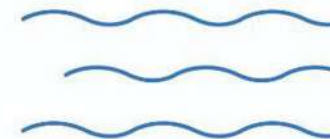




Autorità di Bacino  
Distrettuale del Fiume Po



# Corso di formazione Ambiente Fiume



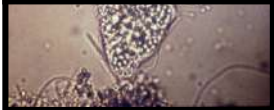
**18 aprile 2024**

Elementi Biologici di Qualità  
ambientale nei fiumi

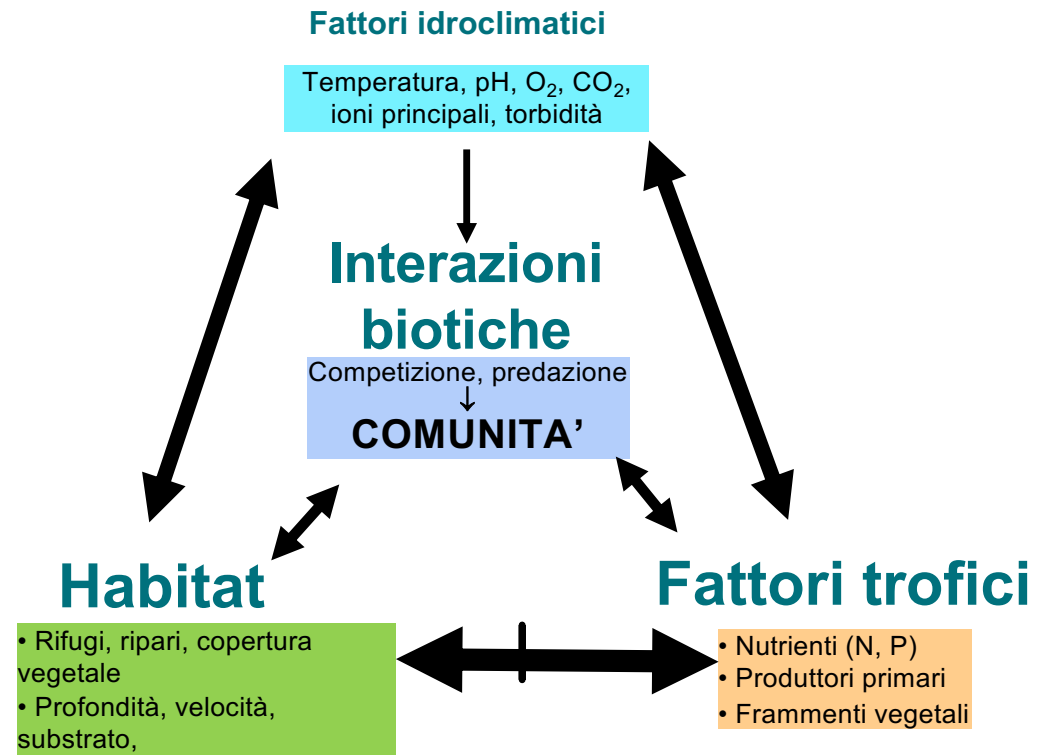
Macrofite degli ambienti fluviali

**Maria Rita Minciardi**

**ENEA – Laboratorio Biodiversità e Servizi Ecosistemici**



Gli ecosistemi sono sistemi complessi



# Gli obiettivi della BIOINDICAZIONE

la scelta di un approccio sintetico ha condotto

agli studi di **indicizzazione ambientale**

**infatti attraverso l'analisi di una "porzione rappresentativa" di un ecosistema complesso si può comprenderne il comportamento (lo stato e l'evoluzione dello stato)**

**Definizione più generalista di indicatore**

# La nascita della Bioindicazione

- L'indicizzazione ambientale nasce con la bioindicazione
- la bioindicazione nasce, in concomitanza con il processo di industrializzazione sotto la spinta della necessità di valutare in modalità speditiva l'entità delle alterazioni ambientali su diverse matrici specifiche
- Gli studi si orientano su quelle componenti nelle quali viene storicamente “riversato” l'inquinante: ovvero ciò che non serve alla fine dei processi produttivi (acqua e aria)
- “tutto ciò che non serve o avanza deve essere mandato su per il camino o giù per il tubo”



- la **bioindicazione**, quindi, in realtà nasce come mezzo per cogliere in maniera veloce la presenza/assenza e l'entità di fenomeni di inquinamento (ovvero quella peculiare alterazione che deriva dall'immissione di sostanze inquinanti)
- complementare e coadiuvante le indagini chimico-fisiche

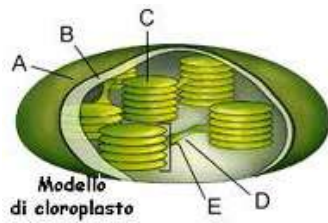


Per quasi un secolo la bioindicazione si orienta verso la speditività e la progressiva semplificazione

Durante la seconda metà del '900 gli studi di bioindicazione cominciano a individuare organismi e comunità che meglio si adattano ad essere speditivamente analizzate per comprendere e PREVEDERE il comportamento degli ecosistemi

N.B. **La bioindicazione nasce prima dell'introduzione del concetto di ecosistema (Tansley, 1935) !!!!!**





La bioindicazione si fonda, nelle prime fasi, sul livello di indagine degli ORGANISMI ma i livelli di indagine vanno da quello molecolare a quello di comunità



# BIOINDICAZIONE



indagini sullo stato di organismi, popolazioni, comunità nel *sito*  
che si vuole indagare

Gli indicatori sono gli organismi, le popolazioni, le comunità

- valutazione di presenza/assenza di specie sensibili all'alterazione che si vuole misurare
- valutazione della struttura delle popolazioni
- valutazione della composizione e struttura delle comunità





## INDICATORI ECOSISTEMICI

La Direttiva 2000/60/CE non sancisce solo la centralità della componente biologica:

Bensì pone la bioindicazione al centro del processo di valutazione e classificazione spostando anche l'attenzione dall'acqua all'ecosistema fluviale:

- valutazione di diverse comunità a diverse livelli delle catene trofiche
- centralità della valutazione prioritaria dell'integrità delle comunità (valutazione della distanza dalla comunità di riferimento)



Comunità acquatiche e WFD 2000/60 – FIUMI  
Elementi di qualità biologica



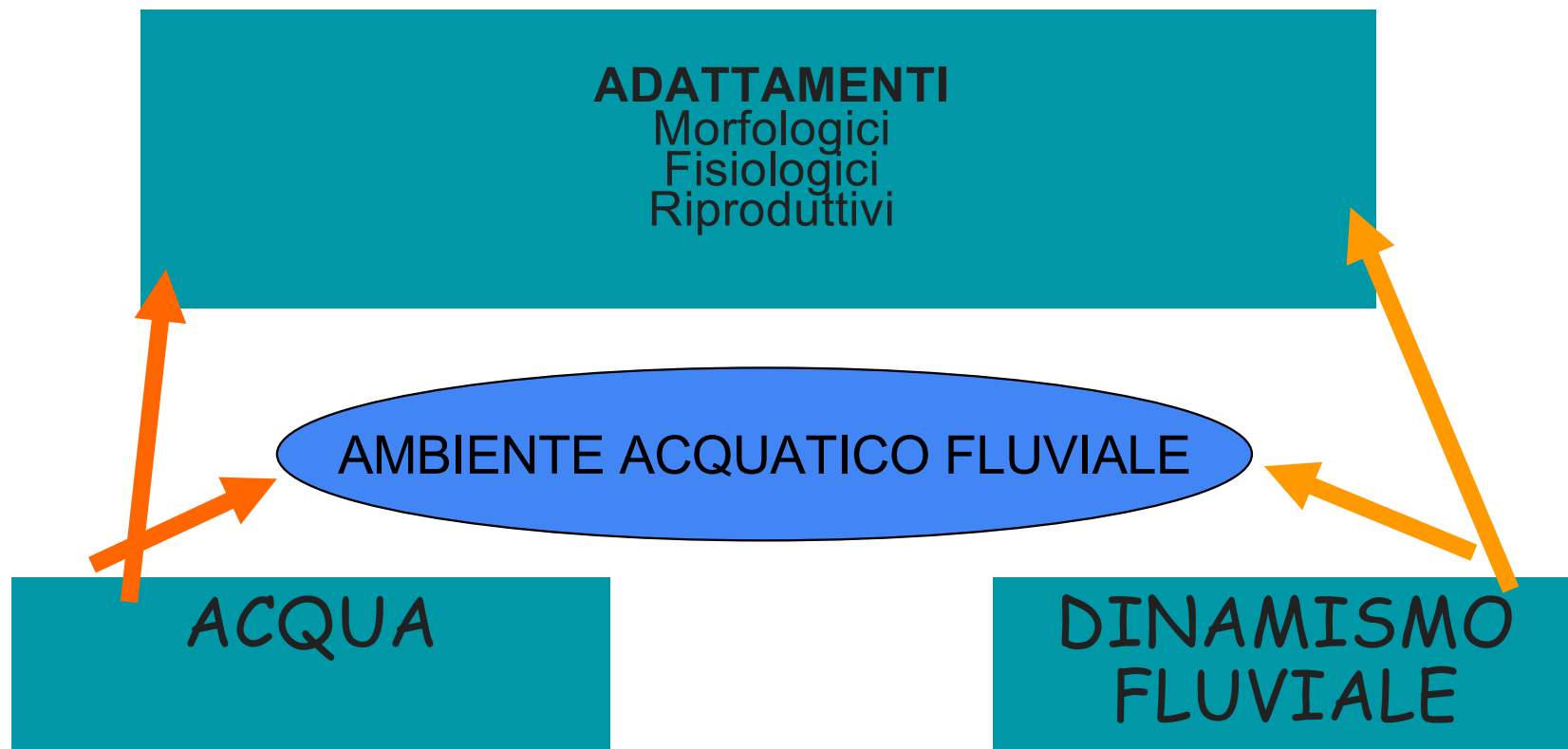
## LE MACROFITE ACQUATICHE

Gruppo formato da numerose specie vegetali che hanno in comune le dimensioni macroscopiche e l'essere rinvenibili sia nell'acqua sia in prossimità di essa in corrispondenza di acque dolci superficiali

- molte fanerogame erbacee
- un piccolo contingente di pteridofite
- numerose briofite
- numerose alghe formanti aggregati macroscopicamente visibili (e in linea di massima formanti filamenti)



Le specie che colonizzano gli ambienti fluviali acquatici sono caratterizzate da specifici adattamenti



Alghe

Ambiente acquatico  
vita vegetativa  
riproduzione

Briofite

Ambiente acquatico  
riproduzione  
  
Ambiente subaereo  
vita vegetativa

Pteridofite  
e  
Fanerogame  
erbacee

Ambiente subaereo  
vita vegetativa  
riproduzione



ADATTAMENTI  
specifici per  
RITORNARE  
all' ambiente  
acquatico

## ADATTAMENTI FISIOLÓGICI

Consentono di tollerare lo stress da anossia radicale e garantiscono caratteristiche di pioniericit 

- Prevalenza della fermentazione alcolica
- Incremento efficienza del trasporto dei gas
  
- Formazione costitutiva di aerenchimi
- mod.lisigena collasso di pi  cellule (+ tipico di piante acquatiche)
- Formazione indotta di aerenchimi innescata da anossia radicale attraverso la produzione dell'ormone etilene
- mod.schizogena allargamento di spazi intercellulari(+ piante palustri)
  
- Permeabilit  della lamina fogliare
  
- Presenza di pneumatofori

## ADATTAMENTI MORFOLOGICI

Consentono di svilupparsi

su suoli instabili

su suoli saturi dal punto di vista idrico

su suoli inondati

***IN ACQUA !***

Resistere a

traumi meccanici (abrasioni, fratture)

inghiaiamenti, insabbiamenti

- ✓ Radici avventizie
- ✓ Flessibilità di radici e fusti
- ✓ Caratteristiche morfologiche dei semi
  - involucro
  - dimensioni
- ✓ Dimorfismo fogliare con finalità idrodinamiche
- ✓ Aumento del n° di cellule a contatto con l'ambiente
  - assottigliamento lamina
  - sviluppo di lacinie

Cellule piccole: aumento rapporto superficie/volume

Perdita di barriere alla diffusione dei gas

Permeabilità della lamina fogliare

Presenza di aerenchimi

Formazione costitutiva di aerenchimi

mod.lisigena collasso di più cellule (+ tipico di piante acquatiche)

Formazione indotta di aerenchimi innescata da

anossia radicale attraverso la produzione dell'ormone etilene

mod.schizogena allargamento di spazi intercellulari(+ piante palustri)

Presenza di pneumatofori



# *Potamogeton nodosus*



Dimorfismo  
fogliare



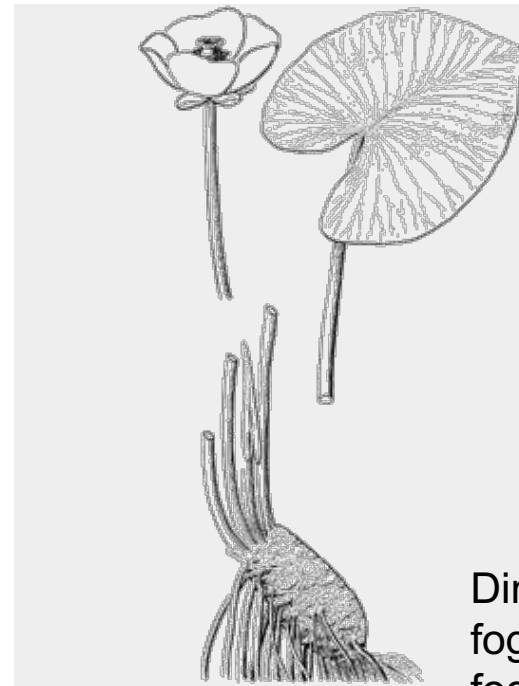


*Ranunculus fluitans*

Dimorfismo  
fogliare



## *Nuphar lutea*



Dimorfismo  
fogliare – ampie  
foglie galleggianti

Pneumatofori di  
*Utricularia* sp.



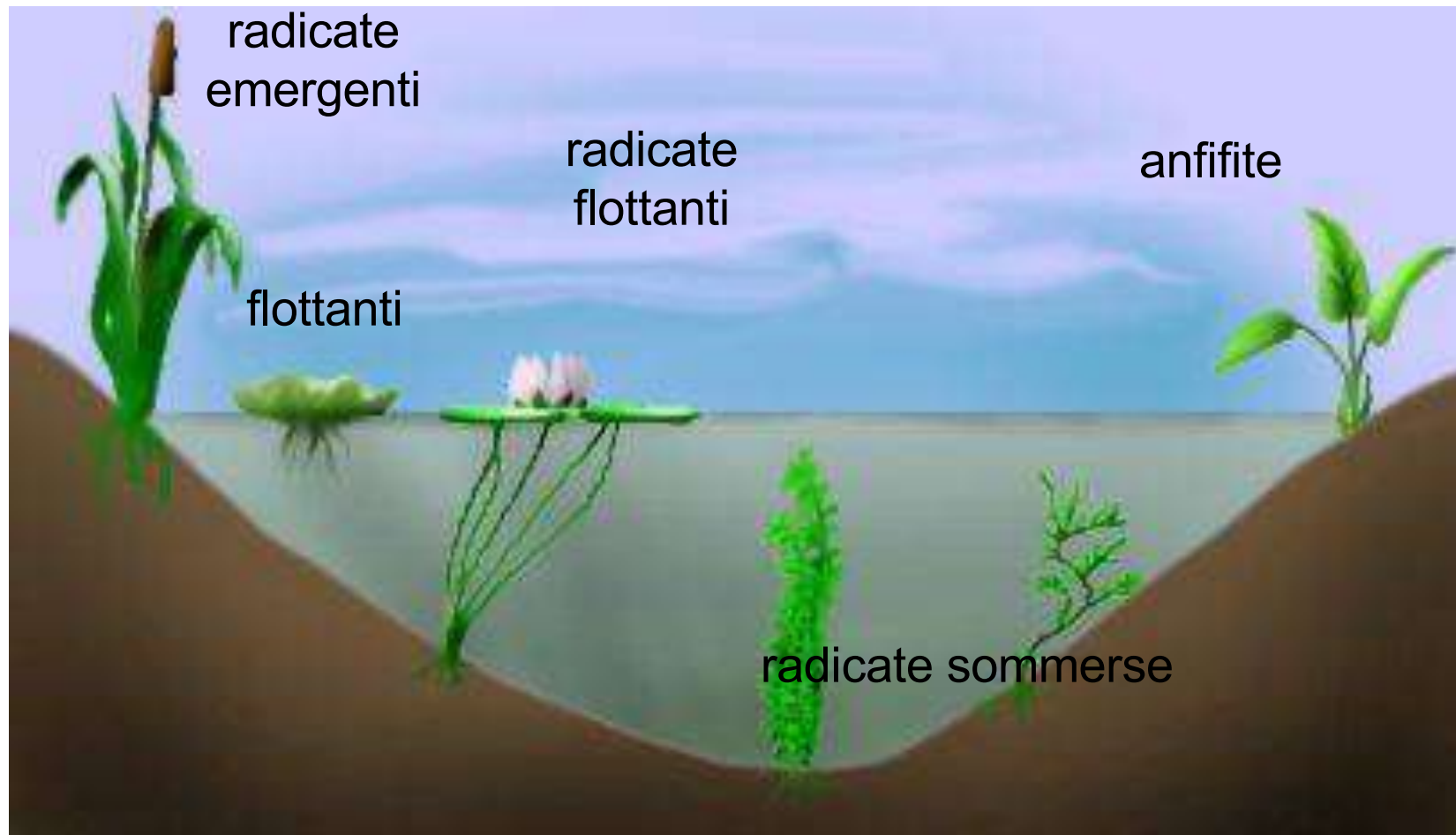
## ADATTAMENTI RIPRODUTTIVI

garantiscono successo riproduttivo nelle specifiche condizioni ambientali che caratterizzano gli ambienti fluviali

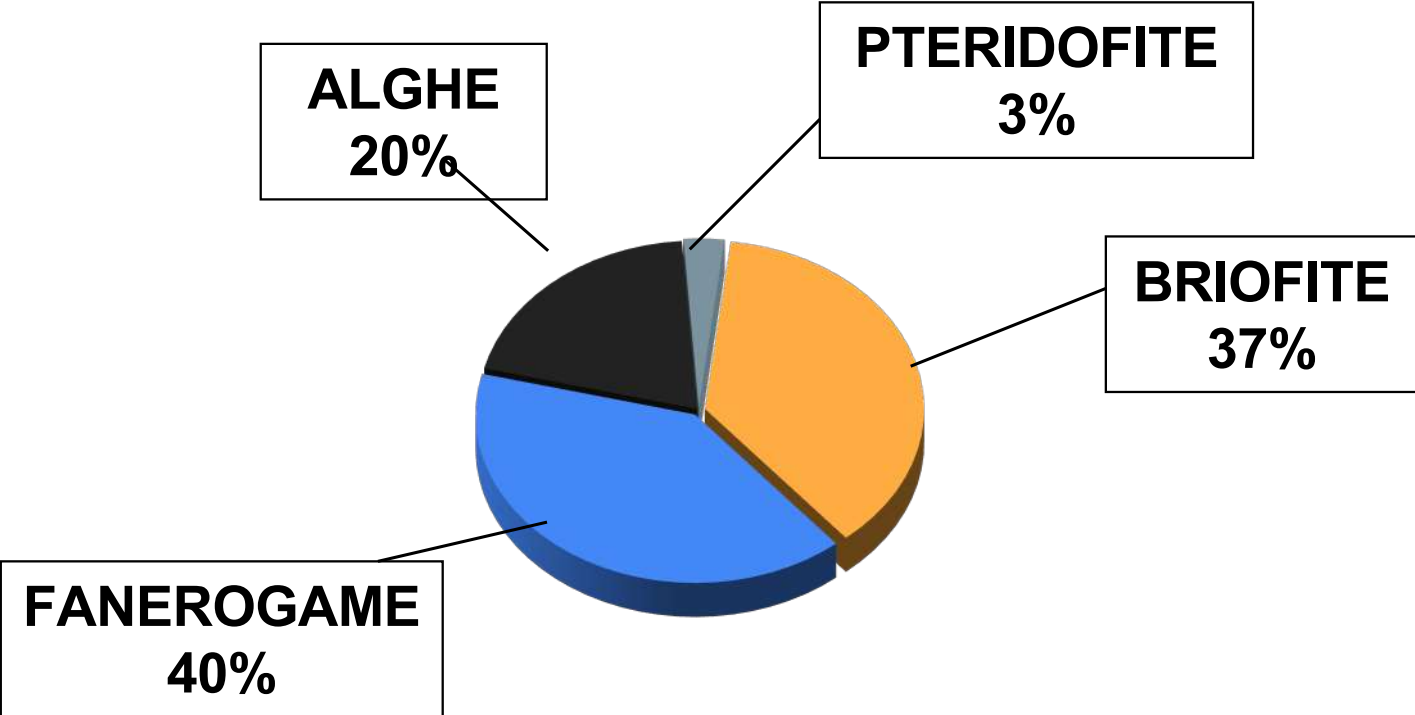
- Grande importanza riproduzione asexuale
- da talea
- per accrescimento laterale (stoloni...)
- Modalità particolari di dispersione dei semi
- Ottimizzazione della dimensione dei semi
- Fenologia tarata su andamento idrologico
- Tempi di quiescenza dei semi spesso tarati su andamento idrologico
- Particolare longevità dei semi
- Spesso produzione di un gran numero di semi

# Classificazione in funzione della localizzazione e delle modalità di insediamento

Le caratteristiche del substrato, la profondità e la velocità della corrente determinano la comunità



# I gruppi sistematici costituenti le Macrofite acquatiche



# RUOLO ECOLOGICO delle MACROFITE ACQUATICHE

## ✓ **PRODUZIONE PRIMARIA**

## ✓ **COSTITUZIONE DI HABITAT**

Costituiscono esse stesse elemento caratterizzante e di diversità

Forniscono “substrato” per organismi bentonici

Determinano la presenza di condizioni idonee per la fauna vertebrata

## ➤ **AUTODEPURAZIONE**

Fitodepurazione

Habitat per comunità che depurano

## ✓ **FUNZIONE TAMPONE**

Filtro nei confronti di fonti di inquinamento diffuso



# RUOLO ECOLOGICO delle MACROFITE ACQUATICHE

## ✓ **COSTRUZIONE DELLA MORFOLOGIA FLUVIALE**

Evoluzione del corridoio fluviale

deposito dei sedimenti

## ✓ **OMEOSTASI IDRAULICA**

Stabilizzazione meccanica

riduzione dell'erosione delle rive

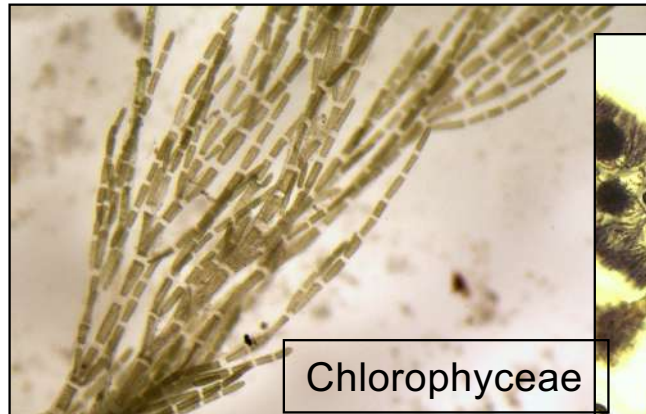
riduzione della velocità della corrente

Stabilizzazione idrica

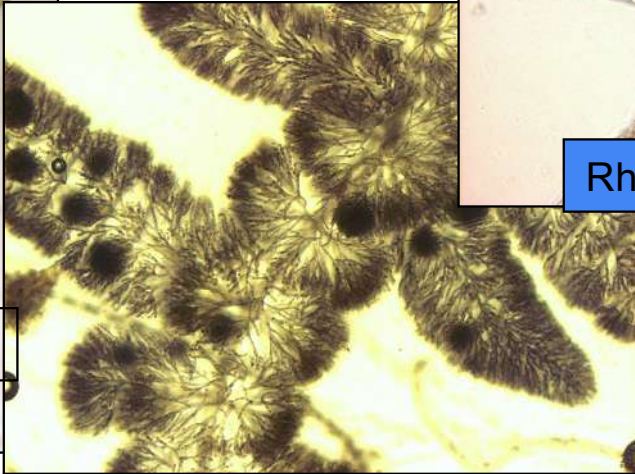
ritenzione di grandi quantità d'acqua durante le piene

restituzione al sistema fluviale (falda) di acqua nei periodi di magra

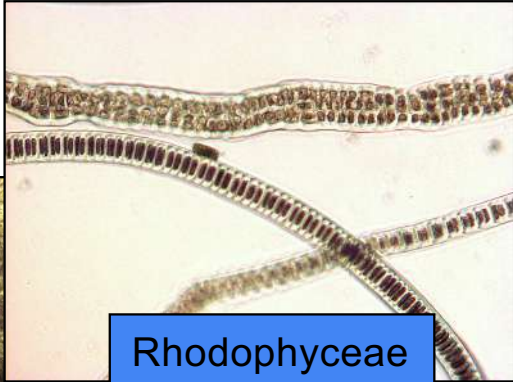
# Le Alge



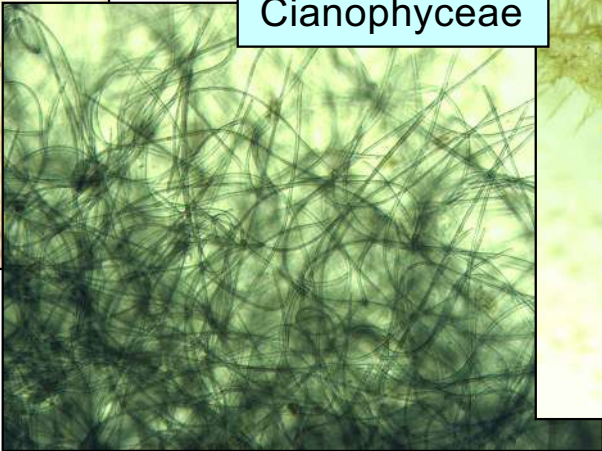
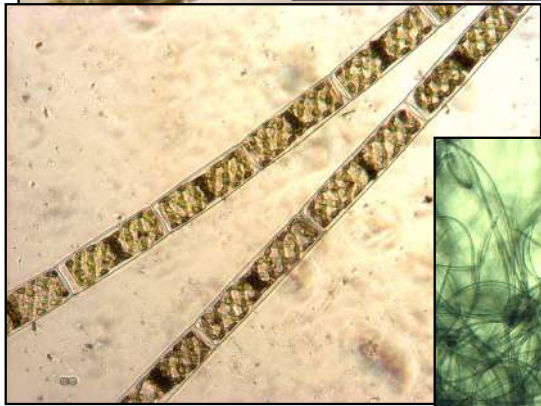
Chlorophyceae



Xanthophyceae



Rhodophyceae



Cianophyceae



Dove si trovano?

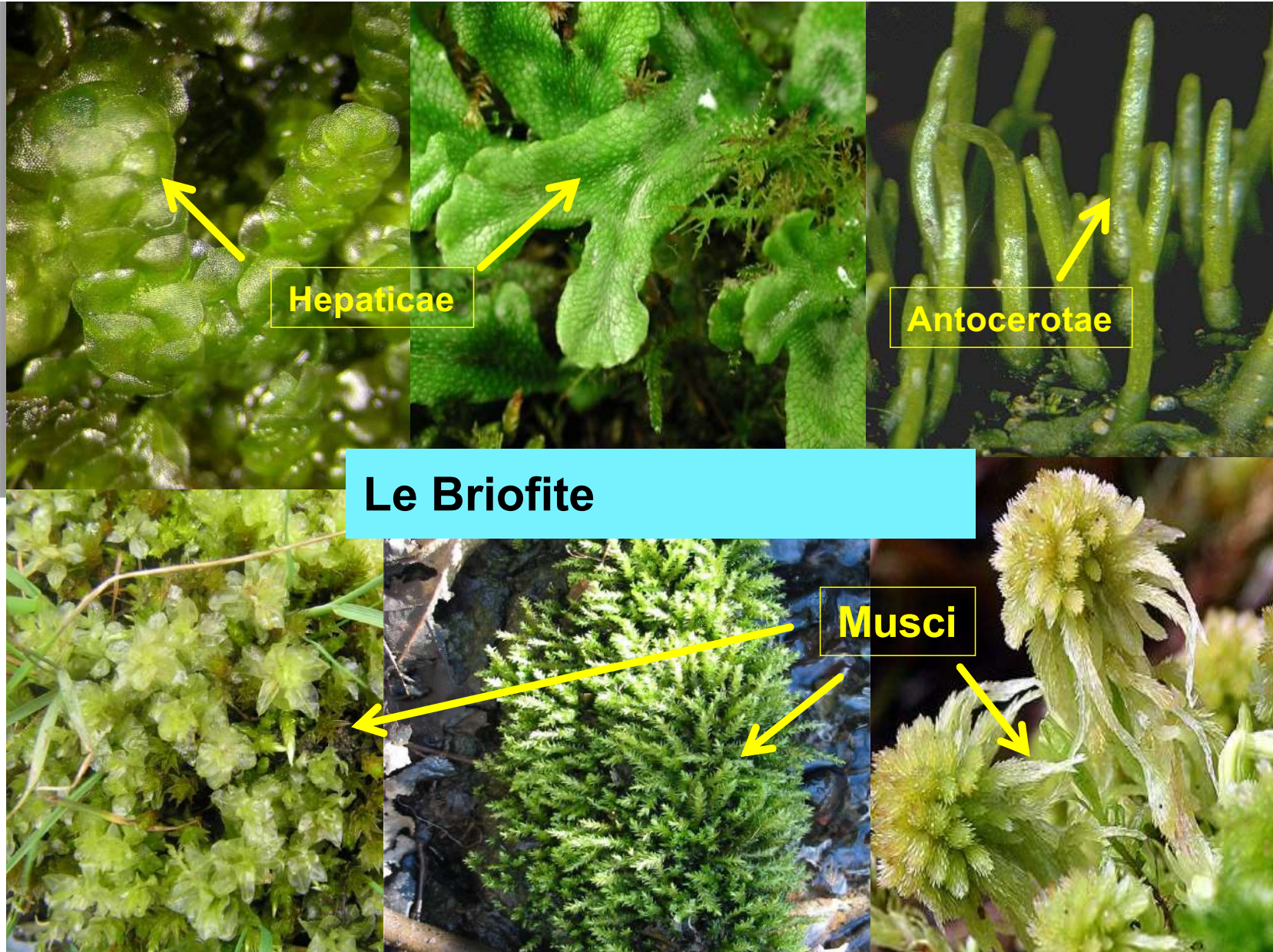


Acque ossigenate, fredde, ad elevata loticità: prevalenza di alghe rosse ma anche alghe azzurre, verdi e brune adese al substrato

Acque lotiche: alghe verdi, alghe azzurre, alghe rosse

Acque lentiche o lentamente fluenti, ambiti di margine: alghe verdi

Presenza di generi a carattere ubiquitario: *Cladophora* e *Oscillatoria*



Hepaticae

Antocerotae

Le Briofite

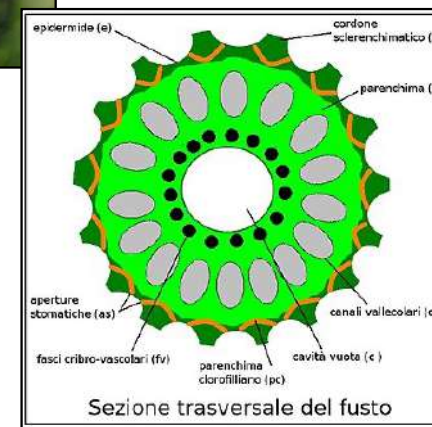
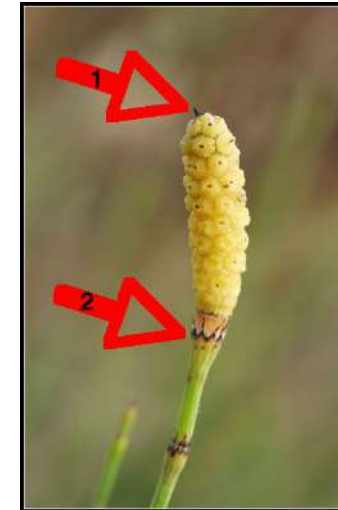
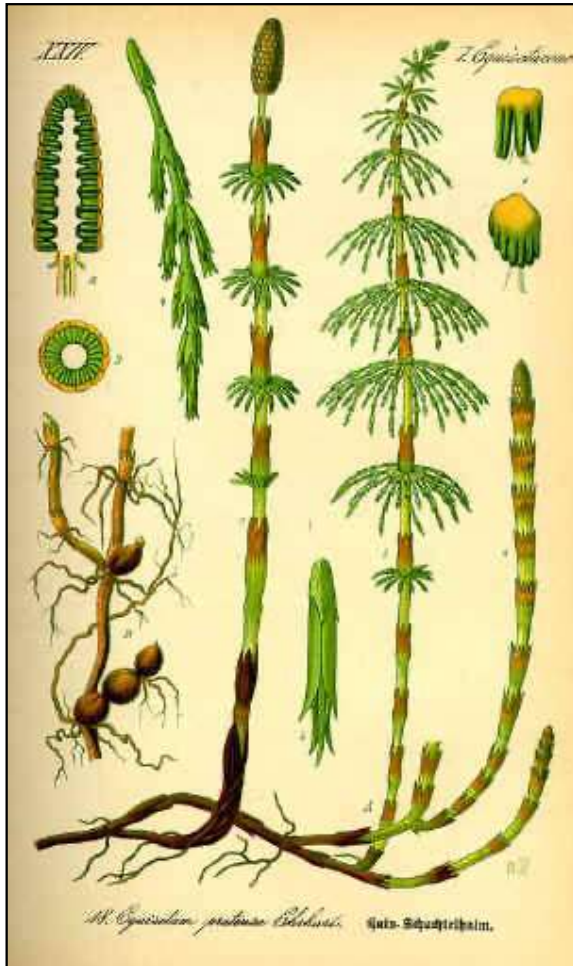
Musci

Dove si trovano?

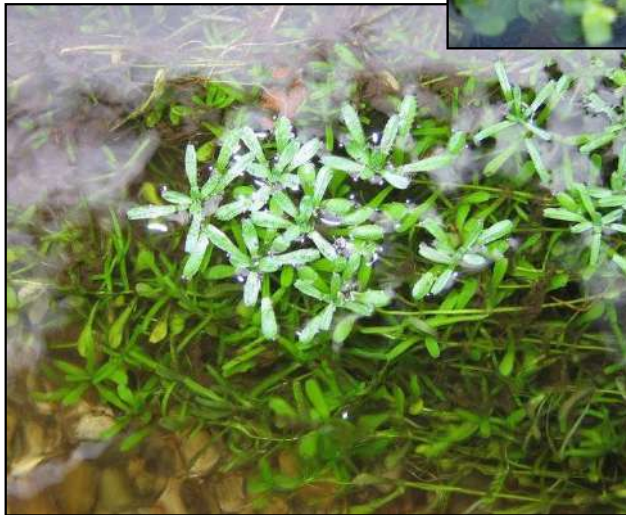


- ambiti soggetti a frequente periodica emersione
- ambiti costantemente sommersi e con velocità della corrente molto elevata (raschi-cascate)
- ambiti costantemente sommersi e velocità della corrente elevata (correntini)
- ambiti costantemente sommersi ma con limitata velocità della corrente (corrente laminare-pozze)
- ambiti di stillicidio (substrato roccioso/ambiente costantemente bagnato)
- ambiti di margine igrofilo ombroso (substrato terroso)

# Le Pteridofite



# Le Angiosperme



Dove si trovano?



ambiti sommersi di acque correnti

ambiti di sponda

Ovunque presenti salvo che solo  
puntuali negli ambienti montani



## Il rilievo per l'applicazione degli Indici Macrofitici

100 m lungo lo sviluppo  
longitudinale del corso  
d'acqua prevedendo il  
rilievo delle facies  
prevalenti



# L'IBMR

208 taxa indicatori a ciascuno dei quali è associato

un indice specifico di sensibilità (0-20) (Csi)  
un valore di stenoecia (1,2,3) (Ei)

I taxa indicatori comprendono 2 organismi eterotrofi, 43 taxa algali, 2 specie di licheni, 15 specie di epatiche, 37 specie di muschi, 3 specie di pteridofite, 107 specie di angiosperme

A ciascun taxa vengono attribuiti coefficienti di copertura Ki a partire da coperture percentuali secondo la scala di Koehler

Il calcolo avviene secondo la formula:

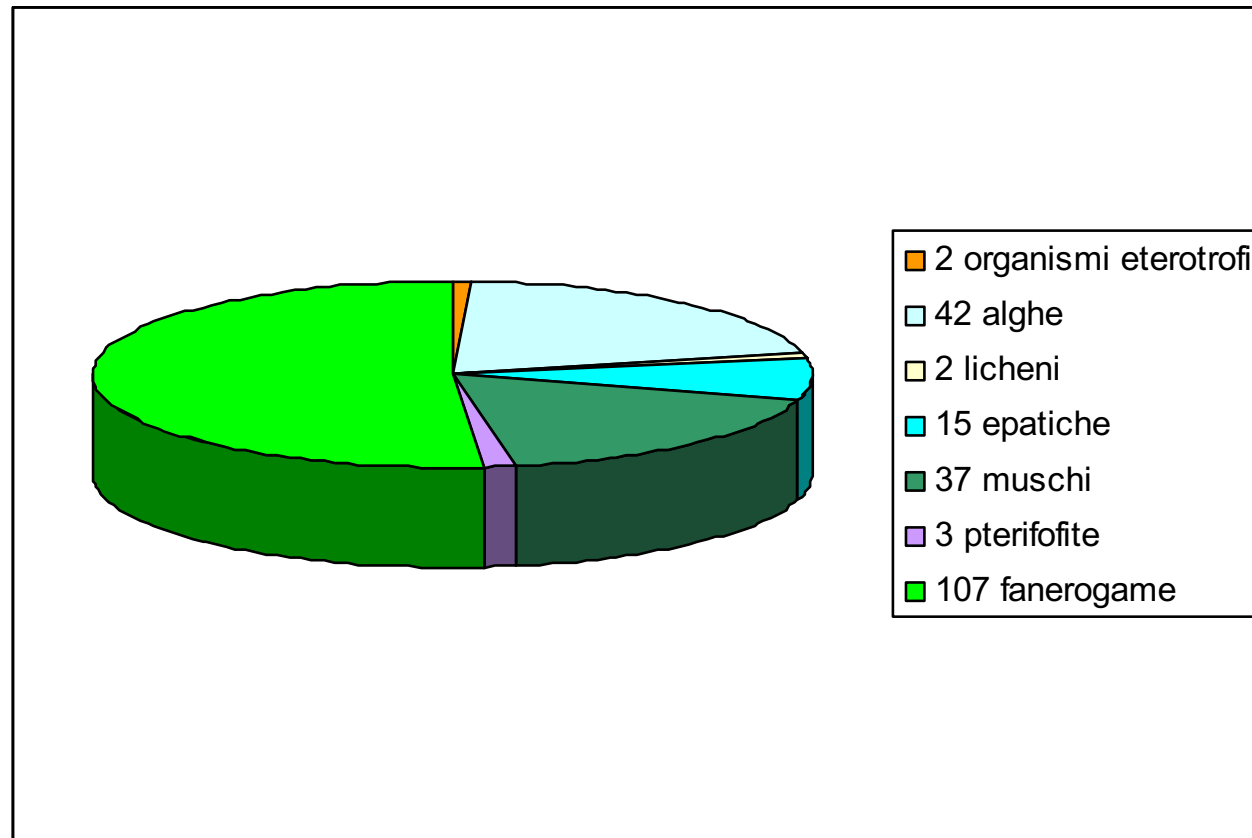
$$\text{IBMR} = \frac{\sum [E_i C_{si} K_i]}{\sum E_i K_i}$$

con IBMR compreso tra 0 e 20

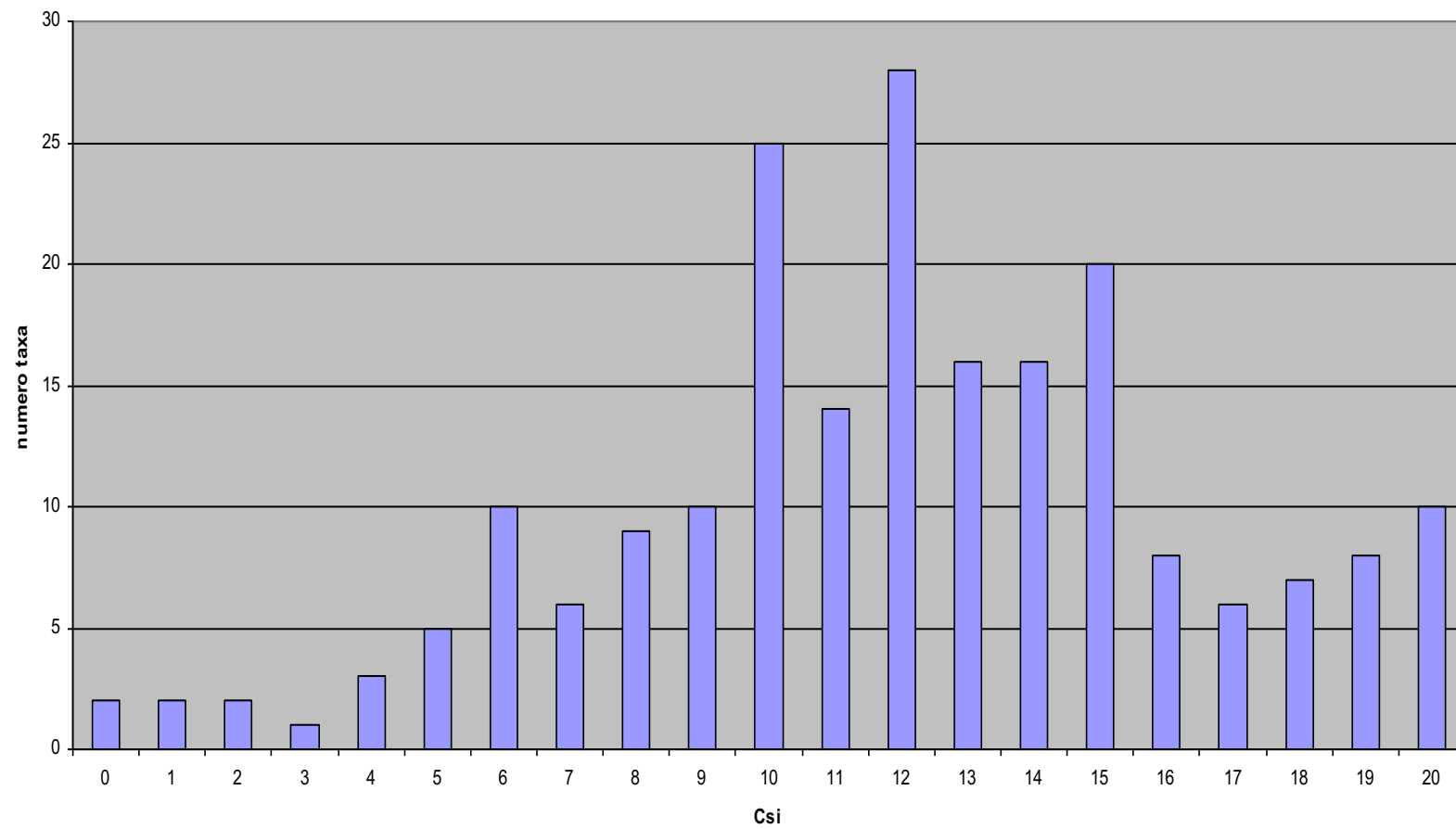
Consente di classificare la stazione attribuendola ad un livello trofico

|                          |                             |   |
|--------------------------|-----------------------------|---|
| <b>IBMR &gt; 14</b>      | <b>trofia molto lieve</b>   |  |
| <b>12 &lt; IBMR ≤ 14</b> | <b>trofia lieve</b>         |  |
| <b>10 &lt; IBMR ≤ 12</b> | <b>trofia media</b>         |  |
| <b>8 &lt; IBMR ≤ 10</b>  | <b>trofia elevata</b>       |  |
| <b>IBMR ≤ 8</b>          | <b>trofia molto elevata</b> |  |

## Composizione tassonomica dei taxa IBMR









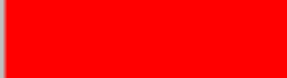
## Distribuzione dei valori Csi nei taxa IBMR



La corretta valutazione dell'IBMR atteso consente di utilizzare l'IBMR come indice di stato ecologico valutando lo stato ecologico in termini di distanza dallo stato trofico atteso

## LE CONDIZIONI DI RIFERIMENTO

|                |                      |   |
|----------------|----------------------|---|
| IBMR > 14      | trofia molto lieve   |  |
| 12 < IBMR ≤ 14 | trofia lieve         |  |
| 10 < IBMR ≤ 12 | trofia media         |  |
| 8 < IBMR ≤ 10  | trofia elevata       |  |
| IBMR ≤ 8       | trofia molto elevata |  |

|                  |                             |   |
|------------------|-----------------------------|---|
| EQR > 0,85       | stato ecologico elevato     |   |
| 0,7 < EQR ≤ 0,85 | stato ecologico buono       |  |
| 0,6 < EQR ≤ 0,7  | stato ecologico sufficiente |  |
| 0,5 < EQR ≤ 0,6  | stato ecologico scarso      |  |
| EQR ≤ 0,5        | stato ecologico cattivo     |  |

3 aree geografiche

21 idroecoregioni

13 macrotipi

## ALPINA

HER 1,2,3,4 (ambiti montani  
h>400 m)

## CENTRALE

HER 1,2,3,4,5,7 (ambiti collinari  
e di pianura)  
HER 6 pianura padana a nord  
del Po (e Tanaro)

## MEDITERRANEA

HER  
8,9,10,11,12,13,14,15,16,  
17,18,19,20,21

Suddivisa in

Ambito centro-meridionale  
8,9,10,11,13,14,15

Ambito sud-meridionale  
12,16,17,18,19,20,21



## La definizione dei limiti per le classi di stato ecologico

- I limiti sono stati identificati a partire da dati appartenenti a tutti i livelli di qualità valutati sulla base di dati di pressione e di dati relativi ad altri BQE (valutazione esperta)

| Area Geografica | Boundary      |                   |                    |                |
|-----------------|---------------|-------------------|--------------------|----------------|
|                 | Elevato/Buono | Buono/Sufficiente | Sufficiente/Scarso | Scarso/Cattivo |
| Alpina          | 0,85          | 0,7               | 0,6                | 0,5            |
| Centrale        | 0,9           | 0,8               | 0,65               | 0,5            |
| Mediterranea    | 0,9           | 0,8               | 0,65               | 0,5            |

grazie !



[mariarita.minciardi@enea.it](mailto:mariarita.minciardi@enea.it)