

# biologia 2-3 ambientale

marzo  
giugno  
1996

BOLLETTINO C.I.S.B.A.

Bimestrale, anno X, n. 1, gennaio-febbraio 1996. Spediz. abbon. post. comma 27 art. 2 L. 5/9/95, filiale RE. Tassa pagata - Taxe perçue



## SOMMARIO

EDITORIALE	3
GESTIONE AMBIENTALE	5
Metodi di salvaguardia delle migrazioni di anfibi minacciate dal traffico stradale <i>di C. Scoccianti</i>	
IGIENE AMBIENTALE	12
Monitoraggio di <i>Francisella tularensis</i> nella provincia della Spezia: il cinghiale quale animale sentinella <i>di C. Ercolini, S. Fisichella, L. Serracca, E. Teneggi, A. Terrarollo</i>	
BIOINDICATORI	16
Descrizione sintetica del Saprobienindex <i>di M. Morpurgo</i>	
BIOINDICATORI	30
Confronto fra Indice Saprobico (Friedrich e DIN, 1990) e Indice Biotico Esteso (Ghetti e IRSA, 1995) <i>di M. Morpurgo</i>	
PAGINE APERTE	37
Il mappaggio biologico dei corsi d'acqua: un approccio sempre vitale e stimolante <i>di P.F. Ghetti</i> Proposte di perfezionamento del metodo I.B.E. <i>di M. Bodon, S. Gaiter, G. Raffetto, S. Spanò</i>	
APPUNTAMENTI	40



# biologia ambientale

**Bollettino C.I.S.B.A. n. 2-3/1996**

**Autorizzazione del Tribunale di  
Reggio Emilia n. 837 del 14 maggio 1993**

proprietario

**Paola Manzini**

(Presidente del Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale)

direttore responsabile

**Rossella Azzoni**

## REDAZIONE

<b>Rossella Azzoni</b>	responsabile di redazione
<b>Giuseppe Sansoni</b>	responsabile grafico
<b>Roberto Spaggiari</b>	responsabile di segreteria

Hanno collaborato a questo numero:

**Marco Bodon**  
**Carlo Ercolini**  
**Stefano Fisichella**  
**Silvio Gaiter**  
**Pier Francesco Ghetti**  
**Massimo Morpurgo**  
**Giacomo Raffetto**  
**Carlo Scoccianti**  
**Laura Serracca**  
**Silvio Spanò**  
**Elena Teneggi**  
**Alessandra Terrarollo**

*Numero chiuso in redazione il 10/6/1996*

Il **C.I.S.B.A.** - Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale  
si propone di:

- divenire un punto di riferimento nazionale per la formazione e l'informazione sui temi di biologia ambientale, fornendo agli operatori pubblici uno strumento di documentazione, di aggiornamento e di collegamento con interlocutori qualificati
- favorire il collegamento fra il mondo della ricerca e quello applicativo, promuovendo i rapporti tecnico-scientifici con i Ministeri, il CNR, l'Università ed altri organismi pubblici e privati interessati allo studio ed alla gestione dell'ambiente
- orientare le linee di ricerca degli Istituti Scientifici del Paese e la didattica universitaria, facendo della biologia ambientale un tema di interesse nazionale
- favorire il recepimento dei principi e dei metodi della sorveglianza ecologica nelle normative regionali e nazionale concernenti la tutela ambientale.

Per iscriversi al **C.I.S.B.A.** o per informazioni scrivere al:

*Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale,  
via Amendola 2, 42100 Reggio Emilia  
o telefonare al Segretario: Roberto Spaggiari  
tel. 0522/295460 - 0338/6252618; fax 0522/295446*

Quote annuali di iscrizione al Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale: socio ordinario: £ 70.000; socio collaboratore £ 50.000; socio sostenitore £ 600.000.  
conto corrente postale n. 10833424 intestato a: CISBA, RE

I soci ricevono il bollettino *Biologia Ambientale* e vengono tempestivamente informati sui corsi di formazione e sulle altre iniziative del **C.I.S.B.A.**

Gli articoli originali e altri contributi vanno inviati alla Redazione:  
*Rossella Azzoni Gastaldi, via Cola di Rienzo, 26 - 20144 Milano.*

I dattiloscritti, compreso il materiale illustrativo, saranno sottoposti a revisori per l'approvazione e non verranno restituiti, salvo specifica richiesta dell'Autore all'atto dell'invio del materiale.

Le opinioni espresse dagli Autori negli articoli firmati non rispecchiano necessariamente le posizioni del **C.I.S.B.A.**

---

---

**EDITORIALE**

---

---



*La storia della donna è fatta di alti e bassi, di luci e di ombre; è diversa da epoca a epoca e da regione a regione.*

*Certo la donna mai raggiunse nell'antichità il livello generale di emancipazione di oggi, mai raggiunse il potere politico e la perfetta eguaglianza con l'uomo.*

*Ci furono epoche e popoli in cui la donna ebbe grande rilievo e prestigio in ambito sociale, religioso e giuridico: così nella civiltà cretese e micenea, così presso gli Etruschi.*

*Di fronte a queste civiltà ben disposte verso le donne, ve ne furono altre che le relegarono invece all'ultimo posto della scala sociale: tali le civiltà semitiche.*

*Durissima con la donna fu anche la civiltà greca: nella Grecia della bellezza, della libertà, della cultura più raffinata, la donna ebbe scarsissima considerazione. E fu proprio la filosofia greca a partorire la tesi della inferiorità genetica della donna, tesi che servì da pretesto per legittimare fin quasi ai giorni nostri ogni sorta di abuso e di discriminazione.*

*Questa teoria ebbe una fortuna strepitosa ed universale e da essa nascono le tesi (spesso involgarite) dei maschilisti ottusi e complessati di tutti i tempi.*

*A tal punto i Greci sottovalutarono e disprezzarono le donne che per loro il vero amore, quello spirituale oltre che fisico, fu l'amore fra uomini; la donna ebbe da soddisfare ben precise esigenze materiali: la moglie fare i figli, la concubina assicurare rapporti sessuali stabili, l'etera dare il piacere.*

*La civiltà romana fu più equilibrata, nonostante prima del I secolo a.C. il diritto romano riservasse alla donna un trattamento di poco migliore rispetto al*

diritto greco; l'asprezza di questa normativa andò attenuandosi e la donna ottenne di fatto una condizione di sostanziale parità con l'uomo, almeno nell'ambito del diritto privato.

Le donne divennero davvero padrone della casa; all'interno vi ebbero piena libertà, così come ebbero il compito di educare i figli per farne dei cittadini. Da ciò derivò la loro alta e riconosciuta funzione sociale; per svolgere tale compito, fu necessario metterle al corrente della realtà politica oltre che culturale, e quindi farle partecipare alla vita degli uomini.

All'occorrenza le donne romane repubblicane seppero anche farsi sentire quando un loro diritto veniva leso. Accadde ad esempio nel 195 a.C. allorché, con un moto collettivo di ribellione, fecero abrogare una legge (la *lex Oppia* del 215 a.C.) che vietava di indossare gioielli e vesti troppo colorate.

La donna non si accontentò più di essere domina nella casa: invase i campi sino allora riservati agli uomini, si fece spavalda, usò la seduzione ma anche l'intelligenza ed il coraggio.

Si aprì un periodo d'oro per il gentil sesso, che durò per molti decenni (almeno sino alla morte di Nerone); certo non fu un fenomeno di massa, ma anche oggi quante sono le donne imprenditori, ammiraglio, capostazione, pilota, poliziotto, giudice, avvocato, politico? Una minoranza.

Nella Roma del I secolo a.C. la donna avviò per la prima volta nella storia un vero e proprio processo di emancipazione: conquistò l'indipendenza economica, diresse imprese e aziende, esercitò libere professioni, gestì negozi di ogni genere ed in questo secolo la donna raggiunse il massimo anche nell'emancipazione morale e sessuale. Le donne divennero disinibite e perseguirono il piacere e spesso il potere senza remore di nessun genere; l'adulterio fu diffusissimo, così come il ricorso all'aborto.

E proprio nel momento in cui la donna romana stava contendendo all'uomo la leadership in ogni campo della vita, sconvolgendo secoli di tradizione, scattò la reazione maschilista che ebbe successo pieno e duraturo, anche per colpa delle stesse donne che non seppero sfruttare e consolidare adeguatamente la posizione raggiunta.

A loro mancò innanzitutto la volontà associativa e lo spirito di corpo. L'altro errore fu quello di avere troppo spesso identificato l'emancipazione con la libertà sessuale; ciò consentì all'uomo di lanciar loro le accuse più tremende, poi tramutate in slogan che avrebbero pesato sulle donne per tutti i secoli futuri.

Da allora il cammino delle donne è stato tutto in salita e non si pensi che oggi abbiano raggiunto la vetta solo perché vestono la toga o portano la pistola, perché la mentalità del maschio nei loro confronti – nella sostanza – non è affatto mutata.

Perché presentare queste righe su *Biologia Ambientale*? Perché, per certi versi, il percorso storico descritto può essere riletto tentando di analizzare i pregiudizi che hanno condizionato i biologi. Sta a tutti noi riscrivere una considerazione conclusiva che vada nella giusta direzione.

## GESTIONE AMBIENTALE

---

---



# METODI DI SALVAGUARDIA DELLE MIGRAZIONI DI ANFIBI MINACCIATE DAL TRAFFICO STRADALE

Carlo Scoccianti<sup>1</sup>

---

### NONNO ZAMPE D'UCCELLO

*Il vecchio  
aveva già fermato dozzine di volte  
la nostra auto,  
per scendere  
e raccogliere piccoli rospi  
che accecati dalla luce dei fari  
saltavano sulla strada  
come vivaci gocce di pioggia.  
Scendeva la pioggia  
i suoi bianchi capelli rilucevano nella nebbia,  
ed io gli dicevo sempre:  
«Non puoi salvarli tutti,  
rassegnati e risali,  
dobbiamo andare avanti, abbiamo una meta.»  
Ma lui, le coriacee mani piene  
di bruni esseri viventi bagnati,  
con le ginocchia sprofondate nell'erba estiva  
della massicciata,  
rideva solamente e diceva:  
«Anche loro devono andare avanti,  
anche loro hanno una meta.»*

Joseph Bruchac (La Buona Mente)  
[pellerossa contemporaneo]

### Premessa

Il moltiplicarsi delle strade in tutte le aree geografiche e l'aumento progressivo del traffico su di esse determinano sul territorio il costituirsi sempre più numeroso di barriere fisiche insuperabili per la maggior parte delle specie animali. Per talune classi il rischio di estinzione appare altissimo: l'esempio più noto è quello degli Anfibi. Essi, già gravemente minacciati per la progressiva scomparsa degli habitat adatti alla riproduzione, sono costretti ad attraversare sempre più spesso queste infrastrutture viarie nel tentativo di raggiungere i siti riproduttivi durante le annuali migrazioni.

I primi studi riguardanti le migrazioni degli Anfibi attraverso le strade risalgono agli anni trenta (SAVAGE, 1935). Se per questa classe il problema appare in generale più grave, è anche vero che in molti casi può essere parzialmente risolto. I fenomeni migratori di questi animali, infatti, sono spesso prevedibili. Con appositi censimenti è possibile stabilire quali sono i

---

<sup>1</sup> Resp. Conservazione Anfibi, WWF, Delegazione Toscana  
Lungarno Colombo 44, Firenze



siti dove si verificano più frequentemente i tentativi di attraversamento. Considerando che le migrazioni si ripetono tutti gli anni, più o meno nello stesso periodo e per un numero limitato di giorni, si possono adottare specifiche misure di salvaguardia.

Da circa venti anni nel Nord Europa –e più recentemente in Italia, in particolare in Toscana e Lombardia– sono state promosse e realizzate con discreto successo molte azioni di conservazione. In questa sede vengono discussi i principali aspetti tecnici necessari per simili operazioni.

### Barriere antiattraversamento

Se durante le fasi di progettazione di una nuova strada vengono compiuti adeguati studi, si può verificare se essa intercetterà o meno in qualche punto le migrazioni degli Anfibi. Sarà quindi possibile modificarne il tracciato o adottare fin da subito le misure di salvaguardia descritte più avanti. Per le strade già costruite, nel caso non possa essere presa in considerazione la temporanea chiusura del traffico nelle prime ore notturne –come invece avviene, ormai di prassi, in molte strade svizzere e tedesche (FELDMANN e GEIGER, 1989)– esistono tre principali strategie di salvaguardia che possono essere adottate per risolvere il problema (FERRI, 1994; SCOCCIANTI, 1996).

Prioritario e fondamentale presupposto per la buona riuscita di ciascuna di esse è la messa in opera di una barriera antiattraversamento lungo il tratto di strada a rischio.

Si distinguono essenzialmente due tipi di barriere

antiattraversamento. Per la costruzione del primo tipo, definibile ‘temporaneo’ o ‘di emergenza’, vengono usate lunghe strisce di materiale plastico (altezza 50-60 cm) sostenute da appositi picchetti di ferro da costruzione (lunghezza 150 cm e diametro 8 mm) piegati ad ‘U’. Questi vengono posti, a seconda del tipo di terreno, ad una distanza di 2-4 m. È consigliabile, in aggiunta, utilizzare come rinforzo paletti di legno ogni 10 m, sui quali va teso il filo di tensione che regge il bordo superiore della barriera (fig. 1), e piccoli picchetti (chiodi) per mantenerla infissa nel terreno per 10-15 cm. Il materiale plastico più usato è il polietilene, ma è preferibile la rete ombreggiante polifilo, impiegata con successo in molte operazioni. Questo materiale, al contrario del polietilene, è estremamente robusto, non si smaglia se viene tagliato e non viene danneggiato dalla prolungata esposizione agli agenti atmosferici, potendo così essere riutilizzato per molti anni.

Il secondo tipo di barriera, detta ‘fissa’, è costituito da parti rigide che, una volta poste in loco, non vengono più rimosse. I materiali che possono essere impiegati sono i più vari: assi di legno, segmenti di ondulina, plastica riciclata o alluminio, pannelli di cemento, più tratti di *guardrail* sovrapposti, ecc.; tutti possono essere validi ma, per ragioni economiche, sono da preferirsi quelli inattaccabili dagli agenti atmosferici. L’opera deve risultare alta 40-50 cm rispetto al piano di campagna ed, inoltre, deve essere leggermente aggettante verso l’esterno alla strada. Estremamente importante risulta il ricoprire la barriera

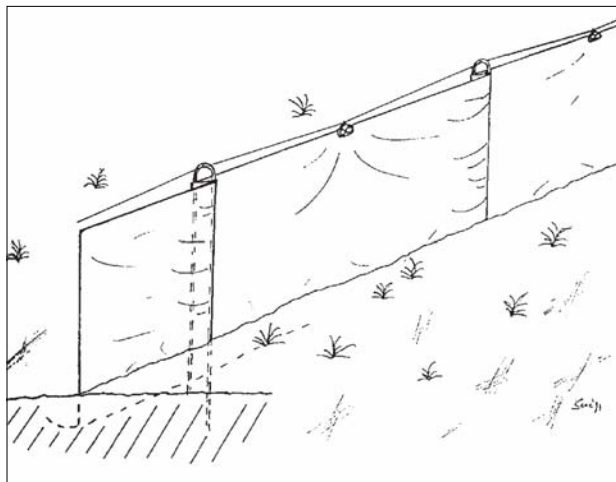


Fig. 1. Barriera antiattraversamento di tipo temporaneo.

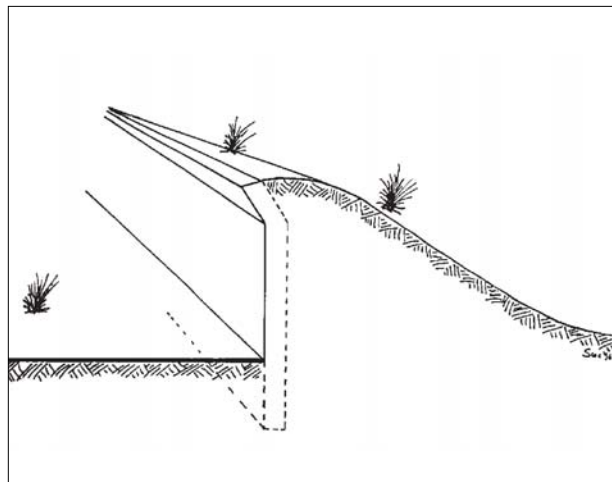


Fig. 2. Barriera antiattraversamento di tipo fisso.

ra sul lato stradale con terreno di riporto che va poi inerbato (fig. 2).

### Misure di salvaguardia

#### *Trasporto Manuale*

Si tratta del trasporto manuale degli animali da un lato all'altro della strada. Le barriere descritte precedentemente vengono disposte in modo da formare una serie ripetuta di 'inviti' ('V') con gli apici rivolti verso la strada. All'interno delle 'V', sul lato campagna, vengono interrati semplici secchi di plastica che funzionano da trappole a caduta per gli Anfibi in migrazione facilitando l'azione dei volontari. Questi ultimi devono intervenire giornalmente nelle prime ore notturne (h 21-23) e, preferibilmente, anche la mattina presto (h 7-8). Ciò si rende necessario per garantire il normale svolgersi della migrazione e per scongiurare eventuali tentativi di predazione da parte di uccelli o di altri animali o la morte per disseccamento degli individui caduti nelle trappole e ivi rimasti per lungo tempo. Inoltre si devono praticare alcuni piccoli fori sul fondo dei secchi oppure vanno posti all'interno piccoli frammenti di legno o polistirolo che permettano un punto di appiglio, qualora i contenitori si riempiano di acqua piovana. Questo espediente costituisce l'unica possibilità di salvezza per i micromammiferi che sovente si ritrovano nelle trappole.

#### *Sottopassi*

Per sottopassi si intende la disposizione, al di sotto del piano stradale, di tunnel che permettono agli Anfibi ed ad altri animali di oltrepassare la strada senza correre il rischio di investimento. Solitamente vengono usate canalette per lo scolo delle acque meteoriche. La luce del sottopasso può essere quadrangolare o rotonda; in seguito ad esperienze di oltre quindici anni, in particolar modo tedesche, si è oggi giunti alla conclusione che il diametro minimo non deve essere inferiore al metro. Esperimenti con sottopassi di diametro inferiore si sono dimostrati inadatti (PODLOUCKY, com. pers.).

Nei luoghi a rischio devono essere posti sottopassi ogni 50 m di strada (RYSER e GROSSENBACHER, 1989). Determinante è la disposizione delle barriere a formare un invito ('V') con l'imboccatura del sottopasso nell'angolo acuto (fig. 3), cui possono essere aggiunti

tratti supplementari con funzione di guida. I tratti di barriera posti a formare gli inviti dovrebbero essere assai lunghi per garantire un risultato discreto. Spesso è però necessario costruire inviti non eccessivamente estesi (attorno ai 10 metri) per non occupare troppo spazio nella campagna circostante e lasciare parallelo alla strada il restante tratto di barriera fra un sottopasso ed il successivo.

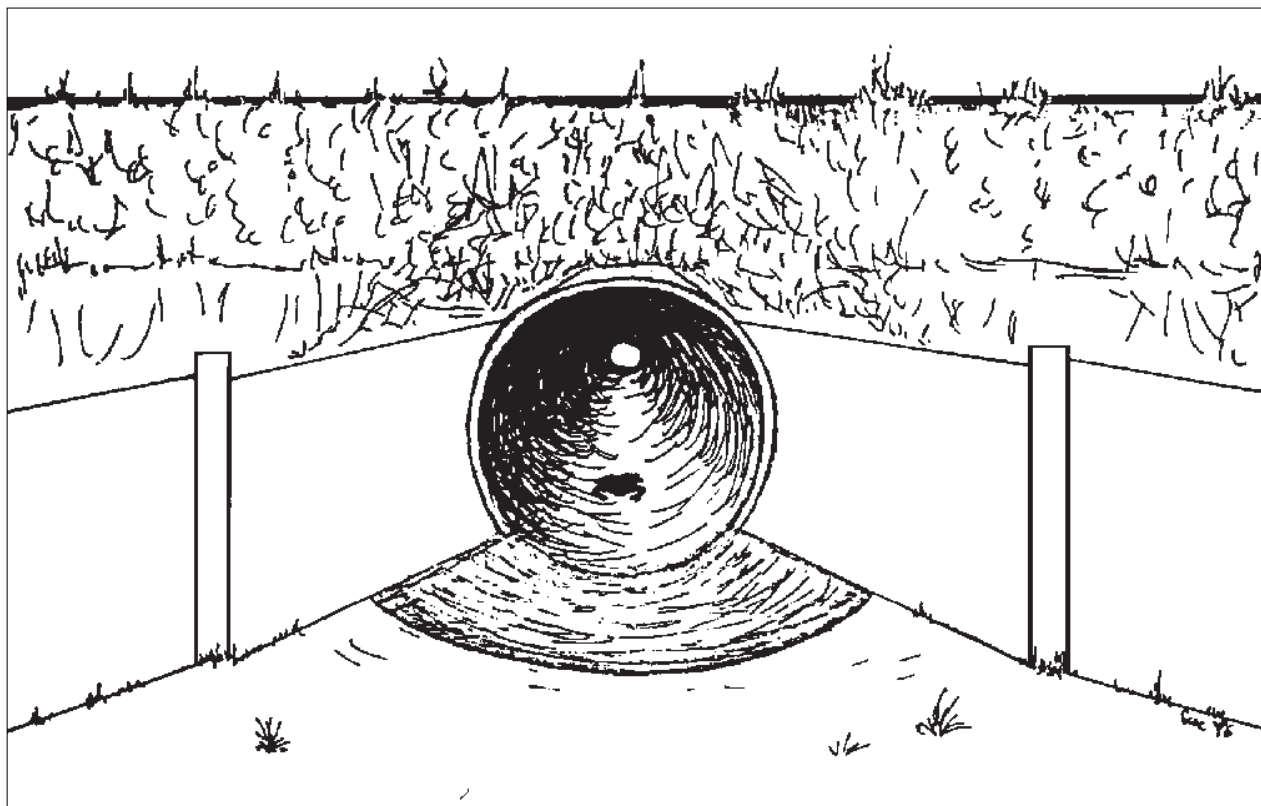
Nell'Europa del Nord sono stati realizzati principalmente due tipi di sottopasso: il tipo a doppio senso –*double way* secondo la terminologia inglese– (fig. 4: A) in cui gli animali possono passare in entrambe le direzioni, ed il tipo a senso unico (*one way*) con trappola a caduta di vario tipo all'imbocco (fig. 4: B e C). Dato che questo tipo permette agli Anfibi di passare in una sola direzione, è necessaria la costruzione, sempre ogni 50 m, di una coppia di sottopassi.

Infine i sottopassi possono essere divisi in due grandi categorie a seconda che essi siano completamente isolati dal piano stradale od abbiano, quale tetto, una grata in metallo o cemento armato, permettendo una sorta di continuità con l'ambiente esterno. La grata, infatti, è stata posta in alcuni esperimenti proprio nel tentativo di ottenere all'interno del sottopasso un microambiente le cui caratteristiche non fossero troppo dissimili dalle condizioni climatiche esterne.

#### *Stagni alternativi*

Una volta che la strada sia stata isolata dalle barriere antiattraversamento si costruisce uno stagno alternativo sul lato stradale dove non è presente l'invaso. La forma dello stagno artificiale può essere varia. È necessario, però, che la sponda che guarda verso sud sia molto lunga: sarà infatti questa la parte dello stagno che, riscaldata dal sole, rimarrà sufficientemente calda anche in situazioni microclimatiche svantaggiose, permettendo la riproduzione degli Anfibi (BENSON, 1982; BEEBEE, 1986; LANGTON, 1990).

Il fondo dell'invaso, a meno che il terreno di partenza sia già per natura fortemente argilloso, andrebbe impermeabilizzato per avere la sicurezza che l'acqua ristagni sufficientemente a lungo. Il metodo migliore, dal punto di vista biologico ed ecologico, è la disposizione di uno strato di argilla sul fondo del nuovo vaso; altre soluzioni, come i teloni plastici, sono sconsigliabili anche perché interrompono la con-



**Fig. 3.** Imboccatura di un sottopasso con le barriere poste a formare l'invito ('V').

tinuità biologica e fisica fra superficie e sottosuolo.

Una volta costruito lo stagno, si consiglia di lasciarlo evolvere da solo, senza bisogno di piantagioni di alcun tipo, né immissione di alcuna specie animale. Per ciò che concerne le dimensioni minime, certi Autori come PODLOUCKY (1989) indicano 500-1000 metri quadrati, altri citano dimensioni di 3000 metri quadrati (EPAIN-HENRY, 1987). Nel Comune di Pontassieve (FI), dove è stato realizzato con successo il primo esempio italiano di stagno alternativo, le dimensioni dell'invaso artificiale sono molto più ridotte, circa 70 metri quadrati.

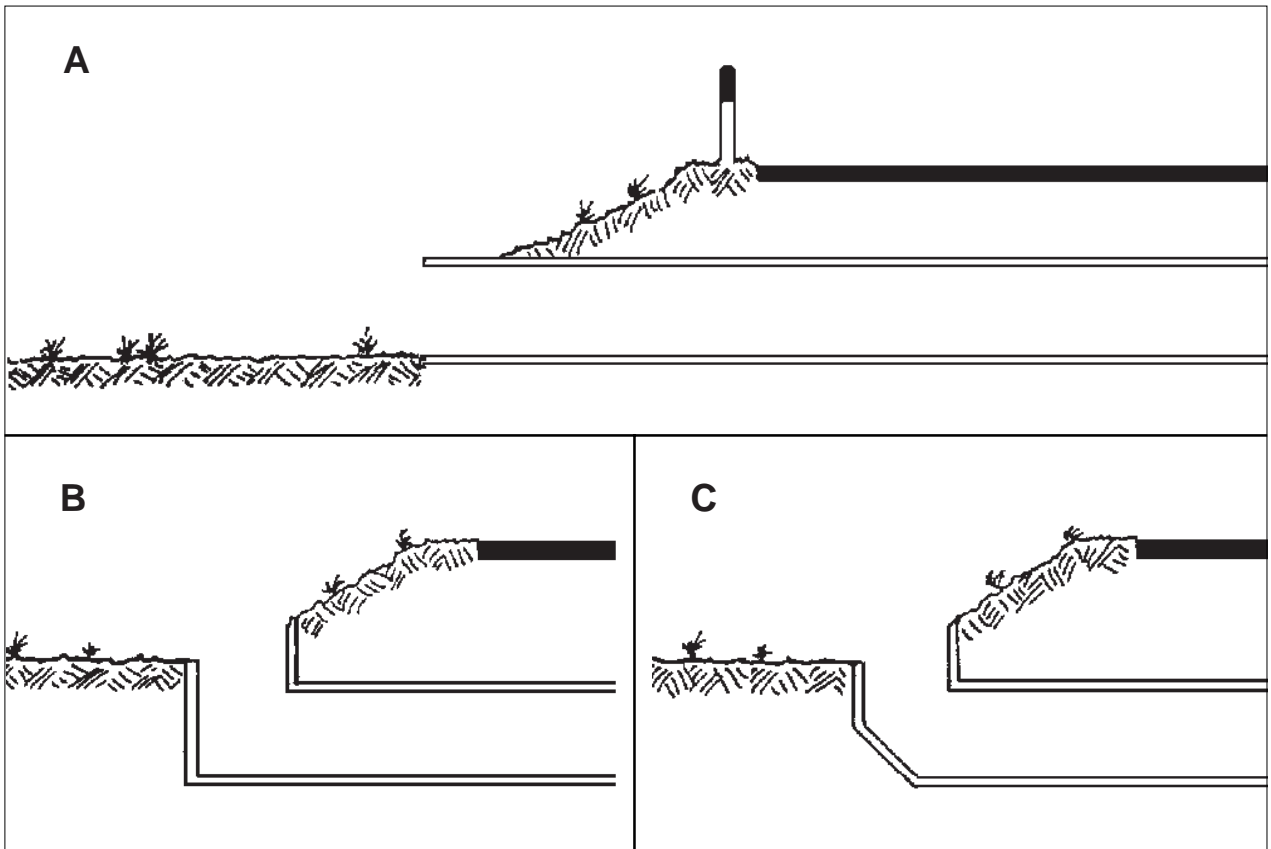
La progettazione della profondità massima dell'invaso deve tener conto della possibilità di rifornimento idrico dello stesso e dell'adeguata pendenza delle sponde, che deve essere tale da permettere una facile entrata ed uscita degli animali dal fondo. A questo proposito molti degli Autori menzionati ed anche STEINBACH (1989) raccomandano pendenze molto dolci, sconsigliando pareti con rapporti del tipo 2:1 (un metro di profondità per due metri di lunghezza) e proponendo rapporti 3:1 - 4:1 fino a 10:1.

### Discussione e conclusioni

La barriera di tipo temporaneo deve essere usata soltanto nei casi dove non sia possibile adottare il tipo fisso o in caso di emergenza, prima della messa a punto di un più completo progetto di conservazione. La barriera di tipo fisso, infatti, offre indubbi vantaggi. Innanzitutto garantisce la protezione degli Anfibi in transito in qualsiasi periodo dell'anno, sia nel momento delle migrazioni riproduttive (andata e ritorno degli adulti; uscita dall'acqua dei giovani) sia in spostamenti che possono avvenire in altre stagioni. In secondo luogo, essendo più robusta e non dovendo essere posizionata e poi rimossa durante ogni stagione riproduttiva, ammortizza in poco tempo il maggior costo iniziale di materiali e di messa in opera. Per lo stesso motivo, a proposito del materiale da costruzione, si consigliano i manufatti più duraturi quali pannelli in calcestruzzo (zanelle).

L'accorgimento di ricoprire con terreno di riporto la barriera sul lato strada rende tutta la struttura più compatta e resistente, anche nei confronti di veicoli in sosta o del passaggio di persone o greggi di animali;

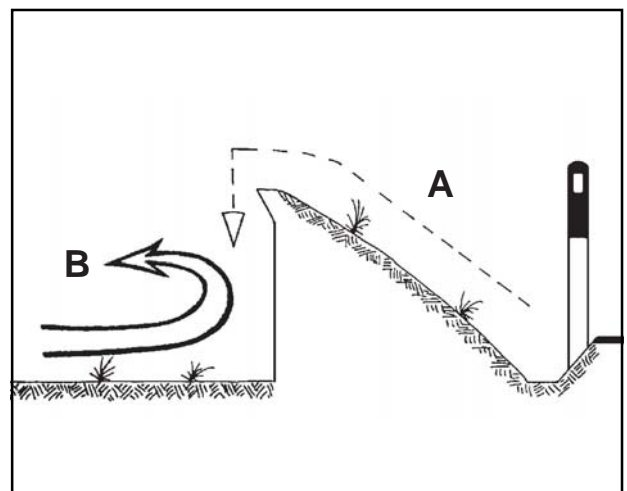




**Fig. 4.** Sezione longitudinale dei due principali tipi di sottopasso. In A è illustrato il tipo a doppio senso (*double way*); in B e C il tipo a senso unico (*one way*), con le due varianti di trappola a caduta.

inoltre, nasconde completamente allo sguardo dei passanti la barriera stessa. Al fine della conservazione degli Anfibi, questo riporto di terreno offrirà la possibilità ad eventuali animali comunque entrati in strada, magari procedendo lungo la stessa da zone sprovviste di barriere, di riguadagnare il lato campagna senza restare imprigionati nella carreggiata (SCOCCIANTI, 1995) (fig. 5).

Data l'altezza minima dell'opera (40-50 cm rispetto al piano stradale) e la copertura sul lato strada con terreno inerbito, non sono ipotizzabili eventuali perplessità di ordine paesaggistico. Al di là del fatto che la costruzione di tali opere è, ormai, divenuta prassi nel Nord Europa, va precisato che il disporre lungo una strada queste barriere non costituisce assolutamente un 'affronto' alla natura. Se la soluzione al problema della morte di migliaia di animali all'anno si identifica con la costruzione di una piccola muraglia, per esempio di calcestruzzo, non è sostenibile una



**Fig. 5.** Schema di funzionamento della barriera di tipo fisso con aggiunta di terreno di riporto sul lato strada. Con A è mostrato il percorso di un animale proveniente dal lato strada, con B quello di uno proveniente dal lato campagna.

opposizione al progetto esclusivamente in ragione del tipo di materiale scelto. Che essa sia plastica riciclata, lastre di metallo, cemento o tavoloni di legno, la differenza è irrilevante. La scelta deve essere compiuta, invece, caso per caso, valutando la reperibilità del materiale nella zona dove si intende operare, comprendendo in questa i costi del materiale stesso e le difficoltà di trasporto e di messa in opera.

Per ciò che riguarda le strategie di salvaguardia, il trasporto manuale, molto usato, deve essere considerato sempre un metodo di emergenza: affidare ogni anno solo alle forze del volontariato il successo riproduttivo di una data popolazione di Anfibi non può, infatti, essere considerata la vera soluzione del problema. Il trasporto manuale, comunque, può avere un ruolo fondamentale nell'azione di sensibilizzazione della popolazione locale e resta l'unica strategia adottabile quando, per le caratteristiche della strada o per quelle del territorio circostante, nessuna delle altre due strategie può essere applicata.

Progettare e porre sotto il piano stradale sottopassi non è semplice. Se la strada è sopraelevata rispetto al piano di campagna l'operazione è facilmente attuabile; spesso, però, i bordi stradali presentano una morfologia che male si presta alla costruzione di simili opere. Non si tratta sempre di costruire *ex-novo* questi passaggi sotterranei: in molti casi è sufficiente adeguare, con opportuni inviti, le canalette di scolo che già sono presenti sotto le strade.

In base all'esperienza pluridecennale estera, in particolar modo tedesca, si è oggi giunti alla conclusione che sottopassi di diametro inferiore al metro non hanno sufficienti probabilità di essere imboccati dagli animali. Ormai è anche chiaro che i sottopassi a doppio senso (*double way*) sono da preferirsi a quelli a caduta (*one way*). Il motivo è che i secondi, progettati in modo da far cadere gli animali presso l'imbocco per costringerli ad imboccare il tunnel quale unica via di fuga, si sono rivelati meno adatti (PODLOUCHY, *com pers*): molti individui si rifiutano di passare e sono necessari turni di controllo da parte di volontari per recuperare gli animali ed impedirne la morte per disseccamento. In questo modo si vanifica la stessa funzione del sottopasso che dovrebbe permettere il regolare svolgimento della migrazione senza intervento diretto dell'uomo. Infine i sottopassi *one way* sono estremamente più complessi da costruire e più costosi.

Un altro aspetto assai controverso dei sottopassi riguarda la grata, che in alcuni casi viene posizionata quale tetto del tunnel (BREHM et al., 1992). Un primo problema è rappresentato dal fatto che il diametro di questo tipo di sottopassi, per ragioni tecniche, difficilmente può superare i 50 cm. In secondo luogo, anche se l'intenzione originaria era quella di rendere il microhabitat all'interno del sottopasso molto più vicino alle condizioni meteorologiche esterne a favore di un più fiducioso e confortevole passaggio degli animali, è stato osservato che il passaggio risulta, invece, assai più incerto a causa del frastuono prodotto dalle auto in transito. Il forte rumore, infatti, atterrisce e blocca gli animali all'interno del sottopasso (PODLOUCHY, *com pers*). Infine, tutti gli Autori raccomandano di mantenere il più possibile sgombra da asperità la luce del sottopasso: la presenza della grata produce un continuo apporto di materiale dall'esterno e costringe, quindi, a frequenti e complesse opere di pulizia.

La costruzione di uno stagno alternativo per l'ovodeposizione si presenta come la soluzione migliore al problema in oggetto, sempre che essa non venga scelta quale scusa per distruggere un habitat preesistente; anche altri Autori sono di questa opinione (PODLOUCKY, 1989; RYSER e GROSSENBACHER, 1989). L'utilizzo di questo tipo di strategia, le dimensioni e la forma dell'invaso o degli invasi dipendono essenzialmente dallo status della popolazione locale, dalla morfologia del territorio, dalla disponibilità di spazio e dalle risorse economiche. È bene ricordare che la decisione di costruire un habitat per gli Anfibi non deve necessariamente originare da un'emergenza: un'operazione di miglioramento ambientale che preveda la realizzazione in una stessa area di varie piccole zone umide potenzia grandemente le possibilità di sopravvivenza delle popolazioni locali.

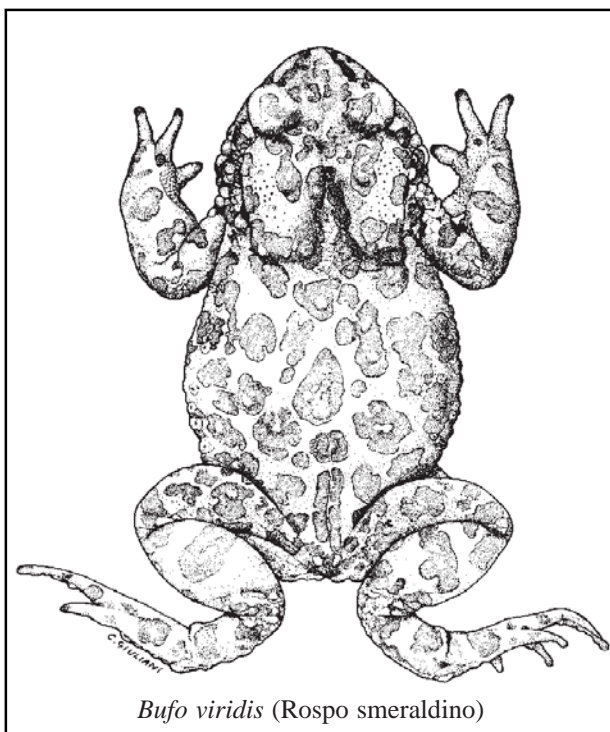
Determinante per una buona riuscita dell'esperimento è vietare l'introduzione di fauna ittica negli invasi ricreati.

È necessario, infine, discutere brevemente il problema dal punto di vista etico e biologico. Molto spesso, infatti, l'operare per la conservazione di specie ed habitat pone il biologo davanti a scelte complesse. Impedire completamente il passaggio attraverso una strada (costruzione di barriere senza azioni di trasporto manuale o disposizione di sottopassi) e realizzare un sito di riproduzione alternativo, è una stra-

tegia che tende a salvaguardare gli individui appartenenti all'originale popolazione, suddividendoli, però, in due popolazioni distinte, che rimarranno separate geneticamente nel futuro.

Chiedersi se questa scelta sia più o meno giusta è spesso un falso problema: se non si agisce in alcun modo – e cioè non si crea nessuna opera tendente alla conservazione della popolazione di Anfibi a rischio – quest'ultima appare votata alla sicura estinzione nel giro di pochi anni (KUHN, 1987; RYSER e GROSSENBACHER, 1989). Non bisogna dimenticare, infatti, che una strada mediamente trafficata finisce con l'assumere per molte specie animali, quali ad esempio gli Anfibi, il valore biologico di una barriera ecologica (artificiale) insuperabile: ne risulta che gli individui di un lato e dell'altro possono essere considerati, di fatto, già separati in due popolazioni.

Nell'affrontare una situazione ad alto rischio si deve quindi, in prima istanza, studiare il problema mirando al mantenimento della popolazione originaria nella sua integrità ed unicità; se ciò non è possibile, appare comunque vantaggioso, per l'equilibrio dell'ecosistema di entrambi i lati stradali, garantire almeno la sopravvivenza di due popolazioni distinte.

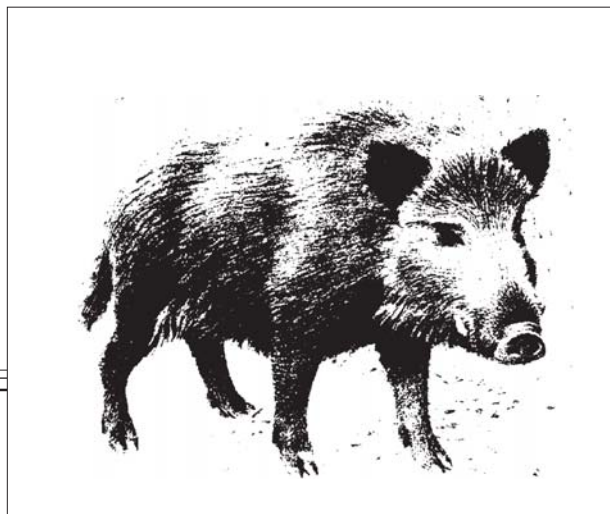


*Bufo viridis* (Rospo smeraldino)

## Bibliografia

- BEEBEE T. - 1986. Ten years of garden ponds. *British Herpetol Soc. Bull.*, **17**: 12-17.
- BENSON P. - 1982. Towards a conservation of our native Amphibians. *Herpetile* **7**: 13-18.
- EPAIN-HENRY C. - 1987. L'Autoroute A 71 et les Batraciens de Sologne, méthodes de protection. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, **41**: 24-27.
- BREHM K.; LUNEBURG H.; THEEDE J. - 1992. The first toad tunnel and drift fence system without interference of geomagnetic orientation of Amphibians. In *Quad. Civ. Staz. Idrobiol.*, **19**: 79-92.
- FERRI V. - 1994. S.O.S. salamandre e vipere, Anfibi e Rettili da difendere. *De Rerum Natura*, anno **II** (7): 58-75.
- FELDMANN R.; GEIGER A. - 1989. Protection for Amphibians on roads in Nordrhein-Westphalia, pp. 51-57. In "Amphibians and roads. Proceedings of the Toad Tunnel Conference, Rendsburg, Federal Republic of Germany, 7-8 January 1989". Edited by Langton T.E.S., Published by ACO Polymer Products Ltd SG17 5JS, England.
- KUHN J. - 1987. Straßentod der Erdkröte (*Bufo bufo* L.): Verlustquoten und Verkehrsaufkommen, Verhalten auf der Straße. *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.*, **41**: 175-186.
- LANGTON T. - 1990. Amphibians. In RSPB, Andrews J. and Kinsman D., "Gravel pit restoration for Wildlife, a practical manual, II. The needs of wildlife", Ed. RSPB, Ashford, pp.58-59.
- PODLOUCKY R. - 1989. Protection of Amphibians on road - examples and experiences from Lower Saxony, 15-28. In Amphibians and roads. Proceedings of the Toad Tunnel Conference, Rendsburg, Federal Republic of Germany, 7-8 January 1989. Edited by Langton T.E.S., Published by ACO Polymer Products Ltd SG17 5JS, England.
- RYSER J.; GROSSENBACHER K. - 1989. A survey of Amphibian preservation at roads in Switzerland, pp. 7-13. In "Amphibians and roads. Proceedings of the Toad Tunnel Conference, Rendsburg, Federal Republic of Germany, 7-8 January 1989". Edited by Langton T.E.S., Published by ACO Polymer Products Ltd SG17 5JS, England.
- SAVAGE R. M., 1935. The influence of external factors on the spawning date and migration of the common frog, *Rana temporaria*. *Proc. Zool. Soc. London*, **2**: 49-98.
- SCOCCIANTI C. - 1995. Note (in corso d'opera) riguardanti la messa a punto di un sistema di intercettazione (barriere antitraversamento) lungo la strada SS 309 'Romea', con particolare riferimento alla popolazione di tartaruga palustre (*Emys orbicularis*) ivi residente. *Sezione WWF Ravenna, Settore Conservazione*, n. 2, aprile 1995.
- SCOCCIANTI C. - 1996. S.O.S. Anfibi. *Piemonte Parchi*. n. 65, Anno **XI** (1), Febbraio 1996: 25-28.
- STEINBACH G. - 1989. Costruzione di uno stagno per le uova. In "Difendiamo la natura, manuale operativo in difesa dell'ambiente", Ed. MEB, Gruppo editoriale Muzzio, Padova, pp. 96-105.

## IGIENE AMBIENTALE



# MONITORAGGIO DI *Francisella tularensis* NELLA PROVINCIA DELLA SPEZIA: IL CIN- GHIALE QUALE ANIMALE SENTINELLA

Carlo Ercolini<sup>1</sup>, Stefano Fisichella<sup>2</sup>, Laura Serracca<sup>3</sup>, Elena Teneggi<sup>4</sup>, Alessandra Terarollo<sup>3</sup>

### Introduzione

La tularemia nell'uomo è una malattia essenzialmente sporadica, che colpisce per lo più le popolazioni rurali e coloro che esercitano attività venatoria.

Tuttavia a volte si manifesta con focolai epidemici, il che accade quando l'infezione insorge in seguito all'ingestione di acqua contaminata da carcasse animali o da roditori selvatici eliminatori di *Francisella tularensis* (FARINA e SCATOZZA, 1995).

In USA il 90% dei casi d'infezione umana sono dovuti a trasmissione da parte di lagomorfi; in Europa e in Asia è più spesso in relazione ad ingestione di acqua contaminata (MORSETTI e MOLÈ, 1992).

In Italia le prime segnalazioni dell'infezione in animali risalgono al 1931 (BARDELLI e RAVAGLIA, 1931)

mentre solo nel 1966 sono segnalati i primi casi umani diagnosticati sierologicamente (BIANCHI, 1966).

In natura l'infezione da *Francisella tularensis* si verifica in un gran numero di animali selvatici: precisamente in 100 specie di animali selvatici, 9 di domestici, 25 di uccelli, 70 di artropodi ed in alcune specie di pesci e anfibi (DEDEK *et al.*, 1991; OLSEN 1974; MÖRNER 1992; MORSETTI e MOLÈ, 1992).

L'elevatissimo numero di ospiti vertebrati ed invertebrati riconosciuti serbatoi e diffusori dell'agente casuale costituisce un costante pericolo potenziale per l'uomo.

L'importanza dei mammiferi domestici, dei grossi mammiferi selvatici e dei volatili è da considerare modesta nella trasmissione del contagio, nonostante sia stata riconosciuta la responsabilità di alcuni di questi animali in casi di tularemia nell'uomo.

Per i vertebrati dell'Europa è stata proposta una suddivisione in tre gruppi (Tab. 1) in relazione alla recettività e sensibilità all'infezione da *Francisella*

1 Dirigente della sezione

2 Medico veterinario collaboratore

3 Tecnici di laboratorio

4 Medico Veterinario Volontario

Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta (Dir. Prof. G. Cantini Cortellezzi) - Sezione della Spezia.



**Tab. 1** - Suddivisione dei vertebrati secondo la recettività e sensibilità all'infezione da *Francisella tularensis holarctica*

<b>GRUPPO I</b> animali molto recettivi e molto sensibili	<b>GRUPPO II</b> animali recettivi ma poco sensibili	<b>GRUPPO III</b> animali poco recettivi e praticamente insensibili
Lepre, Arvicola, Topo, Coniglio selvatico*	Coniglio domestico, Coniglio selvatico*, Castoro, Riccio, Toporagno, Pecora	Bovino, Cavallo, Gatto, Cane, Volpe, Tasso, Donnola, Puzzola, Rana verde maggiore

\* Il coniglio selvatico viene classificato tra le specie del gruppo I se infettato con la sottospecie *neoartica* e tra le specie del gruppo II se infettato con la sottospecie *holarctica*.

*tularensis holarctica* (OLSUFJEV e DUNAYEVA, 1960).

Le specie incluse nei gruppi II e III sviluppando una positività sierologica assumono un ruolo di animali "indicatori" che permettono di conoscere l'evolversi dell'infezione in natura.

*Francisella tularensis* è un corto bacillo con dimensioni di 0,2 x 0,2-0,7 millimicron, immobile, aerobio, non sporigeno e capsulato, gram negativo, che si colora tenuamente con rilievo bipolare (FARINA e SCATOZZA, 1995; KONEMAN, 1995).

La capsula costituita da proteine, lipidi e carboidrati, è la responsabile della virulenza del germe (DAVIS *et al.*, 1993).

*Francisella tularensis* in natura resta vitale per mesi in condizioni di basse temperature (optimum di crescita in acqua a 4°- 6°C) e nel contesto di substrati adatti, come fango e carcasse animali in decomposizione (TASSELLI *et al.*, 1988).

Le capacità infettanti vengono mantenute dal germe per 7 giorni nelle carcasse e per 40 giorni sulla pelle e sul pelo di animali (BIFFI GENTILI *et al.*, 1985, TASSELLI *et al.*, 1982).

Nel 1988 un focolaio di tularemia umana di origine idrica interessò alcune frazioni del comune di Beverino in Val di Vara (La Spezia).

Allo scopo di verificare la diffusione dell'infezione in tutta la Val di Vara, nel periodo 1988-1990 furono controllati 1068 sieri umani e 1451 sieri animali, con percentuali di positività rispettivamente del 6,0% e del 7,7%. Dai dati della ricerca emerse una larga diffusione dell'infezione tularemica nella zona considerata e una notevole correlazione nella distribuzione territoriale delle positività sierologiche umane ed animali (ERCOLINI *et al.*, 1991).

Apparve chiara la necessità di effettuare un moni-

toraggio siero-epidemiologico nella zona.

I sieri degli animali domestici (ovini, caprini, bovini, equini), facilmente reperibili in seguito al piano di profilassi nazionale, mostravano elevata positività sierologica; tuttavia si trattava di animali non autoctoni, soggetti a frequenti spostamenti per pascolo o per commercio, quindi non idonei a svolgere la funzione di animali indicatori.

Per i cinghiali, animali stanziali, non si presentavano le problematiche sopracitate, ma risultava difficile reperire i campioni di siero da esaminare.

L'occasione per svolgere una approfondita analisi siero-epidemiologica è stata colta con il verificarsi di un focolaio di peste suina classica, riscontrato nella vicina provincia di Massa Carrara.

A seguito di tale episodio, l'Amministrazione Provinciale della Spezia, in collaborazione con l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale, organizzò un controllo sierologico su cinghiali abbattuti durante la stagione venatoria 1992-1993.

I campioni di siero prelevati furono saggiati anche nei confronti di *Francisella tularensis* permettendo pertanto di valutare se, almeno nella realtà territoriale della Spezia, il cinghiale potesse essere considerato un animale "sentinella" per monitorare l'edemicità della tularemia

### Materiali, metodi e risultati

Sono stati esaminati complessivamente 353 emosieri di cinghiale prelevati nel periodo compreso tra novembre 1992 e gennaio 1993.

I sieri sono stati saggiati per la presenza di anticorpi anti *Francisella tularensis* utilizzando la metodica di agglutinazione lenta in micrometodo (MASSEY e MANGIAFICO, 1974) modificata secondo MAGNINO *et al.*, 1990.



I test di microagglutinazione sono più sensibili di quelli di agglutinazione in provetta in quanto evidenziano anticorpi della IgM nove giorni prima (SATO *et al.*, 1990). Vengono utilizzati come antigeni batteri trattati con fenolo e colorati con cristalvioletto.

Per questo esame sono stati impiegati prodotti in commercio e precisamente: Bacto-*Francisella tularensis* Antigen Slide e, come controllo positivo, Bacto-*Francisella* Antiserum.

Al fine di escludere eventuali reazioni crociate con anticorpi anti *Brucella* e *Rickettsia* i sieri positivi sono stati saggiati tramite test di agglutinazione lenta in micrometodo utilizzando antigeni di *Brucella abortus* e *Proteus* OX19.

Il test prevede diluizioni seriali in base 2 del siero con soluzione fisiologica (1/20-1/160).

Sono stati considerati positivi per *Francisella tularensis* tutti i campioni con titolo superiore a 1:20 e privi di cross-reattività (MAGNINO *et al.*, 1990).

42 dei 353 campioni esaminati, pari al 12%, sono risultati positivi al test sierologico: 19 con positività modesta (titolo 1:40), 21 con positività netta (titolo 1:80) e 2 con positività elevata (titolo 1:160).

### Discussione

I criteri da noi valutati per definire un corretto indicatore sono i seguenti:

#### Rappresentatività:

- correlabilità con il fenomeno studiato
- presenza diffusa sul territorio da esaminare
- scarsa mobilità nell'ambito dell'area d'indagine
- ciclo vitale lungo

#### Accessibilità:

- deve essere facilmente campionabile.

Il cinghiale è correlabile al fenomeno studiato poichè è sensibile all'infezione: ciò è dimostrato dalle positività riscontrate nei sieri animali.

Non sviluppa malattia con la sottospecie di *Francisella tularensis* presente in Europa (*holarctica*) (MICOZZI 1989) e non rientra dunque tra gli animali recettivi che di solito muoiono prima che si formino anticorpi specifici (FARINA e SCATOZZA, 1995); può quindi essere incluso nel gruppo II di Olsufjev.

È un animale a ciclo vitale lungo, necessita nel suo habitat di un'ampia disponibilità di acqua ed è quindi presente per lunghi periodi nelle aree più a rischio.

È l'unica specie autoctona non soggetta a vere

migrazioni: potenzialmente il cinghiale può percorrere tragitti di 40 - 50 km, ma di norma una femmina permane nell'ambito massimo di 1500 - 2000 ettari e un maschio non supera i 12000 - 15000 ettari (MARSAN *et al.*, 1990); inoltre è vietato immettere nel territorio ligure cinghiali di qualsiasi razza e provenienza sia ai fini del ripopolamento che per ogni altro fine (L.R. 25/08/1989 n. 38, art. 2, par. 1).

Il reperimento annuale dei campioni potrebbe essere attuabile facilmente grazie alla disciplina imposta dalla Regione Liguria (L.R. 25/08/1989 n. 38) sulla caccia del cinghiale. In base a questa legge i cacciatori sono tenuti, avvenuto l'abbattimento, a consegnare campioni di muscolo per l'esame trichinoscopico. Risulterebbe facile la raccolta dei campioni di sangue da esaminare affidandosi alla disponibilità dei cacciatori stessi.

A tutto ciò consegue che, nella nostra realtà, il cinghiale è l'animale che meglio risponde alle caratteristiche di indicatore della tularemia: senza spese aggiuntive, sempre nello stesso periodo dell'anno, in numero costante, di provenienza conosciuta sarebbero disponibili sieri il cui esame ci permetterebbe di valutare la prevalenza e di monitorare questa zoonosi che rappresenta un serio problema igienico-sanitario.

A nostro giudizio questo sistema di monitoraggio della tularemia può essere esteso ai territori con configurazione orografica analoga a quella della provincia della Spezia ed in particolare alla Regione Liguria, in cui la legislazione presente permette un facile reperimento dei materiali, valutando la possibilità di estensione del sistema su un'ampia parte del territorio nazionale in tempi successivi (fascia appenninica).

### BIBLIOGRAFIA

- BARDELLI P., RAVAGLIA F. - 1931. Infezione nelle lepri di una riserva di caccia riferibili a tularemia. *Annali Ig.*, **41**: 776.
- BIANCHI L. - 1966. Su alcuni casi di Tularemia in Lombardia. *G. Mal Infet. Parassit.*, **18**: 443-448.

- BIFFI GENTILI S., LEONCINI F., LANCILOTTI E., COMODO M. - 1985. L'azione del cloro e della temperatura sulla sopravvivenza di *Francisella tularensis*. *Igiene moderna*, **83**: 729-736.
- DAVIS B.D., DULBECCO R., EISEN H.N., GINSBERG H.S. - 1993. Trattato di microbiologia. IV Edizione, *Zanichelli*: 623-625.
- DEDEK J., LOEPELMAN H., KOKLES R. - 1991. Result of serological survey for selected infection among field hare (*Lepus europaeus*) in the German Democratic Republic. *Veterinary Bulletin*, **61**: 65.
- ERCOLINI C., PASINI G., FISICHELLA S., MIGNANI E. - 1991. Rilievi siero-epidemiologici sulla diffusione dell'infezione tularémica in provincia di La Spezia. *Il progresso veterinario*, **10**: 358-161.
- FARINA R. e SCATOZZA F. - 1995. Trattato di malattie infettive degli animali. *UTET*: 191-194.
- KONEMAN E.W. - 1995. Testo Atlante di Microbiologia Diagnostica. II Edizione, *Antonio Delfino Editore*: 276-177.
- MAGNINO S., FABBI N., LUINI N., CERVIO G., GUALLINI L., RADAELLI G.L. - 1990. Indagine epidemiologica sulla diffusione della Tularemia nel comprensorio dell'Oltrepò Pavese. *Arch. Vet. Ital.*, **41**: 1-22.
- MARSAN A., SCHENONE L., SPANÒ S. - 1990. Il cinghiale in Liguria. *Regione Liguria servizio produzioni agricole e valorizzazione dell'agricoltura*.
- MASSEY E.D., MANGIAFICO J.A. - 1974. Microagglutination test for detecting and measuring serum agglutinins of *Francisella tularensis*. *Appl. Microbiol.*, **27**: 25-27.
- MICOZZI G. - 1989. *Microbiologia medica*, **4**: 91-92.
- MÖRNER T. - 1992. The ecology of Tularaemia. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, **11**: 1123-1130.
- MORSETTI G. and MOLÈ S. - 1992. Note sul ruolo degli animali selvatici nell'epidemiologia delle zoonosi. Rapporti di sanità pubblica veterinaria. *WHO/FAO Collaborating Centre for reseach and training in veterinary public health ISS Roma*.
- OLSEN - 1974. Diseases of Wild animals trasmitted to man. 6th ed. *Thomas*, Springfield Illinois.
- OLSUFJEV N.G. and DUNAYEVA - 1960. [citato da Hopla C.E., *Advance. Vet. Sci.* (1974) **18**: 25-53].
- SATO T., FUJITA H., OHARA Y. *et al.* - 1990. Microagglutination test for early and specific serodiagnosis of Tularemia. *J. Clin. Microbiol.*, **28**: 2372-2374.
- TASSELLI E., MICOZZI G., PALARCHI M., ORLANDI F., LEONCINI F., BIFFI GENTILI S., DI PIETRO M., MONTAINI C. - 1988. La tularémica in Toscana dal 1982 al 1987. *Obiet. Doc. Vet.*, **9**: 23-28.
- TASSELLI E., MICOZZI G., PALARCHI M. - 1982. *Il nuovo progresso veterinario*, **17**: 870-876.

## BIOINDICATORI



# DESCRIZIONE SINTETICA DEL SAPROBIENINDEX

Massimo Morpurgo<sup>1</sup>

### Premessa

KOLKOWITZ e MARSSON (1902) svilupparono un sistema di bioindicatori, successivamente chiamato Sistema Saprobico (Saprobienindex), basato sulle modificazioni nella composizione delle comunità biologiche in relazione ai processi di autodepurazione che si verificano lungo il profilo longitudinale di un corso idrico a valle di uno scarico organico. Il sistema prevede una classificazione del corso d'acqua in quattro zone:

polisaprobica	(elevato inquinamento organico);
$\alpha$ -mesosaprobica	(forte inquinamento organico);
$\beta$ -mesosaprobica	(modesto carico organico);
oligosaprobica	(quasi totale assenza del carico organico).

Il sistema è stato successivamente più volte criticato, rivisto e modificato. Per l'impiego nella prassi della protezione delle acque sono stati decisivi l'introduzione delle classi di qualità delle acque da parte di

LIEBMANN (1962) e lo sviluppo dell'Indice Saprobico (Saprobienindex) da parte di PANTLE e BUCK (1955) e successive modifiche da parte di KNÖPP (1955) e ZELINKA e MARVAN (1961). PANTLE e BUCK (1955) introdussero con l'Indice Saprobico una scala numerica tra 1 e 4. SLADECEK (1973) elaborò una lista di organismi indicatori. LIEBMANN (1962) ha fatto un importante passo avanti con la trasformazione dei livelli saprobici, difficilmente comprensibili per i non addetti ai lavori, in classi di qualità delle acque e con lo sviluppo di mappe colorate di qualità delle acque. In questo modo ha fatto diventare le analisi biologiche una componente fissa della gestione delle acque. Dal 1976 Länderarbeitsgemeinschaft Wasser - LAWA pubblica regolarmente delle carte di qualità biologica delle acque della Repubblica Federale Tedesca, che hanno trovato un posto centrale nella protezione delle acque. Data l'importanza del Sistema Saprobico per la gestione delle acque nella Repubblica Federale Tedesca era necessario operare una valida standardiz-

<sup>1</sup> 14024 Strümpellstr. 6 - 40225 Düsseldorf, Germania

zazione del metodo.

L'occasione si presentò nell'ambito della revisione dei metodi di riferimento tedeschi per le analisi delle acque e dei fanghi e la loro traduzione in norme DIN (Deutsches Institut für Normung; Istituto tedesco di normalizzazione) e a tal fine venne istituito un gruppo di lavoro nell'ambito della commissione norme DIN sulle acque, composto da diversi esperti.

La revisione del Sistema Saprobico si è basata sulla letteratura disponibile e soprattutto sui dati e sulle esperienze non pubblicati delle analisi biologiche delle acque correnti dell'ultimo decennio, abbinati alle elaborazioni statistiche dei relativi dati delle analisi chimiche delle acque. Il risultato di questa revisione è un metodo standardizzato basato sull'Indice Saprobico e su un elenco di organismi acquatici bentonici indicatori (DIN 38410 parte 2, 1990).

### Limiti di applicazione

L'Indice Saprobico valuta il grado di inquinamento organico dovuto a sostanze biologicamente decomponibili, ma non è adatto a indicare gli effetti di inquinamenti da sostanze tossiche e le conseguenze dell'acidificazione delle acque.

L'Indice Saprobico è applicabile alle acque superficiali costantemente o temporaneamente correnti. Possono insorgere difficoltà in corsi d'acqua sbarrati e in acque correnti con velocità molto elevata, come ad esempio fiumi e torrenti alpini e montani, in cui l'ossigenazione fisica e la forte corrente impediscono la sedimentazione e diventano fattori ecologici determinanti. L'Indice Saprobico non è applicabile in acque salmastre e in quelle stagnanti naturali (laghi e stagni) ed artificiali (dighe). I canali e le acque a lento scorrimento sono una via di mezzo tra le acque tipicamente correnti e quelle tipicamente stagnanti, in questo caso l'Indice Saprobico necessita di una scrupolosa interpretazione.

### Lista degli organismi indicatori (Liste der Indikatororganismen)

Oltre a definire i limiti di applicazione dell'Indice Saprobico è stata rielaborata completamente la lista dei taxa indicatori secondo i seguenti criteri:

1. Tutte le forme obbligatoriamente fotoautotrofe sono state eliminate sulla base della definizione di livello saprobico di un corso d'acqua come grado della

sua eterotrofia.

2. Sono state inserite nella lista solo specie diffuse in buona parte dell'Europa centrale. Sono state comprese anche alcune specie alloctone ampiamente diffuse, la cui tolleranza ed indicazione ecologica fosse ben documentata, come ad esempio *Gammarus tigrinus*, *Potamopyrgus jenkinsi* e *Dugesia tigrina*. Sono state invece escluse specie molto rare, presumibilmente anche buone specie indicatrici, come ad esempio il Bivalve *Margaritifera margaritifera*, in quanto protette.
3. Sono stati compresi solo taxa (normalmente specie) la cui determinazione sistematica sia effettuabile senza dubbi. A tale scopo sono state elaborate due chiavi sistematiche semplificate che permettono di determinare tutti i taxa indicatori della lista: NAGEL P.: Bestimmungsschlüssel der Saprobien (1989) e BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT: Bestimmungsschlüssel für die Saprobier-DIN-Arten (1992).
4. Oltre a specie con una valenza ecologica molto stretta, ve ne sono altre che sopportano un ampio spettro di condizioni di carico organico delle acque. Sono stati inseriti nella lista solo i taxa con una stretta indicazione saprobica e che compaiono al massimo in cinque dei sette livelli saprobici.
5. Sono state considerate solo specie bentoniche.

Sulla base di questi criteri è stato cancellato un gran numero di specie presenti nei precedenti elenchi; in particolare, sono state eliminate tutte le piante obbligatoriamente fotoautotrofe (piante con fiori, muschi, alghe) e tutte le forme planctoniche. I Rotiferi e gli Idracarinari sono stati esclusi per le difficoltà di determinazione. Tutti gli Eterotteri sono stati esclusi per la loro insufficiente indicazione saprobica. Infine dai gruppi tassonomici rimasti nell'elenco sono state eliminate molte specie, per la loro inadeguata valenza ecologica o per le difficoltà di determinazione.

L'elenco degli organismi indicatori DIN (DIN 38410 parte 2, 1990), riportato in appendice, comprende complessivamente 249 taxa, soprattutto specie, alcuni generi e sottogeneri e in qualche singolo caso sottofamiglie. È divisa in due parti: lista dei microorganismi (90 taxa) e lista dei macroorganismi (159 taxa). I microorganismi e i macroorganismi vengono considerati separatamente in quanto le modalità di campionamento, di trattamento e di conservazione

del campione sono diverse. I microorganismi in genere devono essere determinati in vivo con l'uso del microscopio.

L'elenco dei microorganismi comprende: Batteri (10), Funghi (2), Flagellati (14), Ciliati (49), Rizopodi (7), Oligocheti (8). La lista dei macroorganismi comprende: Poriferi (3), Celenterati (2), Turbellari (9), Gasteropodi (13), Bivalvi (7), Oligocheti (4), Irudinei (4), Crostacei (7), Efemerotteri (22), Odonati (8), Plecotteri (13), Megalotteri (2), Coleotteri (25), Tricotteri (25), Ditteri (8), Briozoi (5) e Pesci (2).

Per ogni taxon indicatore, nell'elenco sono indicati il "valore saprobico" (Saprobienwert: s) e il "peso indicatore" (Indikationsgewicht: G); è inoltre abbinato un codice numerico per l'elaborazione dei dati al computer.

### Valore saprobico (Saprobienwert: s), peso indicatore (Indikationsgewicht: G) e calcolo dell'Indice Saproibico (Saprobienindex: S)

Nel Sistema Saproibico si distinguono sette livelli saprobici, a cui corrispondono altrettanti intervalli dell'Indice Saproibico (Tab. 1, prime due colonne). Le specie indicatrici sono in grado di vivere solo all'interno di un intervallo dei livelli saprobici: questo intervallo definisce la valenza saprobica di una specie indicatrice ed è una misura della sua forza indicatrice per la valutazione di una stazione di campionamento. ZELINKA e MARVAN (1961) hanno espresso con valori

numerici questa valenza saprobica attraverso una distribuzione in 10 punti tra il livello oligosaprobico e polisaprobico. Nell'ambito della revisione è stata scelta una distribuzione in 20 punti, in maniera tale da aumentare il numero delle possibili combinazioni. Nell'elenco degli organismi indicatori, diviso in macroorganismi e microorganismi, è riportata per ogni taxon la distribuzione in 20 punti (FRIEDRICH, 1990). Queste valutazioni si basano sulle pluriennali personali esperienze dei componenti del gruppo di lavoro DIN nel settore delle analisi biologiche delle acque correnti in Germania e sulla valutazione dei dati pubblicati e di quelli numerosissimi non pubblicati riferiti ai rinvenimenti biologici in tutti gli ambienti e regioni. Inoltre sono stati considerati anche i dati relativi alle analisi chimiche delle acque. Le attribuzioni sono quindi prettamente empiriche.

La più o meno stretta valenza ecologica si può dedurre dal valore della deviazione standard della distribuzione in 20 punti. Quanto più è piccolo il valore della deviazione standard, tanto più stretta è la valenza ecologica del taxon e quindi maggiore il suo valore come indicatore. ZELINKA e MARVAN (1961) hanno rappresentato la qualità di indicazione come "peso indicatore" (Indikationsgewicht: G), utilizzando una scala numerica da 1 a 5, dove 5 rappresenta il più alto peso indicatore. Nella revisione il peso indicatore non viene più espresso in serie aritmetica, ma in progressione geometrica 1 - 2 - 4 - 8 - 16, in maniera

Tab. 1. Livelli Saproibici con i corrispondenti intervalli dell'Indice Saproibico; classi di qualità delle acque correnti in riferimento al grado di inquinamento organico dovuto a sostanze biologicamente decomponibili e relativi colori per la rappresentazione cartografica (da DIN 38410 parte 2, 1990, modificato).

Livello Saproibico	Indice Saproibico	Classe di qualità	Grado di inquinamento organico	Colore
oligosaprobico	1,0 - < 1,5	I	acque prive di carico organico o con carico organico molto basso	blu
oligosaprobico-β-mesosaprobico	1,5 - < 1,8	I-II	acque con basso carico organico	azzurro
β-mesosaprobico	1,8 - < 2,3	II	acque con moderato carico organico	verde scuro
β-mesosaprobico-α-mesosaprobico	2,3 - < 2,7	II-III	acque con carico organico critico	verde chiaro
α-mesosaprobico	2,7 - < 3,2	III	acque fortemente inquinate	giallo
α-mesosaprobico-polisaprobico	3,2 - < 3,5	II-IV	acque molto fortemente inquinate	arancione
polisaprobico	3,5 - < 4,0	IV	acque eccezionalmente inquinate	rosso



Tab. 2. Determinazione del peso indicatore G dal valore di deviazione standard della distribuzione in 20 punti (da DIN 38410 parte 2, 1990).

Intervallo di deviaz. standard	Peso indicatore G
0,0 - < 0,2	16
> 0,2 - < 0,4	8
> 0,4 - < 0,6	4
> 0,6 - < 0,8	2
> 0,8 - < 1,0	1
> 1,0	Taxon non adatto come indicatore

tale che le specie con una stretta valenza ecologica abbiano un maggiore peso nel calcolo dell'Indice Saprobico (Tab. 2). Sono stati inclusi nella lista DIN degli organismi indicatori solo i taxa con un peso indicatore uguale a 4 o maggiore.

Dalla distribuzione in 20 punti è stato calcolato per ogni taxon il valore saprobico (Saprobienwert: s), moltiplicando il numero dei punti per il corrispondente livello saprobico, sommando i prodotti e dividendo per 20, per esempio:

*Crenobia alpina*:

Livelli saprobici	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
Punti	18	2					

$$s = (1 \times 18 + 1,5 \times 2): 20 = 1,1$$

Calcolando per questa distribuzione la deviazione standard = 0,15 e consultando la Tab. 2 si determina quindi il peso indicatore G = 16.

*Rhyacophila (Hyperrhyacophila) spp.*:

Livelli saprobici	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
Punti	3	14	3				

$$s = (1 \times 3 + 1,5 \times 14 + 2 \times 3): 20 = 1,5$$

deviaz. standard = 0,28; quindi peso indicatore G = 8.

*Ephemerella ignita*:

Livelli saprobici	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
Punti	1	6	9	4			

$$s = (1 \times 1 + 1,5 \times 6 + 2 \times 9 + 2,5 \times 4): 20 = 1,9$$

deviaz. standard = 0,42; quindi peso indicatore G = 4.

*Limnodrilus spp.*:

Livelli saprobici	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
Punti			1	1	7	7	4

$$s = (2 \times 1 + 2,5 \times 1 + 3 \times 7 + 3,5 \times 7 + 4 \times 4): 20 = 3,3$$

deviaz. standard = 0,52; quindi peso indicatore G = 4.

Per il calcolo dell'Indice Saprobico è stata scelta l'impostazione di calcolo di ZELINKA e MARVAN (1961). Al posto del numero di individui viene stimata l'abbondanza degli organismi con una scala numerica relativa di 7 valori di abbondanza: A (DIN 38410 parte 1, 1987):

- 1 = singolo individuo,
- 2 = pochi,
- 3 = da pochi ad un numero medio,
- 4 = in numero medio,
- 5 = da numero medio a molti,
- 6 = molti,
- 7 = in massa.

Nella stima dell'abbondanza vengono considerati tutti gli stadi di sviluppo acquatici di un taxon: larve, pupe e immagini. Non vanno invece considerati gli organismi morti, i gusci vuoti dei Molluschi e le ooteche vuote.

Per il calcolo dell'Indice Saprobico (S) si utilizza, secondo ZELINKA e MARVAN (1961), la seguente formula:

$$S = \frac{\sum s_i \cdot A_i \cdot G_i}{\sum s_i \cdot A_i \cdot G_i}$$

Per l'Indice Saprobico viene inoltre calcolato l'errore standard (SM) con la seguente formula:

$$SM = \sqrt{\frac{\sum (s_i - S) \cdot A_i \cdot G_i}{(n-1) \cdot \sum A_i \cdot G_i}}$$

dove:

- S = Indice Saprobico;
- $s_i$  = valore saprobico dell'i-esimo taxon indicatore;
- $A_i$  = valore di abbondanza dell'i-esimo taxon indicatore;

$G_i$  = peso indicatore dell'*i*-esimo taxon indicatore;  
 $n$  = numero complessivo dei taxa indicatori;  
 SM = errore standard.

I macroorganismi e i microorganismi vengono campionati e conservati separatamente, in quanto popolano differenti microhabitat. Merita osservare che i microorganismi possono reagire in pochi giorni al mutamento delle condizioni ambientali, mentre i macroorganismi necessitano settimane o perfino anni per reagire chiaramente alle variazioni del carico organico. Per questo motivo nel metodo DIN è previsto che il Micro-Indice e il Macro-Indice vengano elaborati separatamente. Si ha così una valutazione più dettagliata delle condizioni della stazione di campionamento.

Nel caso in cui i valori del Micro-Indice e del Macro-Indice siano molto diversi, non si deve calcolare semplicemente la media aritmetica dei due valori, in quanto il risultato potrebbe allontanarsi considerevolmente dalle reali condizioni dell'ambiente. In questo caso si calcola un Indice Saprobico Unitario, considerando contemporaneamente tutti i taxa micro e macro indicatori presenti.

Se l'errore standard è  $> + 0,20$  non è possibile valutare chiaramente con l'Indice Saprobico il livello di carico organico da sostanze biologicamente degradabili. Per la valutazione della stazione di campionamento sono necessari in questo caso altri parametri o campionamenti; analogamente se la somma delle abbondanze è  $< 15$ .

### Espressione dei risultati

L'Indice Saprobico e l'errore standard vengono espressi con due cifre decimali dopo la virgola; viene indicata inoltre la somma delle abbondanze. Ad esempio:

$$S = 1,34 \quad SM = \pm 0,07 \quad \sum A_i = 21$$

I risultati vengono utilizzati per la determinazione delle classi di qualità delle acque correnti (Tab. 3).

Le sette classi di qualità, determinate dagli intervalli dell'Indice Saprobico, vengono rappresentate cartograficamente con altrettanti colori convenzionali: blu, azzurro, verde chiaro, verde scuro, giallo, arancione e rosso. In questo modo, utilizzando i dati ottenuti con l'Indice Saprobico integrati nei casi dubbi

dai dati delle analisi fisiche e chimiche delle acque, vengono elaborate delle carte di qualità delle acque correnti; con lo spessore crescente del tratto colorato viene indicata la gerarchia idrologica dei corsi d'acqua.

Gli istituti ed uffici per l'ambiente di ogni singolo Land della Repubblica Federale Tedesca (Landesanstalt für Umwelt e Landesumweltamt) provvedono ai campionamenti dei corsi idrici di loro competenza, elaborano i dati raccolti e pubblicano le carte di qualità delle acque dei Länder. I dati di ogni Land vengono quindi raccolti ed integrati per l'elaborazione della carta nazionale di qualità delle acque. Dal 1976 (LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER, 1976) viene pubblicata ogni 5 anni la carta di qualità delle acque correnti della Repubblica Federale Tedesca. Nel 1991 è stata pubblicata la prima carta di qualità delle acque correnti di tutta la Germania unita (compresa la ex-Repubblica Democratica Tedesca) riferita al 1990 (LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER, 1991).

Dato lo stato di degrado delle acque nel 1990 nella ex-DDR, è stato necessario definire una IV classe "B", ambiente ecologicamente distrutto, per alcuni tratti di corsi idrici. Nella carta del 1995 (LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER, 1996) questa classe è scomparsa a dimostrazione del fatto che i provvedimenti di risanamento attuati nei Länder della ex-DDR sono stati efficaci. Dal confronto delle varie edizioni della carta di qualità delle acque emerge un graduale miglioramento delle condizioni dei corsi idrici, in seguito agli interventi di risanamento, con una graduale riduzione dei tratti colorati in rosso, arancione e giallo e prevalenza dei tratti in verde e blu.

Attualmente vengono elaborate altre carte tematiche di qualità delle acque correnti riferite al grado di acidificazione, al grado di trofia, al carico di cloruri, al carico di sostanze tossiche e all'inquinamento termico. Ognuna di queste carte viene elaborata con un metodo diverso, ad esempio per la valutazione del grado di acidificazione delle acque correnti viene utilizzato un metodo, tuttora in fase di standardizzazione, basato sulla differente sensibilità di varie specie di macroinvertebrati bentonici ai valori del pH. È prevista la pubblicazione di un atlante di qualità delle acque, in cui la carta di qualità basata sull'Indice Saprobico verrà affiancata dalle varie carte tematiche (LAWA, 1996).

**Applicazione pratica del Macro-Indice Saprobico**

Il campionamento dei macroorganismi si effettua con un retino immanicato (DIN EN 27828, 1994) ed è di tipo qualitativo. In casi particolari si può campionare semplicemente con le mani, raccogliendo le pietre sommerse ed osservando direttamente gli organismi ad esse fissati.

Sul campo si procede ad una prima determinazione in vivo degli organismi campionati, aiutandosi con la lente di ingrandimento. Vengono raccolti e conservati in alcool 70% solo alcuni organismi la cui determinazione non è sicura o la cui determinazione è possibile solo al microscopio.

Si procede quindi alla compilazione della scheda di

Tab. 3. Definizione delle classi di qualità delle acque correnti (LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER - LAWA, 1991)

Classe di qualità	Definizione
<b>I</b>	<b>Acque prive di carico organico o con carico organico molto basso</b> Tratti di corsi d'acqua con acqua limpida, sempre satura d'ossigeno e povera di nutrienti; basso contenuto di batteri; popolati in densità moderata, prevalentemente da alghe, muschi, Turbellari e larve di Insetti; se la temperatura in estate è bassa, acque di frega per Salmonidi.
<b>I-II</b>	<b>Acque con basso carico organico</b> Tratti di corsi d'acqua con bassi apporti di nutrienti inorganici ed organici, senza un significativo consumo di ossigeno; densamente popolati con una grande ricchezza di specie; se la temperatura in estate è bassa, presenti Salmonidi.
<b>II</b>	<b>Acque con moderato carico organico</b> Tratti di corso d'acqua con un moderato carico organico e un buon rifornimento di ossigeno, grande ricchezza di specie ed alta densità di alghe, Gasteropodi, piccoli Crostacei e larve di Insetti; le piante acquatiche ricoprono grandi superfici; acque ricche di pesci.
<b>II-III</b>	<b>Acque con carico organico critico</b> Tratti di corsi d'acqua, con situazione critica dovuta al carico di sostanze organiche, la cui decomposizione consuma ossigeno; possibili morie di pesci dovute alla carenza di ossigeno; determinate specie tendono ad uno sviluppo in massa; le alghe coprono spesso superfici molto estese; per lo più acque ancora ricche di pesci.
<b>III</b>	<b>Acque fortemente inquinate</b> Tratti di corsi d'acqua con forte inquinamento organico e con basse concentrazioni di ossigeno disciolto; locali depositi di fango marcescente, ampie colonie di batteri filamentosi e Ciliati sessili superano le presenze di alghe e piante acquatiche; a causa della carenza di ossigeno sono presenti, a volte in massa, solo macroinvertebrati poco sensibili come Poriferi, Irudinei, Asellidi; periodiche morie di pesci.
<b>III-IV</b>	<b>Acque molto fortemente inquinate</b> Tratti di corsi d'acqua con condizioni di vita molto rigide, a causa del forte inquinamento organico che determina consumo di ossigeno, spesso acute da immissioni di sostanze tossiche; possibili temporanee condizioni di anossia; intorbidamento a causa di acque reflue con materiali in sospensione; estesi depositi di fango marcescente densamente popolati da larve di Chironomidi rossi e Tubificidi; diminuzione dei batteri filamentosi; pesci presenti solo temporaneamente e localmente.
<b>IV</b>	<b>Acque eccezionalmente inquinate</b> Tratti di corsi d'acqua con eccezionale inquinamento organico e forte consumo di ossigeno; predominano processi di decomposizione; l'ossigeno disciolto è presente costantemente solo a bassissima concentrazione o completamente assente; presenti solo Batteri, Flagellati e Ciliati non sessili; pesci assenti; in caso di forte inquinamento da sostanze tossiche spopolamento biologico.

campionamento divisa in due parti.

La prima parte comprende: nome del corso d'acqua e della stazione di campionamento, data e ora, condizioni meteorologiche, larghezza e profondità del corso d'acqua, turbolenza, velocità della corrente, portata, torbidità, colore e odore dell'acqua, formazione di schiume, granulometria del substrato in %, vegetazione acquatica e riparia, ombreggiamento, stato delle rive. Solitamente si effettuano con strumenti da campo misurazioni di: temperatura dell'acqua, pH, conducibilità, concentrazione dell'ossigeno disciolto (mg/l e % di saturazione).

La seconda parte è una lista di organismi presumibilmente presenti nel corso idrico (permette di snellire il lavoro), sulla quale vengono segnate le abbondanze stimate con una scala discreta da 1 a 7 di tutti gli organismi campionati (indicatori e non indicatori).

Il campionamento è piuttosto rapido, si impiega circa un'ora per una stazione (si campionano 5-6 stazioni al giorno).

In laboratorio si completa poi il lavoro di determinazione e si elaborano i dati al computer, utilizzando un programma apposito per il calcolo dell'Indice Saprobico (si può comunque preparare un foglio elettronico di calcolo, ad esempio con Excel). L'operazione di inserimento dati è snellita dall'uso di codici numerici per le specie.

Infine si stampa una scheda con l'elenco degli organismi campionati, le loro abbondanze relative e, per i taxa indicatori, il loro valore saprobico (s) e peso indicatore (G). A piè di pagina vengono riportati il valore calcolato dell'Indice Saprobico con l'errore standard e la somma delle abbondanze dei taxa indicatori. Sulla base di questi dati, valutando anche i risultati delle misurazioni fisico-chimiche, viene determinata la classe di qualità della stazione campionata.

A titolo di esempio si riporta una scheda di campionamento su una stazione del Reno.

Fiume Reno tra Colonia e Düsseldorf, (km 707 riva destra, località Monheim, 9 agosto 1995).

Macroorganismi:	A	s	G
<b>PORIFERA:</b>			
<i>Ephydatia fluviatilis</i>	5	2,2	8
<b>TURBELLARIA:</b>			
<i>Dugesia tigrina</i>	4	2,2	8
<b>GASTROPODA:</b>			
<i>Ancylus fluviatilis</i>	3	2,0	4
<i>Bithynia tentaculata</i>	4	2,3	8
<b>BIVALVA:</b>			
<i>Anodonta cygnea</i>	3	2,0	8
<i>Corbicula fluminalis</i>	4		
<i>Corbicula fluminea</i>	4		
<i>Dreissena polymorpha</i>	3	2,2	4
<i>Unio pictorum</i>	3	2,0	4
<b>HIRUDINEA:</b>			
<i>Erbopdella octoculata</i>	2	2,7	4
<b>CRUSTACEA:</b>			
<i>Asellus aquaticus</i>	1	2,7	4
<i>Chaetogammarus ischnus</i>	4		
<i>Corophium curvispinum</i>	5		
<i>Gammarus tigrinus</i>	3	2,4	4
<b>EPHEMEROPTERA:</b>			
<i>Ephoron virgo</i>	4		
<b>TRICHOPTERA:</b>			
<i>Ceraclea dissimilis</i>	3		
<i>Ecnomus tenellus</i>	3	2,2	8
<i>Hydropsyche contubernalis</i>	4		
<b>DIPTERA:</b>			
<i>Rheotanytarsus spp.</i>	4		
S = 2,21		SM = ± 0,05	Σ A <sub>i</sub> = 34

Numero specie indicatrici = 11

Numero complessivo specie = 19

Classe di qualità II (acque con moderato carico organico)

## APPENDICE

Elenco degli organismi indicatori col rispettivo valore saprobico e peso indicatore (da DIN 38410 parte 2, 1990) e con la distribuzione in 20 punti nei 7 livelli saprobici (da Z. Wasser- Abwasser-Forsch., 23: 141-152, 1990)

Taxon	Valore sapro- bico s	Peso indicatore g	Distribuzione in 20 punti nei 7 livelli saprobici						
			1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
<b>PORIFERA</b>									
<i>Ephydatia fluviatilis</i> (L.)	2,2	8		2	10	6	2		
<i>Ephydatia muelleri</i> LIEBERKÜHN	2,0	8		2	16	2			
<i>Spongilla lacustris</i> (L.)	2,2	8		2	10	6	2		
<b>COEL. ENTERATA</b>									
<i>Hydra viridissima</i> PALLAS	1,3	8	10	8	2				
syn.: <i>Chlorohydra viridissima</i> (PALLAS)									
<i>Cordylophora caspia</i> PALLAS	2,2	8		2	10	6	2		
syn.: <i>C. lacustris</i> ALLMAN									
<b>TURBELLARIA</b>									
<i>Crenobia alpina</i> (DANA)	1,1	16	18	2					
syn.: <i>Planaria alpina</i> DANA									
<i>Dendrocoelum lacteum</i> (O.F.M.)	2,2	8		2	10	6	2		
<i>Dugesia gonocephala</i> (DUGES)	1,6	8	2	13	4	1			
<i>Dugesia lugubris</i> (O. SCHMIDT)	2,1	4		3	12	3	2		
syn.: <i>Planaria lugubris</i> O. SCHMIDT									
<i>Dugesia tigrina</i> (GIRARD)	2,2	8		2	10	6	2		
<i>Planaria torva</i> (O.F.M.)	2,3	4		3	6	7	4		
<i>Polycelis felina</i> (DALYELL)	1,1	16	18	2					
syn.: <i>P. cornuta</i> (JOHNSON)									
<i>P. tothi</i> MEHELY									
<i>Polycelis nigra</i> (O. F. M.)	2,0	8		3	14	3			
<i>Polycelis tenuis</i> IJIMA	2,0	8		3	14	3			
<b>GASTROPODA</b>									
<i>Acroloxus lacustris</i> (L.)	2,2	4	1	4	6	8	2		
<i>Ancylus fluviatilis</i> O. F. M.	2,0	4		3	12	3	1		
<i>Bathymphalus contortus</i> (L.)	2,2	4							
syn.: <i>Anisus contortus</i> L.									
<i>Bithynia tentaculata</i> (L.)	2,3	8		1	8	9	2		
syn.: <i>Bulinus tentaculatus</i>									
<i>Bythynella</i> spp.	1,0	16	20						
<i>Gyraulus albus</i> (O. F. M.)	2,1	8		3	11	5	1		
<i>Physa fontinalis</i> (L.)	2,4	4		3	8	7	2	1	
<i>Physella acuta</i> (DRAPARNAUD)	2,8	4			2	7	8	3	
syn.: <i>Physa acuta</i> DRAPARNAUD									
<i>Potamopyrgus jenkinsi</i> (E. A. SMITH)	2,3	4		2	7	8	3		
syn.: <i>P. crystallinus carinatus</i>									
<i>Radix ovata</i> (DRAPARNAUD)	2,3	4		3	7	6	3	1	
syn.: <i>Lymnaea peregra</i> auct., nec O. F. M.									
<i>Lymnaea balthica</i> f. <i>peregra</i> auct., nec O. F. M.									
<i>Radix peregra</i> auct., nec (O. F. M.)									
<i>Radix peregra</i> f. <i>ovata</i> (DRAPARNAUD)									
<i>Theodoxus fluviatilis</i> (L.)	1,7	8		13	6	1			
<i>Valvata piscinalis</i> (O. F. M.)	2,1	8		3	10	7			



Taxon	Valore saprobico s	Peso indicatore g	Distribuzione in 20 punti nei 7 livelli saprobici						
			1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
(segue macroorganismi)									
<i>Viviparus viviparus</i> (L.) syn.: <i>V. fasciatus</i> EHRMANN	2,0	8		5	10	5			
<b>L.AMELLIBRANCHIATA</b>									
<i>Anodonta cygnea</i> (L.) syn.: <i>A. cellensis</i> EHRMANN	2,0	8		6	8	6			
<i>Dreissena polymorpha</i> (PALLAS)	2,2	4		3	8	7	2		
<i>Sphaerium corneum</i> (L.)	2,3	4		2	7	8	3		
<i>Sphaerium rivicola</i> (LAMARCK)	2,2	4		3	8	7	2		
<i>Unio crassus</i> PHILIPSSON	1,8	8		11	6	3			
<i>Unio pictorum</i> (L.)	2,0	4		6	8	6			
<i>Unio tumidus</i> PHILIPSSON	2,0	8		3	14	3			
<b>OLIGOCHAETA</b>									
<i>Branchiura sowerbyi</i> BEDDARD	2,1	8		3	11	5	1		
<i>Limnodrilus</i> spp.	3,3	4			1	1	7	7	4
<i>Lumbriculus variegatus</i> (O. F. M.)	3,0	4			2	4	8	4	2
<i>Tubifex</i> spp.	3,5	4			1	1	2	9	7
<b>HIRUDINEA</b>									
<i>Erpobdella octocolata</i> (L.)	2,7	4		1	3	5	9	2	
<i>Glossiphonia complanata</i> (L.)	2,2	8		2	10	6	2		
<i>Glossiphonia heteroclita</i> (L.)	2,5	4			6	9	4	1	
<i>Helobdella stagnalis</i> (L.)	2,6	4		1	3	8	7	1	
<b>CRUSTACEA</b>									
<i>Asellus aquaticus</i> (L.)	2,7	4		1	3	7	5	4	
<i>Atyaephyra desmaresti</i> (MILLET)	1,9	8		7	10	3			
<i>Gammarus fossarum</i> (KOCH)	1,6	8	3	11	5	1			
<i>Gammarus pulex</i> (L.)	2,1	4	1	3	10	3	3		
<i>Gammarus roeseli</i> GERVAIS	2,0	8		2	16	2			
<i>Gammarus tigrinus</i> SEXTON	2,4	4		1	6	9	4		
<i>Proasellus coxalis</i> (DOLLFUS)	2,8	4			3	4	11	2	
<b>EPHEMEROPTERA</b>									
<i>Baëtis alpinus</i> (PICTET)	1,2	8	14	4	2				
<i>Baëtis fuscatus</i> (L.)	2,1	4	1	1	13	3	2		
<i>Baëtis muticus</i> (L.)	1,4	4	9	6	5				
<i>Baëtis rhodani</i> (PICTET)	2,3	8		2	6	10	2		
<i>Baëtis vernus</i> CURTIS	2,1	4	1	4	7	6	2		
<i>Centroptilum luteolum</i> (MÜLLER)	1,9	4	2	3	13	1	1		
<i>Cloeon dipterum</i> (L.)	2,2	8		2	10	6	2		
<i>Cloeon simile</i> EATON	2,2	8		2	10	6	2		
<i>Ecdyonurus forcipula</i> (PICTET)	1,7	4	2	11	4	3			
<i>Ecdyonurus venosus</i> (F.)	1,7	8	2	9	8	1			
<i>Electrogena lateralis</i> (CURTIS) syn.: <i>Ecdyonurus lateralis</i> (CURTIS)	1,5	4	7	8	3	2			
<i>Epeorus sylvicola</i> Pictet syn. <i>E. assimilis</i> EATON	1,4	8	6	12	2				
<i>Ephemera danica</i> MÜLLER	1,8	8		9	10	1			
<i>Ephemerella ignita</i> (PODA)	1,9	4	1	6	9	4			
<i>Ephemerella major</i> (KLAPALEK) syn.: <i>E. belgica</i> (LESTUEC)	1,4	4	8	9	2	1			

(segue macroorganismi) Taxon	Valore saprobico s	Peso indicatore g	Distribuzione in 20 punti nei 7 livelli saprobici						
			1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
<i>Torleya belgica</i> LESTAGE									
<i>Ephemerella mucronata</i> BENGTSOON	1,4	4	9	6	5				
<i>Habroleptoides modesta</i> (HAGEN)	1,6	4	4	9	6	1			
<i>Heptagenia flava</i> ROSTOCK	2,0	4	1	3	12	3	1		
<i>Heptagenia sulphurea</i> (MÜLLER)	2,0	4	1	3	12	3	1		
<i>Paraleptophlebia submarginata</i> (STEPHENS)	1,5	4	6	9	4	1			
<i>Potamanthus luteus</i> (L.)	2,1	8		3	10	7			
<i>Rhithrogena semicolorata</i> (CURTIS)	1,6	8	2	13	4	1			
ODONATA									
<i>Aeshna cyanea</i> (O. F. M.)	2,0	8	1	2	14	2	1		
<i>Calopteryx splendens</i> (HARRIS)	2,0	8		4	12	4			
<i>Calopteryx virgo</i> (L.)	1,9	8	1	5	11	3			
<i>Cordulegaster boltoni</i> (DONOVAN)	1,5	8	4	12	4				
<i>Lestes viridis</i> (LINDEN)	2,1	8		3	11	5	1		
<i>Onychogomphus forcipatus</i> (L.)	2,0	8		2	16	2			
<i>Platycnemis pennipes</i> (PALLAS)	2,1	8		3	11	5	1		
<i>Pyrrhosoma nymphula</i> (SULZER)	2,0	8		3	11	5	1		
PLECOPTERA									
<i>Amphinemura</i> spp.	1,4	8	5	14	1				
<i>Brachyptera risi</i> (MORTON)	1,2	8	14	4	2				
<i>Brachyptera seticornis</i> (KLAPALEK)	1,2	8	14	4	2				
<i>Chloroperla</i> spp.	1,3	8	10	8	2				
<i>Dinocras cephalotes</i> (CURTIS)	1,3	4	15	5	2	1			
<i>Diura bicaudata</i> (L.)	1,0	16	19	1					
<i>Euleuctra geniculata</i> STEPHENS	1,6	16		16	4				
<i>Leuctra braueri</i> KEMPNY	1,4	4	9	6	5				
<i>Leuctra nigra</i> (OLIVIER)	1,4	4	9	6	5				
<i>Perla burmeisteriana</i> CLAASSEN	1,6	16		16	4				
<i>Perla marginata</i> (PANZER)	1,2	8	14	4	2				
<i>Perlodes microcephala</i> (PICTET)	1,3	8	10	8	2				
MEGALOPTERA									
<i>Sialis fuliginosa</i> PICTET	2,0	8		3	13	3	1		
<i>Sialis lutaria</i> (L.)	2,3	4		3	8	4	4	1	
COLEOPTERA									
<i>Agabus biguttatus</i> (OLIVIER)	2,6	8			3	10	7		
<i>Anacaena globulus</i> (PAYKULL)	1,9	8	1	5	11	3			
<i>Brychius elevatus</i> (PANZER)	2,1	4		4	9	6	1		
<i>Elmis latreillei</i> BEDEL	1,1	16	16	4					
<i>Elmis maugetii</i> LATREILLE	1,5	8	5	11	3	1			
<i>Esolus angustatus</i> (P. MÜLLER)	1,2	8	12	8					
<i>Esolus parallelepipedus</i> (P. MÜLLER)	1,6	8	1	14	5				
<i>Haliplus laminatus</i> (SCHALLER)	2,4	8		1	5	11	3		
<i>Helichus substriatus</i> (P. MÜLLER)	2,2	8		14	3	3			
<i>Helophorus aquaticus</i> (L.)	2,2	4		3	8	7	2		
<i>Helophorus arvernensis</i> MULSANT	2,0	8		3	14	3			
<i>Hydraena minutissima</i> STEPHENS	1,5	8	3	14	8				
<i>Hydraena nigrita</i> GERMAR	1,3	8	8	12					
<i>Hydraena pygmaea</i> WATERHOUSE	1,4	16	4	16					
<i>Limnebius truncatellus</i> (THUNBERG)	1,5	8	3	14	3				

(segue macroorganismi)	Valore saprobico s	Peso indicatore g	Distribuzione in 20 punti nei 7 livelli saprobici						
			1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
<i>Limnius perrisi</i> (DUFOR)	1,4	8	6	12	2				
<i>Limnius volckmari</i> (PANZER)	1,6	8	3	10	7				
<i>Orectochilus villosus</i> (P. MÜLLER)	2,0	4		6	9	4	1		
<i>Oreodytes rivalis</i> (GYLLENHAL)	1,7	8	2	10	6	2			
<i>Oulimnius tuberculatus</i> (P. MÜLLER)	1,9	8		5	14	1			
<i>Platambus maculalus</i> (L.)	2,3	8		1	9	7	3		
<i>Potamonectes assimilis</i> (PAYKULL)	2,2	8		3	7	9	1		
<i>Potamonectes depressus</i> (FABRICIUS)	2,2	8		3	7	9	1		
<i>Riolus cupreus</i> (P. MÜLLER)	1,9	8		6	12	2			
<i>Riolus subviolaceus</i> (P. MÜLLER)	1,7	8	2	9	8	1			
<i>Stictotarsus duodecimpustulatus</i> (FABRICIUS)	2,4	4		2	14	10	4		
<b>TRICHOPTERA</b>									
<i>Anabolia nervosa</i> (CURTIS)	2,0	8		2	16	2			
<i>Brachycentrus montanus</i> KLAPALEK	1,0	16	19	1					
<i>Brachycentrus subnubilus</i> CURTIS	1,9	4	1	8	7	3	1		
<i>Cheumatopsyche lepida</i> (PICTET)	2,1	8		2	12	6			
<i>Crunoecia irrorata</i> (CURTIS)	1,1	16	16	4					
<i>Ecnomus tenellus</i> (RAMBUR)	2,2	8		2	10	6	2		
<i>Glossosoma</i> spp.	1,5	8	5	10	5				
<i>Goera pilosa</i> (F.)	1,9	4		9	7	3	1		
<i>Hydropsyche siltalai</i> DÖHLER	1,8	8	1	7	11	1			
<i>Lasiocephala basalis</i> (KOLENATI)	1,8	8		9	10	1			
<i>Lepidostoma hirtum</i> (F.)	1,8	8		8	12				
<i>Odontocerum albicorne</i> (SCOPOLI)	1,4	4	10	5	4	1			
<i>Oligoplectrum maculatum</i> (FOURCROY)	1,7	8	2	11	5	2			
<i>Philopotamus</i> spp.	1,3	8	10	8	2				
<i>Plcetrocnechia</i> spp.	1,5	4	7	8	3	2			
<i>Polycentropus</i> spp.	2,0	8		5	11	4			
<i>Psychomyia pusilla</i> (F.)	2,1	4	1	4	8	4	3		
<i>Ptilocolepus granulatus</i> (PIELET)	1,0	16	19	1					
<i>Rhyacophila (Hyperrhyacophila) spp.</i>	1,5	8	3	14	3				
<i>Rhyacophila (Hyporhyacophila) spp.</i>	1,0	16	17	3					
<i>Rhyacophila (Rhyacophila) spp.</i>	2,0	4	1	3	12	3	1		
<i>Sericostomatinae</i>	1,5	8	4	13	2	1			
<i>Silo nigricornis</i> (PICTET)	1,5	8	2	16	2				
<i>Silo pallipes</i> (F.)	1,5	8	2	16	2				
<i>Silo piceus</i> (BRAUER)	1,0	16	16	4					
<b>DIPTERA</b>									
<i>Atherix ibis</i> (F.)	1,7	4	3	8	7	2			
<i>Chironomus plumosus</i> (L.) Gruppo	3,4	4				1	6	8	5
<i>Chironomus thummi</i> KIEFER Gruppo	3,2	4			1	2	6	10	1
<i>Eristalini</i>	4,0	16							20
<i>Liponeura</i> spp.	1,1	8	17	2	1				
<i>Odagmia ornata</i> (MEIGEN)	2,0	8	1	2	14	2	1		
<i>Prosimulium hirtipes</i> (FRIES)	1,5	4	6	10	2	2			
<i>Psychoda</i> spp.	3,4	4				1	7	7	5
<b>BRYOZOA</b>									
<i>Fredericella sultana</i> (BLUMENBACH)	2,1	8		2	14	2	2		
<i>Paludicella articulata</i> (Ehr.)	1,9	8		6	12	2			
<i>Plumatella emarginata</i> ALLMAN	2,0	8		5	11	3	1		

(segue macroorganismi)

Taxon	Valore saprobico s	Peso indicatore g	Distribuzione in 20 punti nei 7 livelli saprobici						
			1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
<i>Plumatella fungosa</i> (PALLAS)	2,3	4	2	7	8	3			
<i>Plumatella repens</i> (L.)	2,0	8	5	11	3	1			
<b>PISCES</b>									
<i>Cottus gobio</i> L.	1,5	8	4	13	3				
<i>Lampetra planeri</i> (BLOCH)	1,5	8	4	13	3				

**ELENCO DEI MICROORGANISMI**

Taxon	Valore saprobico s	Peso indicatore g	Distribuzione in 20 punti nei 7 livelli saprobici						
			1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
<b>SCHIZOMYCETES</b>									
<i>Beggiatoa alba</i> (VAUCH.)	3,7	8					1	10	9
<i>Chromatium okenii</i> (EHR. )	4,0	16							20
<i>Chromatium vinosum</i> (EHR.)	4,0	16							20
<i>Rhodospirillum rubrum</i> (V. ESMARCH)	3,9	16						4	16
<i>Rhodospirillum tenue</i> PFENNIG	3,9	16						4	16
<i>Sphaerotilus natans</i> KÜTZING	3,6	8					4	10	6
<i>Thiocystis violacea</i> VINOGRADSKY	4,0	16							20
<i>Thiosarcina rosea</i> (SCHROETER)	4,0	16							20
<i>Thiospirillum jenense</i> (EHR.)	4,0	16							20
<i>Zoogloea ramigera</i> Itzigsohn	3,9	16						4	16
<b>MYCOPHYTA</b>									
<i>Leptomitium lacteus</i> (ROTHERT)	3,4	8					8	8	4
<i>Fusarium aquaeductum</i> LAGERH.	3,9	16						2	18
<b>FLAGELLATA</b>									
<i>Anisonema acinus</i> DUJ.	2,5	8			5	10	5		
<i>Anthophysa vegetans</i> (O. F. M.)	2,4	8			8	9	3		
<i>Cercobodo longicauda</i> (STEIN)	4,0	16							20
<i>Chilomonas paramaecium</i> EHR.	2,5	4		1	4	9	6		
<i>Cladomonas fruticulosa</i> Stein	2,9	8				6	12	2	
<i>Hexamita</i> spp.	4,0	16							20
<i>Peranema grunulifera</i> PENARD	1,7	8	1	12	6	1			
<i>Peranema trichophorum</i> (EHR.)	3,0	8				2	16	2	
<i>Pleuromonas iaculans</i> PERTY	3,4	8					6	12	2
<i>Spongomonas uvella</i> STEIN	1,7	8	1	10	9				
<i>Tetramitus decissus</i> PERTY	4,0	16							20
<i>Tetramitus pyriformis</i> KLEBS	4,0	16							20
<i>Trepomonas</i> spp.	4,0	16							20
<i>Trigonomonas</i> spp.	4,0	16							20
<b>CILIOPHORA</b>									
<i>Amphileptus pleurosigma</i> (STOKES)	2,8	4			3	6	8	2	1
syn.: <i>Hemiophrys pleurosigma</i> STOKES									
<i>Aspidisca cicada</i> (O. F. M.)	3,0	4			2	5	6	5	2
syn.: <i>A. costata</i> (DUJ.)									
<i>Aspidisca lynceus</i> EHR.	2,5	8			5	9	6		
<i>Campanella umbellaria</i> (L.)	2,3	8			8	11	1		
<i>Charchesium polypinum</i> (L.)	3,1	4			1	4	7	6	2

Taxon	Valore saprobico s	Peso indicatore g	Distribuzione in 20 punti nei 7 livelli saprobici						
			1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
(segue microorganismi)									
<i>Caenomorpha</i> spp.	4,0	16							20
<i>Chilodonella uncinata</i> EHR. syn.: <i>C. dentata</i> (DUY.)	3,1	8				3	11	5	1
<i>Coleps</i> spp.	2,5	4			9	6	3	2	
<i>Colpidium campylum</i> (STOKES)	3,8	8					1	6	13
<i>Colpidium colpoda</i> (LOSANA)	3,5	4				1	3	10	6
<i>Cyclidium</i> spp.	3,1	8				3	11	5	1
<i>Dileptus margaritifer</i> (EHR.) syn.: <i>D. anser</i> (O. F. M.)	2,1	8	4	10	6				
<i>Epistylis plicatilis</i> EHR.	2,6	8		4	10	6			
<i>Euplotes affinis</i> (DUJ.)	3,0	8		1	4	11	4		
<i>Euplotes patella</i> (O. F. M.)	2,3	4		11	5	4			
<i>Frontonia acuminata</i> (EHR.)	2,1	8	3	12	4	1			
<i>Glaucoma scintillans</i> EHR.	3,6	4				1	4	7	8
<i>Halteria grandinella</i> O. F. M.	2,2	4	3	10	5	2			
<i>Homalozoon vermiculare</i> (STOKES)	1,9	4	10	6	3	1			
<i>Lacrymaria olor</i> (O. F. M.)	2,2	8		13	6	1			
<i>Litonotus cygnus</i> (O. F. M.)	2,0	4	7	6	6	1			
<i>Litonotus fasciola</i> (O. F. M.)	3,1	8			4	8	8		
<i>Litonotus lamella</i> (O. F. M.)	2,8	4		4	7	5	3	1	
<i>Loxophyllum meleagris</i> (O. F. M.)	2,0	4	6	10	3	1			
<i>Metopus</i> spp.	4,0	16							20
<i>Paramecium aurelia</i> Gruppo	2,9	4		1	6	10	2	1	
<i>Paramecium bursaria</i> (EHR.)	2,5	4		9	6	3	1	1	
<i>Paramecium caudatum</i> EHR.	3,4	4			2	6	8	4	
<i>Paramecium trichium</i> STOKES syn.: <i>P. putrinum</i> (CLAP. & LACH.)	3,6	4			1	3	8	8	
<i>Plagiophyla nasuta</i> STEIN	4,0	16							20
<i>Pleuronema coronatum</i> KENT	2,2	8		14	6				
<i>Spirostomum ambiguus</i> (O. F. M.)	3,2	8			3	9	7	1	
<i>Spirostomum minus</i> (ROUX)	2,9	4		2	6	7	3	2	
<i>Spirostomum teres</i> (CLAP. & LACH.)	3,0	4		1	4	10	4	1	
<i>Stentor coeruleus</i> (PALLAS)	2,5	8		7	8	5			
<i>Stentor muelleri</i> (BORY)	2,7	4		5	6	6	2	1	
<i>Stentor polymorphus</i> O. F. M.	2,6	4		6	6	6	2		
<i>Stentor roeseli</i> EHR.	2,7	8		3	8	9			
<i>Strobilidium caudatum</i> (FROM.) syn.: <i>S. gyrans</i> (STOKES)	2,0	8							
<i>Stylonychia mytilus</i> Gruppo	2,3	4	2	8	6	4			
<i>Tachysoma pellionella</i> (O. F. M.)	2,1	8		3	12	3			
<i>Tetrahymena pyriformis</i> Gruppo	3,5	4			1	4	8	7	
<i>Trachelius ovum</i> (EHR.)	2,5	8		5	10	5			
<i>Trithymostoma cucullulus</i> (O. F. M.) syn.: <i>Chilodonella cucullulus</i> (O. F. M.)	3,1	8		1	3	8	7	1	
<i>Trochilia minuta</i> (ROUX)	3,1	8			4	10	5	1	
<i>Uronema parduezi</i> FOISSNER	3,2	8			1	12	5	2	
<i>Vorticella campanula</i> EHR.	2,6	8		4	9	7			
<i>Vorticella convallaria</i> (L.)	3,0	4		1	4	10	4	1	
<i>Vorticella microstoma</i> EHR.	3,3	4			2	8	8	2	
<b>RHIZOPODA</b>									
<i>Actinophrys sol</i> EHR.	2,2	8	1	12	5	2			
<i>Actinosphaerium eichhorni</i> EHR.	1,9	8	8	10	2				



Taxon (segue microorganismi)	Valore saprobi- s	Peso indicatore g	Distribuzione in 20 punti nei 7 livelli saprobici							
			1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	
<i>Amoeba proteus</i> LEIDY syn <i>Chaos proteus</i> LEIDY	1,8	8	2	6	10	2				
<i>Diffugia</i> spp.	1,8	8		8	12					
<i>Diplophrys archeri</i> BARKER	2,5	8			5	10	5			
<i>Euglypha</i> spp.	2,0	16			20					
<i>Pelomyxa palustris</i> GREERF	3,5	8					5	10	5	
<b>OL.IGOCHAETA</b>										
<i>Aeolosoma hemprichi</i> EHR.	2,5	4			6	9	4	1		
<i>Aeolosoma quaternarium</i> EHR.	2,2	8		2	10	6	2			
<i>Aeolosoma variegatum</i> VEJDOVSKY	2,5	4			6	9	4	1		
<i>Chaetogaster</i> spp.	2,5	4			6	9	4	1		
<i>Nais elinguis</i> O. F. M.	2,6	4			6	7	4	3		
<i>Pristina lutea</i> O. SCHMIDT	3,0	8				3	14	3		
<i>Pristina bilobata</i> (BRETSCHER)	3,0	8				3	14	3		
<i>Stylaria lacustris</i> (L.)	2,3	4		2	7	8	3			

## Bibliografia

- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT - 1992. Bestimmungsschlüssel für die Saprobier-DIN-Arten (Makroorganismen) 2. Aufl. 274 pp. München.
- DIN 38410 Teil 1 - 1987. Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung: Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M): Allgemeine Hinweise, Planung und Durchführung für Fließgewässeruntersuchungen (M 1).
- DIN 38410 Teil 2 - 1990. Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung: Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M): Bestimmung des Saprobienindex (M2).
- DIN EN 27828 - 1994. Wasserbeschaffenheit: Probenahme für biologische Untersuchungen - Anleitung zur Probenahme aquatischer, bentischer Makro-Invertebraten mit dem Handnetz; ISO 7828: 1985 Deutsche Fassung EN 27828: 1994.
- FRIEDRICH G. - 1990. Eine Revision des Saprobien-systems. - Z. Wasser-Abwasser-Forsch., **23**: 141-152. KNÖPP H. - 1955. Grundsätzliches zur Frage biologischer Vorfluntersuchungen, erläutert an einem Gütelängsschnitt des Mains. Arch. Hydrobiol. suppl. **22** (3/4): 363-368.
- KOLKOWITZ R., MARSSON M. - 1902. Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. Mitt. kgl. Prüfungsanstalt Wasserversorgung Abwasserbeseitigung, Berlin-Dahlem 4, 33-72.
- LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA) - 1976. Die Gewässergütekart der Bundesrepublik Deutschland, 16 pp., 1. Karte Mainz.
- LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA) - 1991. Die Gewässergütekart der Bundesrepublik Deutschland 1990, LAWA, Berlin.
- LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA) - 1996. Die Gewässergütekart der Bundesrepublik Deutschland 1995, LAWA, in stampa.
- LIEBMANN H. - 1962. Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie Bd. 1, 2 Aufl. 588 pp. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- NAGEL P. - 1989. Bestimmungsschlüssel der Saprobien - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 183 pp.
- PANTLE K., BUCK H. - 1955. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. Gas- und Wasserfach. Wasser/Abwasser **96**: 609-620. SLADCEK V. - 1973. System of water quality from the biological point of view. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnologie, **7**: 1-218.
- ZELINKA M. e MARVAN P. - 1961. Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. Arch. Hydrobiol., **57**: 389-407.

## BIOINDICATORI



# CONFRONTO FRA INDICE SAPROBICO (Friedrich e DIN, 1990) e INDICE BIOTICO ESTESO (Ghetti e IRSA, 1995)

Massimo Morpurgo<sup>1</sup>

### Introduzione

In Europa vengono attualmente utilizzati per i controlli di routine delle acque più di 20 metodi biologici diversi, basati in parte su diversi gruppi di organismi. Secondo le direttive emanate dalla Commissione delle Comunità Europee per la qualità ecologica delle acque correnti, è necessario valutare la comparabilità e corrispondenza di giudizio dei diversi metodi usati nell'Unione Europea, nell'ottica di una loro intercalibrazione.

In passato sono stati organizzati dalla Commissione delle Comunità Europee tre Seminari Tecnici, che si sono svolti in Germania (TITTIZER, 1976), in Inghilterra (WOODIWISS, 1978) e in Italia (GHETTI e BONAZZI, 1980). Nell'ambito di questi Seminari Tecnici sono stati applicati e confrontati tra loro diversi metodi biologici per la valutazione della qualità delle acque

correnti campionando negli stessi corsi d'acqua. Tra i vari metodi confrontati presentavano una buona corrispondenza di giudizio Extended Biotic Index (WOODIWISS, 1978) e B.E.O.L. (Carico Organico Biologicamente Efficace: KNÖPP, 1974), uno dei metodi del Sistema Saprobico. Negli ultimi anni il Sistema Saprobico originariamente concepito da KOLKOWITZ e MARSSON (1902) e più volte modificato, è stato criticamente rivisto (DIN, 1990) e l'Indice Saprobico è stato pubblicato come metodo di riferimento ufficiale tedesco per il controllo delle acque correnti (DIN 38410 parte 2, 1990), mentre dalla rielaborazione ed adattamento dell'indice inglese Extended Biotic Index (WOODIWISS, 1978) ai corsi d'acqua italiani è derivato l'Indice Biotico Esteso (GHETTI, 1986), che è stato recentemente rivisto e standardizzato (GHETTI, 1995) e pubblicato come proposta di metodo nazionale ufficiale (IRSA, 1995).

FRIEDRICH, CORING e KÜCHENHOFF (1995) hanno

<sup>1</sup> 14024 Strümpellstr. 6 - 40225 Düsseldorf, Germania

confrontato 8 metodi basati sui macroorganismi bentonici (Indice Saprobico, K-Index, Belgian Biotic Index, Indice Biologique Global Normalisé, Biotic Score e BMWP/ASPT in 3 diverse versioni) ed ampiamente utilizzati in Europa per valutarne la corrispondenza di giudizio e la possibilità di una loro intercalibrazione; nel lavoro di questi Autori non è stato però considerato il metodo italiano Indice Biotico Esteso.

Il presente lavoro si prefigge pertanto di valutare la comparabilità e corrispondenza di giudizio dell'Indice Saprobico (FRIEDRICH e DIN, 1990) con l'Indice Biotico Esteso modificato e standardizzato (GHETTI e IRSA, 1995).

### Materiali e metodi

Sono stati rielaborati i dati raccolti per la determinazione del Saprobienindex in 66 stazioni di campionamento tedesche ubicate nei Länder Nordrhein-Westfalen e Niedersachsen.

I campionamenti sono stati effettuati in corsi d'acqua tipologicamente diversi (dal piccolo torrente al fiume Reno) e in diversi ambienti (dalle "Mittelgebirge" o montagne centrali nel Nordrhein-Westfalen alle pianure costiere del Mare del Nord nel Niedersachsen). Le stazioni di campionamento sono così classificabili:

- 12 stazioni situate sulle "Mittelgebirge" nel Nordrhein-Westfalen;
- 13 stazioni poste sul fiume Reno nel Nordrhein-Westfalen;
- 11 stazioni ubicate in "Geest" (terreno alto e arido lungo le coste del Mare del Nord) nel Niedersachsen;
- 10 stazioni site in "Marsch" (regione bassa, paludosa e molto fertile lungo le coste del Mare del Nord) nel Niedersachsen;
- 12 stazioni situate in ambiente di paludi nel Niedersachsen;
- 8 stazioni posizionate in ambiente di brughiera nel Niedersachsen.

Le stazioni nel Nordrhein-Westfalen sono state campionate personalmente dall'Autore, mentre i dati riferiti alle stazioni nel Niedersachsen sono stati forniti dal Landesumweltamt NRW (Ufficio Ambiente del

Land Nordrhein-Westfalen) di Düsseldorf.

Per questi ultimi si è risaliti dalle specie di macroorganismi campionate alle corrispondenti Unità Sistematiche dell'Indice Biotico Esteso utilizzando il testo *Limnofauna Europea* (ILLIES, 1978).

Per ogni stazione è stata redatta una scheda, in cui figurano la lista delle specie di macroorganismi campionati con le loro abbondanze (A), il valore saprobico (s) e il peso indicatore (G) per le specie indicatrici, e le corrispondenti Unità Sistematiche del metodo I.B.E.

A piè di pagina sono riportati i valori dei due indici e le corrispondenti classi di qualità. La scheda riporta inoltre il numero dei taxa indicatori presenti, la somma delle loro abbondanze e l'errore standard per l'Indice Saprobico; le Unità Sistematiche più sensibili che determinano l'entrata orizzontale nella tabella per la determinazione del valore dell'Indice e il numero complessivo delle U.S. per l'Indice Biotico Esteso. Esempi di scheda sono riportati nella Tab. 1 e 2.

È stato calcolato il coefficiente di correlazione (r) fra l'Indice Saprobico e l'Indice Biotico Esteso per le complessive 66 stazioni di campionamento; sono stati calcolati inoltre il coefficiente di regressione (b) e l'equazione della retta di regressione.

Per una migliore visualizzazione del grado di corrispondenza di giudizio dei due metodi, i valori dei due indici sono stati riportati su un sistema di assi cartesiani in cui le aree retinate rappresentano gli intervalli di corrispondenza delle classi di qualità (Fig. 1). Quanti più punti giacciono all'interno delle aree retinate, tanto è migliore la corrispondenza di giudizio. A tale scopo, le 7 classi di qualità dell'Indice Saprobico (le 4 classiche, più 3 intermedie) sono state trasformate in una scala con 5 classi di qualità secondo FRIEDRICH, CORING e KÜCHENHOFF (1995):

classe 1:	1,0 - < 1,6
classe 2:	1,6 - < 2,2
classe 3:	2,2 - < 2,8
classe 4:	2,8 - < 3,4
classe 5:	3,4 - 4,0

Ai fini dell'elaborazione statistica e della rappresentazione grafica dei dati, i valori intermedi dell'Indice Biotico Esteso sono stati trasformati in decimali (ad esempio I.B.E. = 7-8 o 8-7 è stato trasformato in 7,5).

**Risultati e discussione**

Il coefficiente di correlazione  $r$  tra i valori dell'Indice Biotico Esteso e quelli dell'Indice Saprobico sulle 66 stazioni risulta pari a - 0,86.

Tale valore può essere confrontato con quello

ricavato da FRIEDRICH, CORING e KÜCHENHOFF (1995) che hanno paragonato 8 metodi europei per il monitoraggio delle acque correnti basati sul macrozoobenthos, rielaborando i dati raccolti per la determinazione dell'Indice Saprobico in stazioni di campionamento in

Tab. 1. Confronto fra Indice Saprobico ed Indice Biotico Esteso in una stazione sul Reno.

Macroorganismi:	A	s	G	Unità Sistematiche
Corso d'acqua Fiume Reno (Nordrhein-Westfalen Germania)				
Stazione di campionamento a valle di Bonn 660,0 Km riva sinistra				
Nr. della stazione di campionamento 13020				
Data di campionamento 9. Agosto 1994				
TRICHOPTERA:				
<i>Ceraclea dissimilis</i>	2			LEPTOCERIDAE
<i>Ecnomus tenellus</i>	2	2,2	8	ECNOMIDAE
<i>Hydropsyche contubernalis</i>	3			HYDROPSYCHIDAE
DIPTERA:				
<i>Rheotanytarsus</i> spp.	3			CHIRONOMIDAE
CRUSTACEA:				
<i>Chaetogammarus ischnus</i>	4			GAMMARIDAE
<i>Gammarus tigrinus</i>	2	2,4	4	
<i>Corophium curvispinum</i>	6			COROPHIIDAE
<i>Ortonectes limosus</i>	1			ASTACIDAE
GASTROPODA:				
<i>Ancylus fluviatilis</i>	2	2,0	4	ANCYLIDAE
<i>Bithynia tentaculata</i>	4	2,3	8	BYTHINIIDAE
<i>Radix ovata</i>	2	2,3	4	LYMNAEIDAE
BIVALVIA:				
<i>Corbicula</i> spp.	2			CORBICULIDAE
<i>Dreissena polymorpha</i>	3	2,2	4	DREISSENIDAE
TURBELLARIA:				
<i>Dugesia lugubris</i>	2	2,1	4	DUGESIIDAE
<i>Dugesia tigrina</i>	4	2,2	8	
HIRUDINEA:				
<i>Erpobdella octoculata</i>	2	2,7	4	ERPOBDELLIDAE
<i>Glossiphonia complanata</i>	2	2,2	8	GLOSSIPHONIDAE
PORIFERA:				
<i>Spongilla lacustris</i>	3	2,2	8	SPONGILLIDAE
Indice Saprobico		Indice Biotico Esteso		
2,24		8-7		
Classe di qualità		Classe di qualità		
II		II-III		
Taxa indicatori	11	Unità Sistematiche più sensibili:		
Somma loro abbondanze	28	3 U.S. Trichoptera		
Errore standard	+ 0,04	Numero delle U.S. = 16		

Germania. Essi hanno calcolato i coefficienti di correlazione tra l'Indice Saprobico e gli altri 7 metodi con i dati di 232 stazioni di campionamento (per il K-Index sono state considerate solo 112 stazioni, in quanto questo indice è applicabile solo in ambienti di pianura) ottenendo i seguenti risultati:

	Indice Saprobico
K-Index	$r = -0,89$
Belgian Biotic Index	$r = -0,71$
Indice Biologique Global Normalisé	$r = -0,74$
Biotic Score (CHANDLER)	$r = -0,81$
BMWP/ASPT	$r = -0,84$
BMWP/ASPT mod. Spagna	$r = -0,85$
BMWP/ASPT mod. Germania	$r = -0,88$

Sebbene il campione esaminato da questi Autori sia di dimensioni maggiori rispetto a quello descritto nel presente lavoro, gli ambienti studiati sono gli stessi ("Mittelgebirge" dei Länder Nordrhein-Westfalen e Baden-Württemberg e le pianure del Niedersachsen); è quindi possibile confrontare questi risultati con il coefficiente di correlazione Indice Biotico Esteso-Indice Saprobico ricavato in precedenza per le 66

stazioni di campionamento nei due Länder Nordrhein-Westfalen e Niedersachsen.

Esso è relativamente alto ed è comparabile con quelli calcolati per Indice Saprobico-BMWP/ASPT, nelle tre versioni inglese, spagnola e tedesca ( $r$  da  $-0,84$  a  $-0,88$ ); il metodo BMWP/ASPT si è dimostrato sensibile e modificabile per l'applicazione in regioni zoogeografiche diverse.

Questi dati indicano perciò l'applicabilità teorica dell'Indice Biotico Esteso in Germania con buona corrispondenza di giudizio con l'Indice Saprobico.

Dalla rappresentazione su un sistema di assi cartesiani delle 66 stazioni di campionamento emerge una buona corrispondenza di giudizio delle classi di qualità determinate con i due indici. La maggior parte dei punti giace all'interno delle aree retinate, rappresentando stazioni di campionamento per le quali i due metodi forniscono una valutazione corrispondente della classe di qualità. I punti all'esterno delle aree retinate rappresentano stazioni per le quali le classi di qualità non corrispondono perfettamente; le differenze di giudizio sono comunque al massimo di una classe di

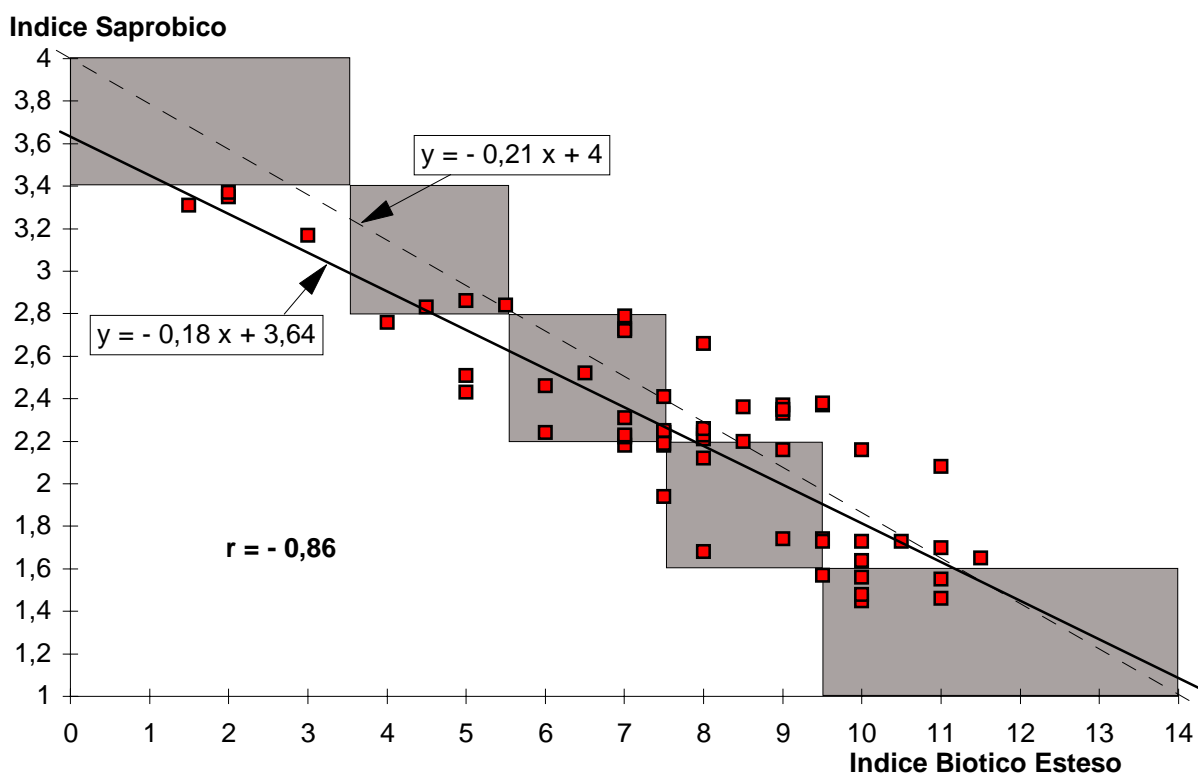


Fig. 1. Confronto fra Indice Saprobico ed Indice Biotico Esteso in 66 stazioni di campionamento site in Germania.



Tab. 2. Confronto fra Indice Saprobico ed Indice Biotico Esteso in una stazione sul Drommelbeck -Marsch.

Corso d'acqua		Drommelbeck -Marsch- (Niedersachsen Germania)		
Stazione di campionamento		Allermarsch 3		
Nr. della stazione di campionamento		48992120 VER 060		
Data di campionamento		12. Ottobre 1988		
Macroorganismi:	A	s	G	Unità Sistematiche
<b>EPHEMEROPTERA:</b>				
<i>Ephemera danica</i>	6	1,8	8	<i>Ephemera</i>
<i>Heptagenia sulphurea</i>	2	2,0	4	<i>Heptagenia</i>
<b>TRICHOPTERA:</b>				
<i>Limnephilus rhombicus</i>	4			LIMNEPHILIDAE
<i>Sericostomatinae</i>	2	1,5	8	SERICOSTOMATIDAE
<i>Silo nigricornis</i>	2	1,5	8	GOERIDAE
<b>COLEOPTERA:</b>				
<i>Elmis</i> spp.	2			ELMIDAE
<i>Helodes</i> spp.	2			HELODIDAE
<i>Potamonectes depressus</i>	2	2,2	8	HYDROPORIDAE
<b>ODONATA:</b>				
<i>Calopteryx splendens</i>	4	2,0	8	CALOPTERYGIDAE
<b>DIPTERA:</b>				
Chironomidae	4			CHIRONOMIDAE
Tabanidae	2			TABANIDAE
<b>HETEROPTERA:</b>				
<i>Hesperocorixa sahlbergi</i>	3			CORIXIDAE
<i>Nepa cinerea</i>	2			NEPIDAE
<b>CRUSTACEA:</b>				
<i>Gammarus pulex</i>	5	2,1	4	GAMMARIDAE
<i>Proasellus coxalis</i>	2	2,8	4	ASELLIDAE
<b>GASTROPODA:</b>				
<i>Physa fontinalis</i>	3	2,4	4	PHYSIDAE
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	4	2,3	4	HYDROBIIDAE
<b>BIVALVIA:</b>				
<i>Pisidium amnicum</i>	3			PISIDIIDAE
<i>Sphaerium corneum</i>	2	2,3	4	SPHAERIIDAE
<b>TURBELLARIA:</b>				
<i>Dugesia gonocephala</i>	2	1,6	8	DUGESIIDAE
<i>Polycelis tenuis</i>	2	2,0	8	PLANARIIDAE
<b>HIRUDINEA:</b>				
<i>Erpobdella octoculata</i>	2	2,7	4	ERPOBDELLIDAE
<i>Glossiphonia complanata</i>	2	2,2	8	GLOSSIPHONIDAE
<i>Piscicola geometra</i>	2			PISCICOLIDAE
<b>OLIGOCHETA:</b>				
<i>Limnodrilus</i> spp.	2	3,3	4	TUBIFICIDAE
<i>Lumbriculus variegatus</i>	2	3,0	4	LUMBRICULIDAE
<b>MEGALOPTERA:</b>				
<i>Sialis lutaria</i>	3	2,3	4	SIALIDAE
Indice Saprobico		Indice Biotico Esteso		
2,08		11		
Classe di qualità		Classe di qualità		
II		I		
Taxa indicatori	18	Unità Sistematiche piú sensibili:		
Somma loro abbondanze	49	2 U.S. Efemeroteri		
Errore standard	+ 0,10	Numero delle U.S. = 27		

qualità.

Le differenze di valutazione sono probabilmente causate dai differenti presupposti teorici dei due metodi. L'Indice Saprobico è basato sulla valenza saprobica degli organismi indicatori ed è adatto a valutare gli effetti dell'inquinamento da sostanze organiche biologicamente degradabili sulla comunità dei macroorganismi bentonici. L'Indice Biotico Esteso è basato sulla indicazione generica di sette gruppi di taxa e sulla ricchezza di specie della comunità biologica. È adatto a valutare gli effetti di varie forme di inquinamento e delle alterazioni fisiche dell'ambiente acquatico, che determinano un progressivo allontanamento da una condizione "ottimale o attesa", definita dalla composizione della comunità che, in condizioni di "buona efficienza dell'ecosistema", dovrebbe colonizzare quella tipologia fluviale (I.R.S.A., 1995).

Un corso idrico con un moderato carico organico e con diversi microambienti (si veda, ad esempio, il Drommelbeck Marsch Niedersachsen in Tab. 2), potrà sostenere una comunità biologica molto varia con un'alta ricchezza di specie in grado di tollerare il modesto carico organico.

In questo caso l'Indice Saprobico, calcolando una media dei valori saprobici degli organismi presenti, valuta l'ambiente come moderatamente inquinato e attribuisce una II classe di qualità; l'Indice Biotico Esteso, considerando la presenza dei taxa più sensibili e la grande ricchezza di specie della comunità, valuta l'ambiente come "non alterato in modo sensibile" e assegna una I classe di qualità.

Le differenze di valutazione possono essere in parte riconducibili al tipo di campionamento effettuato: le stazioni in Niedersachsen sono state infatti campionate esclusivamente per l'applicazione dell'Indice Saprobico e non sono disponibili per esse informazioni dettagliate sulle modalità di campionamento.

La significatività del campionamento è determinata per l'obiettività di giudizio dell'Indice Biotico Esteso; per la sua corretta applicazione è necessario ricostruire la composizione in taxa della comunità di macroinvertebrati. Si raccolgono una serie di campioni lungo un transetto obliquo del corso d'acqua, che sia rappresentativo di quella determinata tipologia fluviale. Si deve evitare la somma delle biotipologie che determinerebbe un incremento artificioso della ricchezza di taxa, in quanto per la corretta determina-

zione del valore dell'Indice Biotico Esteso è fondamentale il numero complessivo delle Unità Sistematiche.

L'Indice Saprobico calcola una media dei valori saprobici dei taxa indicatori campionati ed è meno sensibile al tipo di campionamento. Se la media viene calcolata su tutti i taxa campionati o su una grossa parte di essi il valore dell'Indice varia di poco: se alcuni taxa presenti nella comunità di un tratto di corso d'acqua non vengono campionati, il giudizio di qualità non varia significativamente. Anche nel caso che si campionino molti microambienti diversi, effettuando quindi una somma di biotipologie diverse, il valore dell'Indice Saprobico varia di poco stimando le abbondanze dei taxa campionati su tutto l'ambiente. Analogamente, anche nel caso in cui vengano presi in considerazione eventuali organismi di drift, la loro influenza sul valore dell'Indice Saprobico è praticamente insignificante dato il basso valore di abbondanza ( $A = 1$  o  $2$ ).

L'equazione della retta di regressione calcolata per le 66 stazioni è la seguente (Fig. 1):

$$y = - 0,18 x + 3,64$$

L'andamento della retta di regressione è quindi simile a quello della retta teorica (retta passante per i punti 0;4 e 14;1 cioè per gli estremi delle scale dei due indici):

$$y = - 0,21 x + 4$$

La retta di regressione si discosta nettamente da quella teorica nelle classi di qualità IV e V dei due indici, indicando che per le acque fortemente inquinate la corrispondenza di giudizio non è buona; comunque i dati disponibili per queste classi sono pochi.

In particolar modo il valore 3,64 dell'intercetta della retta di regressione indica che la IV classe di qualità dell'Indice Saprobico ( $3,5 < 4,0$ ) prevede condizioni estreme: acque popolate da Flagellati e Ciliati e –come unici macroinvertebrati presenti– Eristalinae (Syrphidae a respirazione aerea), che corrispondono a un ingresso in ultima riga della tabella per la determinazione dell'Indice Biotico Esteso e a suoi valori di 0 e 1.

## Conclusioni

Dal presente studio condotto complessivamente su 66 stazioni di campionamento in Germania emerge una buona corrispondenza di giudizio ( $r = -0,86$ ) tra l'Indice Biotico Esteso standardizzato (GHETTI e IRSA, 1995) e il metodo ufficiale tedesco, Indice Saprobico (FRIEDRICH e DIN, 1990), benché i due metodi siano basati su presupposti teorici diversi:

- l'Indice Biotico Esteso è basato sulla presenza o assenza di 7 gruppi di taxa –il cui livello di determinazione è il genere o la famiglia– e sulla ricchezza di taxa della comunità macrozoobentonica;
- l'Indice Saprobico è una media dei valori saprobici delle singole specie indicatrici presenti in un tratto di corso d'acqua con considerazione della loro qualità indicatrice (peso indicatore G) e della loro abbondanza e non prende in considerazione la ricchezza di specie della comunità.

Nella maggior parte delle stazioni considerate le classi di qualità determinate con i due indici corrispondono, mentre nelle restanti stazioni le differenze di giudizio tra i due metodi sono al massimo di una classe di qualità.

Per le acque molto fortemente inquinate la corrispondenza di giudizio non è buona. La IV classe di qualità dell'Indice Saprobico prevede condizioni estreme, che corrispondono solo ai valori più bassi dell'Indice Biotico Esteso.

I dati delle 66 stazioni di campionamento indicano l'applicabilità teorica dell'Indice Biotico Esteso in Germania con una buona corrispondenza di giudizio con l'Indice Saprobico; questo risultato è interessante nell'ottica di un'intercalibrazione dei metodi europei.

L'adozione in tutti gli Stati dell'Unione Europea di un metodo unitario per la valutazione della qualità biologica delle acque correnti non è fattibile per motivi che vanno dalla collocazione dei vari Stati membri in differenti regioni biogeografiche alla presenza di tradizioni metodologiche diverse. Come è emerso anche in occasione dell'*International Workshop on Classification and Assessment of Rivers*, che si è svolto il 5-7 novembre 1995 a Düsseldorf in Germania e a cui hanno partecipato rappresentanti di quasi tutti gli Stati dell'Unione Europea, una via alternativa proponibile è l'intercalibrazione dei vari metodi, realizzabile solo a condizione che vi sia una buona corrispon-

denza di giudizio tra i metodi. A questa condizione, i risultati ottenuti con i vari indici potrebbero essere traducibili in uno stesso numero di classi di qualità corrispondenti consentendo così la redazione di carte internazionali di qualità biologica delle acque correnti.

## Bibliografia:

DIN 38410 Teil 2 - 1990. Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung: Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M): Bestimmung des Saprobienindex (M2).

FRIEDRICH G. - 1990. Eine Revision des Saprobienindex. - *Z. Wasser-Abwasser-Forsch.*, **23**: 141-152.

FRIEDRICH G., CORING E., KÜCHENHOFF B. - 1995. Vergleich verschiedener europäischer Untersuchungs- und Bewertungsmethoden für Fließgewässer. Essen: Landesumweltamt NRW, 140 S..

GHETTI P.F., BONAZZI G. - 1980. Biological water assessment methods: Torrente Parma, Torrente Stirone e Fiume Po. *3rd Technical Seminar. Final Report. Commission of the European Communities*.

GHETTI P.F. - 1986. I macroinvertebrati nell'analisi di qualità dei corsi d'acqua. manuale di applicazione - Indice Biotico Esteso E.B.I. modificato. *Provincia Autonoma di Trento*.

GHETTI P.F. - 1995. Manuale di Applicazione: Indice Biotico Esteso - I macroinvertebrati nel controllo di qualità degli ambienti di acque correnti - *Provincia Autonoma di Trento, Servizio Protezione Ambiente*.

ILLIES J. - 1978. Limnofauna Europea. *Gustav Fischer Verlag, Stuttgart*.

ISTITUTO DI RICERCA SULLE ACQUE C.N.R. (I.R.S.A.) - 1995. Notiziario dei metodi analitici: Indice Biotico Esteso (I.B.E.) metodi di analisi per ambienti di acque correnti. *Suppl. al Quad. n° 100*: 1-24.

KOLKOWITZ R., MARSSON M. - 1902. Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. *Mitt. kgl. Prüfungsanstalt Wasserversorgung Abwasserbeseitigung, Berlin-Dahlem* 4, 33-72.

TITTIZER T. - 1976. Comparative study of biological-ecological water assessment methods. Practical demonstration of the River Main (2-6 June 1975). Summary Report. Comparison of biological-ecological procedures for assessment of water quality. p. 403-463. In: *Principles and methods for determining ecological criteria on hydrocoenoses*. Amavis R. and I. Smeets (Eds.). *Pergamon Press, Oxford*. 531 p..

WOODIWISS F.S. - 1978. Comparative study of biological-ecological water quality assessment methods, Second practical demonstration. Summary Report. Commission of the European Communities.

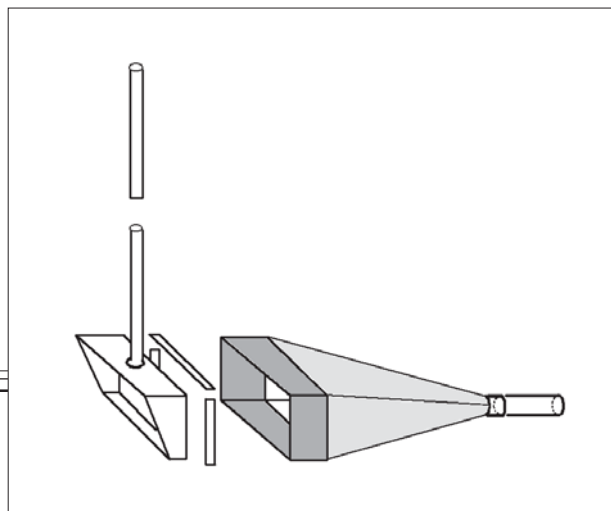
---

---

## PAGINE APERTE

---

---



# Il mappaggio biologico dei corsi d'acqua: un approccio sempre vitale e stimolante

Pier Francesco Ghetti<sup>1</sup>

Il Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale rivolge una particolare attenzione alla divulgazione e alle attività di formazione relative a metodi biologici utili ai fini della conoscenza, controllo, prevenzione e gestione dell'ambiente.

L'attualità di questo interesse è ribadita dalla proposta di direttiva del Consiglio della U.E., relativa alla "Qualità ecologica delle acque" (94/C 222/06), che ha rinnovato l'interesse per dotarsi di una batteria di indicatori biologici in grado di sostenere questo tipo di approccio.

Le procedure di messa a punto, standardizzazione e applicazione di questi indici seguono il criterio degli "Standards Methods": metodiche di riferimento per il controllo ambientale fino alla elaborazione, accettazione e pubblicazione di una nuova versione. Questa procedura si rende necessaria per garantire al controllo ambientale dei dati comparabili nello spazio e nel tempo.

Un simile criterio è stato seguito per la messa a

punto e per la standardizzazione del metodo Extended Biotic Index (1981, 1986) per la definizione della qualità biologica dei corsi d'acqua italiani.

Nel "Notiziario dei metodi analitici" dell'Istituto di Ricerca sulle Acque del C.N.R. (1995) e nel numero 6/95 di Biologia Ambientale è stata pubblicata una versione aggiornata dell'Indice Biotico Esteso. Questa versione è stata pubblicata in forma preliminare allo scopo di raccogliere le osservazioni che derivano dalle esperienze di applicazione in aree e ambienti diversi, prima di una stesura finale.

A tale scopo Biologia Ambientale mette a disposizione gli spazi della rivista per segnalare esperienze, osservazioni e proposte utili per arricchire il dibattito attorno a questo tema.

In questo numero Massimo Morpurgo riporta la versione aggiornata del Saprobienindex, adottato in Germania, allo scopo di consentirci una valutazione sulla impostazione e sulle caratteristiche di applicabilità di questo indice.

In un secondo lavoro, egli mette a confronto i risultati dell'applicazione di questo indice con i risultati dell'Indice Biotico Esteso. L'esperienza risulta di

---

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Venezia

grande interesse, dal momento che l'Autore ha potuto lavorare e confrontarsi direttamente con gli operatori di entrambe le scuole.

Un ulteriore contributo alla messa a punto dell'Indice Biotico Esteso viene da Marco Bodon, Giacomo

Raffetto, Silvio Gaiter e Silvio Spanò, che da anni operano sui corsi d'acqua della provincia di Genova.

Ci auguriamo che queste note contribuiscano ad arricchire ulteriormente il dibattito e a stimolare l'interesse per la "Qualità ecologica dei fiumi".

## Proposte di perfezionamento del metodo I.B.E.

Marco Bodon<sup>(1)</sup>, Silvio Gaiter<sup>(1)</sup>, Giacomo Raffetto<sup>(1)</sup>, Silvio Spanò<sup>(2)</sup>

Con riferimento alla nuova proposta "Indice Biotico Esteso (I.B.E.)", recentemente pubblicata nel Notiziario dei Metodi Analitici dell'IRSA-CNR, notiamo con piacere l'evoluzione e il perfezionamento di tali metodiche per una sempre maggiore standardizzazione e adattamento ai corsi d'acqua italiani. Quali fruitori, da molti anni, di questi metodi per il rilevamento dello stato dei corsi d'acqua in Liguria e soprattutto in provincia di Genova, e dato che la proposta ha lo scopo di «fornire una base di discussione... per una verifica e ulteriore definizione della metodologia...» (Notiziario dei Metodi Analitici, Editoriale) ci permettiamo di suggerire alcuni punti che, a nostro avviso, potrebbero essere perfezionati.

### Limiti obbligati per le U.S.

Il metodo IBE stabilisce il limite obbligato della famiglia per gli Odonati, i Molluschi e gli Irudinei. Il vantaggio pratico di non procedere alla determinazione dei generi per i gruppi "difficili" (peraltro non più difficili, in molti casi, della determinazione delle famiglie negli Oligocheti), porterebbe ad una ingiustificata diminuzione nel numero delle U.S. totali, e quindi nel valore dell'indice biotico, soprattutto in alcune situazioni potamali, spesso già penalizzate dal metodo per la scarsità di taxa esigenti a causa della particolare biotipologia.

### *Leuctra*

Dovrebbe trovare una precisa collocazione a seconda della sua sensibilità (non dovrebbe essere assegnata ad un livello di indicatore variabile in relazione alla fauna associata). Se la sensibilità di *Leuctra* è così variabile dovrebbe essere esclusa dal calcolo dell'indice biotico.

Nostre esperienze confermerebbero una discreta sensibilità, almeno in Liguria, ed un possibile inquadramento, come indicatore, a livello degli Efemerotteri più esigenti. È evidente che un inserimento di *Leuctra* nella riga degli Efemerotteri dovrebbe comportare l'eliminazione del livello "Plecotteri: 1 U.S." in quanto, molto spesso, il livello "Plecotteri: 2 U.S." si realizza, in Liguria, da *Leuctra* più un altro genere (*Dinocras*, *Perla*, *Protonemura*, ecc.), mentre accade più raramente che, su 2 U.S. di Plecotteri, sia assente *Leuctra*. L'ingresso, quindi, con uno o più Plecotteri (tranne *Leuctra*) dovrebbe avvenire su una riga unica, corrispondente all'attuale "Plecotteri: più di 1 U.S."

Nel caso si ritenesse tale modifica troppo rilevante, si potrebbe declassare il genere *Leuctra* in assenza di altri Efemerotteri e/o Plecotteri, però soltanto a livello degli Efemerotteri (e non dei Tricotteri, in quanto ciò risulterebbe troppo penalizzante).

### Asellidi e Gammaridi

A questi gruppi dovrebbero essere associati, rispettivamente, altri organismi con lo stesso livello di sensibilità. In Liguria i Gammaridi sono rari e presenti solo in pochissimi corsi d'acqua, mentre gli Asellidi

<sup>(1)</sup> Presidio Multizonale di Prevenzione, Genova

<sup>(2)</sup> Istituto di Zoologia, Università di Genova



non sono molto frequenti e sovente sono del tutto assenti nei mesi invernali e primaverili. Ciò provoca nelle diagnosi di qualità un salto nell'ingresso in tabella (dalla riga "Tricotteri" a quella "Oligocheti-Chironomidi") e, di conseguenza, in molti casi, un passaggio brusco da una III a una V classe di qualità.

### Altre verifiche

Più in generale, sarebbe auspicabile una verifica puntuale, sulla base di tutte le esperienze effettuate in Italia negli ultimi anni, riguardo al livello di sensibilità e al grado di indicatore di ogni singola U.S. La tabella potrebbe risultare più articolata in quanto molti gruppi comprendono taxa con differenti livelli di sensibilità. Ad esempio le famiglie dei Tricotteri sono attualmente considerate tutte valide come indicatori e tutte al medesimo grado nella scala di ingresso.

### Struttura grafica della tabella

Alcuni taxa dovrebbero essere specificamente inseriti in modo più chiaro ("Efemerotteri tranne Baëtidae e Caenidae"; "Tricotteri + Baëtidae e Caenidae"; "Asellidae + Niphargidae"). Non è chiaro, ad esempio, se una situazione *Habrophlebia* + *Baëtis* vada considerata come ingresso nella riga "Efemerotteri: più di 1 U.S." o nella riga "Efemerotteri: 1 sola U.S.". Nel primo caso anche *Baëtis* avrebbe un peso "differente", il che contrasta con lo stato delle nostre conoscenze e cioè che *Baëtis* sopporta un livello di inquinamento più marcato di altri Efemerotteri.

### Valori di IBE intermedi

Per semplicità, nel dare il valore dell'indice potrebbero essere inseriti in tabella anche i valori intermedi, ad esempio:

	N° di U.S.						...
	...	6-9	10-11	12-14	15-16	17-19	
Plecotteri (più di 1 U.S.)	...	8	8-9	9	9-10	10	...

Per inciso, nei valori di IBE intermedi riteniamo irrilevante distinguere, ad esempio, una situazione di 9-10 da una di 10-9 che, peraltro, vengono mappate con la stessa simbologia di tratteggio a colori alternati.

### Campionamento: transetto obliquo

Nei piccoli corsi d'acqua –ma spesso anche nei corsi d'acqua maggiori– il solo transetto obliquo non è sufficiente per ottenere un campionamento completo su tutti i microhabitat presenti in quanto i diversi ambienti si susseguono anche lungo un gradiente longitudinale (raschi-pozze). Pertanto è necessario procedere sia trasversalmente che longitudinalmente, per un certo tratto.

### Drift

I nuovi valori proposti sembrano assai meglio calibrati, anche se questo problema dovrà essere attentamente riesaminato dopo studi più approfonditi. Solo per pochi organismi riteniamo opportuno avanzare alcune osservazioni.

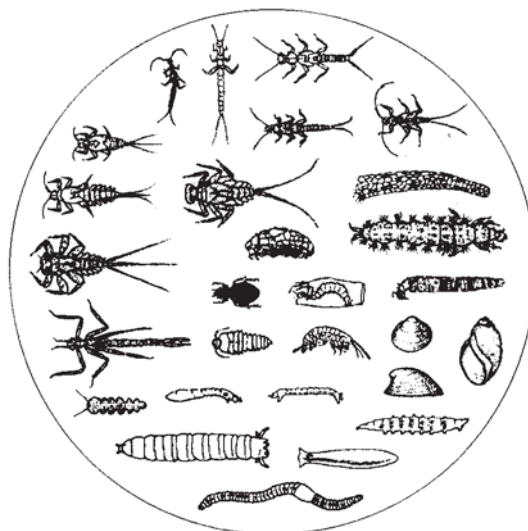
*Rhyacophilidae*: se la predisposizione al drift ha valori medi (Ghetti, 1986), sembra eccessivo considerare il valore 4 come numero minimo. Sovente, in Liguria, questa U.S. è poco abbondante; probabilmente il valore 2 potrebbe essere sufficiente.

*Ephemera*: il numero minimo di 4 sembra decisamente eccessivo. In Liguria questa U.S. è abbastanza diffusa, ma è alquanto raro raccogliere più di due esemplari in un campionamento; quindi, anche in situazioni non alterate, non capita quasi mai che venga computata nel numero delle U.S.

*Empididae*: in Liguria questa U.S. è generalmente abbastanza frequente in certi ambienti; quando è presente, è solitamente più frequente di altri Ditteri acefali. Il numero minimo di esemplari dovrebbe essere pari a quello degli altri Ditteri acefali (2 esemplari).

Istituto Agrario di S. Michele a/Adige (Trento)

Settore Foreste-Ambiente



Corso di formazione e aggiornamento:

## Metodi Biologici e pratici per il mappaggio di qualità dei corsi d'acqua

Istituto Agrario di S. Michele, Trento 26 - 31 agosto 1996

**Direttore del corso:**

Prof. Pier Francesco Ghetti  
Dip. Scienze Ambientali, Università di Venezia

**Istruttori:**

Istruttori qualificati del CISBA  
(un istruttore ogni due allievi)

**Struttura del corso:**

- Lezioni introduttive
- Esercitazioni di sistematica dei macroinvertebrati
- Campionamenti biologici di corsi d'acqua
- Determinazione della struttura delle comunità
- Calcolo dell'IBE e valutazione della qualità
- Discussione e confronto dei risultati dei vari gruppi

Sabato 31 agosto - ore 9,30  
Aula Magna dell'Istituto Agrario:

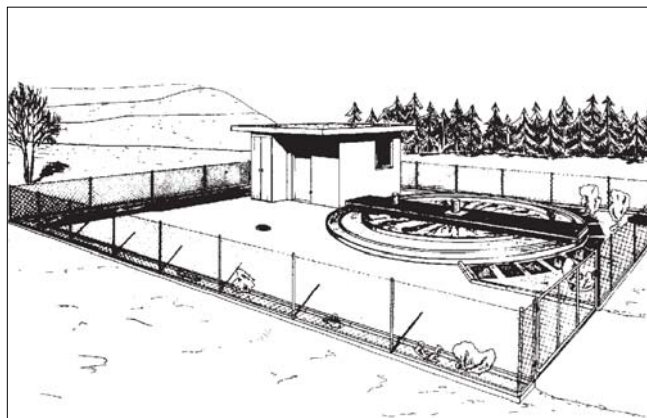
**Comunicazioni in merito  
ai nuovi orientamenti in  
ecologia fluviale**



**Per informazioni:**

Dott. Maurizio Siligardi  
Ist. Agrario, Centro Sperimentale  
Via E. Mach, 2  
38010 S. Michele all'Adige (TN)  
tel. 0461/615111; fax 0461/650956

**Provincia di Perugia - Centro Studi  
International Association Water Quality**



**Corso:**

## **Identificazione dei microrganismi filamentosi responsabili di fenomeni di bulking e schiume biologiche negli impianti a fanghi attivi**

**Perugia**

**17 - 21 giugno 1996**

**Argomenti del programma:**

- Composizione microbica del fango attivo
- Crescita e cinetica batterica
- Processi innovativi per la rimozione dei nutrienti dalle acque di scarico
- Il problema della separazione dei solidi nel sedimentatore secondario
- Schiume biologiche
- L'osservazione dei protozoi nella valutazione delle proprietà dei fanghi
- Strategie di controllo del bulking. Parametri fondamentali del processo a fanghi attivi
- Modalità e attrezzature necessarie per il controllo microscopico
- Procedure per il riconoscimento dei batteri filamentosi
- Esame microscopico dei fanghi attivi
- Rassegna dei principali tipi di filamentosi



**Per informazioni:**

*Ida Basile  
Provincia di Perugia, Centro Studi  
Strada S. Sisto-Settevalli, 50  
06100 Perugia  
tel. 5747501; fax 5747503*



**Centro  
Italiano  
Studi di  
Biologia  
Ambientale**

**Dipartimento di Scienze Ambientali  
Università Ca' Foscari**

### **Annuncio preliminare**

*Il 1996 rappresenta una tappa importante nella storia del Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale perché l'Associazione compie dieci anni.*

*Chi partecipò nel 1983 al Seminario di Studi "I biologi e l'Ambiente: nuove prospettive per la sorveglianza ecologica" coglierà l'analogia non casuale con il titolo del Seminario in fase di organizzazione in occasione del decennale.*

*Il Centro Studi vuole infatti prepararsi ad affrontare il decennio che ci tragherà nel nuovo secolo: se lo studio delle problematiche ambientali è l'obiettivo di entrambe le manifestazioni, le tematiche di discussione rappresentano il tentativo di ampliare le capacità d'intervento dei biologi ambientalisti.*

*L'impegno profuso ed il lavoro prodotto da tutti i Soci del CISBA in questi anni non può d'altronde rischiare di essere dimenticato e pertanto occorre l'impegno comune per creare una Sessione Poster ricca ed interessante, in grado di riprodurre il percorso di crescita della biologia dell'ambiente a livello nazionale.*

### **Seminario di studi**

# **I BIOLOGI E L'AMBIENTE ... oltre il duemila**

**Venezia, Auditorium Santa Margherita**

**22-23 nov. 1996**

#### **Apertura del Convegno**

- Saluti delle Autorità
- A dieci anni dalla costituzione del CISBA

#### **Ruolo della cultura biologico-naturalistica nella gestione dell'ambiente**

- Ecologia degli ambienti acquatici
- Ecologia del paesaggio
- Ecologia dell'ambiente urbano

#### **Qualità delle acque e degli ambienti acquatici**

- La proposta di direttiva comunitaria sulla "Qualità ecologica delle acque"
- La qualità biologico-ecologica dei fiumi italiani alle soglie del 2000
- Potenzialità e limiti dell'ingegneria naturalistica
- Il risanamento dei bacini lacustri: stato dell'arte
- Un piano di ripristino morfologico e naturalistico per la laguna di Venezia
- Prospettive di studio e conservazione dell'ambiente costiero

#### **Analisi delle componenti del paesaggio**

- Progettazione e gestione di parchi e riserve
- Il suolo come ecosistema: suoli intatti e degradati
- Agricoltura e generazione di carichi diffusi
- Cave, discariche e aree dismesse: problematiche ambientali e prospettive di recupero

#### **Qualità dell'ambiente urbano**

- Qualità dell'aria in ambiente urbano e qualità della vita
- Avifauna urbana: un problema?
- Note di entomologia urbana
- Presenza e convivenza con micromammiferi

#### **Sessione Poster**

- I biologi e l'ambiente: dieci anni di esperienze