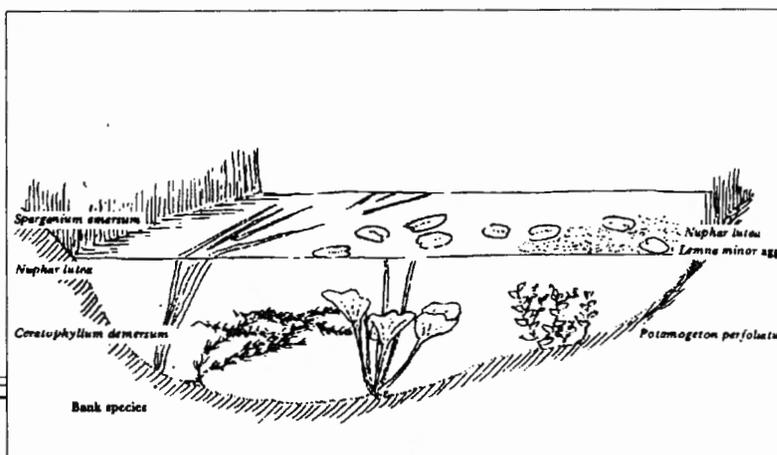


MACROFITE ACQUATICHE



LE MACROFITE ACQUATICHE COME INDICATORI BIOLOGICI DI QUALITA' DELLE ACQUE

di Paolo Turin* & Maddalena Wegher**

INTRODUZIONE

La comunità biologica più usata in assoluto nel ruolo di indicatore è senz'altro quella dei macroinvertebrati bentonici, che ha dato origine a diversi indici biologici (WOODIWISS 1964; VERNAUX & TUFFERY 1982; GHETTI 1986) basati sulla sintesi di una poderosa letteratura sull'ecologia e sui livelli di tolleranza trofica di molte specie di macroinvertebrati (HYNES 1960, 1970).

In campo nazionale una vastissima applicazione ha avuto l'Extended Biotic Index (WOODIWISS) modificato da GHETTI e BONAZZI (1981) prima e da GHETTI (1986) che ha permesso di dare per la prima volta una precisa fisionomia dello stato di salute di buona parte dei corsi d'acqua italiani (AA.VV., 1988). La metodica risulta precisa, efficace e ben adattabile alle diverse realtà della penisola.

Esistono tuttavia altri sistemi di monitoraggio biologico, basati su indicatori diversi dai macroinvertebrati bentonici. In particolare vengono utilizzate le comunità vegetali; fra queste una delle più interessanti, a livello di acque dolci, è quella delle "macrofite acquatiche", comprendenti macroalghe, muschi, angiosperme.

La loro sensibilità nei confronti dell'inquinamento è stata dimostrata da diversi contributi scientifici (BUTCHER 1933; SEDDON 1972; HASLAM 1978; WHITTON 1979; HOLMES 1980; DE LANGE & VAN ZON 1983); tuttavia molto rimane da studiare sull'effettiva efficacia di questi indicatori. Utili informazioni sull'autoecologia di alcune specie vegetali acquatiche, che hanno permesso di formulare le prime liste omogenee di specie indicatrici, sono state fornite da HYNES (1960, 1970) e da HASLAM (1978).

E' importante sottolineare che, al momento, l'utilità delle macrofite come indicatori di qualità si limita ai casi di inquinamento di natura organica.

* Bioprogramm s.c.r.l. - Padova

** C. E. T. - Lamar di Gardolo (TN)

Sulla base delle esperienze sopracitate CAFFREY ha dapprima proposto (1985) e successivamente perfezionato (1987) un metodo che utilizza le macrofite acquatiche come indicatori di inquinamento organico; la metodica, denominata M.I.S. (Macrophyte Index Scheme), ripropone a grandi linee l'approccio di altri indici biotici basati sui macroinvertebrati (EBI: WOODIWISS 1978; AFFQRS: CLABBY 1981).

IL M.I.S. (MACROPHYTE INDEX SCHEME)

Le reazioni delle comunità di macrofite al variare del tasso di inquinamento sono molto simili a quelle delle comunità animali; la successione dei processi di alterazione è la stessa descritta da HYNES (1960).

La prima fase consiste nel decremento delle abbondanze relative delle specie più sensibili all'inquinamento; la seconda fase consiste in una diminuzione del numero di specie; la terza fase è caratterizzata da un incremento delle abbondanze delle specie più tolleranti all'inquinamento.

Sfruttando le risposte delle varie specie ai diversi carichi inquinanti il M.I.S. individua quattro classi di sensibilità fra le piante acquatiche: nella prima vengono raggruppate le piante "sensibili", nella seconda le "poco sensibili", nella terza le "tolleranti" e nella quarta le "favorite" (Tab. 1).

I rapporti di abbondanza fra le specie che compongono i quattro gruppi di sensibilità vengono ricondotti, mediante una tabella di conversione (Tab. 2), in 5 classi di qualità: Q1 = cattiva qualità; Q2 = qualità scadente; Q3 =

Tabella 1
Specie indicatrici e gruppi di sensibilità definiti dal MACROPHYTE INDEX SCHEME (MIS)
(da CAFFREY, 1987)

Gruppi di sensibilità	Macrofite	
Gruppo A (Sensitive forms)	<i>Ranunculus penicillatus</i>	<i>Callitriche intermedia</i>
Gruppo B (Less sensitive forms)	<i>Ranunculus aquatilis</i> <i>Potamogeton lucens</i> <i>Ranunculus peltatus</i> <i>Potamogeton obtusifolius</i> <i>Callitriche stagnalis</i> <i>Elodea canadensis</i> <i>Callitriche obtusangla</i>	<i>Hippuris vulgaris</i> <i>Callitriche platycarpa</i> <i>Apium nodiflorum</i> <i>Chara</i> spp. <i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> <i>Fontinalis antipyretica</i>
Gruppo C (Tolerant forms)	<i>Zannichellia palustris</i> <i>Nuphar lutea</i> <i>Sparganium</i> spp. <i>Lemna minor</i> <i>Callitriche hermaphroditica</i> <i>Lemna trisulca</i>	<i>Potamogeton crispus</i> <i>Entheromorpha</i> sp. <i>Potamogeton natans</i> <i>Scirpus lacustris</i> <i>Potamogeton perfoliatus</i> <i>Myriophyllum spicatum</i>
Gruppo D (Most tolerant forms)	<i>Potamogeton pectinatus</i>	<i>Cladophora glomerata</i>

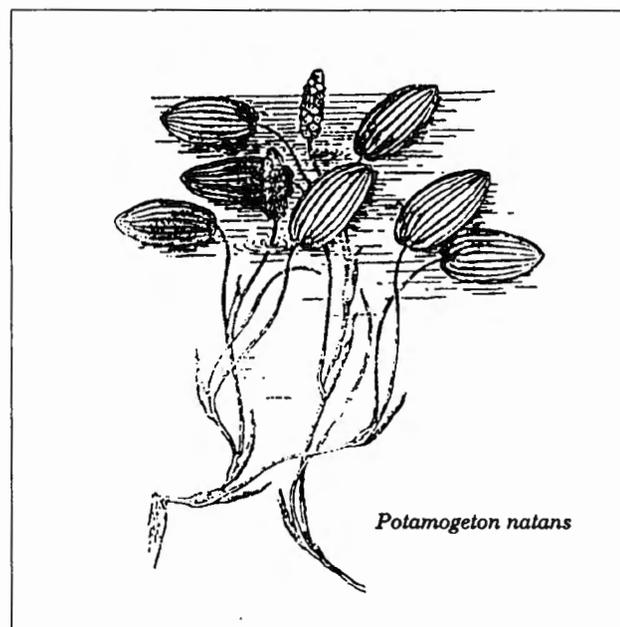
qualità dubbia; Q4 = qualità discreta; Q5 = buona qualità. Le classi intermedie (Q1-Q2, Q2-Q3, Q3-Q4 e Q4-Q5) vengono assegnate a quelle situazioni in cui le proporzioni fra le specie vegetali rinvenute non permettono di inserire la stazione in nessuna delle due classi contigue.

Un esempio di calcolo dell'indice M.I.S viene proposto nella tabella 3. La taratura di questo indice biotico è stata effettuata mediante centinaia di campionamenti effettuati nei bacini dei fiumi Suir, Suck, Boyne e Tolka, tutti localizzati in Irlanda (EIRE).

LA METODOLOGIA DI CAMPIONAMENTO

La distribuzione della vegetazione acquatica nei fiumi è estremamente variabile. Le specie che colonizzano un dato ambiente possono variare da sezione a sezione e da stagione a stagione rendendo molto difficoltosa la stesura di una lista floristica sufficientemente attendibile.

Le stazioni di campionamento devono quindi essere esaminate con estrema cura; i prelievi devono necessariamente interessare non solo la facies lotica del fiume, come avviene



per la maggior parte degli indici basati sui macroinvertebrati bentonici, ma anche la facies lenticale e, se presenti, anche le pozze. Il tratto da campionare si aggira generalmente sui 100 m di lunghezza ed interessa tutta l'ampiezza del corso d'acqua; il materiale viene raccolto seguendo un andamento a zig-zag attraverso la sezione del fiume, con l'eventuale ausilio di una benna dentata per raccogliere le macrofite in profondità.

Importante risulta anche la scelta del periodo di campionamento: la classificazione a livello di specie di molti vegetali richiede infatti l'analisi delle strutture riproduttive che, nella maggior parte dei casi, sono presenti solo nei mesi estivi. In compenso, molte delle specie

Tabella 2

Classi di qualità, gruppi di sensibilità e stima delle abbondanze relative delle macrofite indicatrici secondo il MACROPHYTE INDEX SCHEME (MIS) (da Caffrey, 1987).

Classe di qualità	Gruppi di sensibilità	Abbondanze relative
Q1 Cattiva qualità	Gruppo A Gruppo B Gruppo C Gruppo D	Assente Assente Rare emergenti Dominante
Q2 Scadente qualità	Gruppo A Gruppo B Gruppo C Gruppo D	Assente Assente o scarso Abbondante Dominante
Q3 Dubbia qualità	Gruppo A Gruppo B Gruppo C Gruppo D	Assente Comune Dominante Abbondante
Q4 Discreta qualità	Gruppo A Gruppo B Gruppo C Gruppo D	Comune Comune o abbond. Comune Alcune alghe
Q5 Buona qualità	Gruppo A Gruppo B Gruppo C Gruppo D	Dominante Abbondante Raro Assente

considerate dal M.I.S. sono abbastanza comuni nei corsi d'acqua; ciò consente, dopo l'acquisizione di una discreta esperienza, di compilare già in loco dettagliate liste floristiche, riducendo al minimo il lavoro di determinazione sistematica in laboratorio.

I RISULTATI OTTENUTI

Gli studi di Caffrey sono stati condotti su un reticolo idrografico adeguatamente vasto da garantire una sufficiente solidità allo schema proposto. Appare evidente, dai dati riportati

Tabella 3

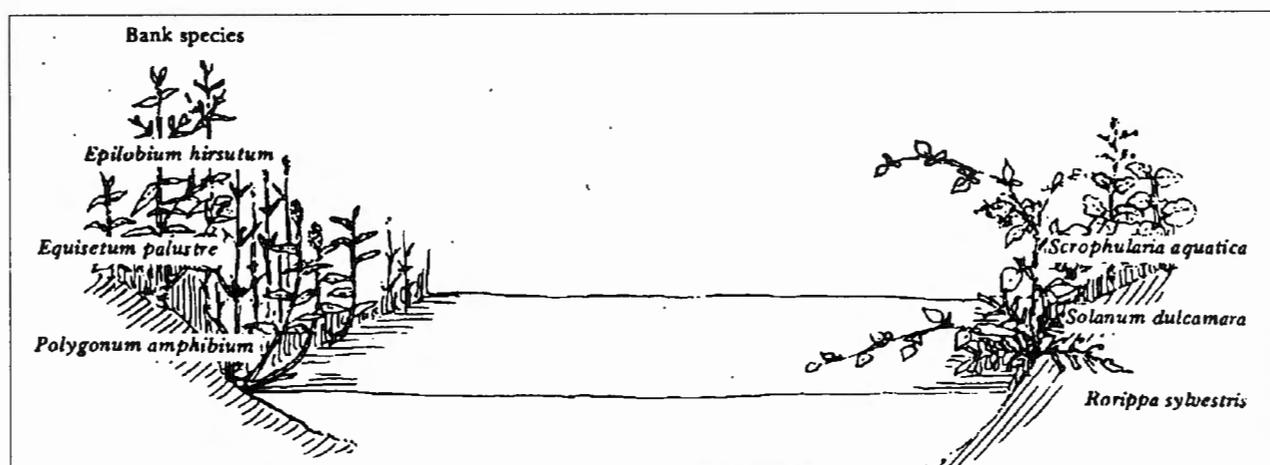
Risultati degli esami dei popolamenti delle macrofite in alcuni fiumi puliti, moderatamente eutrofici ed eutrofici nei quattro bacini esaminati. Le liste floristiche includono solo le specie indicatrici (da Caffrey, 1987)

Specie	Acque Pulite			Moder. eutrof.			Altam. eutrof.	
	n. 1	n. 2	n. 3	n. 4	n. 5	n. 6	n. 7	n. 8
<i>Ranunculus penicillatus</i>	D	D	D	-	C	-	-	-
<i>Callitriche</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ranunculus</i> sp.	-	-	-	+	-	C	-	-
<i>Callitriche stagnalis</i>	+	+	C	+	+	-	-	-
<i>Fontinalis antipyretica</i>	C	+	+	+	C	C	-	+
<i>Elodea canadensis</i>	-	-	-	A	+	+	C	+
<i>Apium nodiflorum</i>	+	+	C	+	C	+	-	C
<i>Rorippa nasturtium-aq.</i>	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Zannichellia palustris</i>	-	-	-	-	A	-	-	A
<i>Potamogeton crispus</i>	+	+	-	-	C	C	+	C
<i>Potamogeton natans</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	-	-	-	A	-	-	-	-
<i>Nuphar lutea</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Lemna minor</i>	-	-	-	C	+	+	+	-
<i>Lemna trisulca</i>	-	-	-	+	+	+	-	-
<i>Sparganium emersum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sparganium erectum</i>	+	C	-	-	-	-	-	-
<i>Scirpus lacustris</i>	-	+	-	A	-	+	-	+
<i>Enteromorpha</i> sp.	-	-	-	-	-	+	-	+
<i>Myriophyllum spicatum</i>	-	-	-	-	-	-	C	-
<i>Potamogeton pectinatus</i>	-	-	-	A	-	-	SD	-
<i>Cladophora glomerata</i>	-	-	-	+	A	C	D	D
<i>Lemanea fluviatilis</i>	+	-	-	-	-	C	-	+
Classe di qualità	4-5	4-5	5	3-4	3-4	3	2	2-3

LEGENDA:

n. 1 = fiume Tar; n. 2 = fiume Stonyford; n. 3 = fiume Bunowen; n. 4 = fiume Suir (loc. Caher); n. 5 = fiume Shiven; n. 6 = fiume Tolka (tratto superiore); n. 7 = fiume Suir (loc. Breakston); n. 8 = fiume Tolka (tratto inferiore).

D = Dominante; SD = Semidominante; A = Abbondante; C = Comune;
+ = Presente; - = Assente.



dall'Autore, l'esistenza di un gruppo di specie estremamente avvantaggiate dall'arricchimento organico delle acque e di altre che, al contrario, si rivelano ottimi indicatori di ambienti non inquinati.

Acque pulite sembrano favorire la crescita di *Ranunculus penicillatus* e *Callitriche intermedia* mentre *Potamogeton pectinatus* e *Cladophora glomerata* risultano specie eutrofiche obbligate; queste due associazioni individuano chiaramente lo stato trofico del sistema e sono quindi assegnate ai due gruppi di sensibilità denominati A e D che rappresentano, in positivo ed in negativo, le due categorie limite proposte dal metodo.

I gruppi B e C contraddistinguono condizioni intermedie e vengono definiti rispettivamente "less sensitive" e "tolerant forms". L'individuazione delle associazioni floristiche da includere in questi due ultimi gruppi si basa sulla revisione critica di una notevole mole di dati raccolti direttamente dallo stesso CAFFREY.

Le specie appartenenti ai gruppi A e B condividono parecchie caratteristiche biologiche: si tratta infatti prevalentemente di specie sommerse, scarsamente radicate, sensibili al fango e spesso anche alla luce (SPENCE, 1982), in grado di resistere alla corrente.

Anche le forme emergenti incluse nel gruppo B (*Apium nodiflorum* e *Rorippa nasturtium-aquaticum*) sono spesso in grado di vivere in forma sommersa; in questo caso sono scarsamente radicate, sensibili alla luce ed in grado di

resistere a moderate velocità di corrente.

Le specie comprese nei gruppi C e D includono forme emergenti, flottanti, liberamente natanti ed anche sommerse. Le specie emergenti (*Scirpus lacustris* e *Sparganium* spp.) sono piante robuste e prosperano in presenza di forte arricchimento organico, specialmente in ambienti fangosi. Le idrofite radicate (*Potamogeton natans* e *Nuphar lutea*) e quelle liberamente flottanti (*Lemna minor* e *Lemna trisulca*) sono specie ad ampia diffusione, ma crescono con maggiore intensità solo in ambienti inquinati (SPENCE 1967, 1972; SUOMINEN 1968).

Le specie sommerse presenti in questi due gruppi (*Zannichellia palustris*, *Potamogeton perfoliatus*, *Enteromorpha* spp., *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton pectinatus* e *Cladophora glomerata*) prosperano in situazioni di medio ed alto arricchimento organico. In particolare, tutte le specie incluse nel gruppo D forniscono la loro massima capacità di espansione in condizioni di elevato inquinamento (HYNES 1960; WHITTON 1970; HASLAM 1978; CAFFREY 1985).

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il metodo M.I.S. presenta sicuramente notevoli motivi di interesse per i biologi ed i naturalisti che si occupano dello studio dei

corsi d'acqua italiani; resta tuttavia da verificare la possibilità di un suo concreto utilizzo negli ambienti fluviali italiani, considerando che nasce da una realtà geografica sensibilmente diversa dalla nostra.

Dimostrazione può essere il fatto che il M.I.S. utilizza solo due specie quali indicatrici del gruppo A (vedi tab. 1): ciò potrebbe non consentire una corretta valutazione di quei corsi d'acqua che, pur essendo di buona qualità, non sono colonizzati da *R. penicillatus* e da *C. intermedia*.

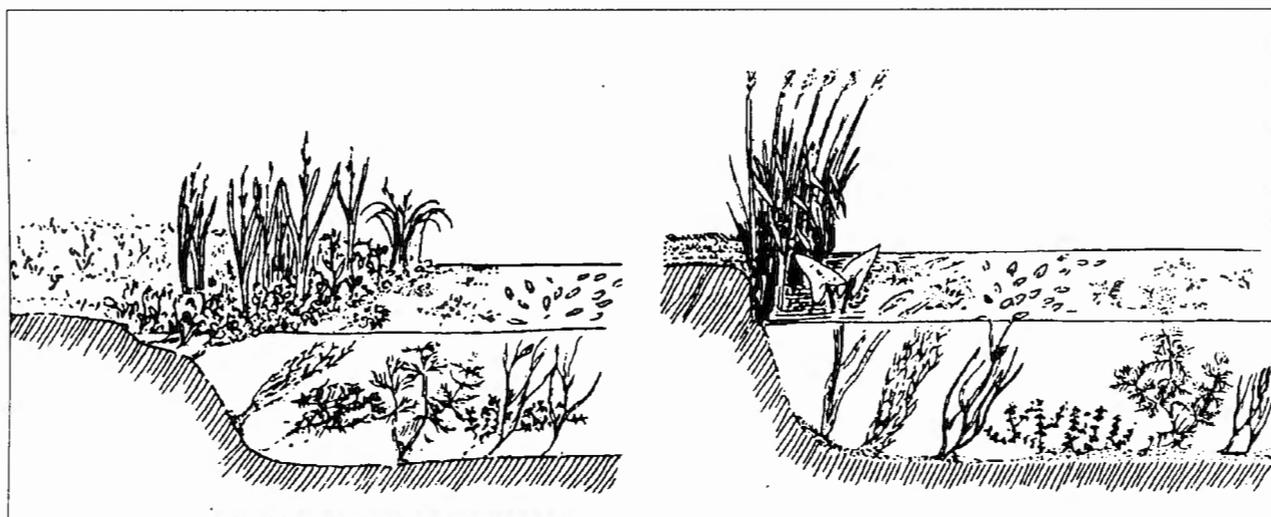
La lista floristica, inoltre, non comprende numerose specie che si ritrovano, invece, frequentemente nei nostri corsi d'acqua; è possibile citare, tra esse, *Vallisneria spiralis*, *Mentha aquatica*, *Utricularia vulgaris*, *Trapa natans*, *Ranunculus fluitans*, *R. trichophyllus*, *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *T. angustifolia*, *Iris pseudacorus*, *Nasturtium officinalis*, *Glyceria maxima*, *G. plicata*, *Carex* sp. pl., *Butomus umbellatus*, *Sagittaria sagittifolia*.

Di queste specie, alcune (*Mentha*, *Typha*, *Iris*, *Nasturtium*, *Glyceria*, *Carex*, *Butomus*) sono forse più frequenti sulla bordura prossimale ed interna, piuttosto che nell'acqua stessa (elofite ed igofite). E' allora possibile che siano gli apporti organici drenati dal terreno circostante i maggiori responsabili del massiccio sviluppo di queste piante, soprattutto per quelle più tipiche della fascia di imbibizione, rispet-

to all'influenza del carico organico veicolato dal corso d'acqua. L'utilizzo di queste ultime potrebbe fornire una buona caratterizzazione generale del torrente e del territorio che vi gravita, ma forse per lo scopo che il M.I.S. si propone è più corretto limitarsi alle piante che sono proprio a stretto contatto con la massa fluida (idrofiti e pleustofite).

Una particolare attenzione andrebbe, infine, posta verso l'intero complesso dei fattori ecologici in grado di condizionare le comunità vegetali, e cioè verso quelle complesse interazioni fra fattori biotici ed abiotici (granulometria ed altre caratteristiche fisiche del substrato) che, proprio a causa dello stretto legame che si viene ad instaurare, rappresenta un elemento essenziale da verificare, ed eventualmente separare dall'influenza svolta dal tasso di inquinamento.

E' quindi auspicabile incominciare un'opera sistematica di raccolta di dati sulla distribuzione delle macrofite nei corsi d'acqua della penisola; ciò consentirebbe, infatti, l'avvio di intercalibrazioni con gli altri sistemi di monitoraggio biologico e chimico già consolidati da anni. Il confronto dei risultati potrebbe condurre ad una taratura del M.I.S. per le acque italiane ed eventualmente sancirne l'effettiva validità, consentendone l'utilizzo in associazione all'E.B.I., con l'intento di limitare al minimo le possibilità di sotto o sovrastima della qualità degli ambienti indagati.



BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. - 1988. Mappaggio biologico di qualità dei corsi d'acqua italiani. *CISBA*, 1988.
- BUTCHER R.W. - 1933. Studies on the ecology of rivers. 1. On the distribution of macrophyte vegetation in the rivers of Britain. *Journal of Ecology*, 21: 58-91.
- CAFFREY J.M. - 1985. A scheme for the assessment of water quality using aquatic macrophytes as indicator. *Journal of Life Science, Royal Dublin Society*, 5: 105-111.
- CAFFREY J.M. - 1987. Macrophytes as biological indicators of organic pollution in Irish rivers. In "Biological indicators of pollution". Ed. *Royal Irish Academy*, Dublin, pp. 77-87.
- CLABBY K.J. - 1981. The national surveys of Irish rivers. A review of biological monitoring. 1971-1979. Dublin, *An Foras Forbartha, Water Resource Division.*, 322 pp.
- DE LANGE L. & VAN ZON J.C.J. - 1983. A sistem for the evaluation of aquatic biotypes based on the composition of macrophyte vegetation. *Biological Conservation*, 25: 273-284.
- GHETTI P.F. - 1986. I macroinvertebrati nell'analisi di qualità dei corsi d'acqua italiani. Ed. *Provincia Autonoma di Trento*. Trento, pp.111.
- GHETTI P.F., BONAZZI G. - 1981. I macroinvertebrati nella sorveglianza ecologica dei corsi d'acqua. Collana Progetto Finalizzato "Promozione della qualità dell'Ambiente". *C.N.R.*, Roma, AQ/1/127, pp. 175.
- HASLAM S.M. - 1978. River plant. Cambridge. *Cambridge University Press*, 369 pp.
- HOLMES N.T.H. - 1980. Preliminary results from rivers macrophyte survey and implications for conservation. London. *Nature Conservancy Council*, 68 pp.
- HYNES H.B.N. - 1960. The biology of polluted water. *Liverpool University Press*, 202 pp.
- HYNES H.B.N. - 1970. The biology of running waters. *Liverpool University Press*, 232 pp.
- SEDDON B. - 1972. Aquatic macrophyte as limnological indicators. *Freshwater Biology*, 2: 107-130.
- SPENCE D.H.N. - 1967. Factor controlling the distribution of freshwater macrophytes with particular reference to the lochs of Scotland. *Journal of Ecology*, 55: 147-170.
- SPENCE D.H.N. - 1972. Light on freshwater macrophytes. *Transaction of the Botanical Society of Edinburgh*, 41: 65-81.
- SUOMINEN J. - 1968. Changes in the aquatic macro-flora of the polluted lake Rautrvesi, SD.W. Finland. *Annales Botanici Fennici*, 5: 65-81.
- VERNAUX J., TUFFERY G. - 1982. Una méthode zoologique pratique de détermination de la qualité biologique des eaux courantes. Indice biotiques. *Annales scientifique de l'Université de Besancon*, 3: 79-89.
- WHITTON B.A. - 1970. Biology of Cladophora in freshwaters. *Water Research*, 4: 457-476.
- WHITTON B.A. - 1979. Plants as indicators of river water quality. In James, A. & Evinson, L. (Eds) "Biological indicator of water quality": pp. 5/1-5/34.
- WOODIWISS F.S. - 1964. The biological system of strem classification used by Trent River Board. *Chemistry Industrial*, 11: 443-447.
- WOODIWISS F.S. - 1978. Biological water assessment methods. *Severn Trent River Authorities*, U.K.