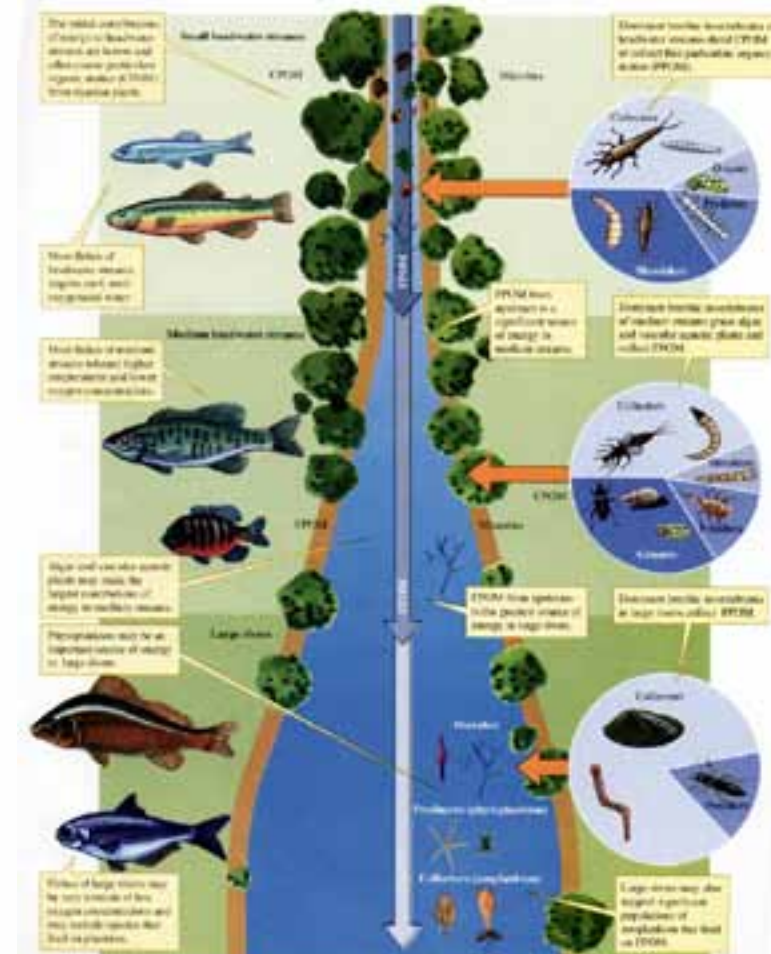


# VALUTAZIONI SITO-SPECIFICHE NELL'ANALISI DEL RISCHIO ECOLOGICO

Fenoglio S, Negri A, Oliveri C, Oliveri L, Sforzini S

**Tiziano Bo, Alessandro Dagnino, Aldo Viarengo**

DiSAV, Università del Piemonte Orientale "Amedeo Avogadro"

**Sistemi lotici: ecosistemi aperti ed estremamente diversificati**


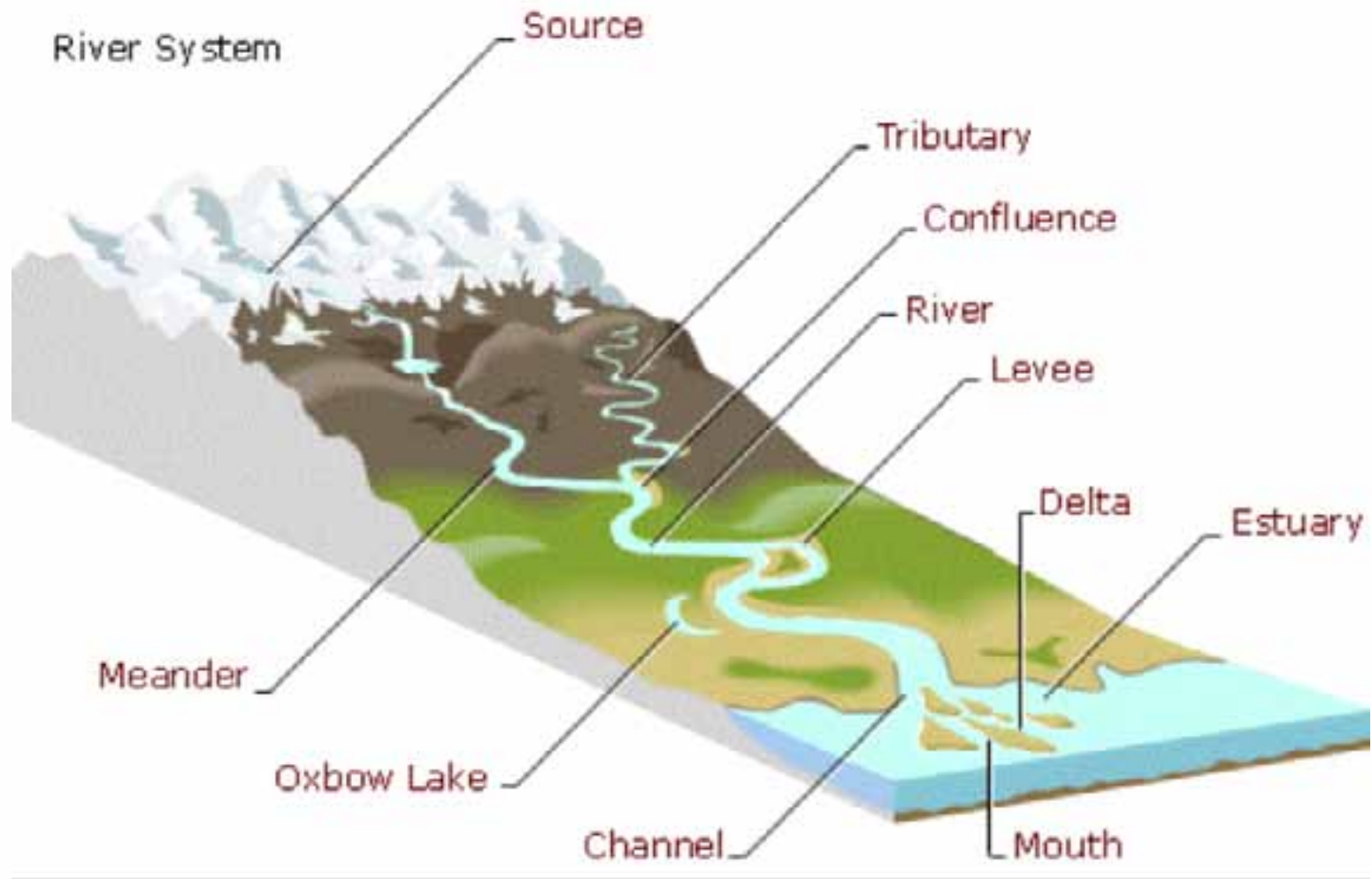
Vannote R.L., Minshall G.W., Cummins K.W., Sedell J.R., Cushing C.E., 1980, **The River Continuum Concept**, «Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science», 37, pp. 130-37.



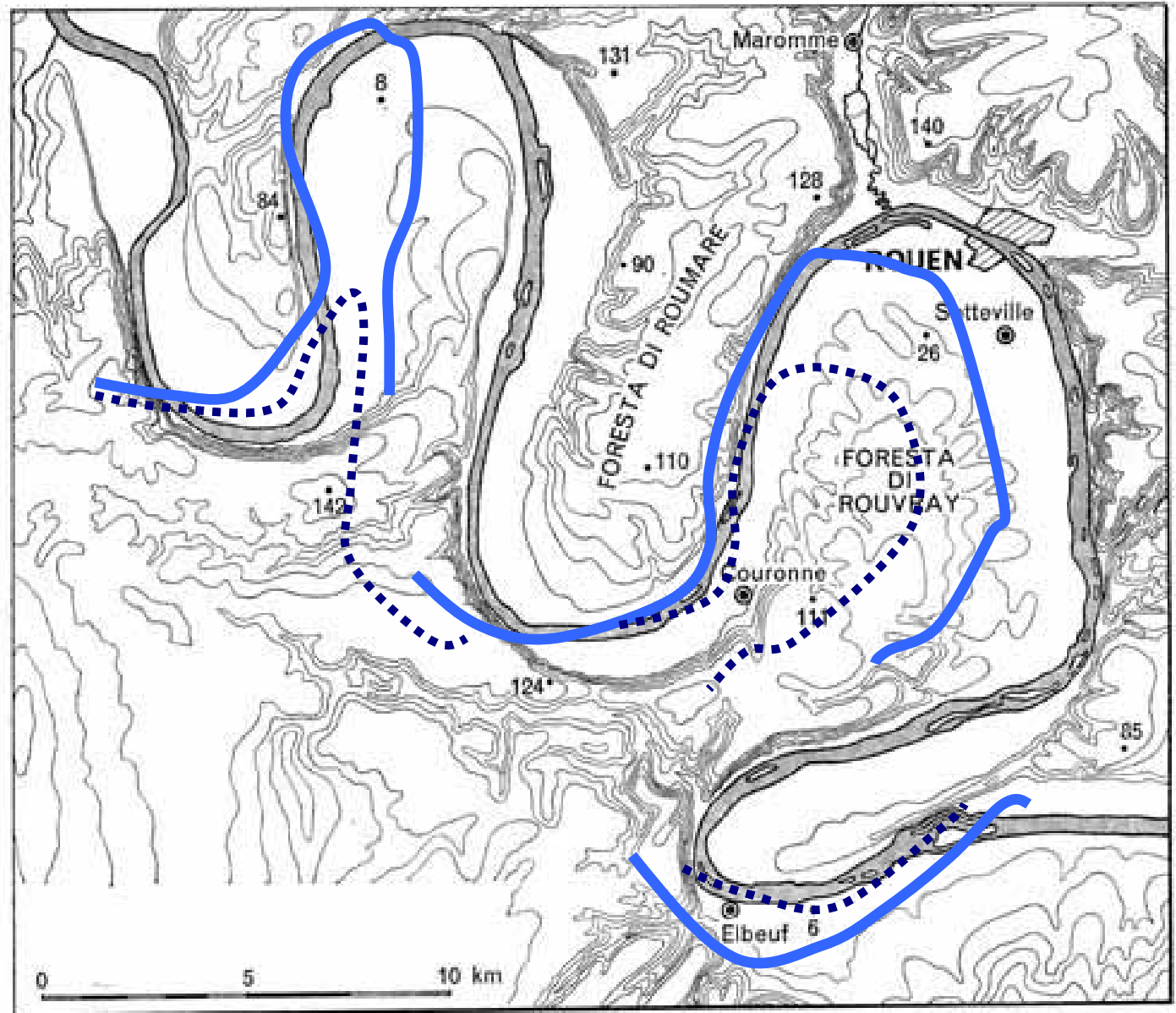
Oggi spesso se ne parla ...



### I corsi d'acqua sono sistemi in continua evoluzione



**Es.  
Evoluzione  
dell'alveo e  
dei meandri**

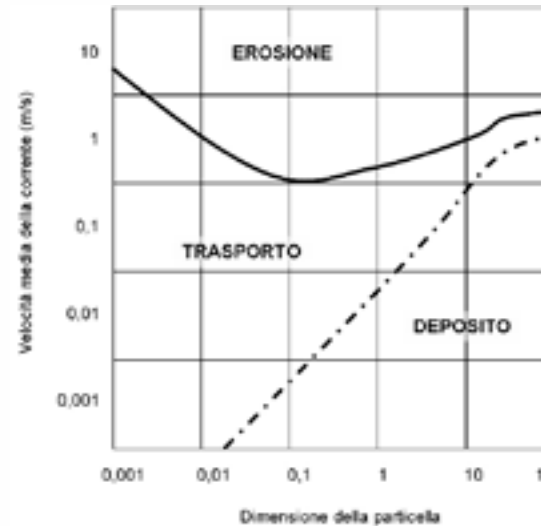


## Es. Evoluzione dell'alveo e dei meandri



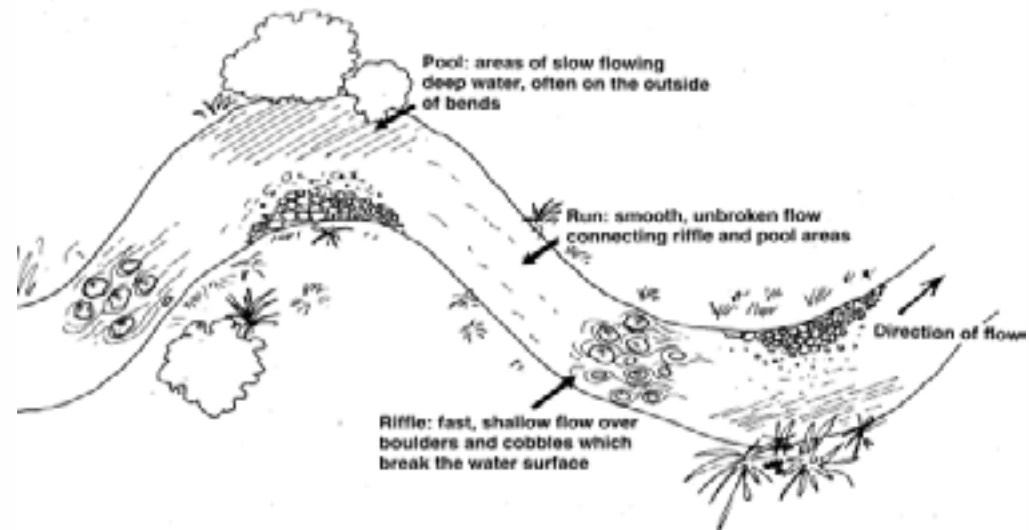
Meandro in evoluzione prossimo al taglio

# Cosa succede su grande scala?



Hjulstrom F., 1939, *Transportation of detritus by moving water. Recent Marine Sediments, a Symposium*. AAPG, Tulsa.

# ... e su piccola scala?



### Es. Granulometria

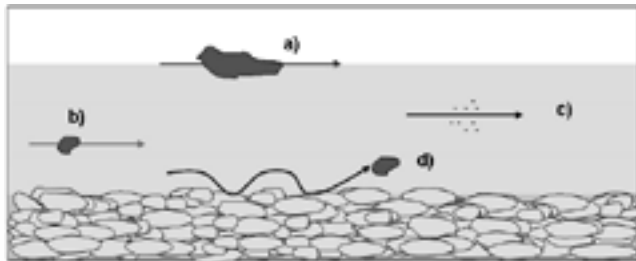


***Benthos*** (dal greco: profondità):  
organismi che vivono in stretta  
connessione con il substrato,  
costituiscono una delle  
componenti principali del biota  
fluviale.

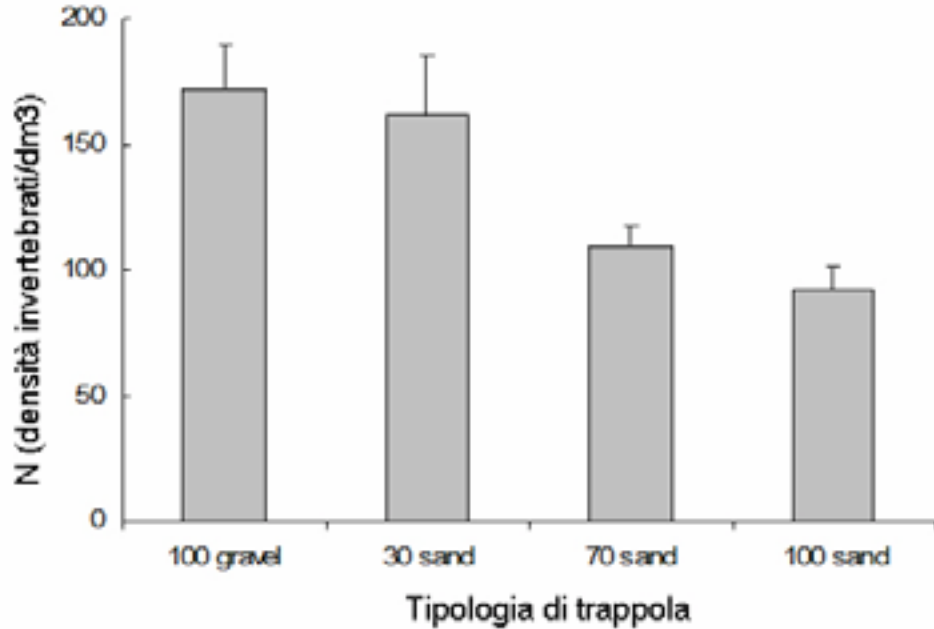


**Clogging:** Fenomeno di occlusione degli interstizi per eccessivo deposito di materiale fine legato ad alterazioni morfologiche e idrologiche. Le secche alterano profondamente il ciclo di erosione-trasporto-deposito dei sistemi lotici

**Elevato trasporto solido**







I substrati caratterizzati da maggior percentuale di sabbia sono risultati essere i meno colonizzati.



Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

ScienceDirect

Limnologia 37 (2005) 116–119

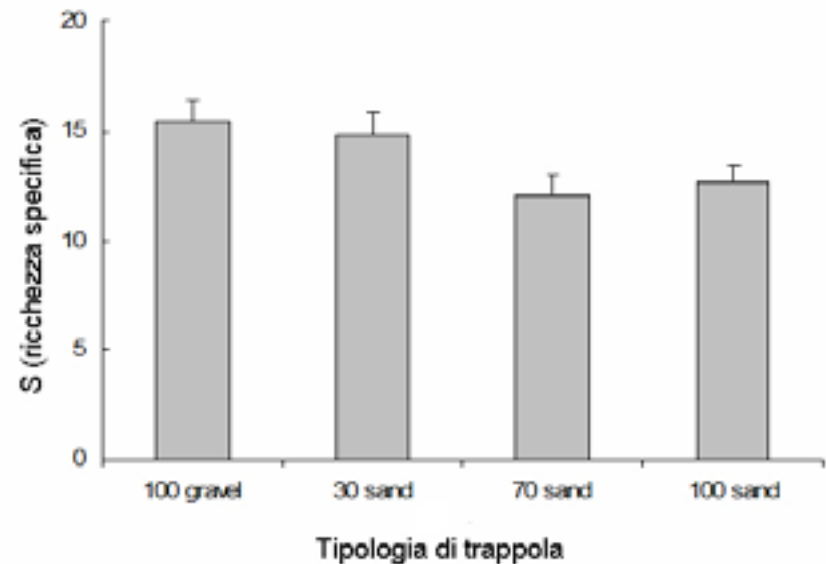
LIMNOLOGICA

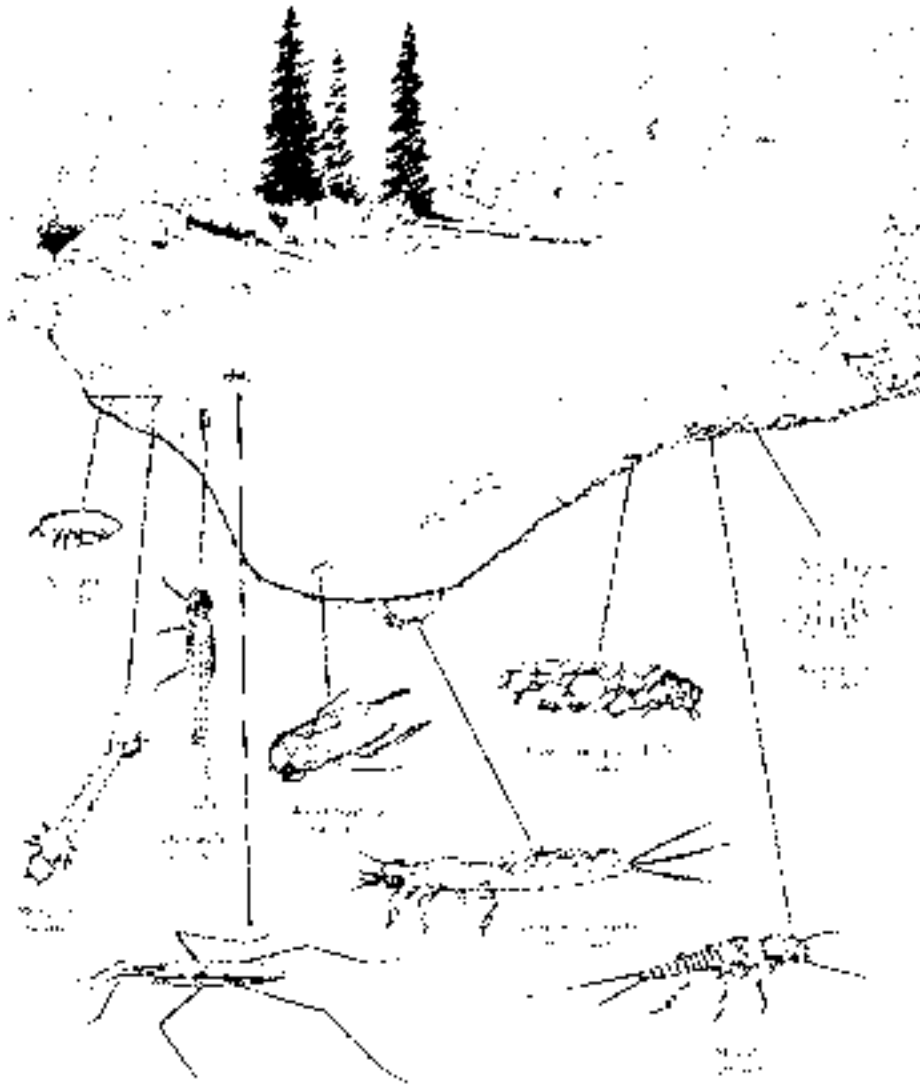
[www.elsevier.de/limn](http://www.elsevier.de/limn)

### Effects of clogging on stream macroinvertebrates: An experimental approach

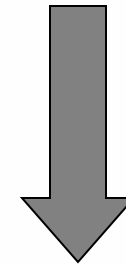
Tiziano Bo, Stefano Fenoglio\*, Giorgio Malacarne, Massimo Pessino, Francesca Sgariboldi

University of Piemonte Orientale, D.S.A.T., Via Bellini n. 21, 15100 Alessandria, Italy





In un ambiente lotico  
tutti i microhabitat  
disponibili vengono  
colonizzati da  
organismi specializzati



Il monitoraggio  
biologico deve quindi  
tener conto di questa  
enorme diversità  
presente su piccola  
scala

Negli ultimi anni si è passati da un monitoraggio di tipo esclusivamente chimico ad un approccio multidisciplinare

controllo chimico: individua analiticamente le singole cause che producono l'inquinamento;

controllo biologico: valuta gli effetti dei vari inquinanti sull'ecosistema (grande capacità di sintesi)



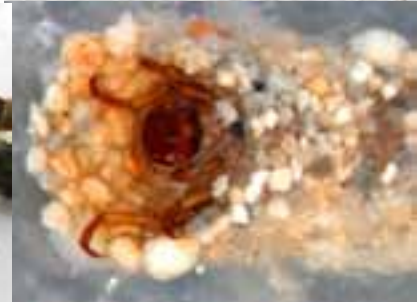
DECRETO LEGISLATIVO 152/1999 e s.m.i. “Testo unico sulle acque”

DIRETTIVA 2000/60/CE: Quadro per l'azione comunitaria in materia di acque



Tra gli organismi adottati (su scala globale) nel monitoraggio biologico dei corsi d'acqua i **macroinvertebrati bentonici** sono quelli maggiormente utilizzati

- 1) Sono un gruppo di animali estremamente eterogeneo, che comprende Insetti, Crostacei, Molluschi, Oligocheti, Platelminti e altri, con dimensioni superiori ad 1 mm (e fino ad alcuni cm), presenti sia allo stadio larvale, sia, per alcuni gruppi, quello adulto.
- 2) Presentano differenti sensibilità agli inquinanti e ai disturbi di origine antropica
- 3) Hanno cicli vitali lunghi (anche alcuni anni)
- 4) Sono poco mobili
- 5) Sono facilmente campionabili
- 6) Esistono numerosi studi relativi la loro ecologia e biologia





### Tre categorie di Indici:

1) Indici di biodiversità

2) Indici Saprobici

3) Indici Biotici

(valori indicatori assegnati ad ogni taxa + ricchezza della comunità)



## 1) Indici di biodiversità

### INDICE DI MARGALEF

RICCHEZZA SPECIFICA (1958)

$$D_{mg} = (S-1) / \ln N$$

### INDICE DI MENHINICK

$$D_{mn} = S / \text{radq } N$$

### Indice di SHANNON-WEAVER

$$H' = - \sum p_i * \ln p_i$$

(Diversità specifica 1949)

$p_i$  = proporzione degli individui della specie  $i$

### Indice di DOMINANZA di SIMPSON

$$D = \sum p_i^2$$

(dominanza 1949)

$p_i$  = proporzione degli individui della specie  $i$

ma si usa normalmente:

$$D = \sum \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)}$$

### Indice di DIVERSITA' di SIMPSON

$$DIV_s = 1-D \text{ oppure } 1/D$$



### 2) Indici Saprobici

Kolkowitz e Marsson, 1908

utilizzati tradizionalmente in Germania e Centro Europa

Circa 250 specie indicatrici      à      *saprobic tolerance* conosciuta

↑  
Pollution  
|

- Polisaprobic zone
- Alpha-mesosaprobic zone
- Beta-mesosaprobic zone
- Oligosaprobic zone

- MA:
- identificazione degli organismi a livello di specie
  - più adatti per inquinamenti di tipo organico
  - tarati su ambienti centro europei

### 3) Indici Biotici

Uno dei primi è il biotic score index:

Ogni taxon  $\longrightarrow$  un punteggio

Es: molto tolleranti



2

sensibili



10

La somma di tutti i punteggi ci da il risultato finale.....

Es:  $2+2+2+2 = 8$

bad!

Es:  $10+2+2+8+8+10+10 = 50$

good!



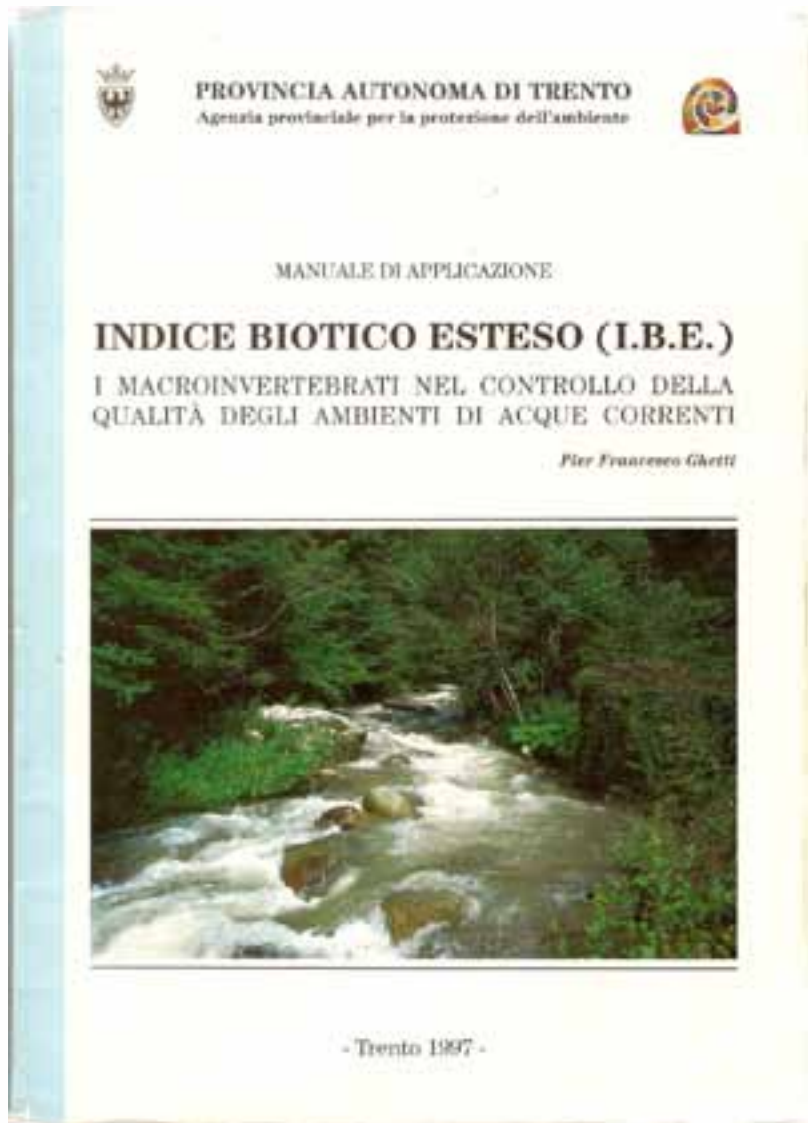
# ES: BMWP (Biological Monitoring Working Party)

<b>Families</b>	<b>Score</b>
<b>Heptageniidae, Goeridae, Perlidae, Ephemeridae, y otras.....</b>	<b>10</b>
<b>Astacidae, Lestidae, y otras.....</b>	<b>8</b>
<b>Ephemerellidae, Nemouridae y otras....</b>	<b>7</b>
<b>Gammaridae y otras.....</b>	<b>6</b>
<b>Dryopidae, Elmidae y otras....</b>	<b>5</b>
<b>Baetidae, Caenidae y otras...</b>	<b>4</b>
<b>Nepidae, Asellidae y otras...</b>	<b>3</b>
<b>Chironomidae y otras...</b>	<b>2</b>
<b>Oligochaeta</b>	<b>1</b>

Hellawell J.M., 1978. Biological surveillance of rivers. Water Research Centre, 332 pp.

Clase	BMWP	Juicio	Color
	>150	Aguas de optima calidad	
I	101-150	Aguas sin contaminacion	Azul
II	61-101	Aguas con unos senales	Verte
III	36-60	Aguas contaminadas	Amarillo
VI	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	< 15	Aguas fuertem. contaminadas	Rojo

Alba-Tercedor J. & Sanchez Ortega A., 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basato en el de Hellawell (1978). *Limnetica*, 4: 51-56.



1997



2003

## Indice Biotico Esteso (Ghetti, 1997; APAT-IRSA, 2003)

- Tabella per il calcolo del valore di I.B.E.

Gruppi faunistici che determinano con la loro presenza l'ingresso orizzontale in tabella		Numero totale delle Unità Sistematiche (US) costituenti la comunità (secondo ingresso)								
		(primo ingresso)	0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35
Plecotteri ( <i>Leuctra</i> <sup>o</sup> )	Più di una US	—	—	8	9	10	11	12	13*	14*
	Una sola US	—	—	7	8	9	10	11	12	13*
Efemerotteri (BAETIDAE, CAENIDAE <sup>oo</sup> )	Più di una US	—	—	7	8	9	10	11	12	—
	Una sola US	—	—	6	7	8	9	10	11	—
Tricotteri	Più di una US	—	5	6	7	8	9	10	11	—
	Una sola US	—	4	5	6	7	8	9	10	—
Gammaridi, Atidi e Palemonidi	Tutte le US sopra assenti	—	4	5	6	7	8	9	10	—
Asellidi	Tutte le US sopra assenti	—	3	4	5	6	7	8	9	—
Oligocheti o Chironomidi	Tutte le US sopra assenti	1	2	3	4	5	—	—	—	—
Tutti i taxa precedenti assenti	Possono essere presenti organismi a respirazione aerea	0	1	—	—	—	—	—	—	—

**Come si raccolgono i macroinvertebrati****Retino Immanicato****Raccolta e smistamento in campo****Riconoscimento fauna e giudizio di qualità**





DALLA NS ESPERIENZA...  
**SMISTAMENTO IN CAMPO CON ORGANISMI VIVI**



# Esempio 1

20 U.S.

Più di un taxa di Plecotteri

- 1. Leuctra
  - 2. Perla
  - 3. Nemoura
  - 4. Ephemera
  - 5. Baetis
  - 6. Caenis
  - 7. Ecdyonurus
  - 8. Limnephilidae
  - 9. Sericostomatidae
  - 10. Odontoceridae
  - 11. Athericidae
  - 12. Limoniidae
  - 13. Chironomidae
  - 14. Simuliidae
  - 15. Tipulidae
  - 16. Ceratopogonidae
  - 17. Dryopidae
  - 18. Elmidae
  - 19. Lumbriculidae
  - 20. Lumbricidae
- Plecoptera
- Ephemeroptera
- Trichoptera
- Diptera
- Coleoptera
- Oligochaeta

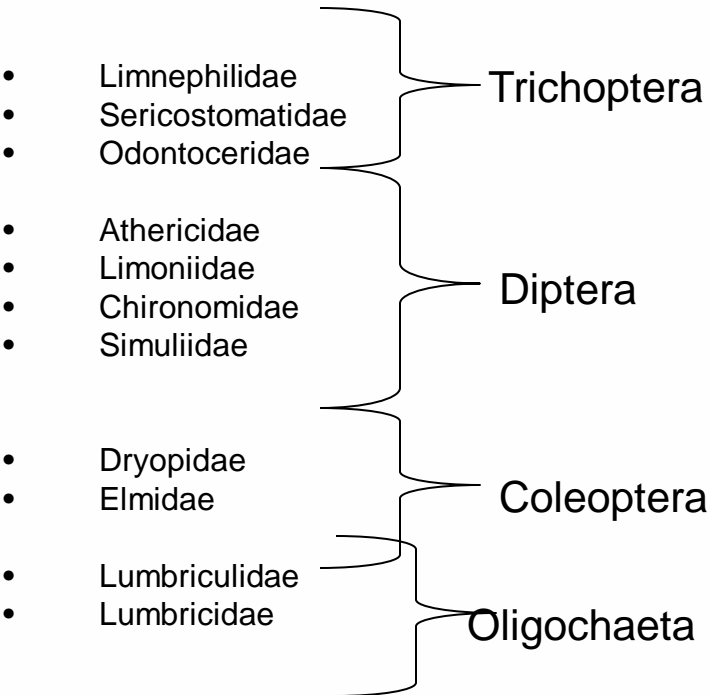
- Tabella per il calcolo del valore di L.B.E.

Gruppi faunistici che determinano con la loro presenza l'ingresso orizzontale in tabella	(primo ingresso)	Numero totale delle Unità Sistematiche (US) costituenti la comunità (secondo ingresso)								
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-...
Plecotteri ( <i>Leuctro</i> <sup>oo</sup> )	Più di una US	--	--	8	9	10	11	12	13*	14*
	Una sola US	--	--	7	8	9	10	11	12	13*
Efemerotteri ( <i>Baetidae</i> , <i>Caenidae</i> <sup>oo</sup> )	Più di una US	--	--	7	8	9	10	11	12	--
	Una sola US	--	--	6	7	8	9	10	11	--
Tricotteri	Più di una US	--	5	6	7	8	9	10	11	--
	Una sola US	--	4	5	6	7	8	9	10	--
Gammaridi, Atiidi e Palemonidi	Tutte le US sopra assenti	--	4	5	6	7	8	9	10	--
Asellidi	Tutte le US sopra assenti	--	3	4	5	6	7	8	9	--
Oligocheti o Chironomidi	Tutte le US sopra assenti	1	2	3	4	5	--	--	--	--
Tutti i taxa precedenti assenti	Possono essere presenti organismi a respirazione aerea	0	1	--	--	--	--	--	--	--

## Esempio 2

11 U.S.

Più di un taxa di Tricotteri



- Tabella per il calcolo del valore di L.B.E.

Gruppi faunistici che determinano con la loro presenza l'ingresso orizzontale in tabella		Numero totale delle Unità Sistematiche (US) costituenti la comunità (secondo ingresso)								
		(primo ingresso)	0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35
Plecoctteri ( <i>Leuctra</i> <sup>o</sup> )	Più di una US	--	--	8	9	10	11	12	13*	14*
	Una sola US	--	--	7	8	9	10	11	12	13*
Efemerotteri ( <i>Baetidae</i> , <i>Caenidae</i> <sup>oo</sup> )	Più di una US	--	--	7	8	9	10	11	12	--
	Una sola US	--	--	6	7	8	9	10	11	--
Tricotteri	Più di una US	--	5	6	7	8	9	10	11	--
	Una sola US	--	4	5	6	7	8	9	10	--
Gammaridi, Atiidi e Palemonidi	Tutte le US sopra assenti	--	4	5	6	7	8	9	10	--
Asellidi	Tutte le US sopra assenti	--	3	4	5	6	7	8	9	--
Oligocheti o Chironomidi	Tutte le US sopra assenti	1	2	3	4	5	--	--	--	--
Tutti i taxa precedenti assenti	Possono essere presenti organismi a respirazione aerea	0	1	--	--	--	--	--	--	--

Il calcolo dell'Indice I.B.E. viene effettuato sulla base della composizione della comunità animale e sulla presenza dei gruppi più o meno sensibili.

Ai valori dell'Indice corrisponde una Classe di qualità e un colore di riferimento utilizzato per cartografare le informazioni raccolte.

<b>Classi di qualità</b>	<b>Valore di IBE</b>	<b>Giudizio</b>	<b>Colore di riferimento</b>
<b>Classe I</b>	<b>10-11-12</b>	<b>Ambiente non inquinato</b>	<b>Azzurro</b>
<b>Classe II</b>	<b>8-9</b>	<b>Ambiente poco inquinato</b>	<b>Verde</b>
<b>Classe III</b>	<b>6-7</b>	<b>Ambiente inquinato</b>	<b>Giallo</b>
<b>Classe IV</b>	<b>4-5</b>	<b>Ambiente molto inquinato</b>	<b>Arancione</b>
<b>Classe V</b>	<b>1-2-3</b>	<b>Ambiente fortemente inquinato</b>	<b>Rosso</b>



**es.  
IBE 5  
CQ IV**

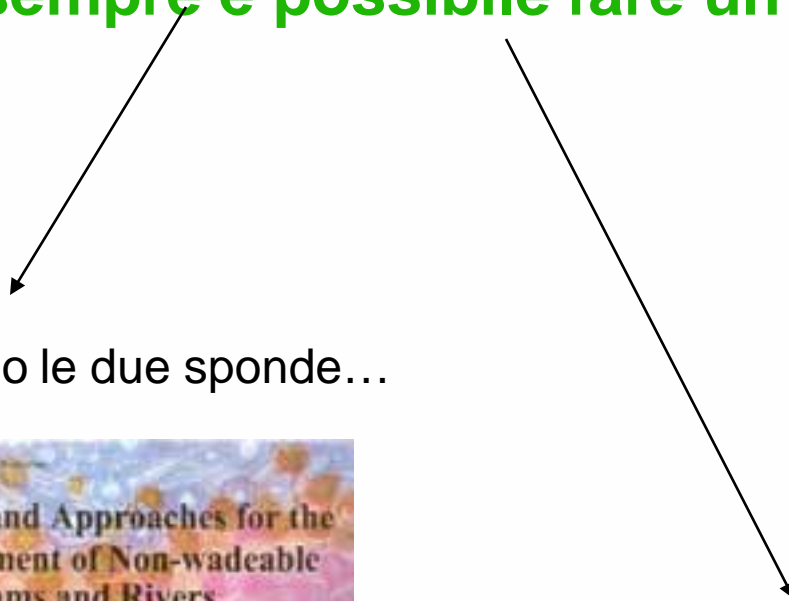
**es.  
IBE 11  
CQ I**

N.B. L' applicazione di tali Indici comporta che le fasi di campionamento e il riconoscimento tassonomico debbano essere svolte in modo molto accurato

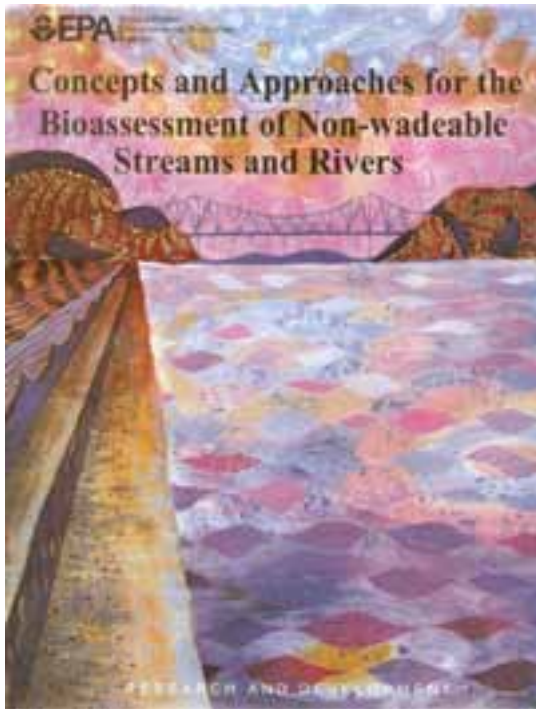




### 1) Non sempre è possibile fare un transetto...



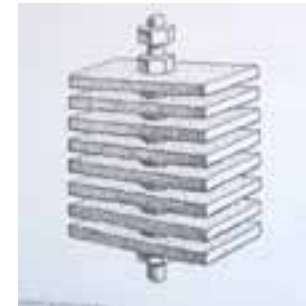
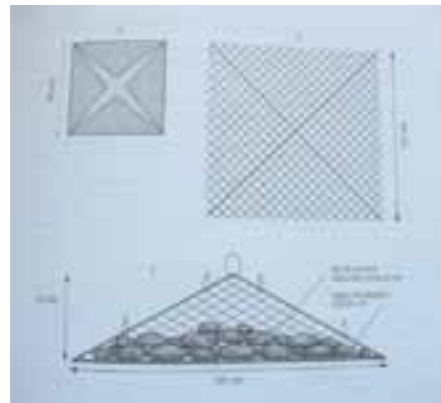
Si campionano le due sponde...



...Linee Guida EPA - USA

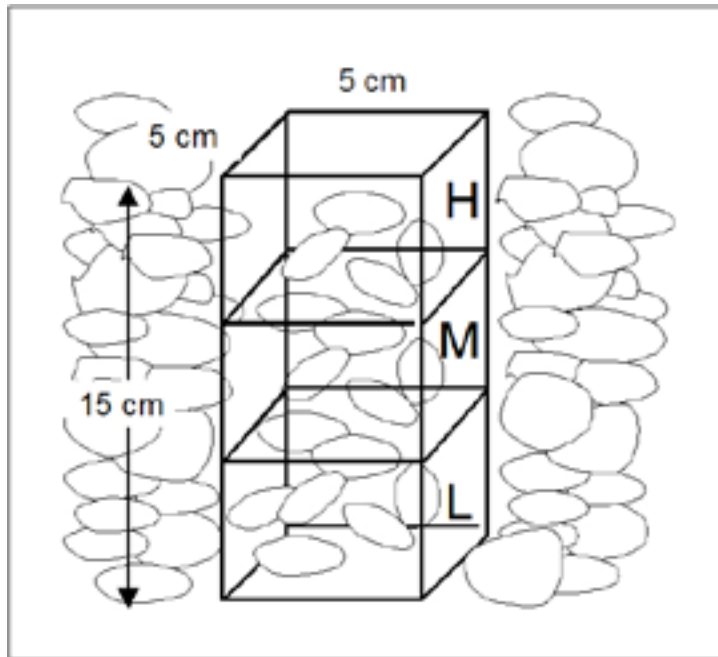


Si utilizzano substrati artificiali



Multiplastra etc etc

DISAV...  
Arpa Piemonte...



Hydrobiologia (2006) 568:67–78  
 DOI 10.1007/s10750-006-0025-3

© Springer 2006

Primary Research Paper

**Colonisation patterns and vertical movements of stream invertebrates in the interstitial zone: a case study in the Apennines, NW Italy**

Tiziano Bo, Marco Cauco, Stefano Fenoglio\* & Giorgio Malacarne

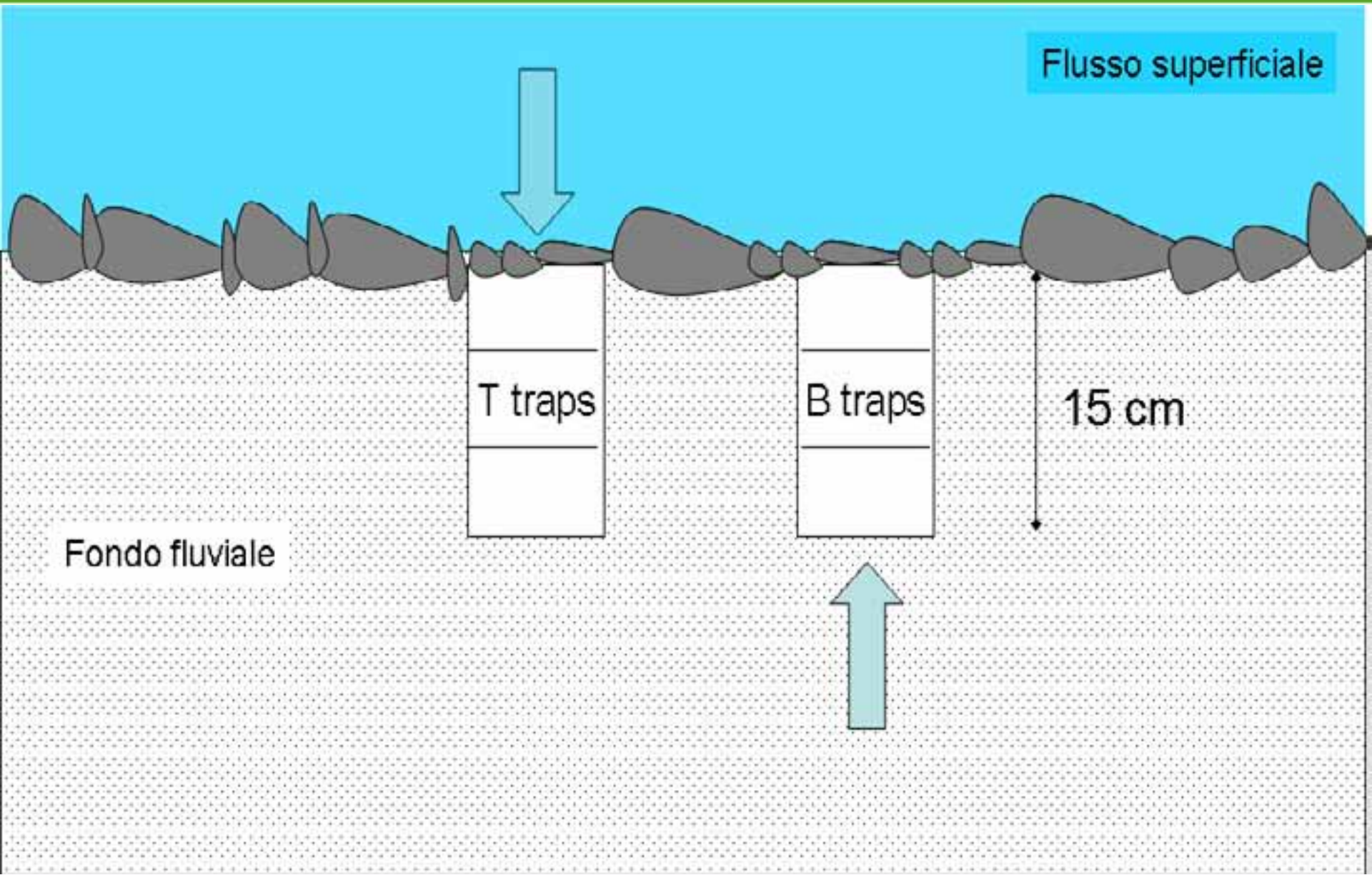
University of Piemonte Orientale, I.N.S.A.F., Via Bellini 25, I-15100, Alessandria, Italy

(\*Author for correspondence: Tel: +39 0131 360201, Fax: +39 0131 360219, Email: fenoglio@unipmn.it)

Received 25 October 2005; in revised form 16 January 2006; accepted 21 January 2006; published online 17 June 2006

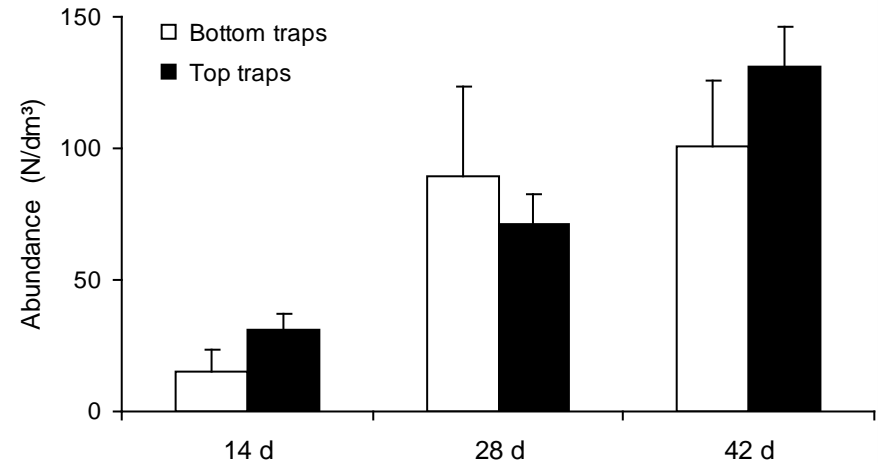




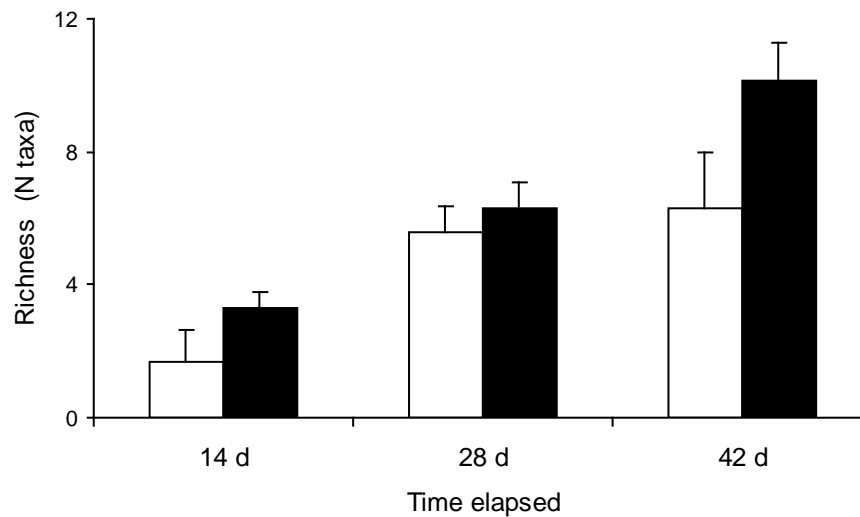


### Abbondanza numerica e ricchezza tassonomica

- aumento degli organismi colonizzanti durante il tempo di permanenza in alveo

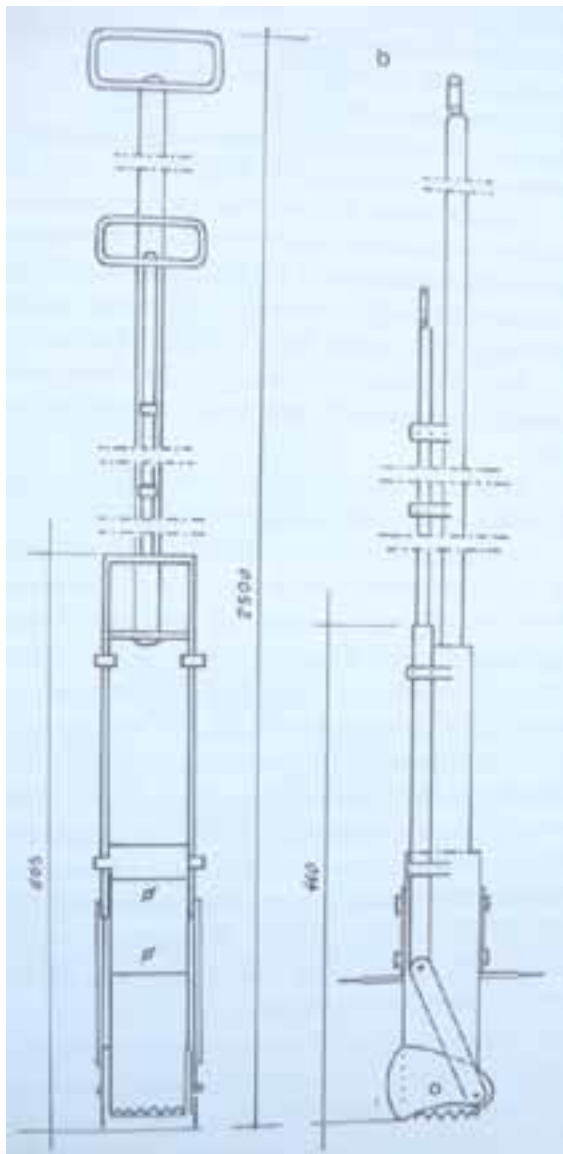


### Importanza della zona interstiziale ed iporreica



- non sono state rilevate differenze significative nel popolamento tra le due tipologie di trappole: organismi dotati di grande mobilità

### 2) Non sempre è possibile campionare...



**Carotatori**

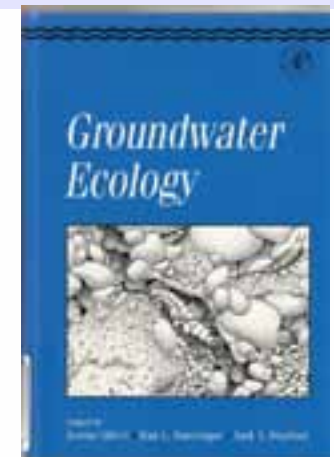
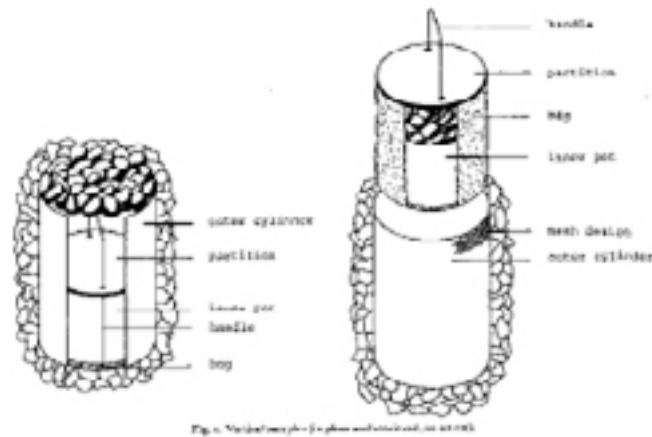


**Benne**

Solo negli ultimi anni, alcuni studi hanno evidenziato l'importanza ecologica della fascia iporreica ed interstiziale.



Importanza della zona interstiziale ed iporreica





Attualmente si inizia a campionare anche in modo quantitativo, dando maggior rilievo ai microhabitat più importanti

*Istituto di ricerca sulle acque - cnr*

## NOTIZIARIO DEI METODI ANALITICI

ISSN 1120-4041

*n. 1 marzo 2007*



*MACROINVERTEBRATI ACQUATICI E  
DIRETTIVA 2000/60/EC (WFD)*



### Campionamenti quantitativi



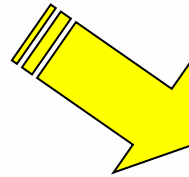
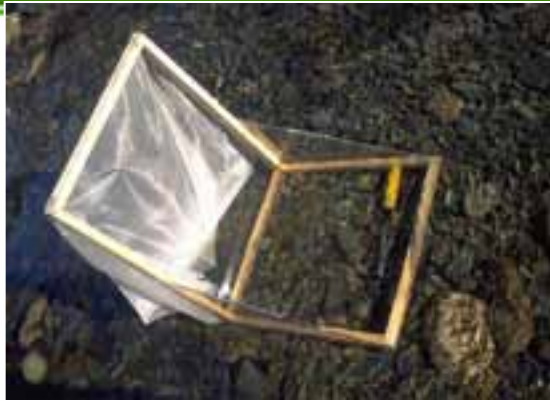
Hess sampler



Surber sampler







Area acquisizione: 2500 cm<sup>2</sup>



Area acquisizione: 400 cm<sup>2</sup>  
625 cm<sup>2</sup>

### I vantaggi del campionamento quantitativo

- densità del popolamento
- dominanza e diversità ecologica
- caratterizzazione funzionale
- possibilità di applicare numerosi indici



Gli svantaggi del campionamento quantitativo:

..... **IL TEMPO**.....





Il tempo necessario per la realizzazione di un surber dipende da:

Tipologia del substrato

Eterogeneità ambientale

## Densità degli organismi

Tipologia fluviale

Qualità ambientale

Altro..

Le densità da noi rilevate in alcuni casi di studio sono risultate essere molto eterogenee:

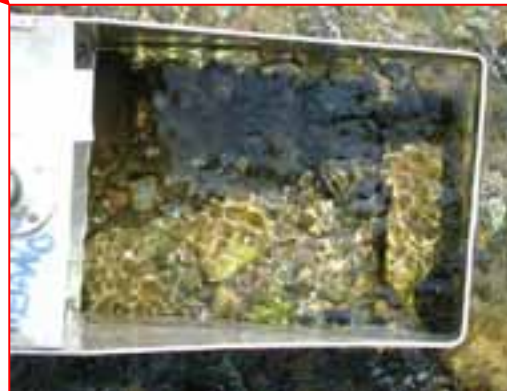
Nel Rio del Giovo	1410,0 ± 188,5 SD individui/m <sup>2</sup>
Nel torrente Erro	1866,0 ± 214,5 SD individui/m <sup>2</sup>
Nel torrente Caramagna	3856,0 ± 632,0 SD individui/m <sup>2</sup>
Nel torrente Borbera	1444,2 ± 55,0 SD individui/m <sup>2</sup>
Nel fiume Bormida	2051,0 ± 121,0 SD individui/m <sup>2</sup>
Nel tratto alpino del Po	920,0 ± 123,0 SD individui/m <sup>2</sup>
Nel tratto prealpino del Po	4886,0 ± 371,0 SD individui/m <sup>2</sup>

**A sua volta, la densità degli organismi dipende da numerosi fattori.**

1. Risorse trofiche (quantità di CPOM)



Rio del Giovo

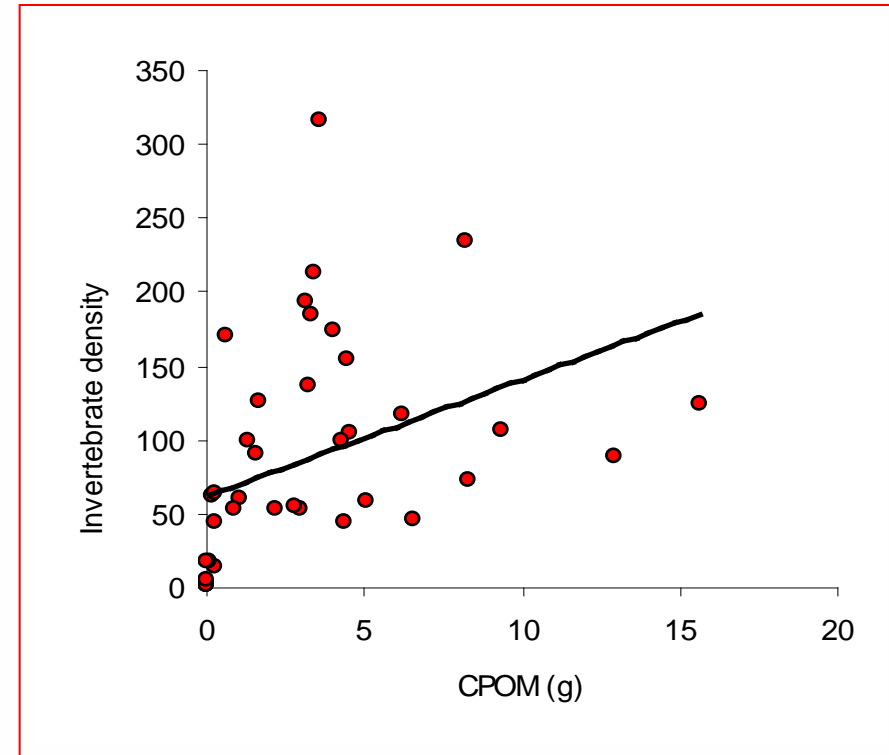
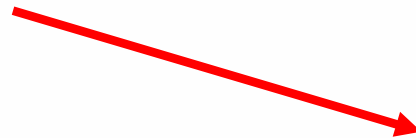


CPOM (g/m<sup>2</sup>)



Macrobenthos (ind/m<sup>2</sup>)





Fenoglio S., Bo T., Agosta P. and G. Malacarne. 2005. Temporal and spatial patterns of CPOM availability and macroinvertebrate distribution in a low-order Apennine stream.

JOURNAL OF FRESHWATER ECOLOGY, 20: 539-547.

## 2. Quota

**Ambiente alpino: densità minore**


Alto Po: **920,0 ± 123,0 SD individui/m<sup>2</sup>**

Alta Val Sesia: **615,4 ± 87,0 SD individui/m<sup>2</sup>**



Fenoglio S., Bo T., Malacarne G., 2007.  
 Preimaginal feeding habits of *Dictyogenus fontium* (Ris, 1896) (Plecoptera, Perlodidae) in an alpine brook (Olen – NW Italy).  
 ENTOMOLOGICA FENNICA, 18: 27-31.



Fenoglio S., Bo T., 2004.  
 Trophic characterization of *Dictyogenus alpinus* (Pictet, 1842 - Plecoptera, Perlodidae) nymphs in the high Po Valley (NW Italy).  
 ZOOLOGICA BAETICA, 15: 167-174.

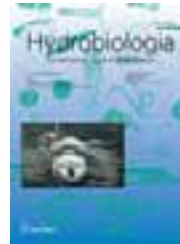


### Ambiente appenninico: densità elevate

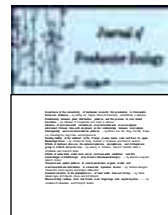


Torrente Visone: **2082,0 ± 59,7 se individui/m<sup>2</sup>**

Torrente Erro: **1866,6 ± 56,1 se individui/m<sup>2</sup>**



Fenoglio S., Agosta P., Bo T., Cucco M., 2002.  
Field experiments on colonization and movements of stream invertebrates in an Apennine river (Visone, NW Italy).  
HYDROBIOLOGIA, 474: 125-130



Fenoglio S., Bo T., Gallina G., Cucco M., 2004. Vertical distribution in the water column of drifting stream macroinvertebrates.  
JOURNAL OF FRESHWATER ECOLOGY, 19: 485-492.

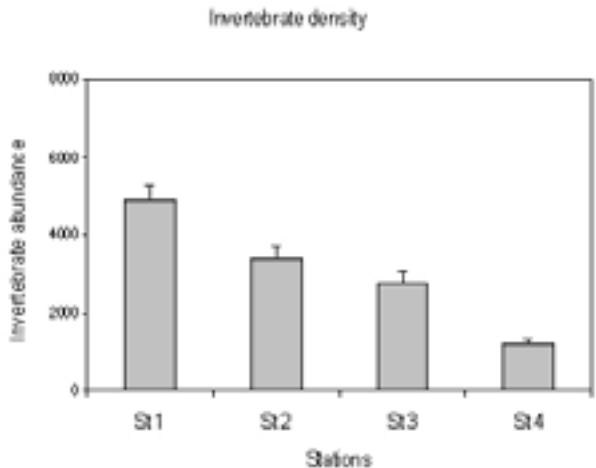
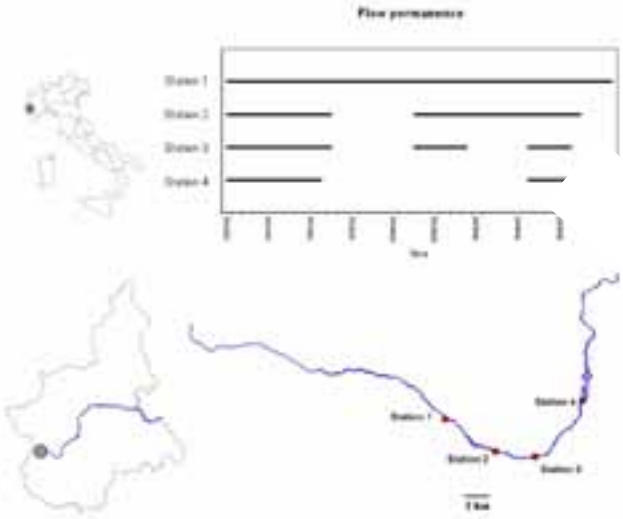


Fenoglio S., Bo T., Cucco M., Malacarne G., 2006.  
Leaf breakdown patterns in a NW Italian stream: the effect of leaf type, environmental conditions, and patch size.  
BIOLOGIA, BRATISLAVA, 61: 555—563.

### 3. L'abbondanza dipende anche dal tempo di permanenza in alveo dell'acqua



Fenoglio S., Bo T., Cucco M., Malacarne G., 2007. Differences in the benthic assemblages under varying drought conditions in the Po River (NW Italy). ITALIAN JOURNAL OF ZOOLOGY, 74: 191-201.



Per salvaguardare i nostri corsi d'acqua e ripristinare quelli degradati, oltre a decidere il metodo di campionamento, è fondamentale integrare i vari tipi di analisi e monitorare prelievi e scarichi in modo efficace...





***Grazie per l'attenzione***