i processi sono controllati da vegetazione e produzione primaria e dall'attività microbica

sviluppo monte-valle

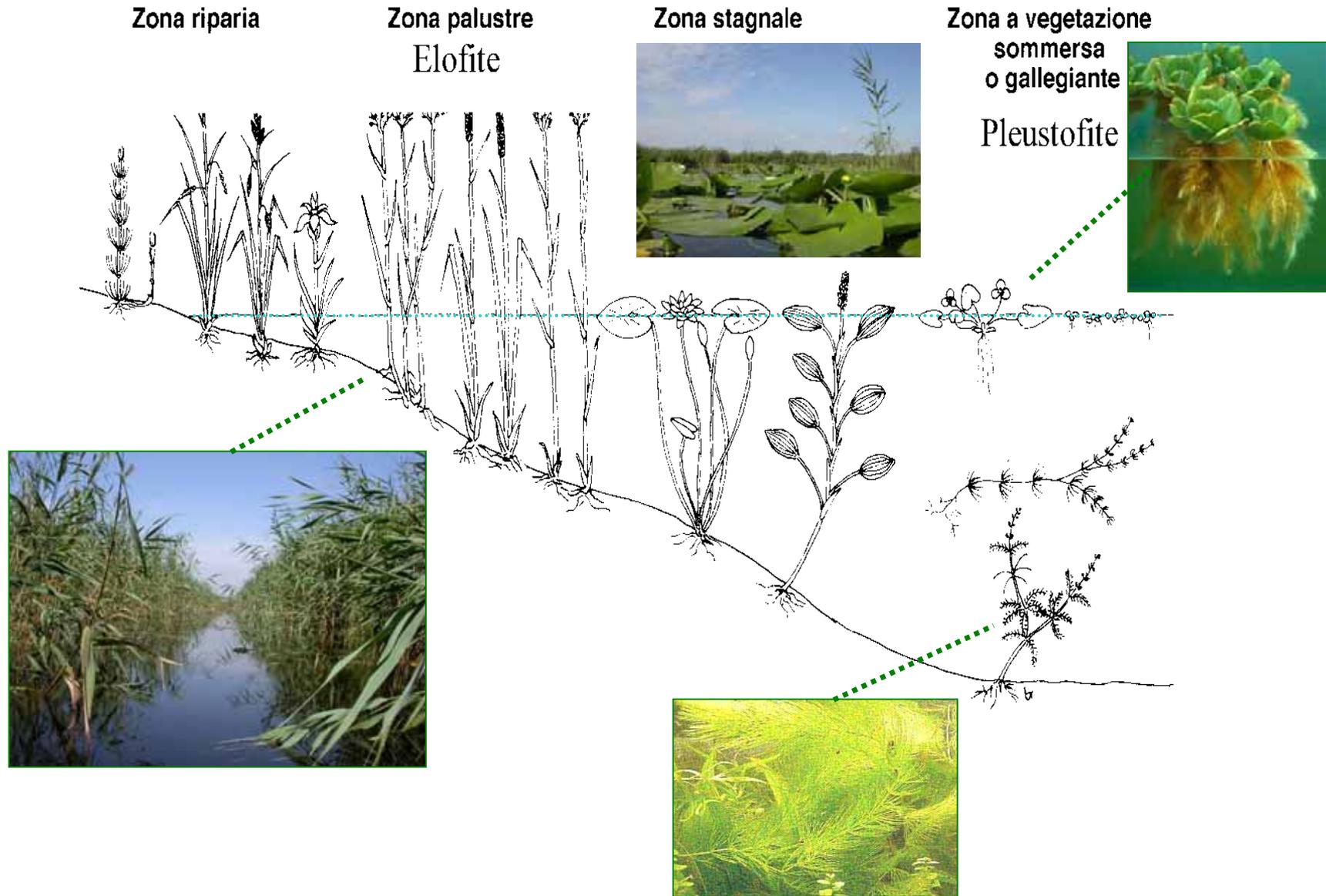


tratto planiziale



golena aperta - sezione trasversale

Successione della vegetazione in relazione alla profondità





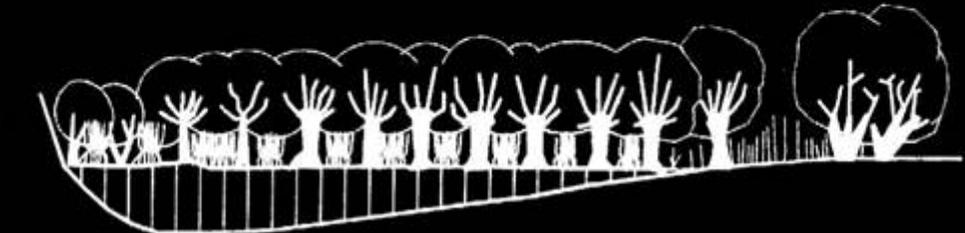
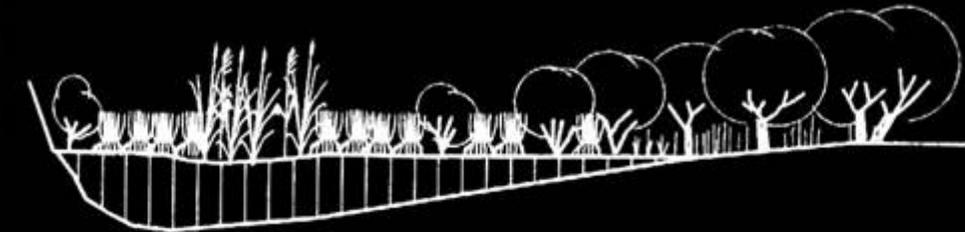
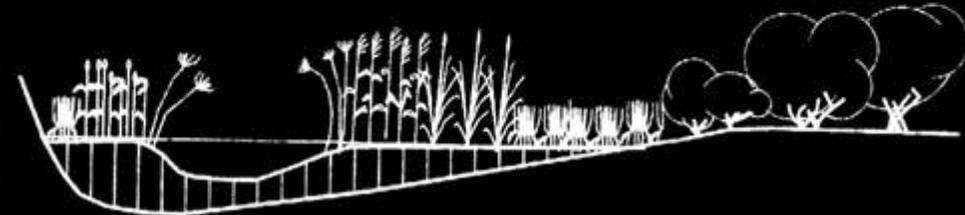
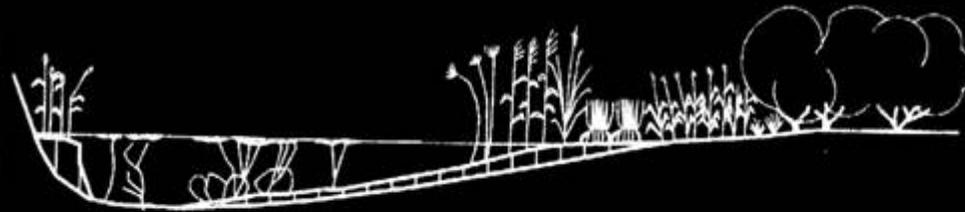






Canneto (*Phragmites australis*)

Nelle golene troviamo una successione primaria di tipo idrarchico



Spartina



Typha

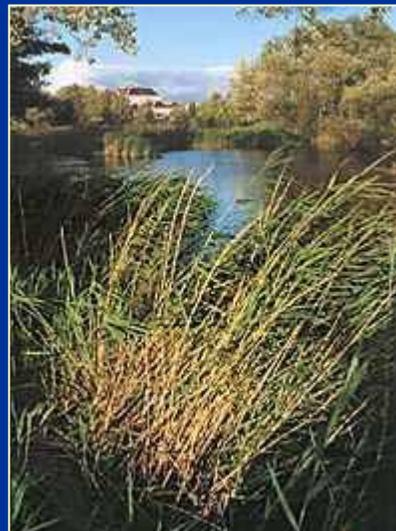


Typha angustifolia L.
subsp. *australis* (Schum. et Thonn.) Graebn.



Carex

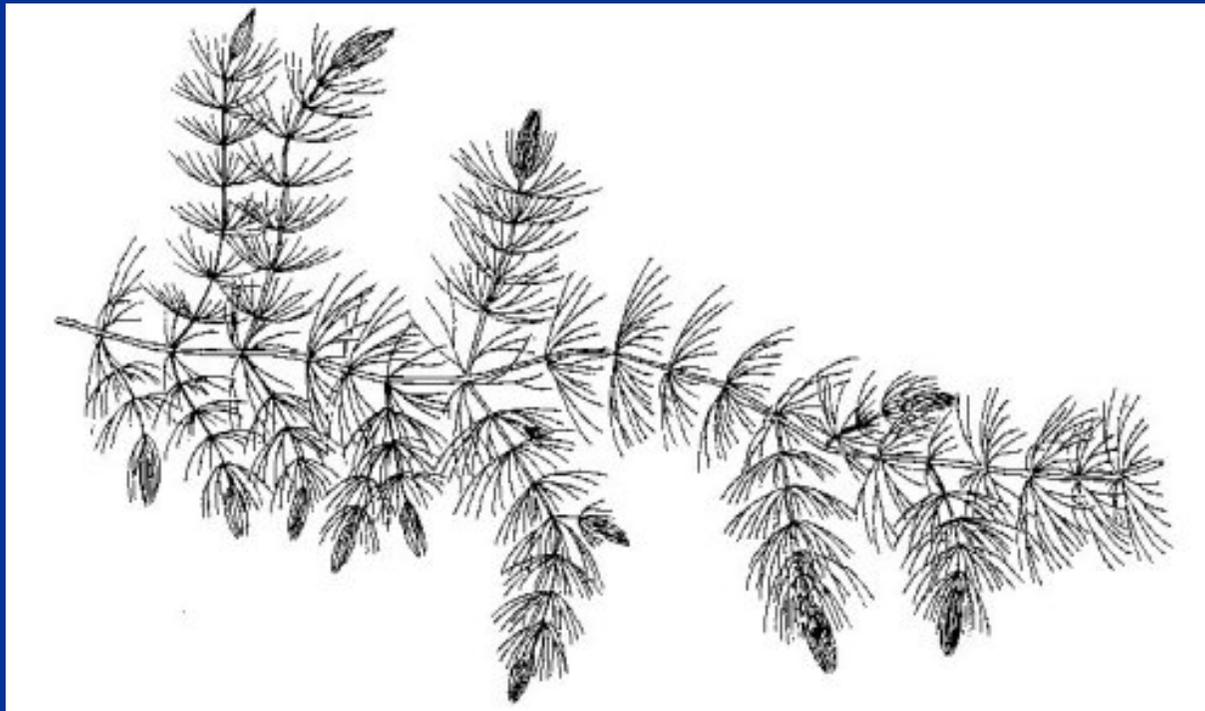
Phragmites



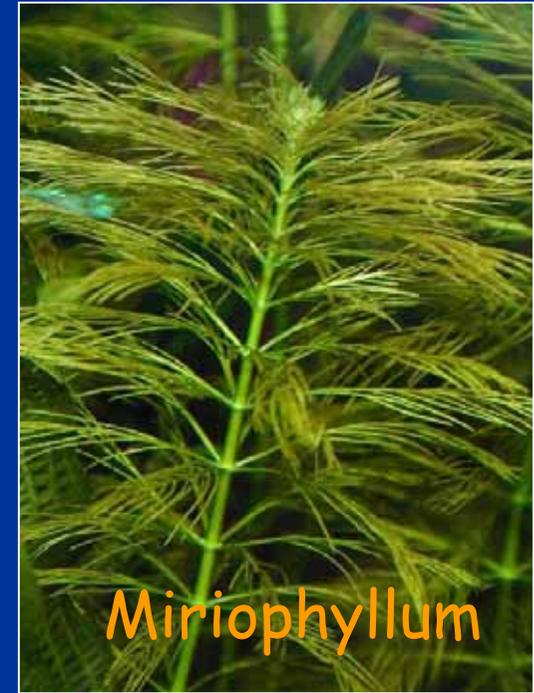
Aster

Piante sommerse

Hanno la maggior parte degli organi sempre sommersi dall'acqua. I fiori possono costituire emergere dall'acqua



Ceratophyllum

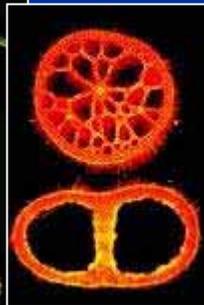


Miriophyllum

Vallisneria

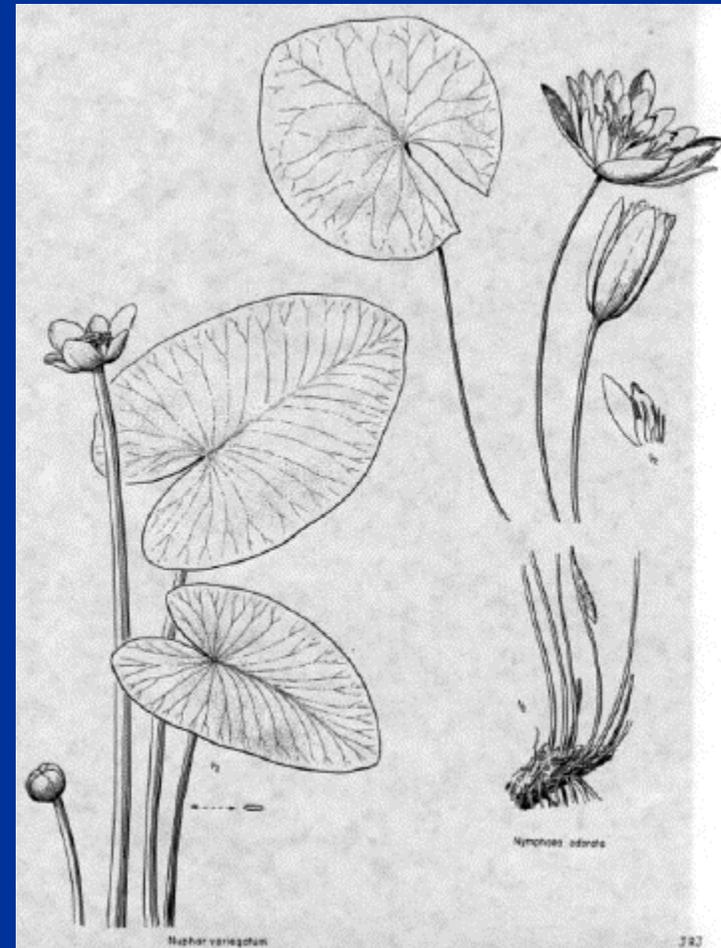


Lobelia



Macrofite con foglie galleggianti

La maggior parte degli organi è sommersa dall'acqua, le radici penetrano nel sedimento. Foglie e fiori sono dotati di petioli che li rendono galleggianti. Piante di alto valore estetico.





Nymphaea



Nuphar



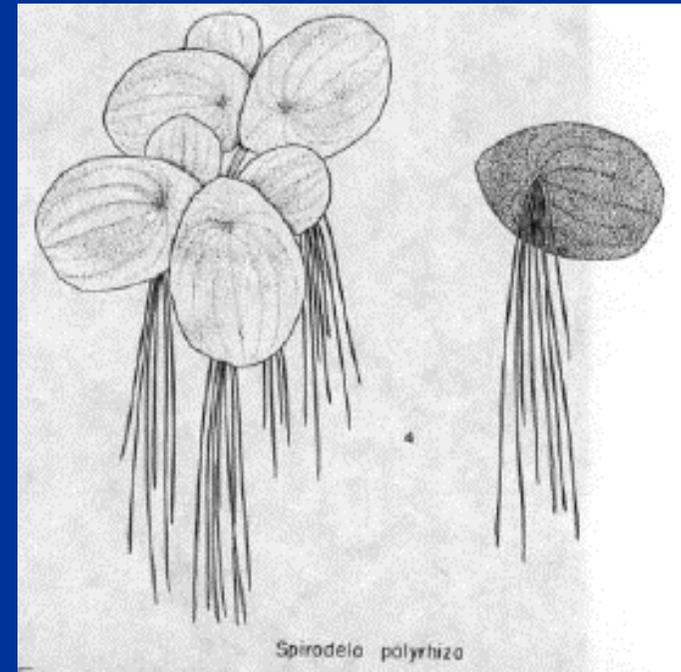
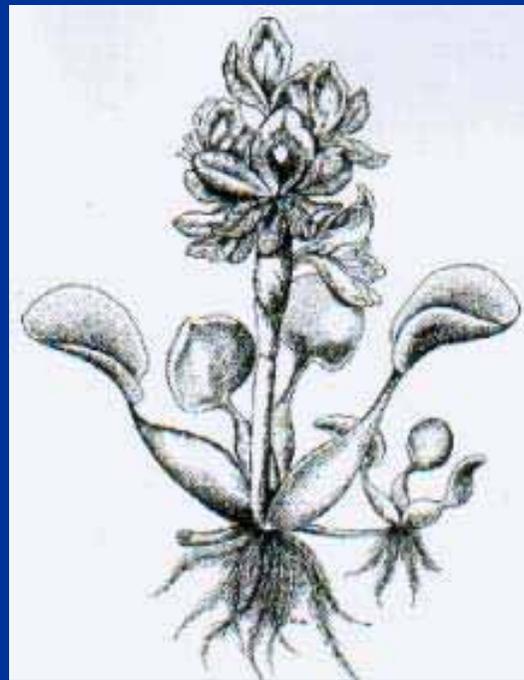
Nelumbo



Macrofite galleggianti non sessili

Piante completamente galleggianti con radici che non sono attaccate al substrato solido, ma immerse direttamente nell'acqua.

Hanno una crescita vegetativa molto elevata.





Pistia



Lemna



Eichhornia



Alcune funzioni

Rimozione delle forme reattive di nutrienti e metalli per uptake e assimilazione delle piante (macrofite)

Ogni specie necessita di elementi chimici in proporzioni ben definite (es. C:N:P:Fe = 700:35:1:0.5). La rimozione di un elemento dipende dalla disponibilità degli altri

Ritenzione degli elementi nelle biomasse

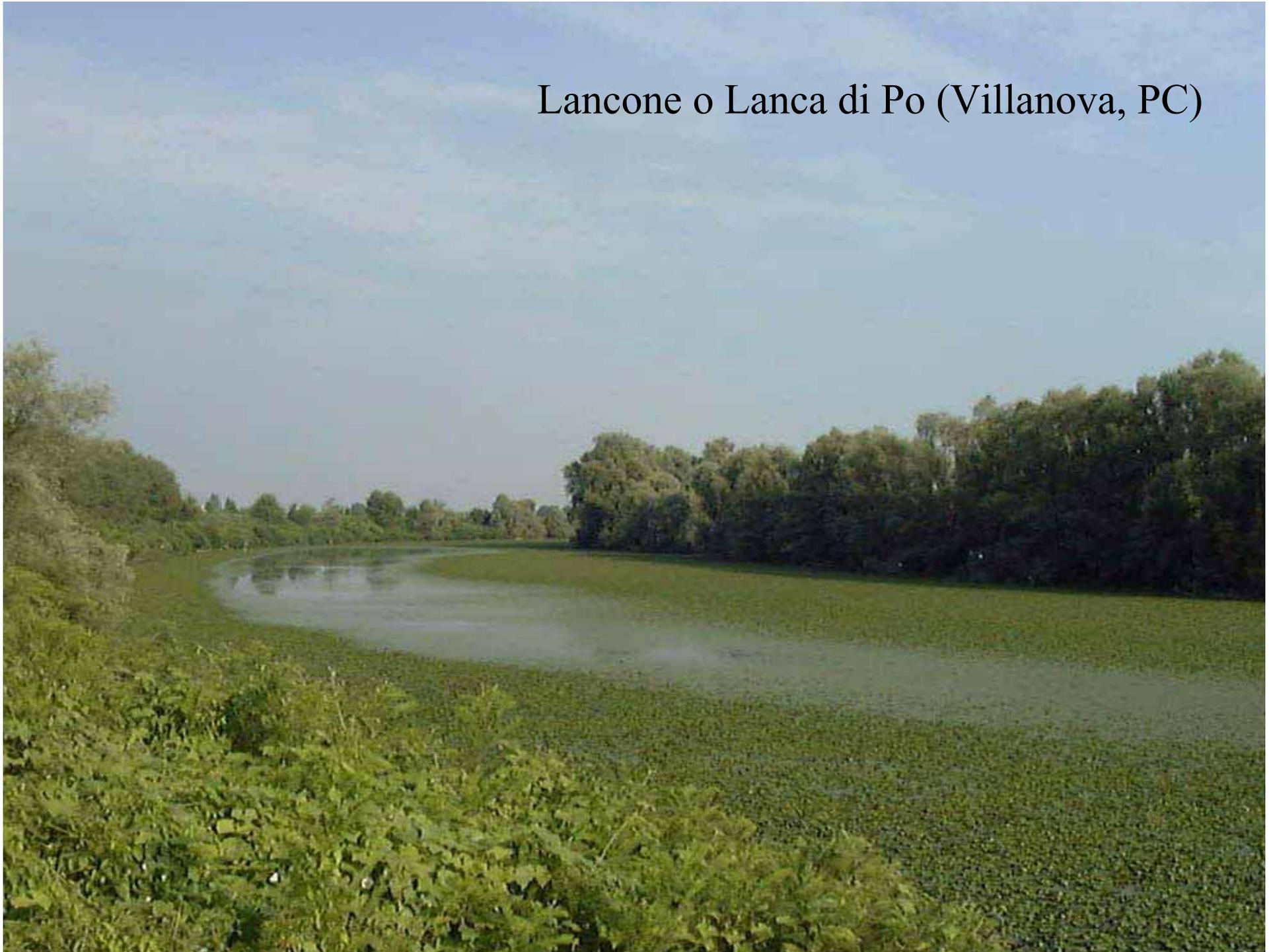
Dipende dalla refrattarietà o resistenza alla decomposizione della materia organica (in genere è funzione del contenuto di materiali ligno-cellulosici)

Trasformazione di nutrienti e composti dei metalli ad opera dei microorganismi

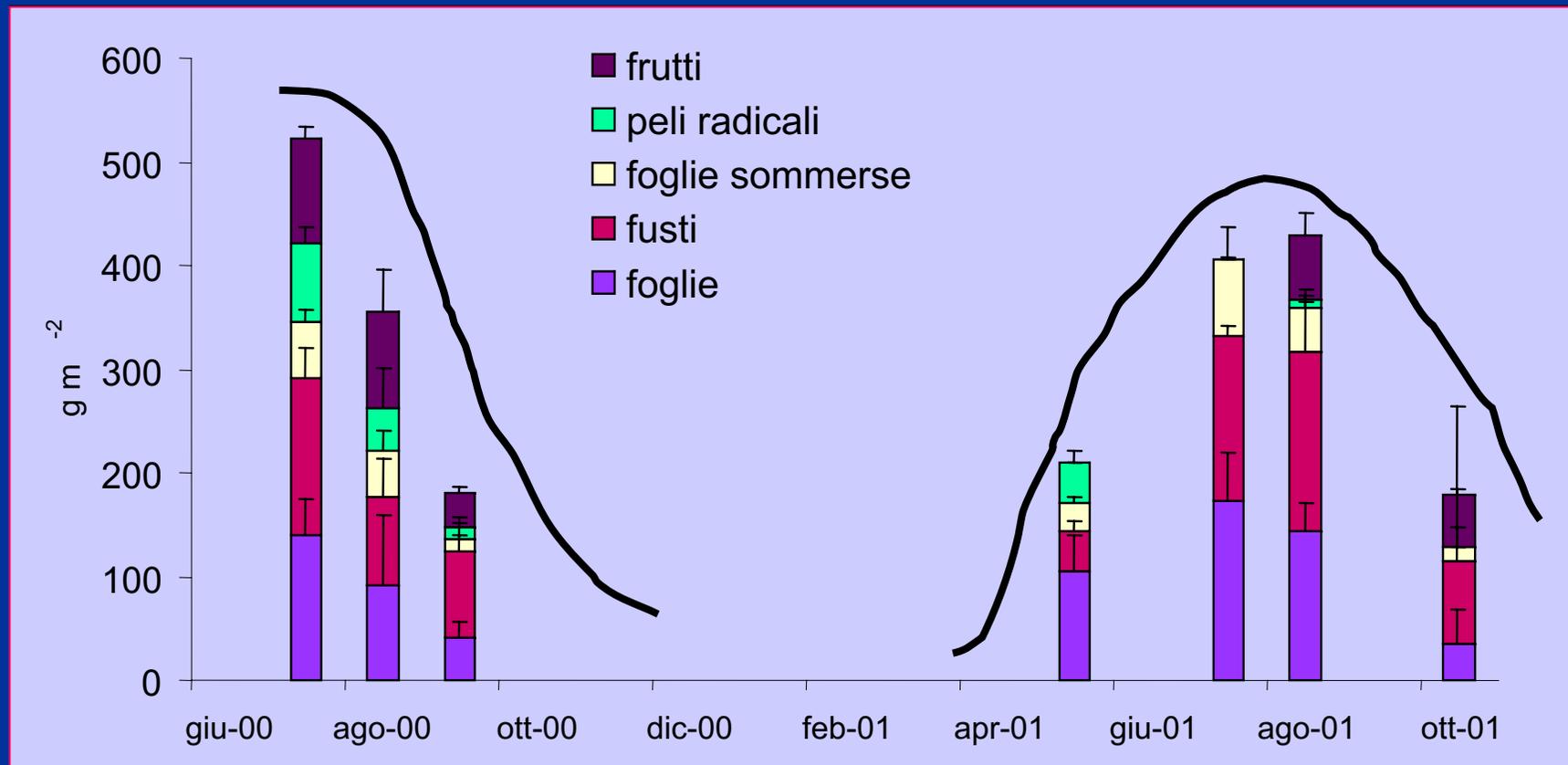
Dipende da ossigeno, potenziale red-ox, pH

La disponibilità di ossigeno dipende in larga misura dalla vegetazione acquatica

Lancone o Lanca di Po (Villanova, PC)

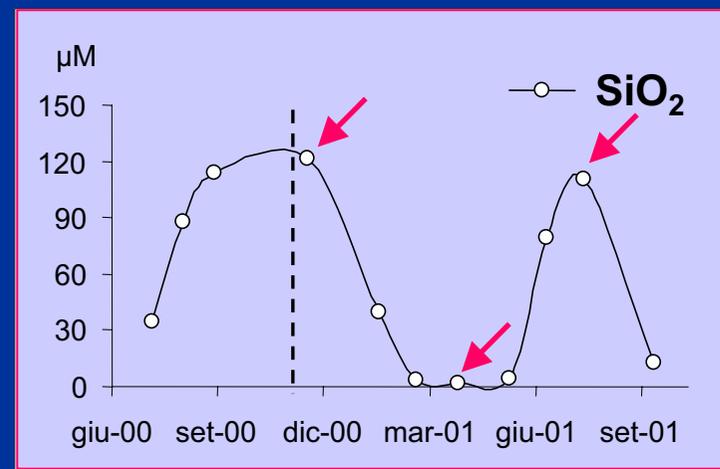
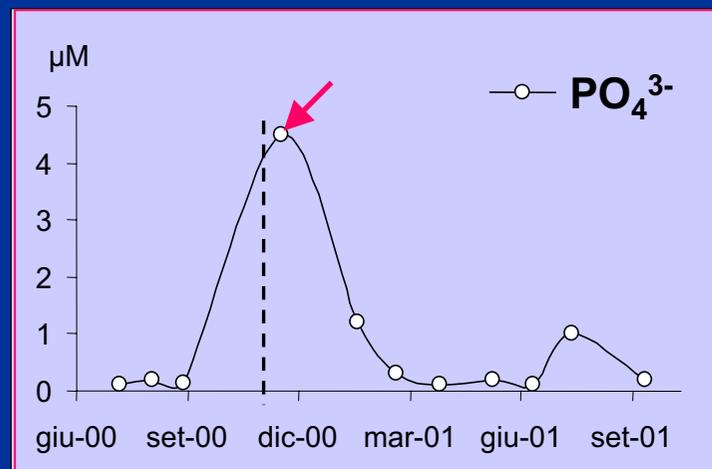
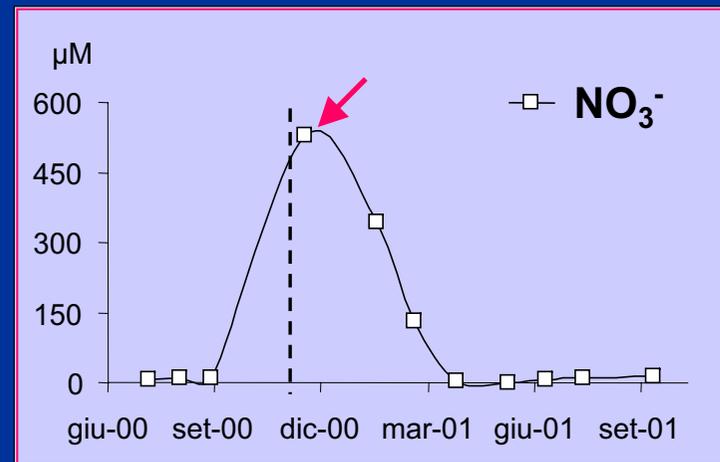
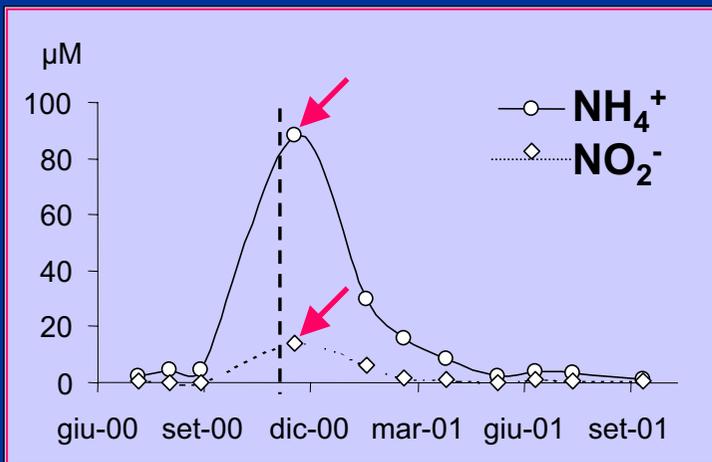


Variazioni di biomassa di *Trapa natans*



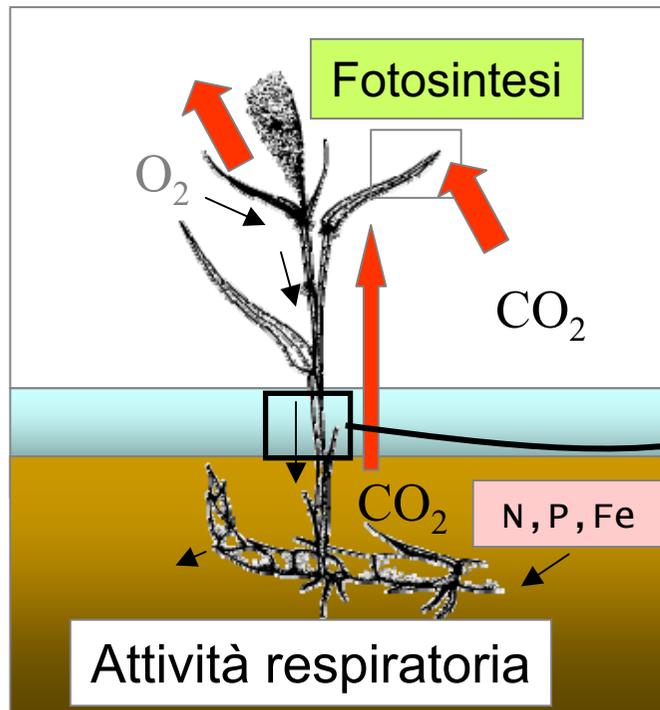
Massimi di circa 5 Kg di sostanza fresca per metro quadrato

Variazioni dei nutrienti inorganici disciolti

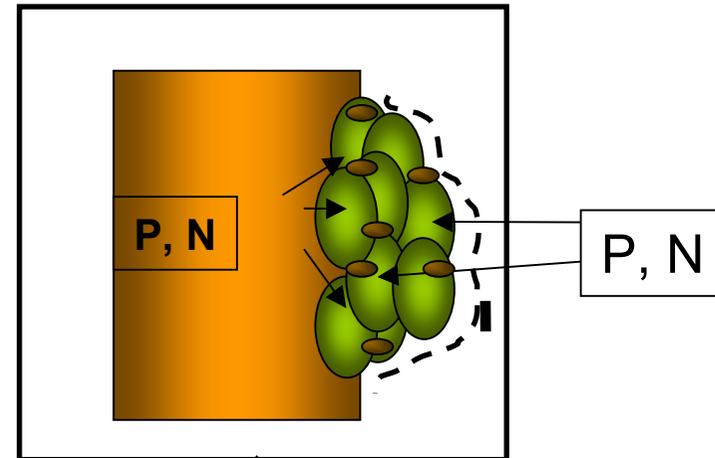


La vegetazione: un sistema complesso

Attività diretta delle macrofite



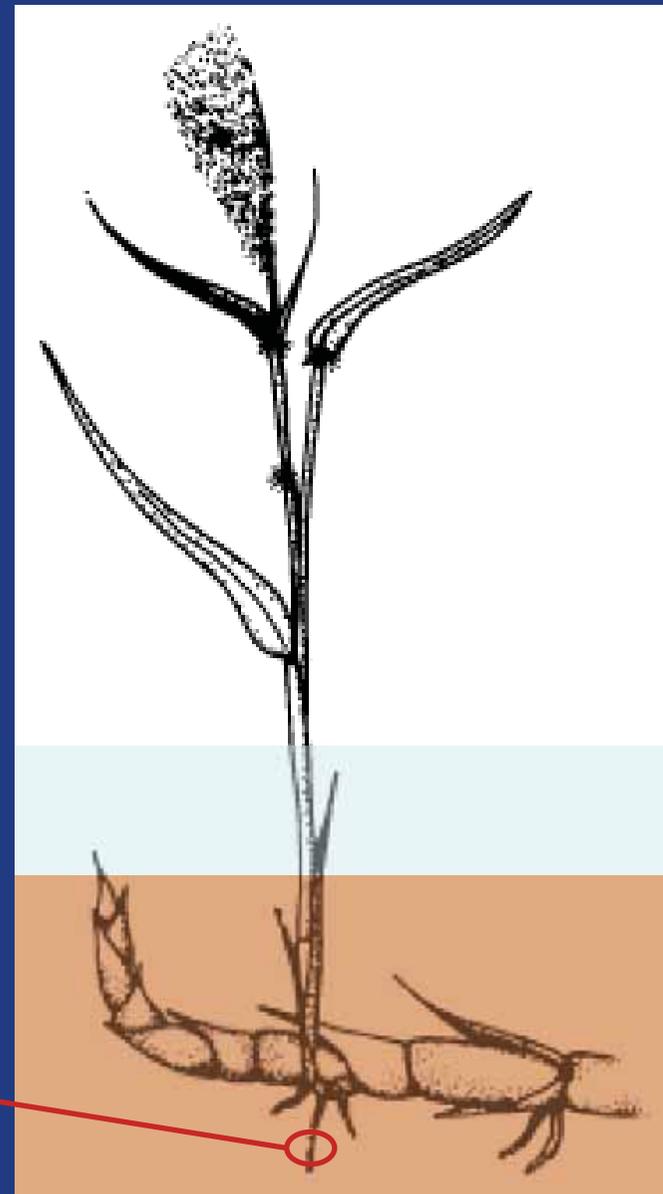
Attività degli epifiti

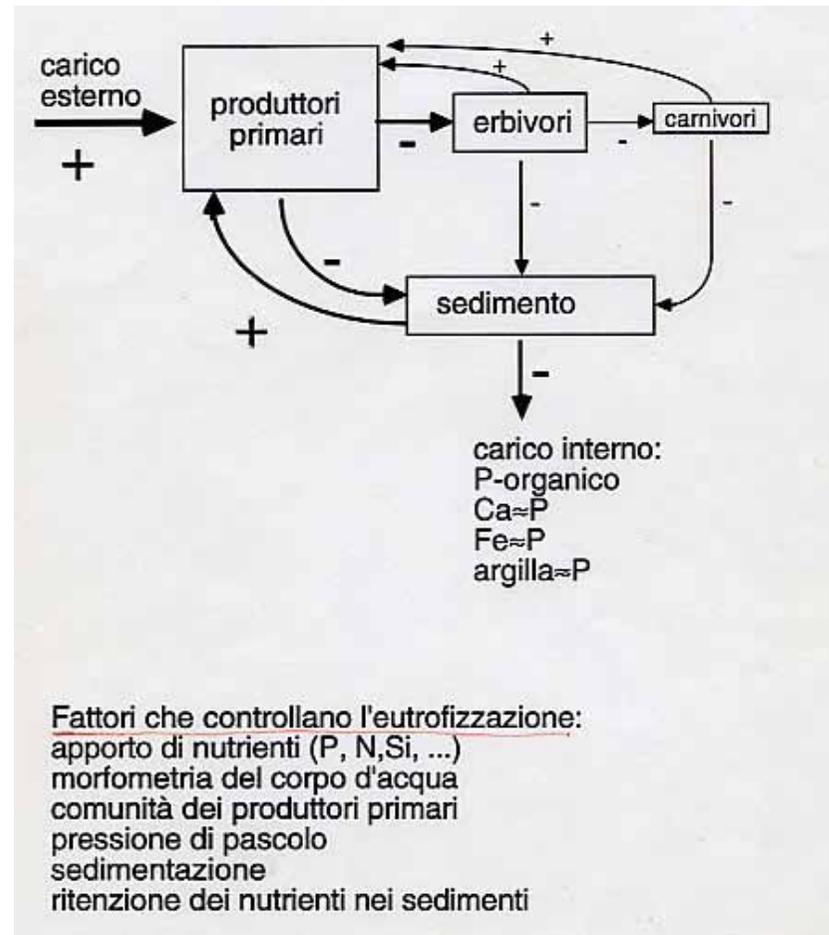
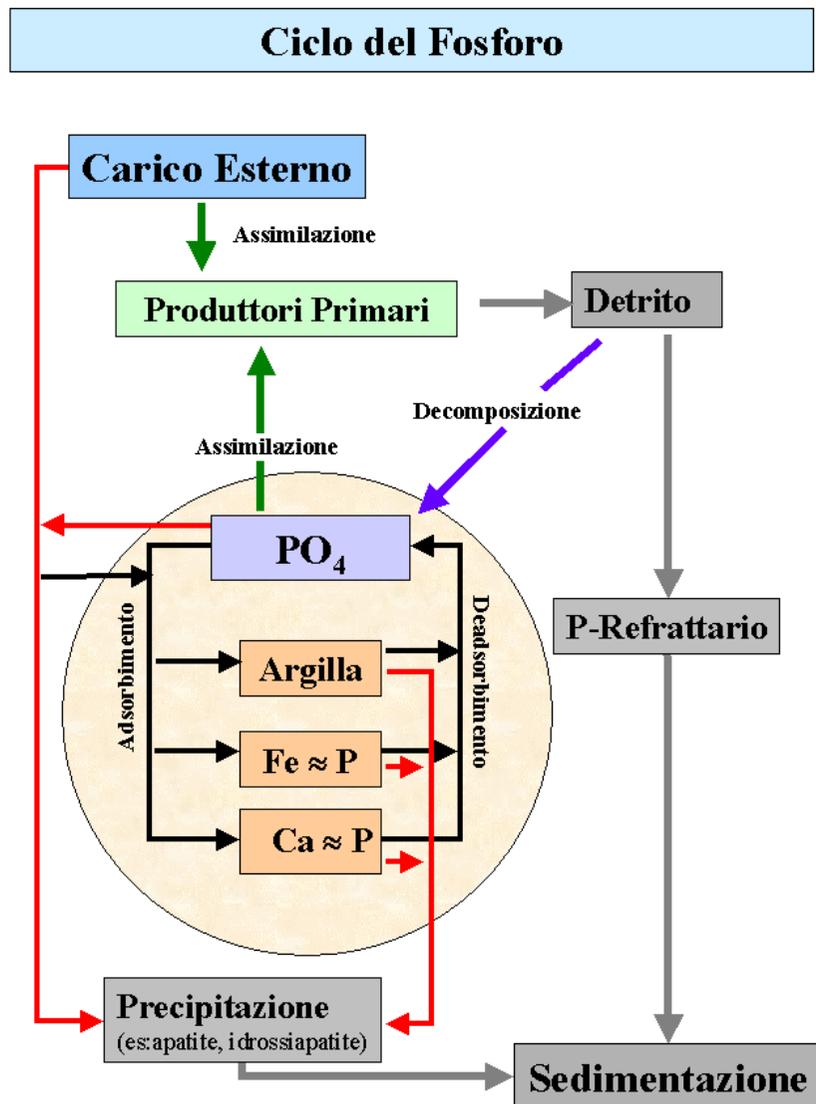


Attività nella rizosfera

Macrofite con il fusto emergente dall'acqua e organi ipogei ben sviluppati (rizosfera) – es. *Phragmites australis*

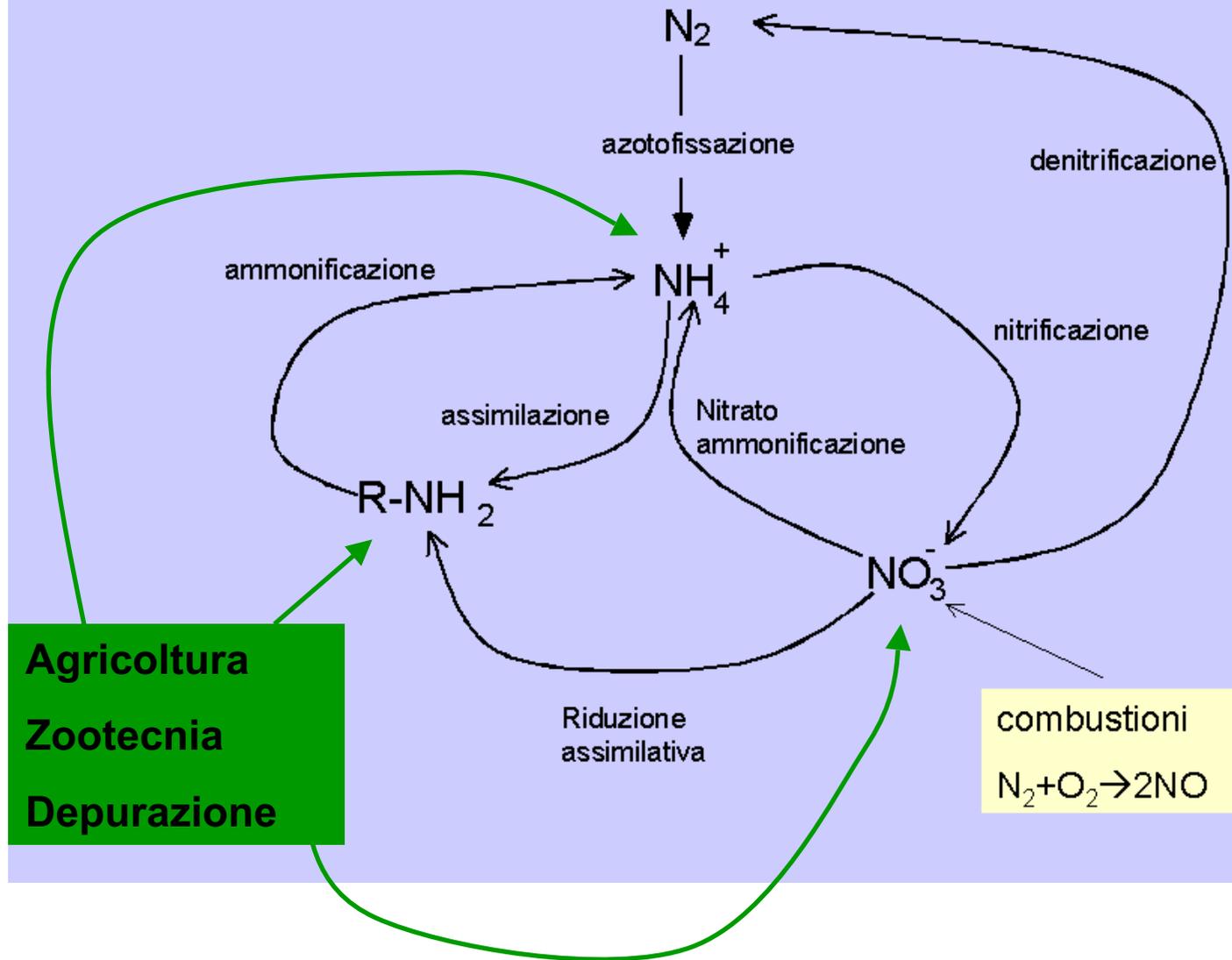
Parenchima spugnoso adatto al trasporto di gas dalla foglia alla radice e vice-versa



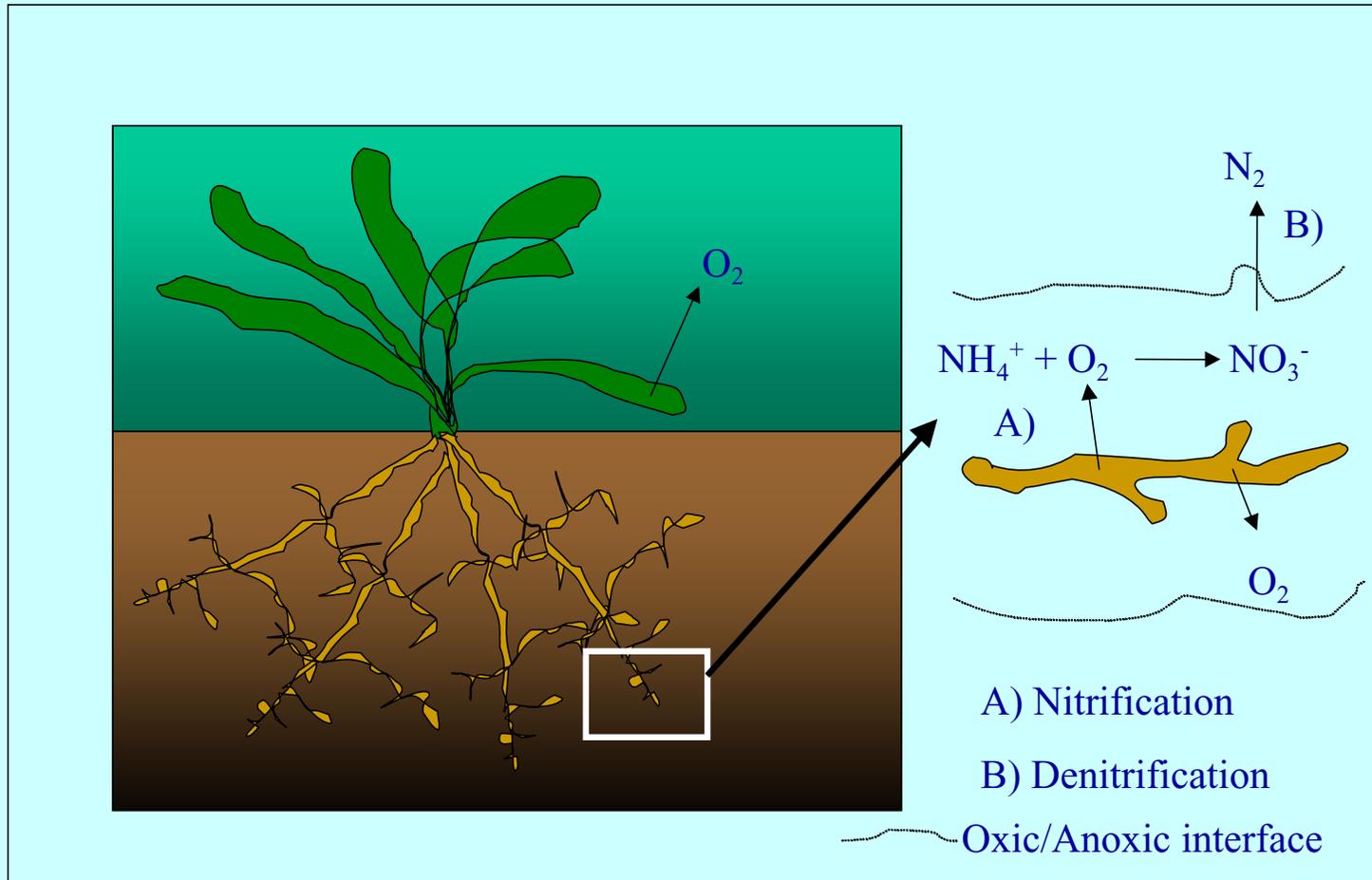


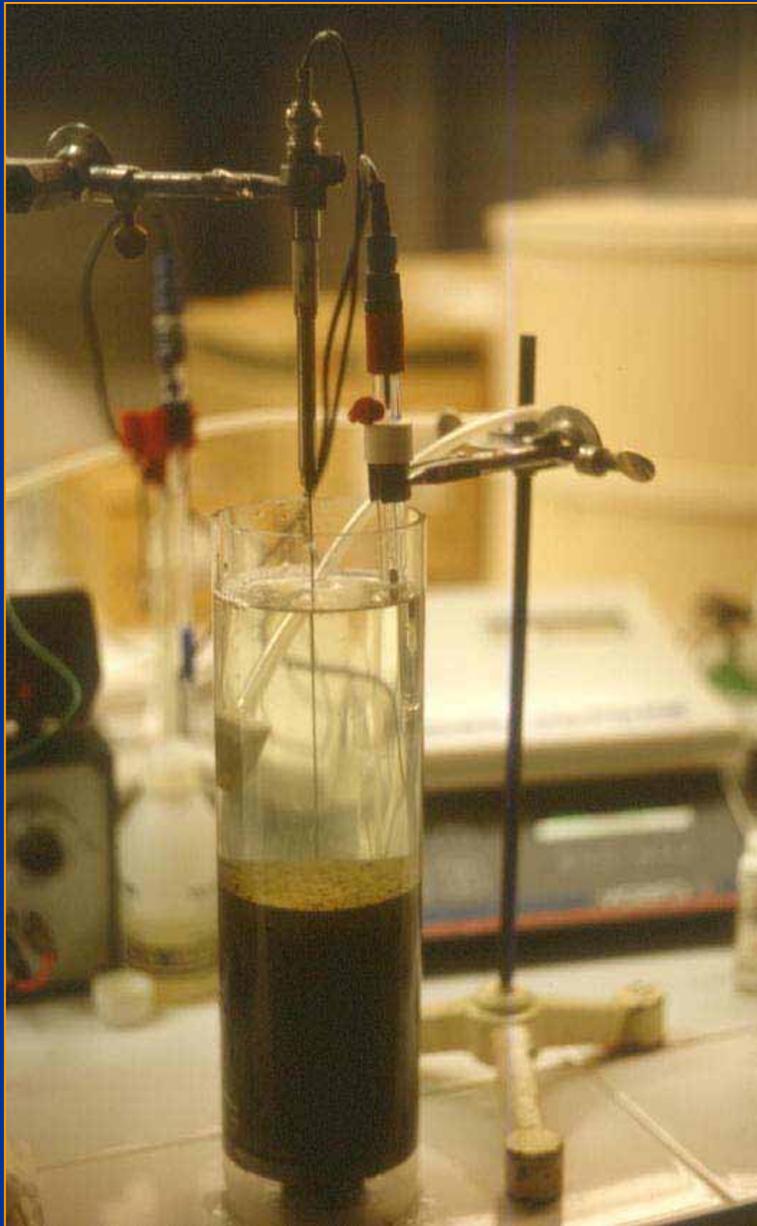
Eutrofizzazione - Nelle acque superficiali la concentrazione di P è bassa (< 10 µg/L). Piccoli aumenti causano aumenti della produzione primaria. Questo causa un aumento dei depositi sedimentari di sostanza organica, da cui dipende l'aumento del consumo di ossigeno

Ciclo dell'azoto



Le macrofite assorbono ed assimilano N, P, Metalli
Rilasciano ossigeno e favoriscono processi ossidativi
Modificano gli equilibri delle coppie redox, ecc

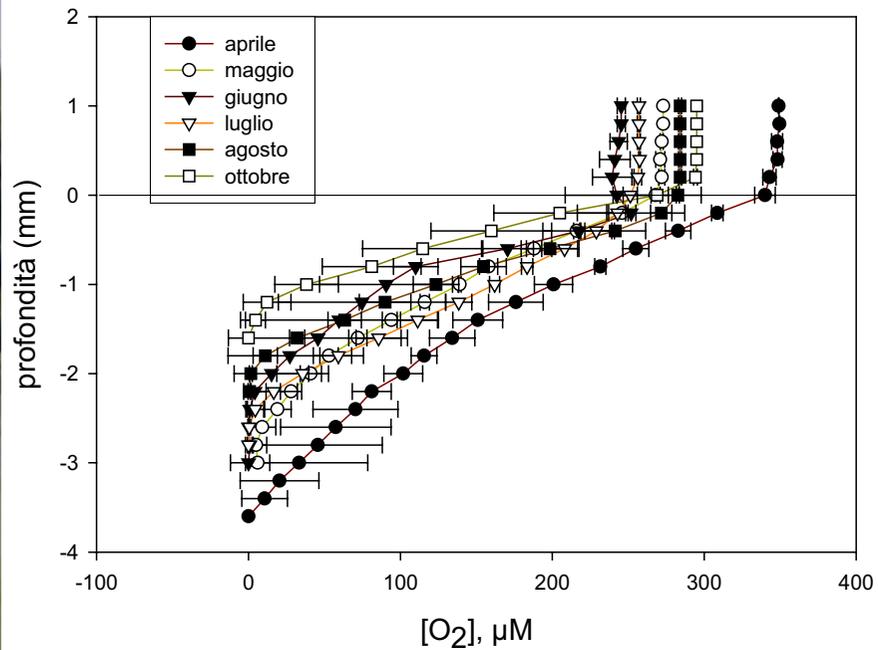




**Alle interfacce
acqua-sedimento
acqua-foglia
radice-sedimento**

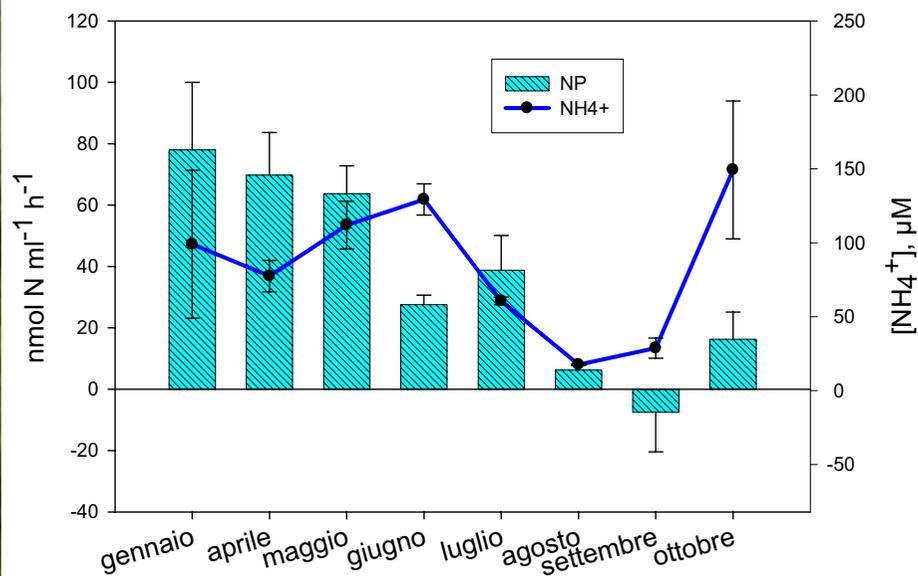
Si hanno variazioni che sono misurabili con microelettrodi, es.

- O₂ alla luce e al buio
- pH
- potenziale redox



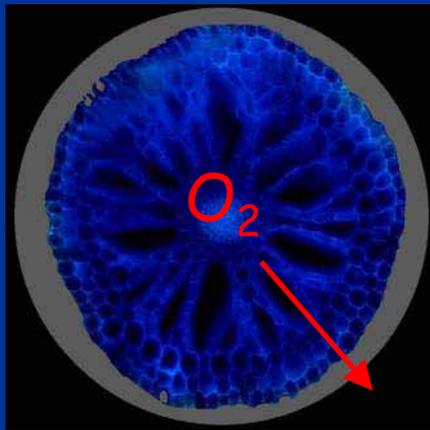
LANCA DI PO

VARIAZIONI STAGIONALI DELL'ATTIVITA' NITRIFICANTE, DELL'AMMONIO INTERSTIZIALE E DEI PROFILI DELL'O₂

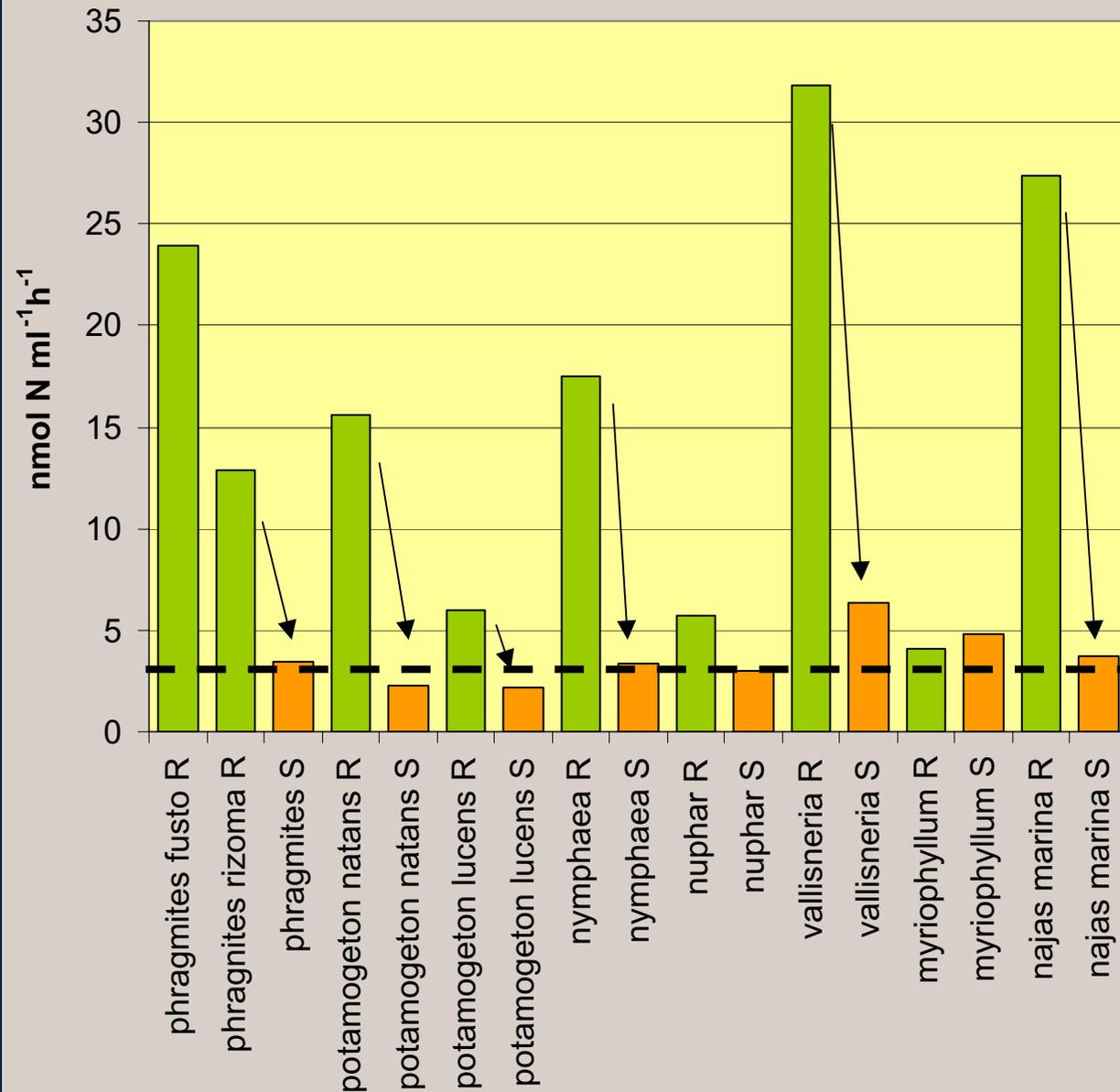


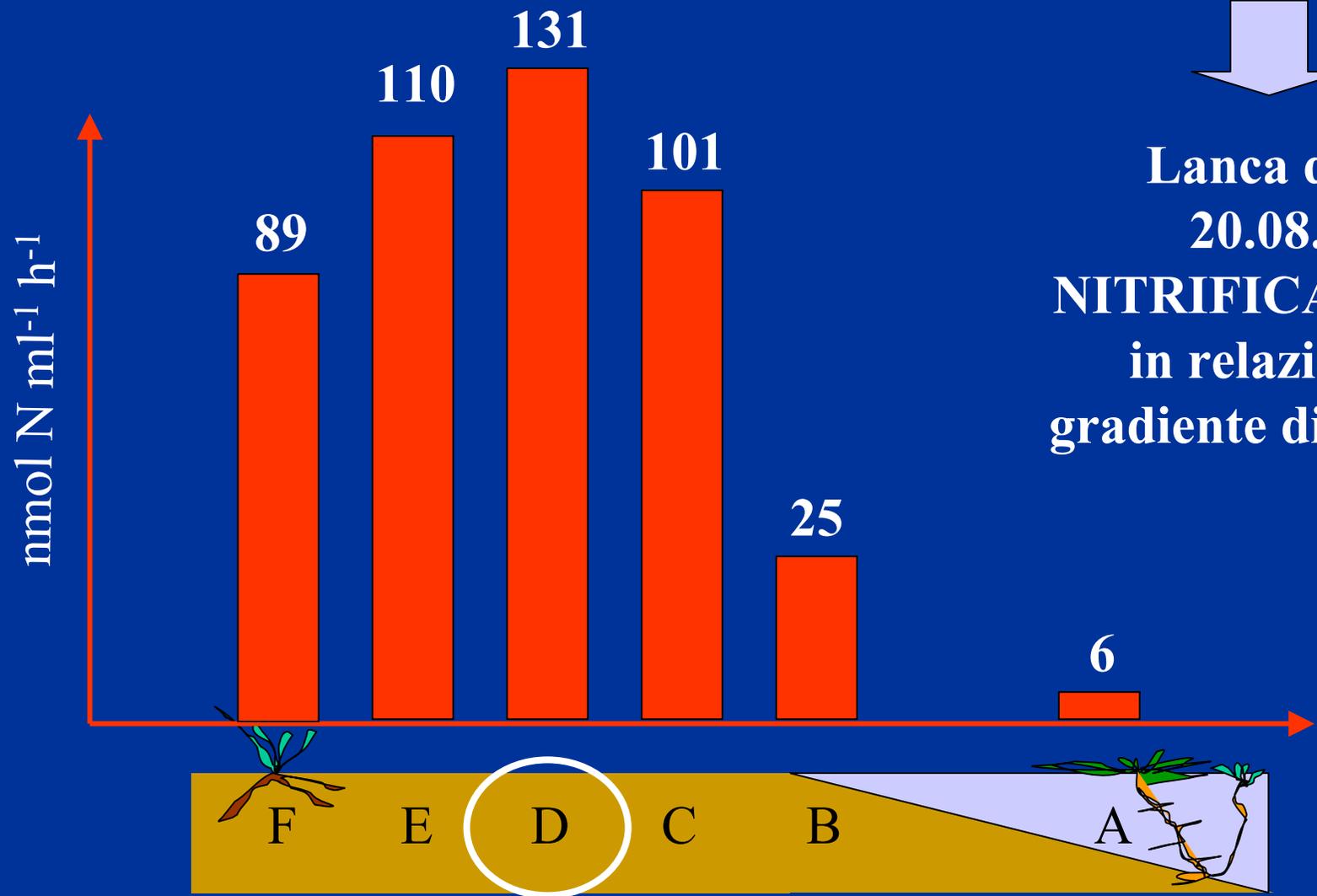
R = peli radicali
S = sedimenti

Aerenchima



Nitrificazione potenziale associata alla rizosfera





Lanca di Po
20.08.03
NITRIFICAZIONE
in relazione al
gradiente di umidità

→ saturazione di acqua
← disponibilità di ossigeno

Relazione tra ritenzione dell'azoto nelle biomasse (mmol m^{-2}), denitrificazione e flussi bentonici dell'azoto inorganico disciolto – DIN ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{h}^{-1}$) in ambienti con e senza macrofite. MPB = microfitobenthos

	biomassa	uptake	Denitrif diretta	Denitrif accoppiata	Flusso di DIN
Ruppia	739	1356	1.5	1.4	170
Ulva	928	2901	57	53	3001
Sedim nudo	0	0	56	53	-320
MPB	15	109	168	1027	1052

Isole d'acqua nella pianura





Nymphaea alba, *Potamogeton lucens* e *Myriophyllum spicatum*; ai lati *Thypha angustifolia* e *Phragmites australis*.



Ceratophyllum demersum e *Myriophyllum spicatum*, con occasionale presenza di *Najas marina*. Sulla sponda sono presenti vasti fragmiteti caratterizzati da *Caltha palustris*, con una significativa fascia riparia dominata da *Acorus calamus* e *Carex riparia*.





Phragmites australis e *Nuphar luteum* colonizza la colonna d'acqua.

Minacce

1. Frammentazione



2. Interramento



3. Eutrofizzazione



4. Specie alloctone





Controllo delle specie invasive?



In sintesi

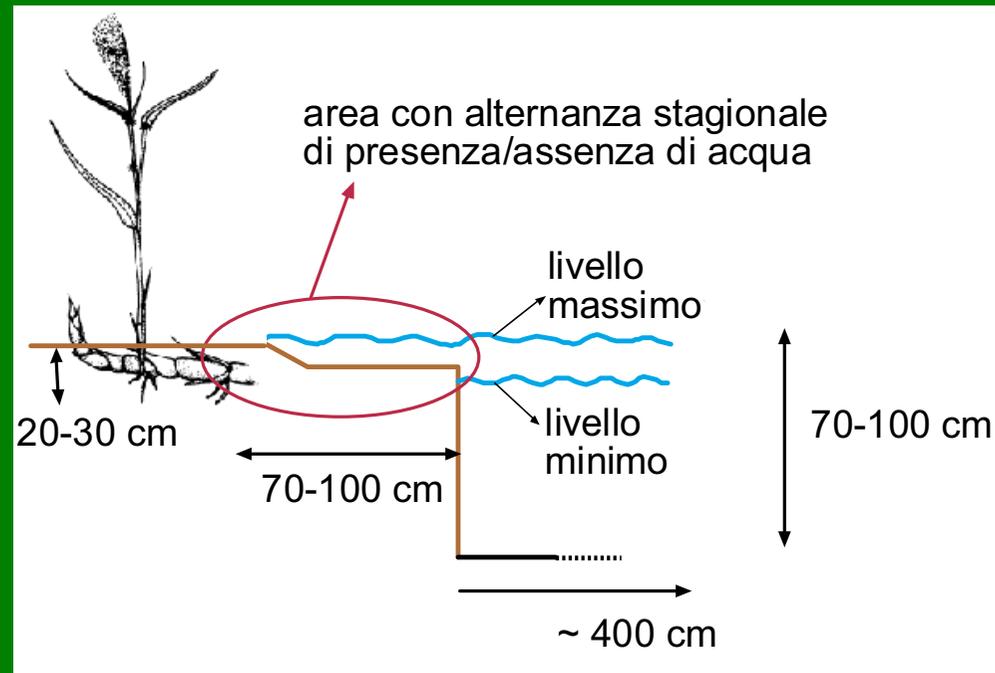
- Deterioramento/perdita del reticolo idrografico minore
- Semplificazione (banalizzazione del reticolo idrografico principale)
 - Rettificazione e canalizzazione
 - Abbassamento dell'alveo bagnato (ca. – 4 m in 20 anni tra CR e foce Enza)
 - Pensilizzazione delle golene fluviali
 - difese fluviali progettate con superamento a $1400-1500 \text{ m}^{-3} \text{ s}^{-1}$ rif. anni 50-60
 - Superamento a ca. $3000-3500 \text{ m}^{-3} \text{ s}^{-1}$ rif. anni 90

Problemi di scala

- Possibili riferimenti ecologici
 - Relazione home range - body size
 - Relazione specie-area
 - Biogeografia delle isole
- Approccio dell'ecologia del paesaggio
- Metodi della limnologia applicata

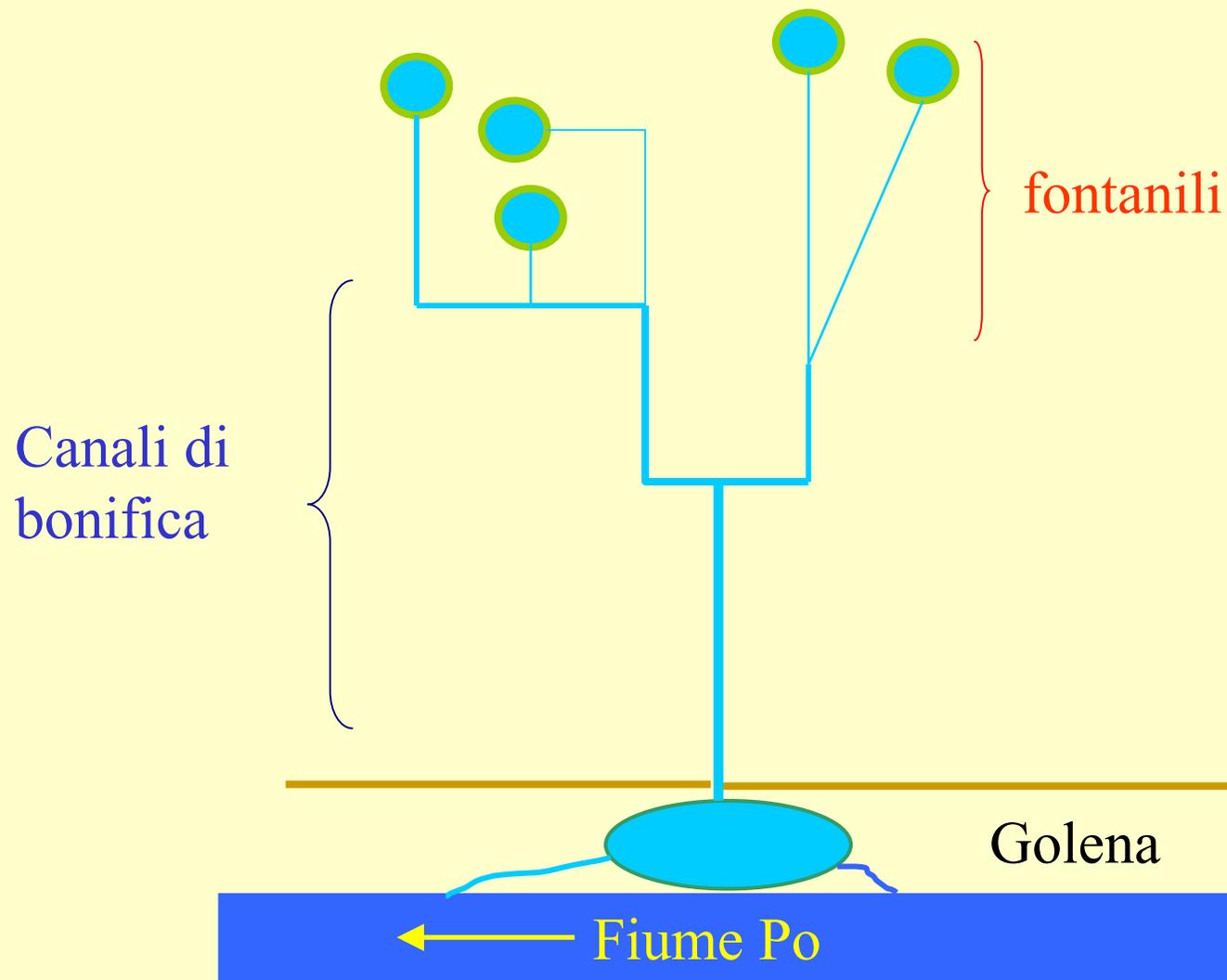
Ipotesi di gestione

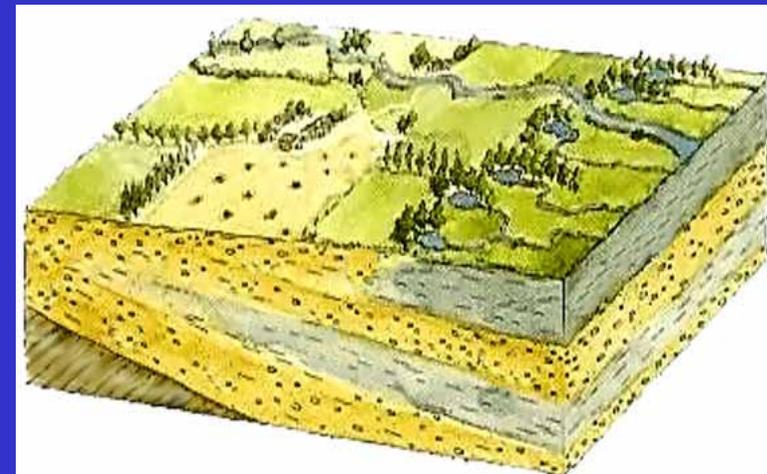
- Rimozione dei sedimenti
- Modellamento delle sponde
- Monitoraggio e gestione dei livelli idrici

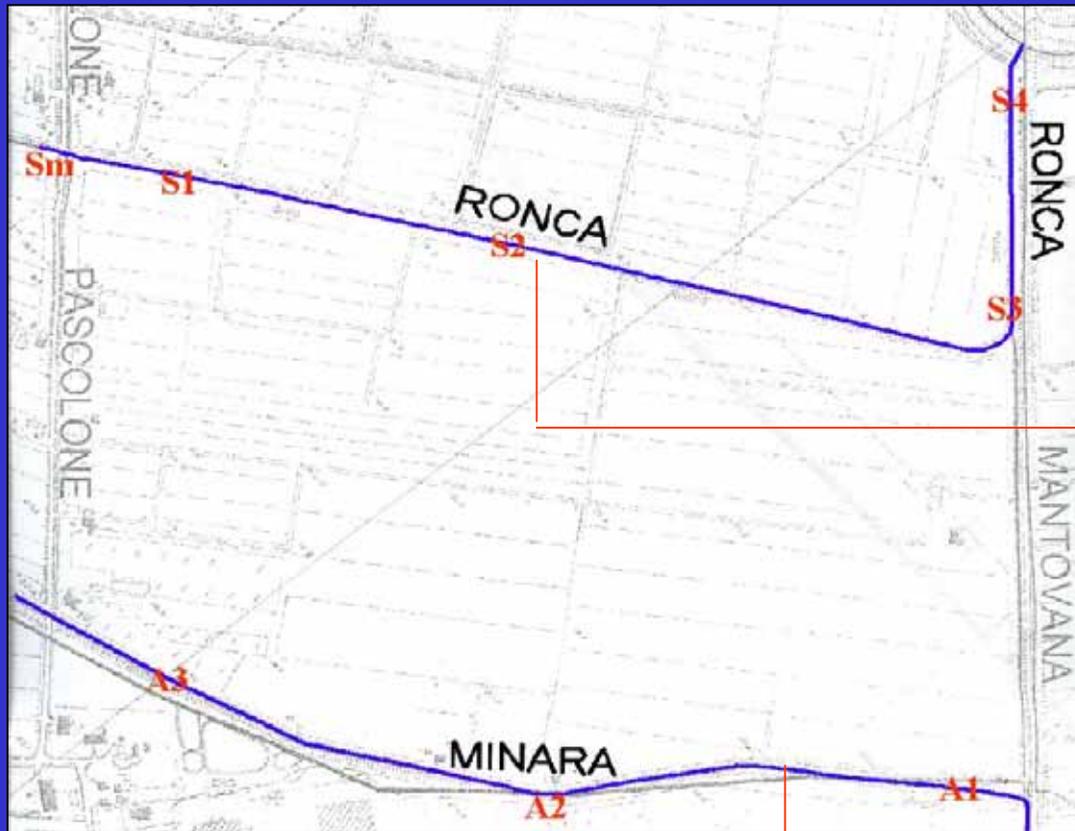


● Chiaravalle della Colomba

← Bo Autostrada Mi →

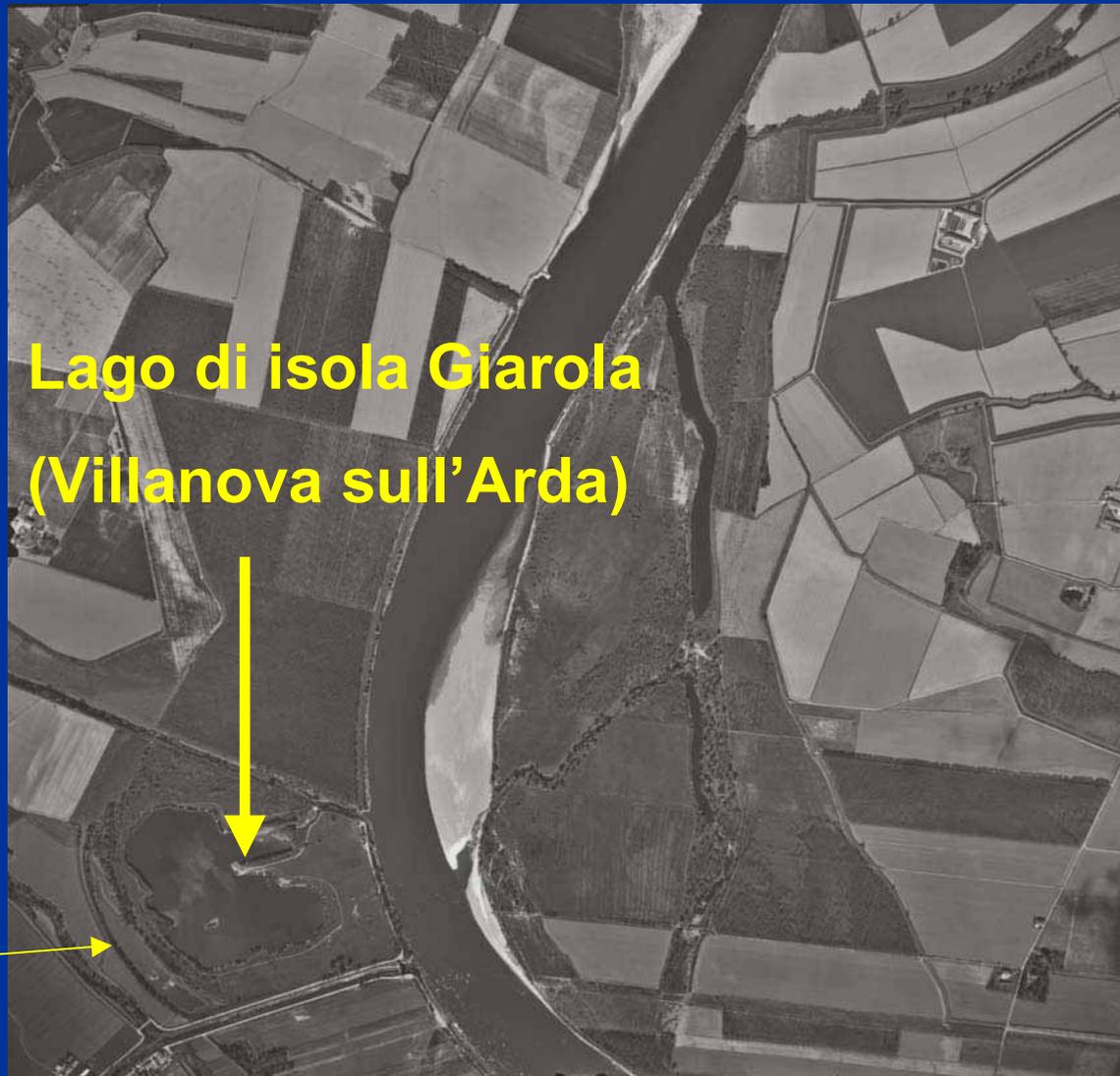






Recupero a funzioni
ecologiche dei canali di
bonifica

Recupero di ambienti acquatici laterali nella golena fluviale (abbassamento della golena?)



Lago di isola Giarola
(Villanova sull'Arda)

Lanca
di Po



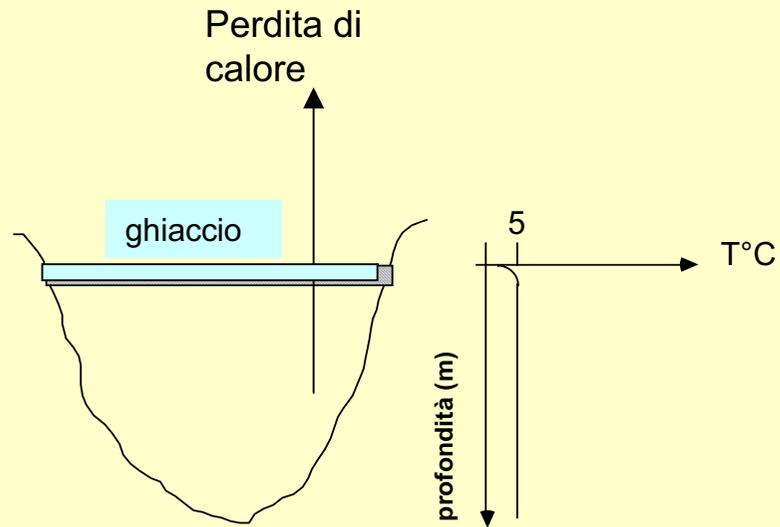


Profondità massima 12 m

Profondità media 5 m

Area 192000 m²

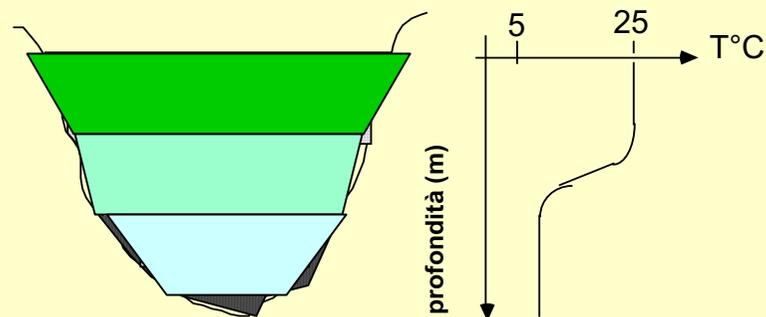
Volume 962000 m³



Inverno

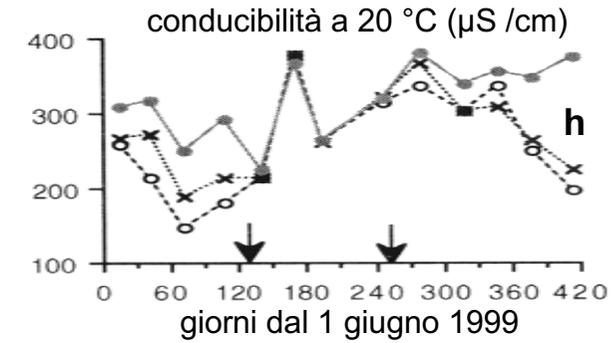
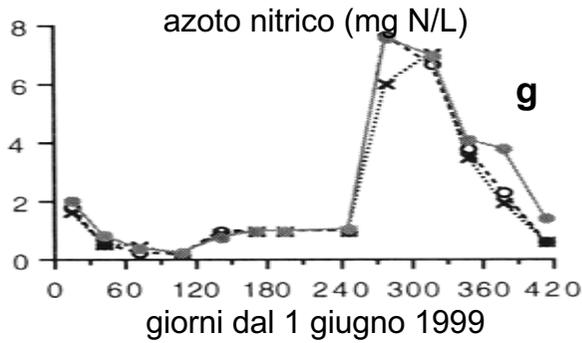
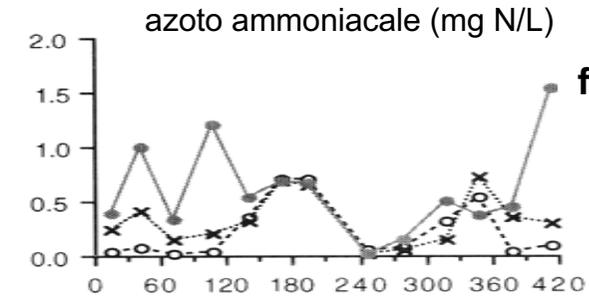
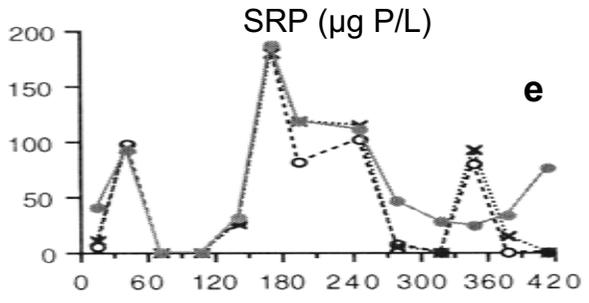
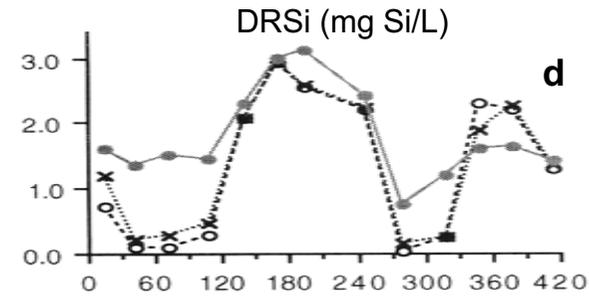
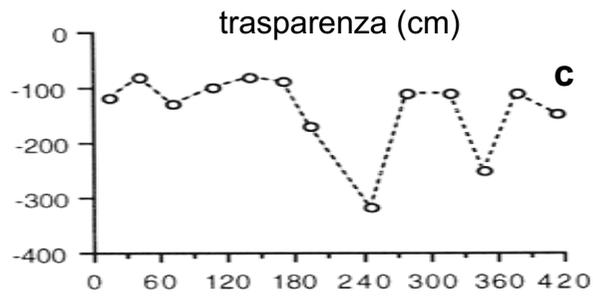
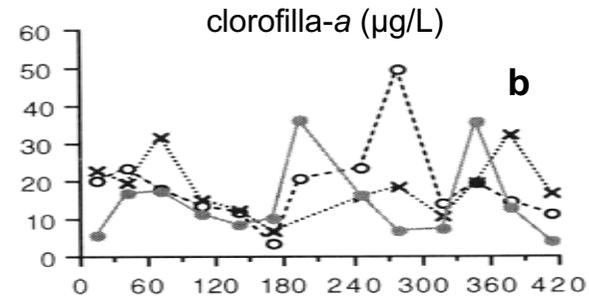
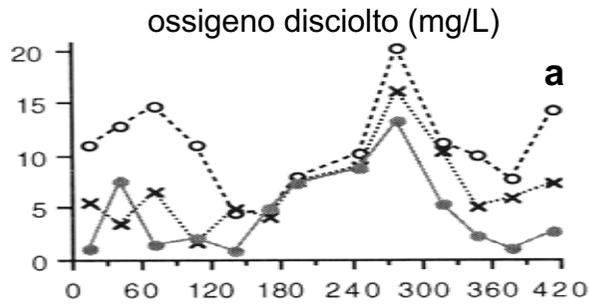
Condizioni fisiche: le condizioni termiche di un lago

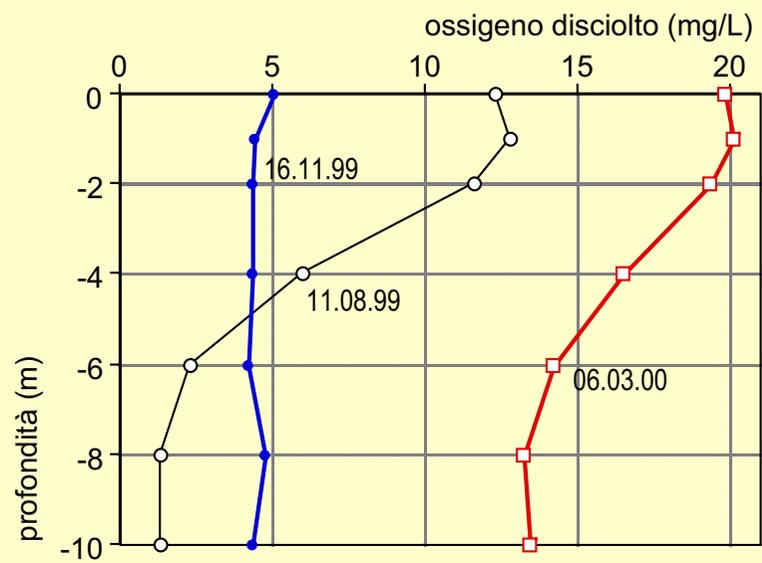
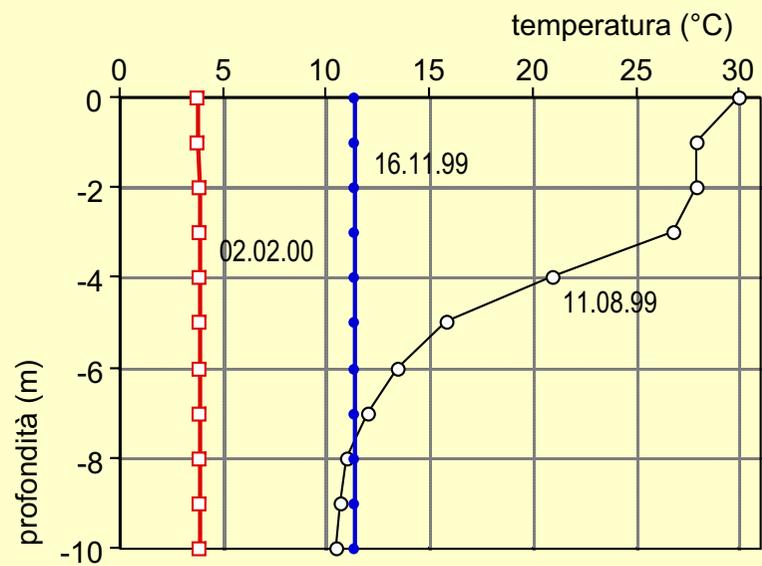
Inverno: la copertura ghiacciata mantiene condizioni termiche accettabili per la sopravvivenza del biota acquatico



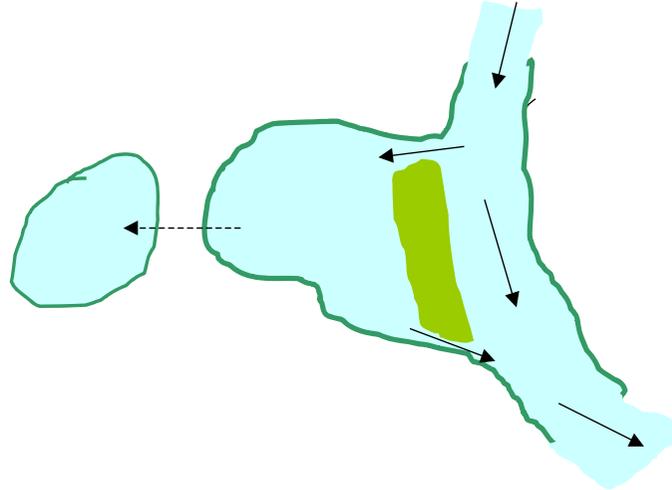
Estate

Estate: la stratificazione termica determina un gradiente di densità che confina la produzione primaria nel solo strato superficiale

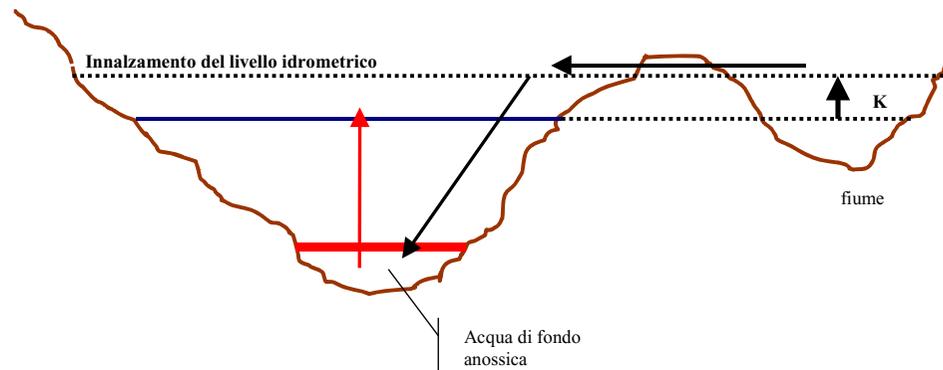




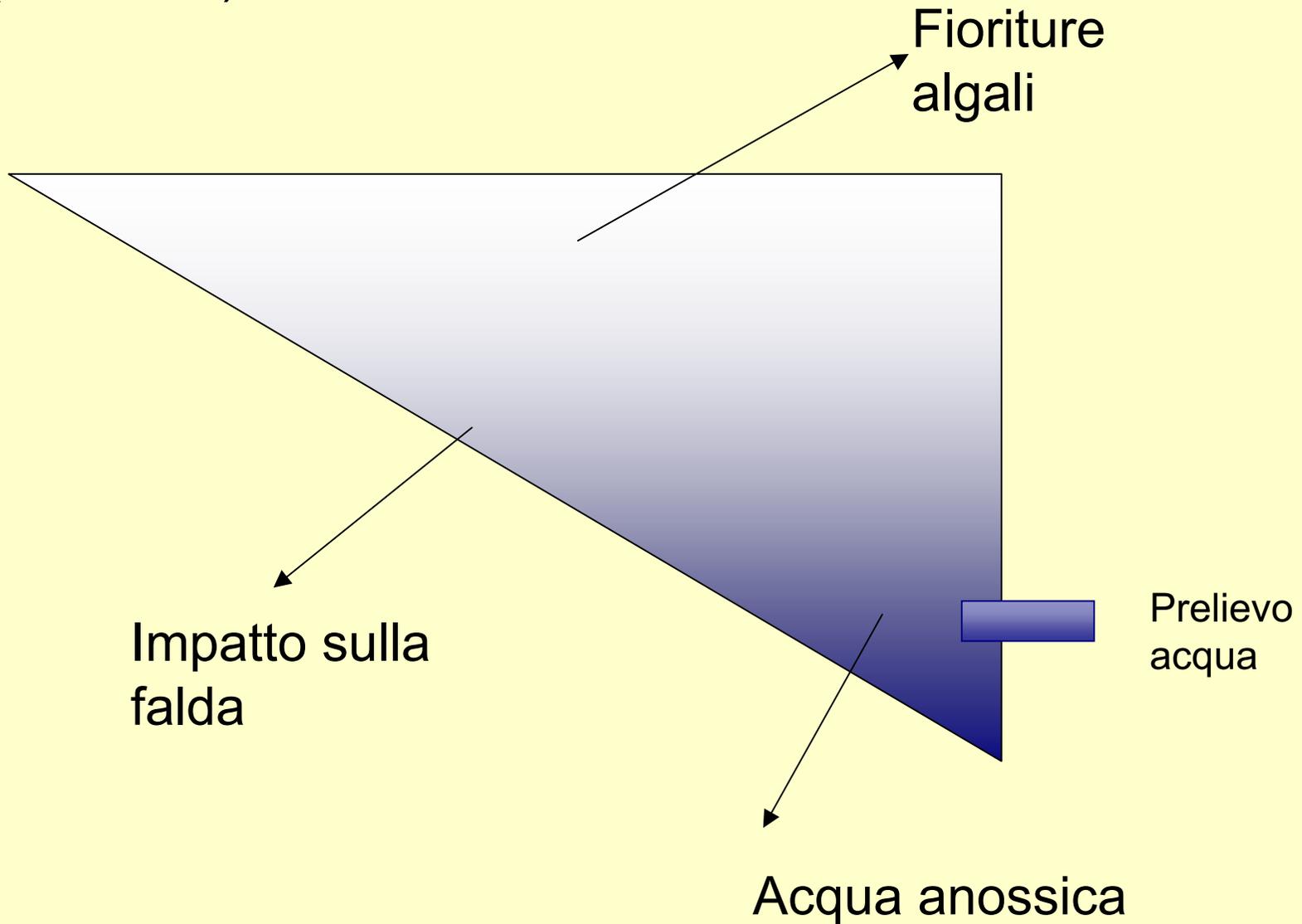
Schematizzazione dei processi che favoriscono il mantenimento di una buona ossigenazione delle acque di fondo dei laghi di cava in golena. Il lago di piccole dimensioni separato dal contesto fluviale riceverà acqua solo con le piene ordinarie che sommergono la golena fluviale.



Quando si ha un canale di collegamento, l'innalzamento del livello del fiume di una quota K determina l'apporto nel lago di un volume (minimo) d'acqua dato dal prodotto $K \cdot S$ (dove S rappresenta l'area dello specchio d'acqua). La massa d'acqua a maggior densità tende a sprofondare facendo risalire un ugual volume d'acqua di fondo. Ciò determina il rimescolamento delle masse d'acqua e favorisce l'ossigenazione del fondo.

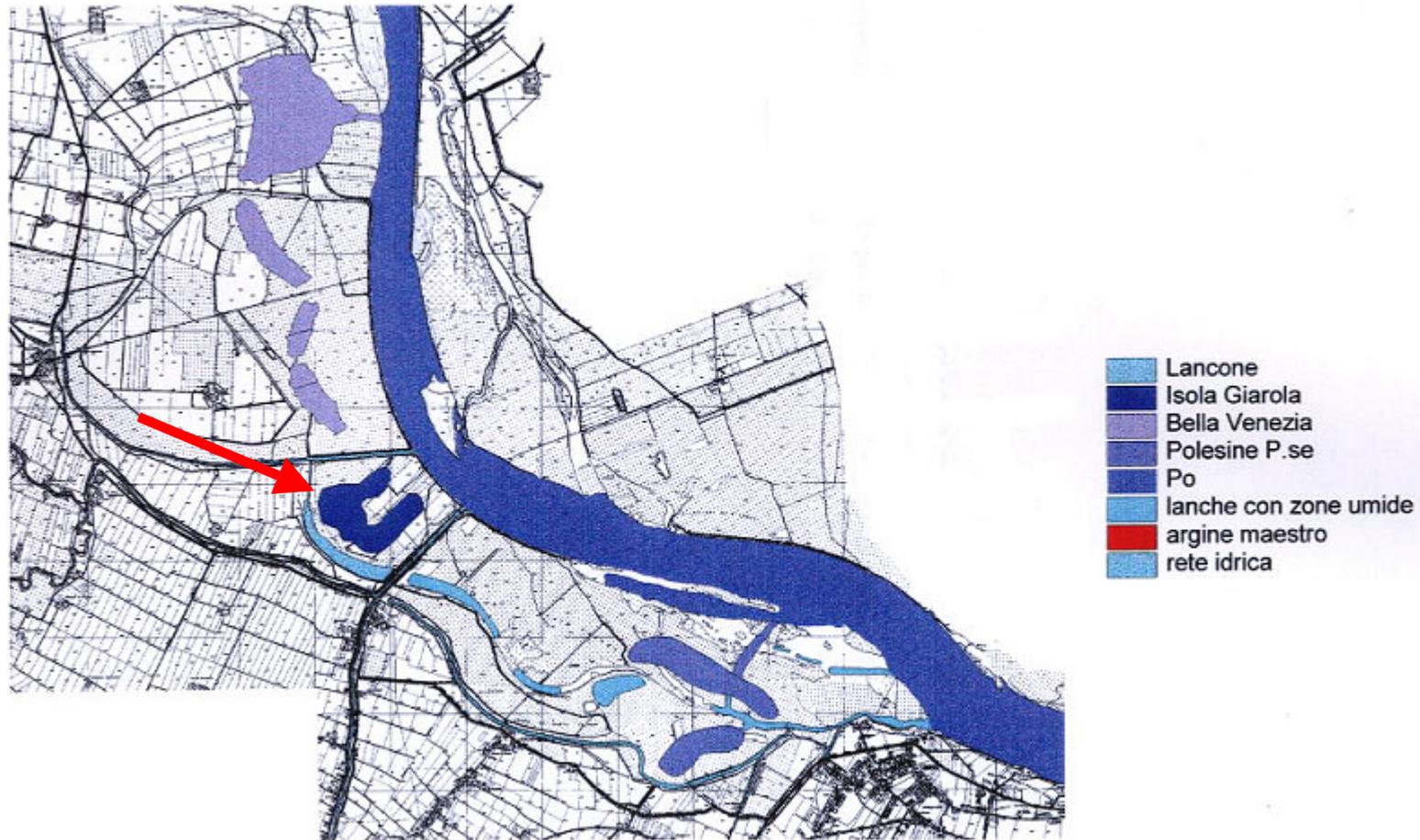


Schema di lago artificiale (serbatoio)



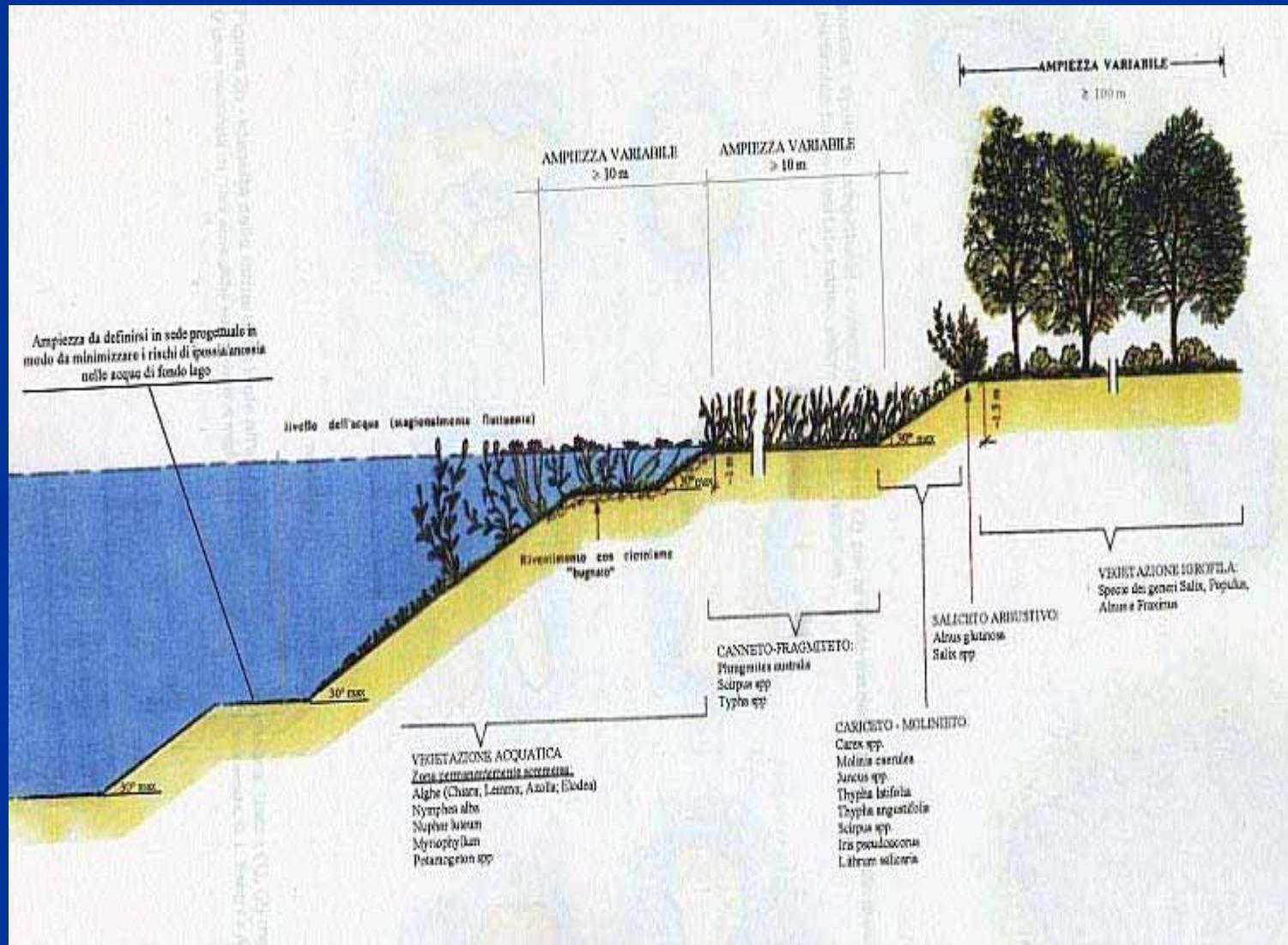
MODALITÀ COSTRUTTIVE E SCENARI GESTIONALI PER I LAGHI DI CAVA NELLA GOLENA DEL PO

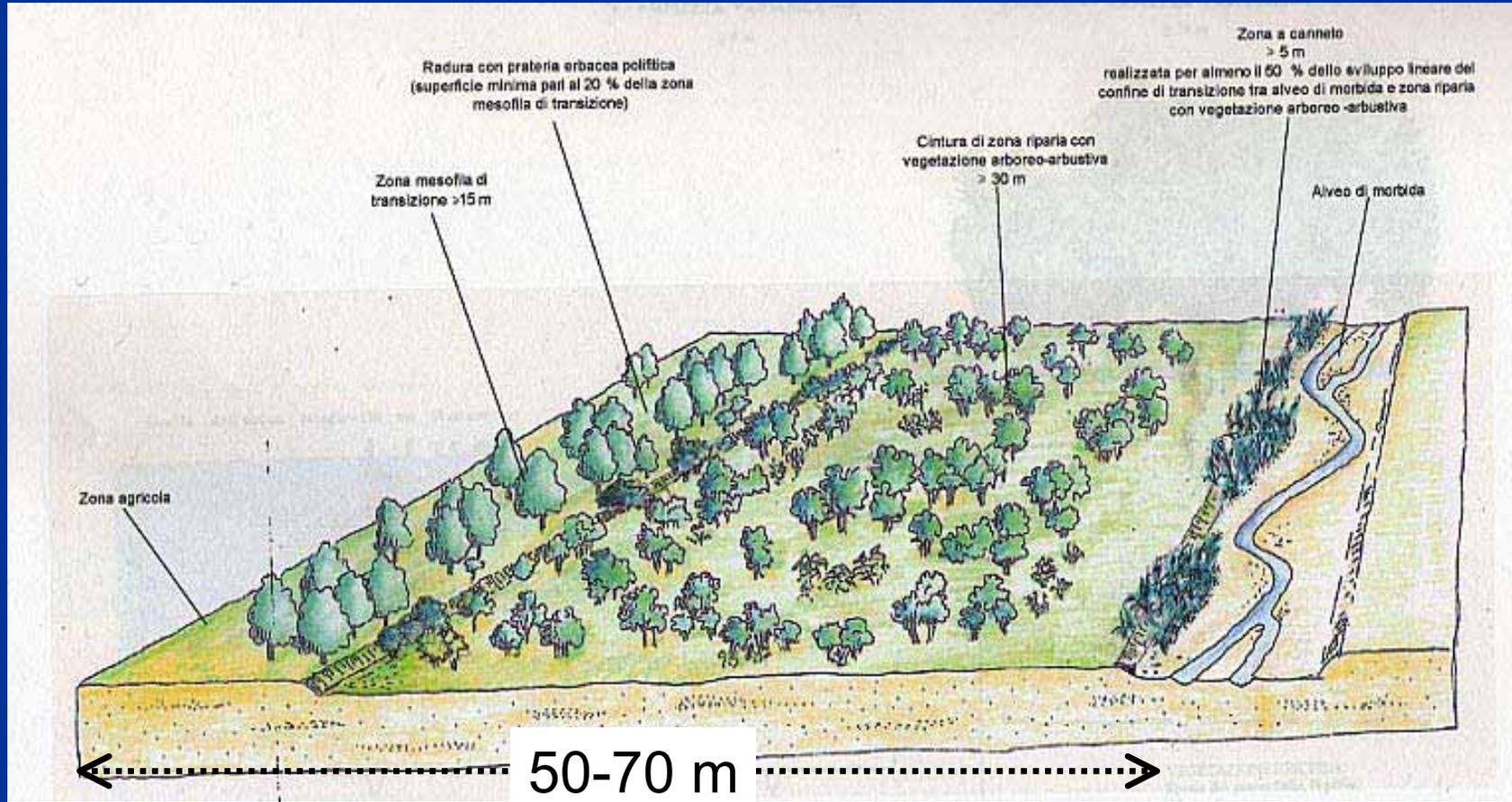
Rete di zone umide nella golena del Po



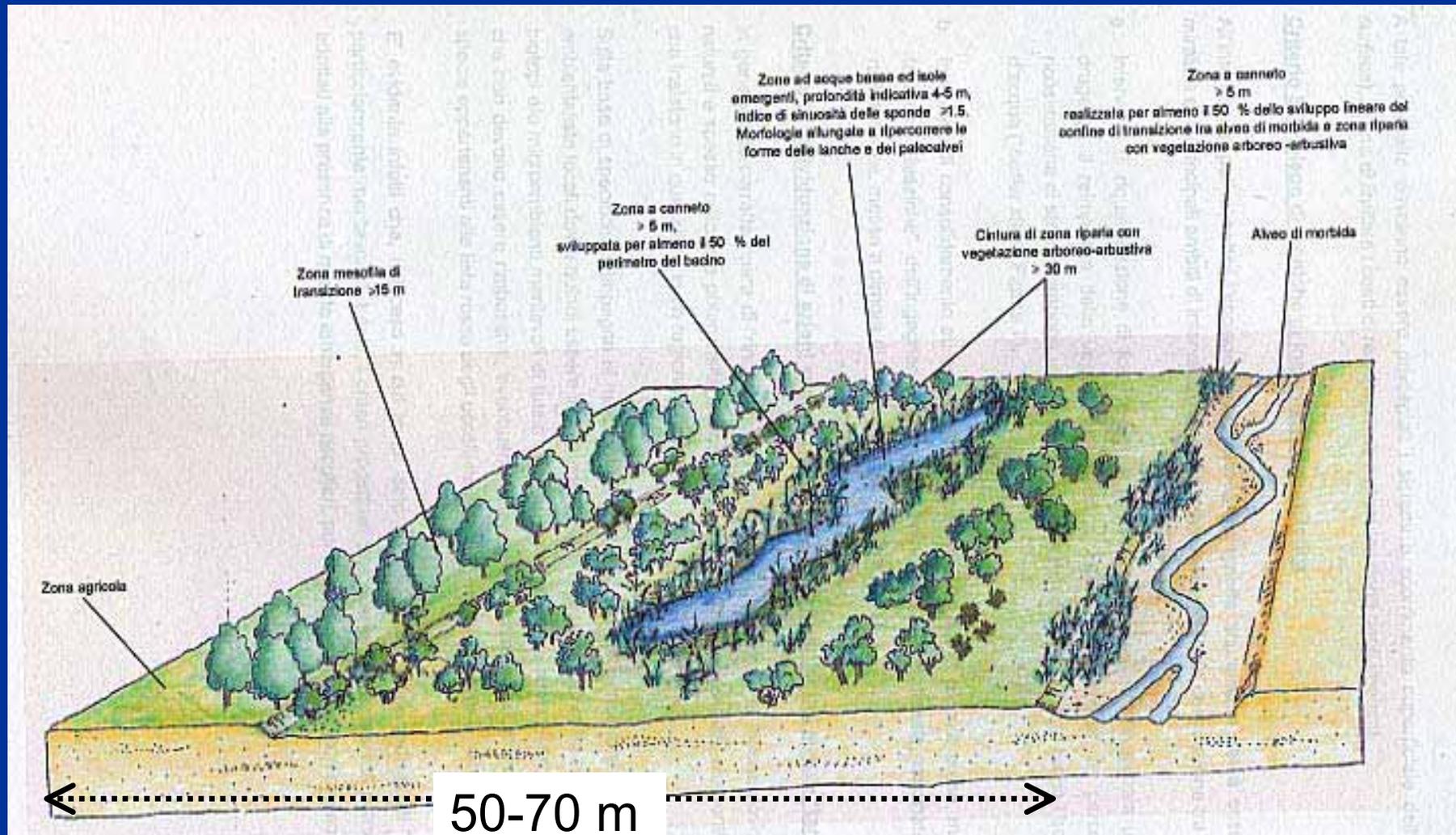
1000 0 1000 2000 3000 4000 Meters



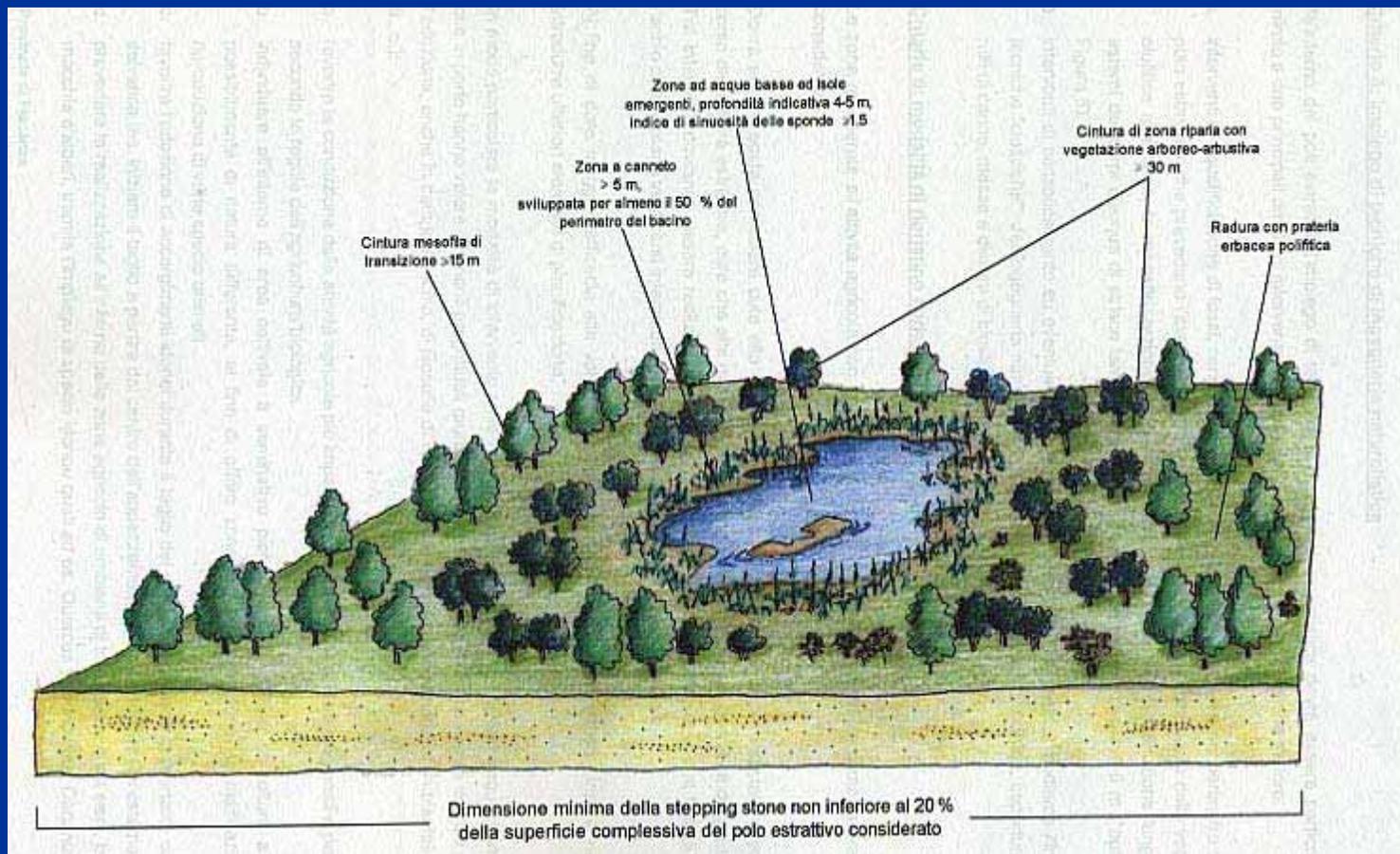




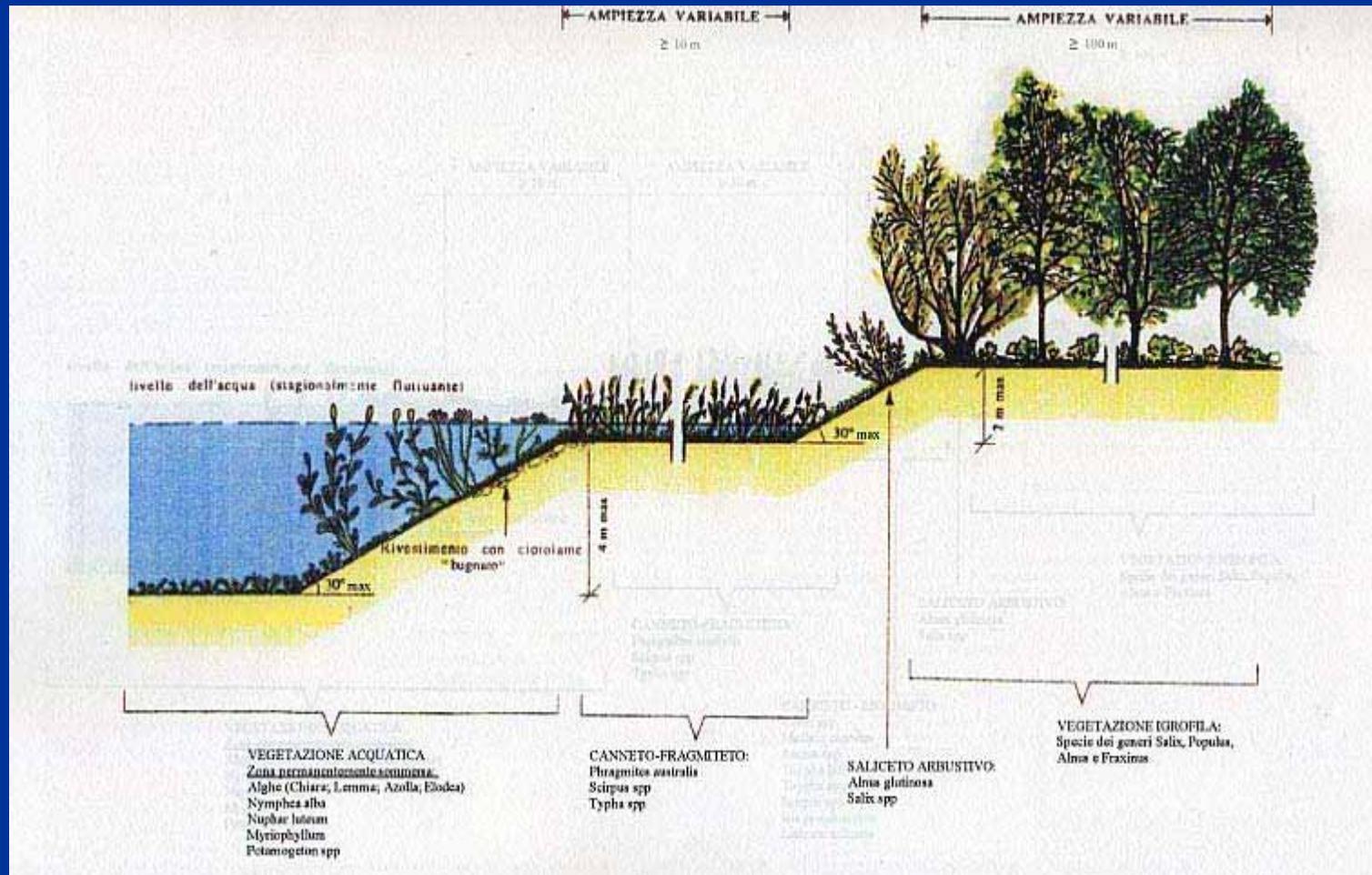
Fascia collinare – estrazione e lavorazione di ghiaia



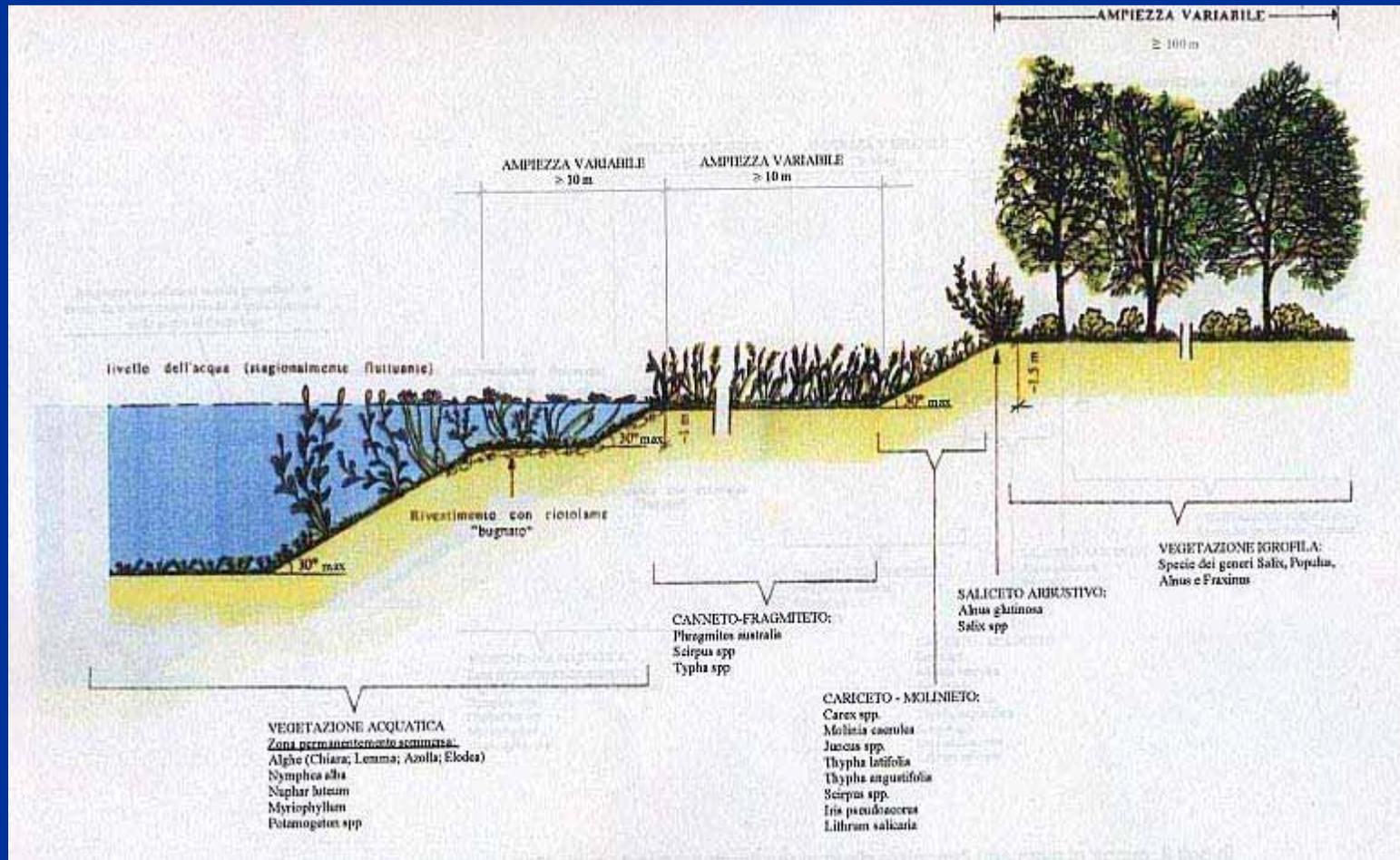
Alta pianura – estrazione di ghiaia e sabbie grossolane



**Bassa pianura e golena fluviale – estrazione di sabbie e ghiaie fini
volume di inerte/area in concessione = 0.35-0.50**



Opzione 1 – livello ambientale basso



Opzione 2 – livello ambientale intermedio

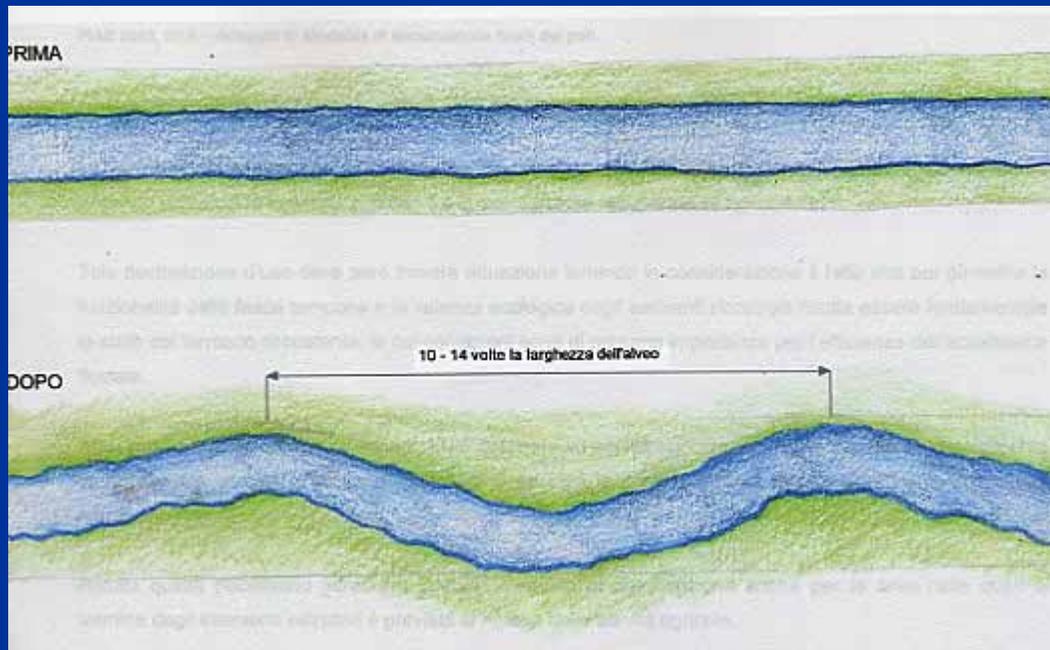


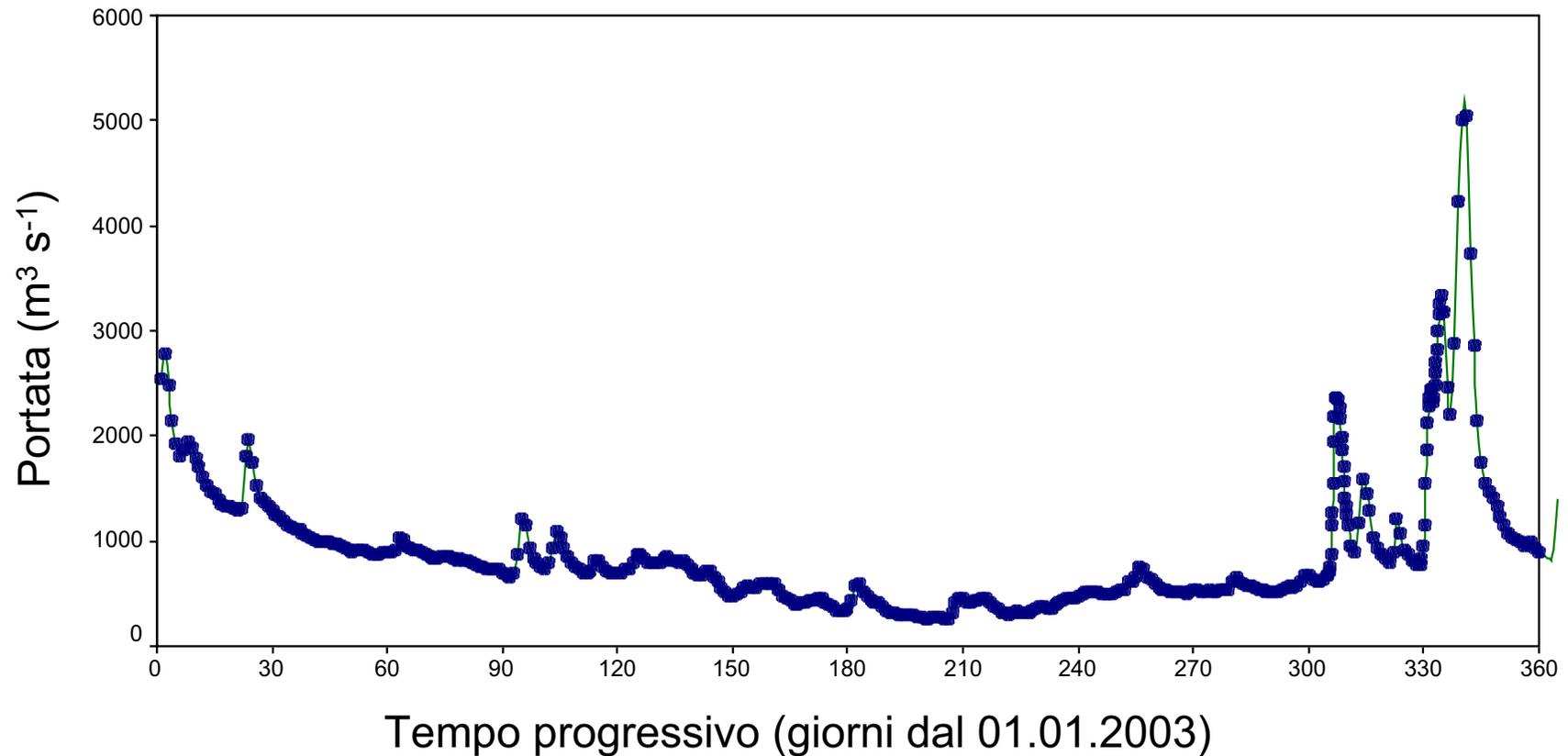
Figura 6 - Esempio di realizzazione di un canale corrente meandrizato entro un alveo rettilineo, ottenibile mediante interventi mirati di sistemazione e lo sfalciamento controllato della vegetazione acquatica

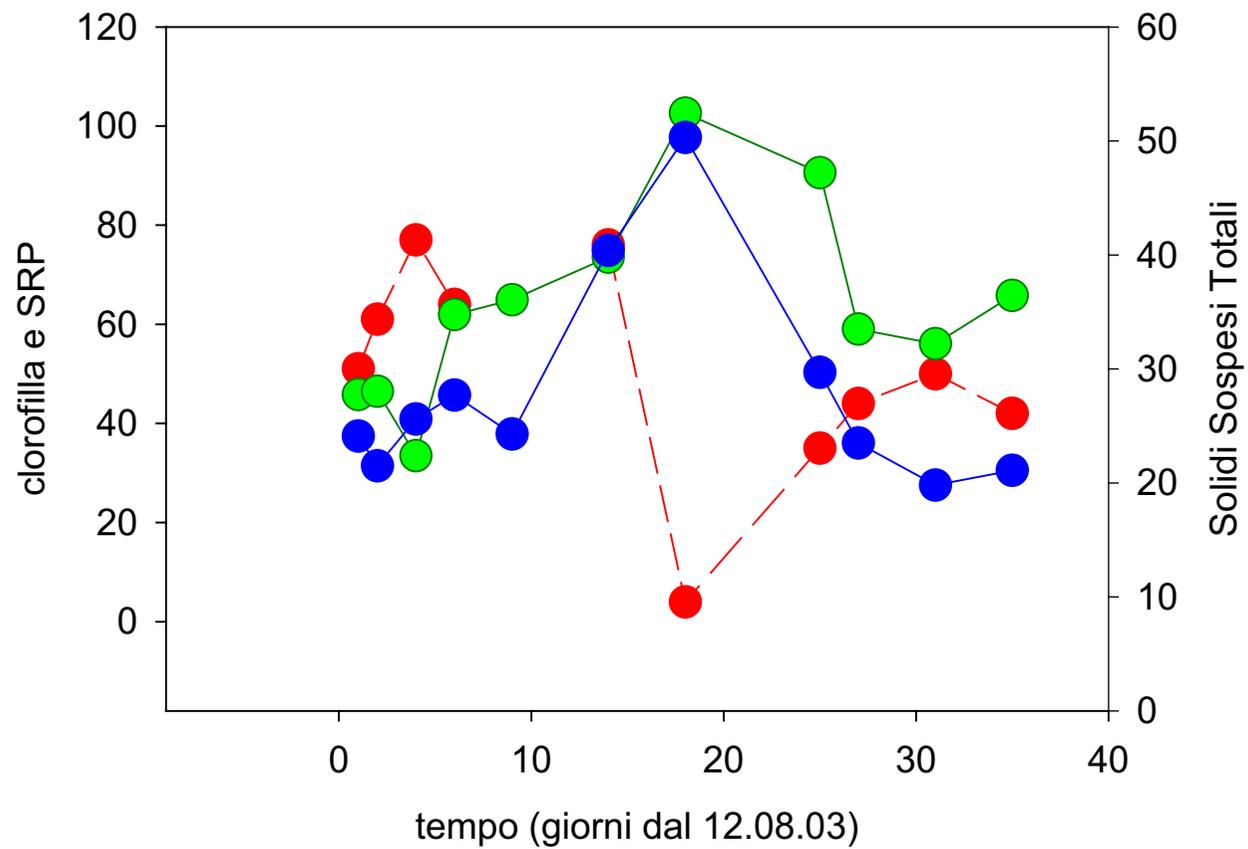


Figura 7 - Dimensionamento minimo di una striscia tampone (buffer strip) realizzata lungo i bordi esterni dei fossi e canali minori eventualmente presenti all'interno del polo estrattivo

Riequilibrio
ecologico di un
corso d'acqua e
delle fasce di
pertinenza
dell'ambiente
acquatico

Eutrofizzazione fluviale ?in condizioni di magra (2003)





Risposta ai quesiti dati dalla Prefettura del Dipartimento dell'alto Po al Professore di Storia Naturale del Liceo di Cremona (Cremona, Tipografia Feraboli, 1807)

Betula Ontano, Onizzo albero spontaneo in alcune alluvioni del Po. Ordinariamente si mantiene basso sulle rive dei fossati, ove si radunano i Gamberi sotto le radici

