

LUCIANO RUGGIERI *

**ESPERIENZA DI CAMPIONAMENTO QUALITATIVO
DELLE ACQUE DOLCI
SULLA BASE DI ORGANISMI SAPROBICI
COME INDICATORI BIOLOGICI:
PROBLEMATICHE E METODI**

SUMMARY - Experience of qualitative fresh water sample using saprobic organisms as biological indicators.

This work tackles the problem of practice and immediate determination of the water pollution grade making use as indices of a particular environment condition planctonic organisms connected with a specific organic pollution grade and with determinate water saprobic conditions.

INHALTSANGABE - Erfahrungen bei Stichproben von Süßwasserntnahmen saprobischer Organismen als biologische Indikatoren: Problemstellungen und Methoden.

Diese Arbeit behandelt die praktische und sofortige Bestimmung der Wasserverunreinigung. Dabei benutzt sie als Index eine besondere Umweltsituation von Plankton-Organismen, verbunden durch einen bestimmten Grad der organischen Wasserverschmutzung.

RIASSUNTO - Questo lavoro affronta il problema di determinazione pratica ed immediata del grado di inquinamento delle acque in modo del tutto nuovo, utilizzando come indici di una particolare situazione ambientale organismi planctonici legati ad uno specifico grado di inquinamento organico ed a determinate condizioni di saprobicità delle acque dolci.

Nella determinazione pratica dei parametri di qualità delle acque si è spesso portati a valutare il grado di inquinamento soltanto sulla base di dati fisico-chimici, facilmente traducibili in numeri e di immediata lettura, ma talvolta non sufficienti a fornire con altrettanta precisione un giudizio sul deterioramento complessivo di un ambiente lacustre o fluviale.

Acquista particolare interesse, invece, porsi di fronte al problema in un'ottica diversa, stimando il carico di inquinamento di un corso d'acqua sulla base degli effetti prodotti dalle sostanze tossiche su determinate popolazioni di organismi specificamente sensibili al degrado ambientale.

Gli indicatori biologici offrono il vantaggio di rispecchiare sia quantitativamente che qualitativamente una situazione di disagio della comunità biocenotica di fronte ad un processo di inquinamento, evidenziando gli effetti negativi di una

* Via Valle della Quietè, 54 - 10099 San Mauro Torinese.

grande varietà di fattori in modo cumulativo e del tutto originale. Metodi fondati su micro e macroinvertebrati acquatici come indicatori biologici possono infatti trovare applicazione nelle procedure di controllo e indagine miranti a determinare le distribuzioni spaziali e temporali su interi reticoli idrografici del processo di inquinamento oppure, tramite un mappaggio puntiforme, forniscono dati sulla presenza di scarichi o fonti di inquinamento localizzate e sulle capacità di autopurificazione di un corso d'acqua.

METODI D'INDAGINE

Il mio lavoro è stato condotto in maniera prevalentemente qualitativa, utilizzando organismi saprobici (appartenenti alle Classi *Ciliata*, *Diatomeae*, *Coniugato-phyceae*, *Rotatoria* e alle divisioni *Cyanophyta* e *Chlorophyta*) quali indicatori di una determinata classe di qualità delle acque, secondo metodi basati su singole specie indicatrici, già utilizzati per mappaggi di qualità del Danubio e impiegati in Germania dall'Istituto Federale delle acque di Coblenza (1971).

Essi sono:

- metodo dell'indice saprobico (s);
- carico organico biologicamente efficace (Beol);
- profilo longitudinale della qualità biologica.

Derivano tutti dal « Saprobien System » di Kolkwitz e Marsson (1902) e prevedono la determinazione di quattro livelli o zone saprobiane definite come:

— Classe IV. Zona polisaprobica (ps) ad elevato inquinamento organico, acqua povera di ossigeno e maleodorante. Crescita massiva di batteri: le specie presenti sono poche ma alta è la densità di organismi.

— Classe III. Zona alfametasaprobica (α ms) alto inquinamento organico. Abbondano però diatomee, alghe verdi, ciliati e flagellati perché il livello di ossigeno disciolto è sufficiente per la sopravvivenza di specie decompositrici.

— Classe II. Zona betametasaprobica (β ms) inquinamento moderato. È la zona più ricca di specie (dinoflagellati, rotiferi, alghe verdi, ecc.). Livelli di ossigeno nella norma e l'assenza di elevati livelli di sostanze putrescenti conducono ad una diminuzione degli organismi decompositori e ad un aumento dei produttori.

— Classe I. Zona oligosaprobica. Inquinamento nullo. Acque limpide, ricche di ossigeno e con scarsa se non nulla presenza di sostanza organica. Per l'assenza di sostanze nutritive la densità di specie è minima.

Le quattro classi di qualità corrispondono ad altrettante zone che si possono succedere da monte a valle, a partire dallo scarico, in ognuna delle quali si insediano organismi che manifestano un diverso grado di adattamento alle particolari condizioni ambientali.

Nel mio lavoro ho concentrato l'attenzione sui seguenti gruppi, in ordine decrescente di importanza come indicatori biologici:

- Classe *Ciliata*;
- Classe *Diatomeae* (Bacillariophyceae);

- Divisione *Chlorophyta* (Alghe verdi);
- Divisione *Cyanophyta* (Alghe azzurre);
- Classe *Rotatoria* (Rotiferi).

Altri indicatori: Divisione *Euglenophyta* (Alghe flagellate) Ordine *Testacea* (Tecamebe) e Classe *Crustacea*, Sottoclassi *Phyllopoda* e *Copepoda*.

Bisogna considerare, infatti, che soltanto alcuni organismi possono essere vantaggiosamente utilizzati come indicatori biologici, altri non sono in grado di fornire alcuna informazione sulla specifica situazione ambientale poiché poco sensibili e praticamente ubiquitari.

Alcune associazioni caratteristiche fra organismi, tipizzano le varie classi di qualità delle acque e colonizzano i più diversi substrati — fanghi putridi, limo, cuscineti di muschio e di alghe — in relazione alle specifiche condizioni microambientali ivi verificantesi.

Poiché ben poche specie sono tipiche delle acque libere, si può comprendere come il substrato sia una delle condizioni più limitanti per gli organismi saprobici. Spesso, inoltre, rapide variazioni di substrato dovute alle attività umane (come la sedimentazione di particelle organiche sul fondo, cellulosa, scarichi fognari, cambiamenti del regime fluviale, ecc.) si ripercuotono direttamente sulla qualità delle acque; un campionamento oculato deve tenere conto di queste variabili, in quanto esse, agendo localmente, possono influenzare negativamente i risultati dello studio. In realtà, ciò dipende dagli obiettivi che l'indagine si pone: infatti, nel corso di uno studio a livello di ecosistema o nel corso di un mappaggio puntiforme, limitazioni di questo tipo non solo vengono completamente a cadere ma rappresentano indiscutibilmente uno dei punti cardini d'analisi.

Alcuni generi — *Vorticella*, *Diatomea*, *Nitzschia* — costituiscono invece degli indicatori biologici eccellenti perché sono in grado di fornire informazioni sulla situazione ambientale nel suo complesso, evidenziando gli effetti negativi di una gran varietà di fattori in modo cumulativo; occorre tuttavia sottolineare che questi indicatori non sostituiscono affatto dati chimici o fisici ma recano soltanto delle informazioni complementari riguardo le caratteristiche biologiche della zona non sempre rilevabili con l'analisi di laboratorio delle acque.

STIMA DELLA QUALITA' DELLE ACQUE

La determinazione pratica della zona saprobica viene effettuata stimando l'abbondanza relativa delle singole specie indicatrici nel tratto di fiume esaminato secondo una scala di valori da 1 a 7:

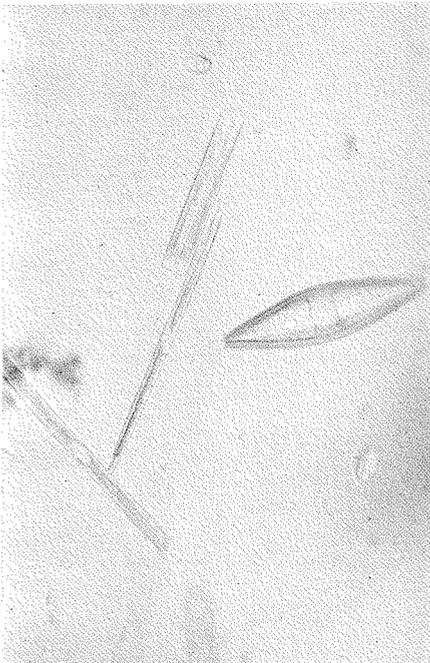
- 1 = singolo individuo
- 2 = pochi
- 3 = da pochi a un numero medio
- 4 = in numero medio
- 5 = da un numero medio a frequenti
- 6 = frequenti
- 7 = abbondanti.



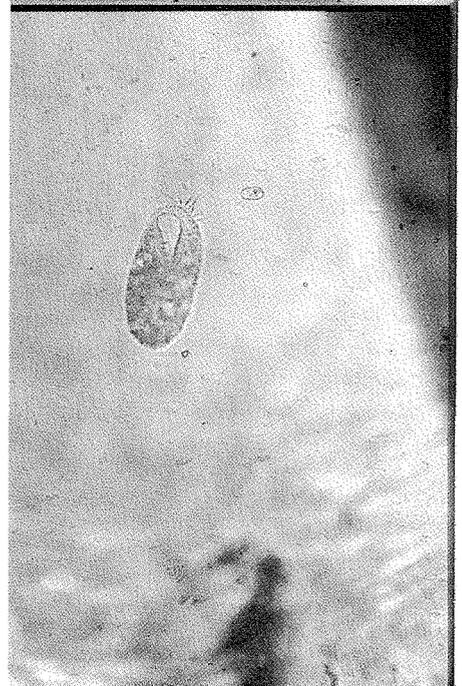
1. *Vorticella campanula*: notare il suo peduncolo che si ritira a spirale (classe II).



2. Catena a zig-zag di *Diatomea vulgare* (classe II).



3. Diatomee: a sin. *Anomoeneis sphaerophora*, a dx alcune Diatomee tra cui *Synedra ulna*.



4. Ciliato: *Histriculus erethisticus*.

Tab. 1 - Alcuni degli organismi segnalatori più caratteristici delle acque del fiume Po nell'area torinese: si segnala la loro frequenza stagionale.

(c) = in acque correnti; (e) = forme dei fanghi putrescenti; (a) = forme delle acque stagnanti.

Classe I		Classe II	
Diatomeae:		Diatomeae:	
<i>Nitzschia linearis</i> (a)	Feb.	<i>Diatomea elongatum</i>	Dic.
Ciliata:		<i>Diatomea vulgare</i>	INV.
<i>Lionotus lamella</i>	Mar.	<i>Synedra ulna</i>	ANN.
<i>Dileptus anser</i> (a)	Dic. Gen. Lug.	<i>Cymatopleura solea</i>	ANN.
<i>Frontonia acuminata</i> (a)	Dic Mar. Ott.	<i>Asterionella formosa</i>	Gen.
<i>Zoothamnium arbuscola</i>	Feb. Mar. Lug.	<i>Nitzschia acicularis</i>	Lug.
<i>Vorticella similis</i> (a)	Feb. Lug.	<i>Fragilaria crotonensis</i>	INV. AUT.
Classe III		<i>Melosira granulata</i>	Feb.
Diatomeae:		<i>Cymbella ventricosa</i>	Feb.
<i>Nitzschia palea</i> (a,c)		Alghe verdi coccali:	
<i>Hantzschia amphioxys</i> (a)	Feb.	<i>Pediastrum boryanum</i>	AUT.
<i>Navicula cryptocephala</i> (a)	Feb.	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	AUT.
Ciliata:		Alghe azzurre:	
<i>Chilodonella uncinata</i> (a,c)	INV.	<i>Oscillatoria agardhii</i>	Gen.
<i>Lionotus fascicola</i> (c)	ANN.	Conjugatophyceae:	
<i>Amphileptus claparedei</i> (a,c)	Mar.	<i>Closterium moniliferum</i>	PRIM.
<i>Paramecium caudatum</i> (a,c)	Feb.	Ciliata:	
<i>Urostyla weissei</i> (a)	Lug.	<i>Vorticella campanula</i>	Feb. Apr.
<i>Aspidisca lynceus</i>	Mar.	Anellidi oligocheti:	
<i>Vorticella convallaria</i>	INV.	<i>Stilaria lacustris</i>	Gen.
Classe IV			
Ciliata:			
<i>Glaucoma scintillans</i> (c)	ANN.		
<i>Tetrabymena pyriformis</i> (c)	Dic. Mar.		
<i>Colpidium campylum</i>	Apr.		
<i>Pelodinium reniforme</i>	ANN.		
Rotifera:			
<i>Rotatoria neptunia</i> (c,e)	Lug.		
<i>Pleurotricha petromyzon</i>	Gen.		

La stima dei valori di frequenza, che fa affidamento unicamente sulla personale esperienza dell'esaminatore, viene poi utilizzata, assieme all'indicazione dei singoli livelli saprobici, caratteristici di ogni specie (classi I-IV), per la successiva elaborazione dei dati, che consiste nel calcolo dei tre indici fondamentali già menzionati.

— Indice saprobico (s)

L'indice saprobico fu ideato da Pantle e Buck (1955) come formula che potesse indicare un preciso grado di saprobicità delle acque in base alle sommatorie (Σ) dei valori di frequenza degli organismi di uno stesso livello saprobico (v. tab. 2 retro).

Tab. 2 - Scheda dei risultati d'indagine.

località: Castiglione Tor., 200 metri a valle del ponte omonimo					
data e ora: 19 Febbraio 1987 : 10,30					
stazione	1	2	3	4	5
distanza relat. (m)	0	30	45	60	75
temperatura acqua (°C)	+5	+5,5	+7	+5	+5
substrato	sabbia mat. organ.	ghiaia	ghiaia framm. organ.	pietrisco	
velocità corr. (m/s)	0	1,5	0,5	0,5	0,5
organismi indicatori					
<i>Fragilaria crotonensis</i>	4			4	2 II
<i>Synera vaucheriae</i>					1 ns
<i>Stauroneis anceps</i>		1			2 ns
<i>Anomoeneis sphaerophora</i>	3			2	ns
<i>Navicula cryptocephala</i>				2	III
<i>Navicula papula</i>	2				ns
<i>Achnantes microcephala</i>				1	ns
<i>Nitzschia linearis</i>	1	3			I
<i>Nitzschia fonticola</i>		1			ns
<i>Nitzschia sigmoidea</i>		1			ns
<i>Cymbella ventricosa</i>				1	II
<i>Melosira granulata</i>	1		2		II
<i>Hantzschia amphioxys</i>			1		III
<i>Diatomea vulgare</i>	5	1			II
<i>Asterococcus superbus</i>				2	III
<i>Closterium moniliferum</i>				1	II
	1				1 III
<i>Paramecium trichium</i>	2		2	3	2 ns
<i>Paramecium aurelia</i>				1	3 ns
<i>Vorticella similis</i>	1	3	1	2	1 I
<i>Vorticella campanula</i>			2		II
<i>Zoothamnium arbuscola</i>	3		2		I
<i>Chilodonella uncinata</i>				1	1 III
<i>Bryometopus pseudochil.</i>	1			1	2 ns
<i>Glaucoma scintillans</i>				1	IV
<i>Pelodinium reneforme</i>				1	IV
<i>Lionotus fascicola</i>	2				III
<i>Euplotes muscicola</i>	1				ns
<i>Notammata sp.</i>				1	
<i>Philodina sp.</i>		1	1		ns

ns = non significativo

Tab. 2 (retro) - Elaborazione dei dati della scheda risultati d'indagine.

stazione	1	2	3	4	5
CLASSI DI QUALITÀ					
Classi o stadi saprobici	II	I-II	I-II	II-III	II
VALORI BIOLOGICI CARATTERISTICI					
$\Sigma ps + \Sigma ams + \Sigma bms + \Sigma os$	5	6	3	2	1
Σos	10	1	4	6	2
Σbms	3	0	1	3	2
Σams	0	0	0	2	0
Σps	18	7	8	13	5
BEOL %	16.6	—	12.5	38.46	40
indice sapr.	1.88	1.14	1.75	2.38	2.2
Criteri per classificare i valori di s					
1.0-1.5 os	nessun inqu.				I
> 1.0-1.8 os-bms	inqu. leggero				I-II
> 1.8-2.3 bms	inqu. moderato				II
> 2.3-2.7 bms-ams	inqu. critico				II-III
> 2.7-3.2 ams	inqu. alto				III
> 3.2-3.5 ams-ps	inqu. molto alto				III-IV
> 3.5-4.0 ps	inqu. excess. alto				IV

La formula è:

$$S = \frac{\Sigma s h}{h}$$

dove h è il valore di frequenza di ciascuna specie, ed s è un coefficiente che assume valori diversi per i vari livelli saprobici.

A livello pratico la formula è questa:

$$S = \frac{4 \Sigma ps + 3 \Sigma ams + 2 \Sigma bms + 1 \Sigma os}{\Sigma ps + \Sigma ams + \Sigma bms + \Sigma os}$$

I valori di S, che variano da 1.0 a 4.0, vengono classificati secondo quanto riportato in tab. 2 (retro) e consentono con molta immediatezza di valutare il grado di inquinamento organico di un corso d'acqua e di approntare mappe di qualità di interi reticoli idrografici utilizzando colori convenzionali.

— Carico organico biologicamente efficace (Beol)

Si basa sulla formula messa a punto da Knöpp (1974):

$$\text{BEOL} = \frac{\Sigma \text{ps} + \Sigma \text{ams}}{\Sigma \text{ps} + \Sigma \text{ams} + \Sigma \text{bms} + \Sigma \text{os}} \cdot 100$$

Il quoziente indica in percentuale, rispetto alla totalità degli organismi indicatori rinvenuti, la quota di organismi caratteristici delle zone di saprobietà III e IV, le più inquinate. I risultati vengono posti in grafico.

— Profilo longitudinale della qualità biologica

È una elaborazione successiva al calcolo delle sommatorie caratteristiche, riportate sul retro della tabella, eseguita costruendo un grafico sul cui asse delle ascisse vengono segnati i punti di campionamento e su quello delle ordinate le stesse sommatorie disponendole come segue:

- Σbms come valore y positivo nel primo quadrante,
- Σos come valore y positivo aggiunto a bms ,
- Σams come valore y negativo nel quarto quadrante,
- Σps come valore y negativo aggiunto a ams .

Si può così efficacemente visualizzare la composizione delle comunità d'organismi nei diversi siti e le variazioni in atto lungo il corso d'acqua delle condizioni di saprobietà.

L'indice Deficit di specie, che normalmente completa i precedenti nella versione dell'Istituto delle Acque di Coblenza, non può essere applicato a queste classi di indicatori a causa della notevole variabilità della struttura delle comunità e della fugacità di queste forme viventi.

MODALITA' DI PRELIEVO

È una operazione che va eseguita con la massima cura perché può incidere sensibilmente sui dati finali di un campionamento qualitativo, anche se rispetto ad altre classi di indicatori non presenta particolari difficoltà.

Lo strumento più adatto, sia in acque calme che in acque basse e veloci, è un retino immanicato dotato di uno strascico di almeno mezzo metro di lunghezza e di una apertura minima di 12 cm di raggio.

A questo riguardo occorre sottolineare che deve vigere un rapporto piuttosto preciso tra apertura delle maglie e lunghezza dello strascico, al fine di ridurre la genesi di turbolenze e di reflussi di acqua attraverso l'imboccatura del retino stesso.

Io ho utilizzato maglie di 0.3 mm con 22 fili per cm, lasciando davanti all'imboccatura una rete da pesca con maglie di 0.7 cm, in modo da impedire il passaggio di materiali organici in sospensione che avrebbero ostruito il retino.

Al fondo dello strascico è necessario poi montare un recipiente di raccolta del sedimento eventualmente estraibile e rinnovabile volta per volta.

In corsi d'acqua corrente è molto utile sfruttare la corrente per raccogliere anche il materiale in sospensione che viene trascinato a valle; vere « miniere » di organismi saprobici sono poi i ciuffi d'alghe, i fini tappeti di vegetali che ricoprono il fondo, le anse ricche di vegetazione palustre (*Lenticchia d'acqua*) dove si anni-

dano Fillipodi e Copepodì, e dovunque sia presente sostanza organica in decomposizione.

Su substrati molli l'intorbidamento delle acque in seguito a raschiamento del fondo impedisce un campionamento razionale, in quanto la gran quantità di substrato raccolto limita l'osservazione al microscopio soltanto a quelle specie che vivono su fondali sabbiosi o fangosi: i risultati del campionamento ne saranno così inficiati.

È necessario invece, non privilegiare alcun microambiente specifico ma effettuare un campionamento oculato rivolto al raggiungimento di risultati attendibili.

Le difficoltà maggiori nella utilizzazione degli organismi saprobici come indicatori biologici risiedono senza dubbio nella identificazione delle specie al microscopio ottico, sia perché alcune specie indicatrici sono molto simili ad altre del tutto prive d'importanza, sia perché le ridotte dimensioni e la notevole mobilità impediscono una agevole osservazione delle forme.

RISULTATI

In relazione alle caratteristiche principali degli organismi saprobici come indicatori biologici — specifiche condizioni di inquinamento organico metabolizzabile, caratteristiche del substrato a cui aderiscono — e successivamente ad uno studio da me condotto tra il 1984-85 lungo il corso del fiume Po nel suo attraversamento cittadino a Torino, il mio interessamento si è rivolto ad appurare la validità di questi indici in rapporto ad una loro applicazione su un reticolo idrografico.

Si tratta di valutare in definitiva se essi rispondono ad un adeguato rapporto tra obiettivo di ricerca da raggiungere e livello di precisione e affidabilità offerto.

La prima domanda che mi sono posto è stata questa: le transitorie condizioni microambientali di un sito possono influire sui risultati complessivi di un campionamento qualitativo?

Infatti, dato che il campionamento per questo tipo di organismi risulta necessariamente limitato lungo la riva ad una superficie di pochi metri quadrati, è sempre possibile, per cause intrinseche perfettamente naturali come la decomposizione di resti animali e vegetali in acque morte, che le condizioni locali di saprobicità si discostino notevolmente da quelle generali; per questo motivo ho effettuato una analisi qualitativa più mirata, prelevando più campioni di acqua da uno stesso sito e valutando se nella determinazione del livello saprobico influissero particolari fattori quali la velocità della corrente e la profondità delle acque.

Il processo di autopurificazione delle acque dipende da numerosi fattori, in complessa connessione tra loro: in acque basse e correnti il rimescolamento della massa liquida facilita notevolmente il rapido passaggio di ossigeno dalla superficie verso il fondo, dove avvengono i tipici processi di degradazione batterica della sostanza organica, e ciò conduce ad un aumento della velocità con cui si compiono le reazioni di scissione ossidativa; tutto il processo si compie, in questi casi, con rapidità e le sostanze organiche in eccesso vengono smaltite dopo pochi chilometri di corso. Al contrario, condizioni anaerobiche, come quelle che si verificano sul

fondo di fiumi profondi e lenti, conducono a fenomeni di fermentazione putrefattiva che liberano idrogeno solforato e ammoniaca: questa situazione, se non vengono rimosse le cause di inquinamento, spesso evolve verso la formazione di un circolo vizioso cronico che riduce maggiormente le riserve di ossigeno disciolto nelle acque (IV Classe di qualità). In questo schematico modello devono essere presi in considerazione ancora due fattori: la portata e la temperatura delle acque.

Il primo fattore influisce sul processo di autodepurazione in modo indiretto, in quanto un aumento di portata del fiume favorisce la dispersione delle sostanze inquinanti in un maggior volume di acqua, un incremento di temperatura invece, non solo accelera i processi di demolizione che sottraggono più ossigeno alle acque, ma diminuendo la solubilità di questo gas ne determina una riduzione assoluta.

Si può comprendere allora come le condizioni che si verificano nel periodo estivo — situazione di magra del fiume, incremento di temperatura, sviluppo massivo vegetale — siano particolarmente deleterie per l'ecosistema fluviale, anche in assenza di un inquinamento tossico di origine chimica.

CONCLUSIONI

Scopo precipuo del mio lavoro era quello di stabilire se le transitorie condizioni microambientali potessero influenzare i risultati di un campionamento qualitativo condotto prelevando campioni di acqua ad un intervallo di alcuni chilometri l'uno dall'altro.

Dai dati raccolti prelevando 5 campioni da un tratto di fiume lungo 300 metri (tab. 2), emerge una sostanziale omogeneità di condizioni di saprobietà delle acque: dal calcolo del valore medio di tutti gli indici saprobici ($s : M = x : 100$) risulta che complessivamente lo scarto percentuale rimane ancora contenuto tra un valore massimo del 39% (sito 2) e uno minimo dello 0.53% (sito 1).

Questo dato risulta ancor più significativo se si considera che il secondo sito si trovava a valle di un tratto di rapide lungo circa 150 metri, a livello del quale è presumibile che il carico organico inquinante venisse, almeno in parte, limitato dai fenomeni di autopurificazione delle acque.

Tenendo in considerazione che dai dati discussi traspare sempre una certa variabilità di determinazione, insita d'altronde nello stesso concetto di utilizzazione di indici ambientali, appare evidente che questo tipo di indicatori biologici rispondono in realtà a due diversi gradi di informazione:

— da un lato possono essere utilizzati per campagne di mappaggio qualitativo miranti ad un controllo della situazione ambientale nel suo complesso;

— dall'altro costituiscono un preciso sistema di indicatori adatti ad una analisi più particolareggiata a livello di specifici ecosistemi acquatici che costituiscono indubbiamente un microcosmo ancor del tutto inesplorato.

Ritengo pertanto che studi più approfonditi su questi organismi ancora poco conosciuti non possano che riservare interessanti sorprese.

BIBLIOGRAFIA

- KOLKWITZ R., MARSSON M., 1908 - Ökologie derpfälzlichen Saprobien. - *Report of the German Botanical Society*, 26a, 505.
- KOLKWITZ R., MARSSON M., 1909 - Ökologie der tierischen Saprobien. - *Int. Revue ges. Hydrobiol.* Bd 2, 126.
- KOLKWITZ R., 1950 - Ökologie der Saprobien. - *Schriftenreihe des Vereins Wasser, Boden-und Lufthygiene*, 4.
- LIEBMANN H., 1962 - Handbuch der Frischwasser-und Abwasserbiologie. Bd. I, 2 Auflage, R. Oldenbourg, München.
- LIEBMANN H., 1969 - Der Wassergüteatlas, Methodik und Anwendung. - *Münchener Beiträge zur Abwasser-, Fischerei-und Flussbiologie* Bd, 15.
- FJERDINGSTAD E., 1964 - Pollution of streams estimated by benthal phyto-micro organisms. A saprobic system based on communities of organisms and ecological factors. *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 49: 63-131.
- CASPERS H., KARBE L., 1966 - Proposal for a saprobiological classification of waters. - *WOH-EBL6680 (GENEVA)* 1-28.
- CASPERS H., SCHULZ H. 1960 - Studien zur Wertung der Saprobien systeme. Erfahrungen an einem Stadtkanal Hamburg. - *Int. Rev. Hydr.* 45, 535-565.
- CASPERS H., SCHULZ H., 1962 - Weitere Unterlangen zur Prüfung der Saprobien-systeme. - *Int. Rev. Hydrobiol.* 47, 100-117.
- STREBLE H., KRAUTER D., 1984 - Atlante dei microorganismi acquatici - Muzzio Ed., Padova.
- PANTLE R., BUCK H., 1953 - Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. - *Gas and Wasserfach*, 96, 604.
- KNÖPP H., 1968 - Stoffwechselfdynamische Unersuchungen für die Wasseranalyse. - *Int. Revue ges. Hydrobiol.* Bd 53, 409.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano il dott. Angelo Morisi per gli utili consigli e il prof. G. Busso-lati per aver messo a disposizione il laboratorio di fotografia dell'Istituto di Anatomia Patologica dell'Università di Torino.

Fotografie di Nino Ferraro.