

# Alcune riflessioni sull'evoluzione del biomonitoraggio con macroinvertebrati bentonici in Italia

Stefano Fenoglio<sup>1\*</sup>, Alberto Doretto<sup>2</sup>, Alex Laini<sup>3</sup>, Tiziano Bo<sup>4</sup>

<sup>1</sup> DISIT, Università del Piemonte Orientale, Viale Teresa Michel 25, I-15121 Alessandria, Italia

<sup>2</sup> DBIOS, Università di Torino, Via Accademia Albertina 13, 10123 Torino, Italia

<sup>3</sup> SCVSA, Università di Parma, Parco Area delle Scienze 11/A, 43124 Parma

<sup>4</sup> Idrobiologo, Via Lunga 11, 14040 Mongardino (AT)

\* Referente per la corrispondenza: stefano.fenoglio@uniupo.it

Pervenuto il 24.2.2017; accettato il 28.4.2017

## Riassunto

L'Italia è stata uno dei primi paesi europei ad adottare ufficialmente un sistema di biomonitoraggio della qualità dei sistemi fluviali basato sulle comunità di macroinvertebrati bentonici, l'Indice Biotico Esteso (IBE). Dopo la Direttiva europea quadro sulle acque (WFD) 2000/60/EC, questo metodo è stato sostituito dall'indice "Standardisation of River Classifications Intercalibration Common Metrics" (STAR\_ICMi). Dato che questo nuovo metodo è ormai in uso da alcuni anni, secondo noi potrebbe essere interessante formulare alcune considerazioni e fornire suggerimenti che potrebbero migliorare le attività di campionamento, riducendo al contempo la rottura con il passato ed armonizzando meglio la storia del biomonitoraggio in Italia. Infatti, il metodo STAR\_ICMi è sicuramente moderno e rigoroso dal punto di vista scientifico, ma richiede uno sforzo maggiore per quanto riguarda sia l'attività di campo che quella di laboratorio. Scopo del lavoro è proporre alcune variazioni che potrebbero migliorare e velocizzare il monitoraggio. I suggerimenti proposti riguardano sia i metodi di campionamento che il dettaglio tassonomico richiesto. In questo modo i dati forniti dal nuovo metodo potrebbero essere confrontati con la lunga serie temporale disponibile dalla pluridecennale applicazione dell'IBE. Si potrebbe anche utilizzare un metodo 'WFD compliant' per alcune tipologie di monitoraggio richieste dalla Direttiva e di impiegarne un altro, o altri, più speditivi negli altri casi.

PAROLE CHIAVE: I.B.E. / STAR\_ICMi / WFD 2000/60 / biomonitoraggio / corsi d'acqua

## A few thoughts on the advances and the status of biomonitoring with macroinvertebrates in Italy

Italy was one of the first European countries to officially adopt a biomonitoring system based on benthic macroinvertebrates, the Indice Biotico Esteso (IBE). After the European Water Framework Directive (WFD) 2000/60/EC, this method was replaced by the "Standardisation of River Classifications Intercalibration Common Metrics" (STAR\_ICMi). As this method has been employed for some years, it could be useful to take a provisional stock and provide some suggestions to improve the current biomonitoring approach, also trying to reduce the breakdown with past practices and better blend the history of biomonitoring in Italy. One of the most evident difference between past and current method is related to the quantity of time and effort required in the application of the two methods. STAR\_ICMi is a scientifically rigorous and up-to-date method, but much more time-consuming and puzzling in both field and laboratory efforts. The aim of this work is to propose some variations that would help to shorten and expedite the monitoring process. In particular, regarding fieldwork, we focus on the time and effort required for macroinvertebrate collection, while for laboratory activity we suggest a reshaping of the requested taxonomic detail. Moreover, in this way the data provided by the new method could be compared with the long time series available from the previous application of IBE. It should also be possible to use a 'WFD compliant' method for those types of monitoring required by the Directive and to use another, more running and rapid, in other cases.

KEY WORDS: I.B.E. / STAR\_ICMi / WFD 2000/60 / biomonitoring / running waters

## INTRODUZIONE

I sistemi di monitoraggio ecologico si basano sul presupposto che una comunità di organismi è influenzata dall'ambiente in cui vive, e può quindi fornire indicazioni precise sulle caratteristiche di quest'ultimo. Negli ultimi decenni, l'applicazione di tecniche di biomonitoraggio negli ambienti fluviali ha assunto un'importanza sempre maggiore, divenendo un elemento indispensabile nel campo della valutazione degli impatti antropici (Birk

*et al.*, 2012; Friberg, 2014). Numerosi gruppi animali e vegetali possono essere impiegati come indicatori ambientali nei sistemi fluviali; tuttavia gli organismi maggiormente utilizzati sono sicuramente i macroinvertebrati bentonici (Bonada *et al.*, 2006). Con questo termine si indica un insieme di gruppi faunistici eterogeneo, ma accomunato dal possedere alcune caratteristiche comuni: la taglia deve essere superiore al millimetro,

devono essere visibili ad occhio nudo e catturabili con un setaccio avente 21 maglie per cm. I principali gruppi sono: Insetti (con numerosi ordini, come Efemerotteri, Odonati, Plecotteri, Emitteri, Tricotteri, Ditteri, Coleotteri), Crostacei, Oligocheti, Irudinei, Gasteropodi, Bivalvi e Tricladi. I macroinvertebrati bentonici sono relativamente facili da campionare e da determinare e inoltre, essendo legati al substrato ed essendo le loro comunità osservabili per lungo tempo, registrano efficacemente le variazioni nella qualità dell'ambiente. Numerosi taxa macrobentonici sono sensibili all'inquinamento e hanno cicli di vita raramente inferiori a un anno, per cui sono presenti stabilmente nell'alveo fluviale. L'impiego dei macroinvertebrati nel biomonitoraggio inizia più di un secolo fa, con i lavori di Kolkwitz e Marsson (1908). In questo contesto, l'Italia è stato uno dei primi paesi europei ad adottare ufficialmente l'uso dei macroinvertebrati nel monitoraggio biologico. Dopo alcuni adattamenti dall'originale inglese (Woodiwiss, 1964), Ghetti e collaboratori misero a punto l'Indice Biotico Esteso (EBI: Ghetti, 1986), successivamente rivisto e rinominato IBE (Ghetti, 1997). In seguito, la Direttiva Europea Water Framework Directive (2000/60/EC) ha uniformato approcci e finalità delle pratiche di monitoraggio e gestione delle acque in Europa. Per quanto concerne i sistemi lotici, nell'ambito del monitoraggio biologico devono essere considerati il fitoplancton, le alghe bentoniche, le macrofite, i pesci e ovviamente i macroinvertebrati. La WFD ha introdotto numerosi aspetti innovativi e di enorme interesse, anche se la sua applicazione ha richiesto uno sforzo notevole ai paesi membri, specialmente per quanto concerne la scelta delle procedure e dei metodi utilizzati (Reyjol *et al.*, 2014). In Italia si è scelto di dare un drastico taglio con il passato e l'IBE è stato sostituito con il metodo Standardisation of River Classifications\_ Intercalibration Common Metrics (STAR\_ICMi), elaborato nell'ambito dei progetti AQEM (Buffagni *et al.*, 2001) e STAR (Buffagni e Furse, 2006).

Rimandando per maggiori informazioni ai diversi manuali di applicazione (Buffagni e Erba, 2007; Buffagni *et al.*, 2008), in questo articolo si espongono alcune considerazioni che potrebbero contribuire a migliorare il biomonitoraggio nel nostro paese, cercando anche di armonizzarne la storia. Dopo numerosi anni di applicazione del nuovo metodo, infatti, si possono ormai trarre alcune considerazioni che provengono dalla nostra vasta e diretta esperienza professionale e dal confronto con numerosi operatori che operano nel sistema delle ARPA o nella libera professione.

### UN CONFRONTO TRA IBE E STAR\_ICMI?

Il fine di questo lavoro non è confrontare direttamente i risultati che si ottengono utilizzando i due indici, anche se questo approccio è comunque interessante (Mancini *et al.*, 2010). In questo contesto, in particolare, non si di-

scute, su quale indice possa dare i risultati più affidabili, anche perché lo STAR\_ICMi soddisfa le richieste della WFD ed è espressione di un complesso e moderno processo di ricerca e di precise decisioni politiche. Tuttavia, dal punto di vista pratico-applicativo, si possono fare alcune interessanti considerazioni. Infatti, i protocolli per il biomonitoraggio con i macroinvertebrati devono essere efficienti, affidabili e rigorosi, ma anche facilmente gestibili dal punto di vista pratico, specialmente per quanto concerne l'uso nel monitoraggio di routine. Proprio in questo, secondo noi, ci potrebbero essere dei margini di miglioramento, poiché l'applicazione dello STAR\_ICMi richiede indubbiamente uno sforzo notevolmente maggiore.

### Livello di dettaglio tassonomico

Una riconsiderazione del livello tassonomico utilizzato nello STAR\_ICMi potrebbe a nostro avviso essere estremamente utile. Infatti nei manuali di applicazione viene richiesta la classificazione a livello di Famiglia per quanto concerne il monitoraggio operativo, mentre si scende ad un livello di Genere o Unità Operazionali sub-generiche per il monitoraggio di sorveglianza ed investigativo. È interessante rilevare, tuttavia, come questo approfondimento sia limitato all'ordine degli Efemerotteri, con alcuni generi quali *Rhithrogena*, *Caenis* e *Baetis* per i quali è richiesta la determinazione a livello di specie o di gruppi di specie. Il livello tassonomico richiesto è estremamente impegnativo e complesso, e il suo raggiungimento sembra difficilmente compatibile con la realtà del monitoraggio routinario delle agenzie ambientali. Su questo punto le nostre principali considerazioni sono:

- a) È veramente necessario condurre una determinazione a livello specifico o comunque sub-generico? I metodi proposti per Francia ( $I_2M_2$ : Mondy *et al.*, 2012), Spagna (Jáimez-Cuellar *et al.*, 2002) e molti altri paesi europei non richiedono assolutamente questo approfondimento del livello tassonomico.
- b) Per quale ragione l'approfondimento sistematico deve interessare solo ed esclusivamente l'ordine degli Efemerotteri? E in modo particolare quei precisi gruppi? *Baetis* e *Caenis* sono considerati in tutti i metodi di biomonitoraggio (come il BMWP o l'F.B.I.: Hilsenhoff, 1988) come organismi abbastanza tolleranti, così come *Rhithrogena* ha una generale, spiccata predilezione per ambienti erosivi, con substrato grossolano e buona ossigenazione. Se si ritiene necessario avere un dettaglio sistematico più fine, perché non considerare altri gruppi? Ad esempio i Chironomidi vengono attualmente considerati a livello di famiglia, ma le informazioni ecologiche derivanti da una loro eventuale determinazione a livello di tribù/sottofamiglia potrebbe essere utilissima, permettendo di discriminare per esempio i Diamesini

(abitatori di acque incontaminate) dai Chironomini (associati spesso a condizioni di pesante contaminazione organica: Adriaenssens *et al.*, 2004).

- c) Infine, secondo noi le informazioni ecologiche ottenute trattando pochi, selezionati Efemerotteri a livello sotto-generico sono sicuramente meno importanti di quelle perse considerando, ad esempio, i Plecotteri a livello di intera famiglia e non di genere. Al momento attuale, questo ordine di organismi estremamente importanti nell'ambito del monitoraggio entra nelle metriche praticamente soltanto come "numero di famiglie EPT". Con la precedente determinazione a livello di genere prevista dall'IBE si potevano ottenere importanti informazioni non solo ecologiche ma anche faunistiche: ben diverso è trovare *Capnopsis* piuttosto che *Capnia* (Capniidae) oppure *Besdolus* piuttosto che *Isoperla* (Perlodidae), e tutto questo viene perso con l'attuale classificazione. L'importanza di questo assunto è riconosciuta, anche se in modo informale, da numerose ARPA che continuano a utilizzare (anche se non serve per il calcolo dello STAR\_ICMi) il vecchio livello di determinazione.

### Approccio quantitativo

Una delle più rilevanti innovazioni introdotte dall'uso dello STAR\_ICMi riguarda il campionamento quantitativo con l'impiego delle reti di tipo Surber. Il retino immanicato, utilizzato nella metodica dell'IBE, aveva una capacità solamente semi-quantitativa, poiché al di sopra di alcuni valori-soglia gli organismi venivano registrati nelle schede come 'presenti ma non da considerare nel calcolo dell'indice' (\*), 'presenti' (I), 'abbondanti' (L) e 'dominanti' (U). Lo STAR\_ICMi introduce invece un campionamento quantitativo con il Surber, ma propone anch'esso dei valori-soglia sopra i quali stimare gli organismi (Buffagni e Erba, 2007; ISPRA, 2014). Questo è secondo noi un primo punto critico, sul quale sono stati espressi già numerosi dubbi (ad es: Laini *et al.*, 2014). Perché utilizzare uno strumento tipicamente e rigorosamente pensato per il campionamento quantitativo e poi stimare parte delle abbondanze? In Francia l'uso del Surber è associato al conteggio di tutti gli organismi raccolti (I<sub>2</sub>M<sub>2</sub>; Mondy *et al.*, 2012).

### CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nonostante la sua lunga storia, i suoi indubbi punti di forza e il suo innovativo contributo, l'IBE è nella situazione attuale probabilmente inadatto a rispondere ai requisiti posti dalla WFD; ciononostante riteniamo che quell'esperienza non debba essere completamente dimenticata e che esistano ancora larghi margini di miglioramento nell'applicazione dei nuovi sistemi di biomonitoraggio con macroinvertebrati. I nostri suggerimenti al proposito sono i seguenti:

1. Si potrebbe abbandonare il livello di approfondimento

sub-generico per pochi, selezionati Efemerotteri e ritornare al livello di classificazione previsto dall'IBE, cioè la classificazione a livello di famiglia per la maggior parte dei taxa e di genere per Plecotteri ed Efemerotteri. Questo consentirebbe di ridurre e semplificare il lavoro tassonomico, ottenendo al contempo la possibilità di confrontare i dati raccolti con le lunghe serie storiche disponibili.

2. Considerato che lo STAR\_ICMi non è strettamente quantitativo e che prevede una stima delle abbondanze, perché non utilizzare al posto del Surber un retino immanicato, come avviene già in Danimarca (Friberg *et al.*, 2005), Belgio (Gabriels *et al.*, 2010) e Spagna (Munné e Prat, 2009)? L'approccio multi-habitat potrebbe essere mantenuto utilizzando un approccio *fixed-time kick-net*, cioè campionando con tempi diversi i diversi microhabitat in base alla loro importanza nel tratto considerato. È interessante notare come Buss e collaboratori (2015), analizzando i principali sistemi di biomonitoraggio presenti negli Stati Uniti, abbiano rilevato che i retini immanicati o le *kick-nets* sono utilizzati in oltre il 60% dei protocolli di biomonitoraggio statali e federali, mentre i sistemi quantitativi come Surber, draghe, cilindri di Hess e altri campionatori ad area fissa sono utilizzati solamente nel 9% circa.
3. Un'altra interessante modifica potrebbe essere ritoccare il riferimento dell'ASPT (*Average Score Per Taxa*), utilizzato nel calcolo dello STAR\_ICMi. Secondo noi, piuttosto che utilizzare il valore ASPT derivato dal BMWP inglese (Davy-Bowker *et al.*, 2008) si potrebbero impiegare i punteggi ricavati per i paesi mediterranei (ad esempio, Jaimez-Cuellar *et al.*, 2002) o sviluppare valori specifici per i corsi d'acqua italiani, utilizzando in questo contesto anche le informazioni raccolte con il protocollo IBE durante i suoi venti anni di applicazione.

Noi riteniamo che l'adozione delle modifiche proposte, pur non sostanziale nell'architettura del metodo, potrebbe avere vantaggi interessanti. Oppure si potrebbe utilizzare lo STAR\_ICMi per i campionamenti che rientrano nelle finalità e nelle attività previste dalla WFD 2000/60/EC e impiegare invece l'IBE o metodi più speditivi in altri casi. Si riuscirebbe così probabilmente a ridurre i tempi e i costi dei campionamenti, aumentando per esempio il numero di stazioni che possono essere campionate stagionalmente da ARPA o agenzie locali. Inoltre, si potrebbe ristabilire un ponte con il passato, consentendo un migliore utilizzo delle serie storiche di dati acquisite con l'IBE e armonizzando meglio la storia del biomonitoraggio nel nostro paese.

### RINGRAZIAMENTI

Vorremmo ringraziare otto anonimi colleghi che hanno contribuito, con suggerimenti e osservazioni. Questo lavoro è una versione, rivista ed adattata, in italiano di Bo *et al.* (2016).

## BIBLIOGRAFIA

- Adriaenssens V., Simons F., Nguyen L.T., Goddeeris B., Goethals P., De Pauw N., 2004. Potential of bio-indication of chironomid communities for assessment of running water quality in Flanders (Belgium). *Belgian Journal of Zoology*, **134**: 31-40.
- Birk S., Bonne W., Borja A., Brucet S., Courrat A., Poikane S., Solimini A., van de Bund W., Zampoukas N., Hering D., 2012. Three hundred ways to assess Europe's surface waters: an almost complete overview of biological methods to implement the Water Framework Directive. *Ecological Indicators*, **18**: 31-41.
- Bo T., Doretto A., Laini A., Bona F., Fenoglio S., 2016. Bio-monitoring with macroinvertebrate communities in Italy: what happened to our past and what is the future? *Journal of Limnology*, DOI:<http://dx.doi.org/10.4081/jlimnol.2016.1584>
- Bonada N., Prat N., Resh V.H., Stanzner B., 2006. Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. *Annual Review of Entomology*, **51**: 495-523.
- Buffagni A., Erba S., Belfiore C., Hering D., Moog O., 2001. A Europe-wide system for assessing the quality of rivers using macroinvertebrates: the AQEM project and its importance for southern Europe (with special emphasis on Italy). *Journal of Limnology*, **60**: 39-48.
- Buffagni A., Furse M., 2006. Intercalibration and comparison—major results and conclusions from the STAR project. *Hydrobiologia*, **566**: 357-364.
- Buffagni A., Erba S., 2007. Macroinvertebrati acquatici e Direttiva 2000/60/EC (W.F.D.) – Parte A. Metodo di campionamento per i fiumi guadabili. *IRSA-CNR Notiziario dei metodi analitici*, **1**: 1-27.
- Buffagni A., Erba S., Pagnotta R., 2008. Definizione dello stato ecologico dei fiumi sulla base dei macroinvertebrati bentonici per la 2000/60/EC (WFD): il sistema di classificazione MacrOper. *IRSA-CNR Notiziario dei metodi analitici*, **1**: 25-41.
- Buss D.F., Carlisle D.M., Chon T.S., Culp J., Harding J.S., Keizer-Vlek H.E., Robinson W.A., Strachan S., Thirion C., Hughes R.M., 2015. Stream biomonitoring using macroinvertebrates around the globe: a comparison of large-scale programs. *Environmental Monitoring and Assessment*, **187**: 1-21.
- Davy-Bowker J., Clarke R., Corbin T., Vincent H., Pretty J., Hawczak A., Blackburn J., Murphy J., Jones I., 2008. *River Invertebrate Classification Tool*. WFD72C SNIFFER.
- Friberg N., Baatrup-Pedersen A., Pedersen M.L., Skriver J., 2005. The new Danish stream monitoring programme (NOVANA) - Preparing monitoring activities for the water framework directive era. *Environmental Monitoring and Assessment*, **111**: 27-42.
- Friberg N., 2014. Impacts and indicators of change in lotic ecosystems. *WIREs Water*, **1**: 513-531.
- Gabriels W., Lock K., De Pauw N., Goethals P.L., 2010. Multimetric Macroinvertebrate Index Flanders (MMIF) for biological assessment of rivers and lakes in Flanders (Belgium). *Limnologica*, **40**: 199-207.
- Ghetti P.F., 1986. *I macroinvertebrati nell'analisi di qualità dei corsi d'acqua. Manuale di applicazione Indice Biotico: EBI modificato*. Provincia Autonoma di Trento, Trento, pp. 111.
- Ghetti P.F., 1997. *Manuale di applicazione. Indice Biotico Esteso (IBE). I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti*. Provincia Autonoma di Trento, Trento, pp. 222.
- Hilsenhoff W.L., 1988. Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. *Journal of the North American Benthological Society*, **7**: 65-68.
- ISPRA, 2014. Linee Guida per la valutazione della componente macrobentonica fluviale ai sensi del DM 260/2010. *Manuali e Linee Guida 107/2014*, pp. 99. Disponibile presso il sito-web: [www.isprambiente.gov.it/it/publicazioni/manuali-e-linee-guida/linee-guida-per-la-valutazione-della-componente-macro-bentonica-fluviale-ai-sensi-del-dm-260-2010](http://www.isprambiente.gov.it/it/publicazioni/manuali-e-linee-guida/linee-guida-per-la-valutazione-della-componente-macro-bentonica-fluviale-ai-sensi-del-dm-260-2010).
- Jáimez-Cuéllar P., Vivas S., Bonada N., Robles S., Mellado A., Álvarez M., Avilés J., Casas J., Ortega M., Pardo I., Prat N., Rieradevall M., Sáinz-Cantero C.E., Sánchez-Ortega A., Suárez M.L., Toro M., Vidal-Abarca M.R., Zamora-Muñoz C., Alba-Tercedor J., 2002. Protocolo GUADALMED (PRECE). *Limnetica*, **21**: 187-204.
- Kolkwitz R., Marsson M., 1908. Ökologie der pflanzlichen Saprobien. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, **26**: 505-519.
- Laini A., Vorti A., Bolpagni R., Viaroli P., 2014. Small-scale variability of benthic macroinvertebrates distribution and its effects on biological monitoring. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, **50**: 211-216.
- Mancini D., Zanut E., Massarutto S., Piazza G., Tomasella M., Bertoli M., Pizzul E., 2010. Valutazione biologica della qualità delle acque nel bacino del Fiume Stella (Friuli Venezia Giulia). *Biologia Ambientale*, **24** (2): 49-58.
- Mondy C.P., Villeneuve B., Archaimbault V., Usseglio-Polatera P., 2012. A new macroinvertebrate-based multimetric index ( $I_M$ ) to evaluate ecological quality of French Wadeable streams fulfilling the W.F.D. demands: a taxonomical and trait approach. *Ecological Indicators*, **18**: 452-467.
- Munné A., Prat N., 2009. Use of macroinvertebrate-based multimetric indices for water quality evaluation in Spanish Mediterranean rivers: an intercalibration approach with the IBMWP index. *Hydrobiologia*, **628**: 203-225.
- Reyjol Y., Argillier C., Bonne W., Borja A., Buijse A.D., Cardoso A.C., Daufresne M., Kernan M., Ferreira M.T., Poikane S., Prat N., Solheim A.L., Stroffek S., Usseglio-Polatera P., Villeneuve B., van de Bund W., 2014. Assessing the ecological status in the context of the European Water Framework Directive: Where do we go now? *Science of the Total Environment*, **497**: 332-344.
- Woodiwiss F.S., 1964. The biological system of stream classification used by the Trent River Board. *Chemistry and Industry*, **11**: 443-447.