

La qualità biologica delle acque nel bacino idrografico padano

Gian Luigi Rossi

ENEA - Sezione Biologia Ambientale e Conservazione della Natura, strada per Crescentino - 13040 Saluggia (VC); gianluigi.rossi@enea.it

Riassunto

La Direttiva 2000/60/CE (WFD) introduce una radicale innovazione nelle modalità di effettuazione e nella valutazione delle attività di controllo ambientale nei corpi idrici. La bioindicazione è diventata infatti lo strumento primario nel monitoraggio e nella valutazione delle acque superficiali, dato che lo stato di qualità di ciascun corpo idrico sarà definito sulla base dell'analisi di elementi di qualità biologica delle comunità animali e vegetali posti a diversi livelli della catena trofica (diatomee, macrofite acquatiche, macrozoobenthos, pesci). Inoltre, l'espressione del giudizio di qualità sarà definito dal confronto tra le comunità campionate e le condizioni di riferimento, cioè le condizioni tipo-specifiche degli elementi di qualità biologica in siti privi di pressioni di origine antropica. L'applicazione concreta dei principi ecologici (corretti) definiti dalla WFD rischia però di inficiare tale momento di innovazione, nel caso in cui l'intero processo di implementazione a livello nazionale della Direttiva fosse gestito in modo riduttivo e formalistico. Il territorio del bacino idrografico padano è comunque oggetto, da più di un ventennio, di attività di monitoraggio biologico, in particolare attraverso l'analisi della comunità macrobentonica e con l'applicazione dell'indice biotico esteso (IBE), che fino ad oggi è stato l'unico metodo ufficiale di valutazione della qualità biologica delle acque dolci superficiali. Nel corso degli ultimi anni il sistema agenziale e gli Enti territoriali, con il fondamentale supporto degli enti di ricerca, hanno avviato numerose attività finalizzate all'avvio del monitoraggio degli altri elementi di qualità biologica, che stanno cominciando a costituire un ulteriore serbatoio di conoscenza, indispensabile per la corretta applicazione della WFD.

PAROLE CHIAVE: Biomonitoraggio / Direttiva Quadro sulle Acque / bacino padano

Biological quality in the hydrographic system of the Po river

The Directive 2000/60/CE (WFD) is leading to a radical innovation of environmental controls in water bodies. Bio-indicators are indeed becoming the primary tool in monitoring surface water, since the quality will be assessed with biological quality elements of animal and plant communities, namely diatoms, macrophytes, macrobenthic and fish fauna. Furthermore, the ecological quality will be assessed by comparing sampled communities with reference conditions, namely the type-specific elements of biological quality in sites without anthropogenic pressures. The practical application of correct ecological principles as defined by WFD risks to be invalidated, if the implementation process at national level will be done only in a formalistic way. Over more than twenty years, water bodies in the Po river basin have been monitored with a biological approach, with the analysis of benthic macroinvertebrate communities. The extended biotic index has been the only official assessment method of freshwater biological quality. In recent years the environmental agencies and the local bodies, with the support of research organizations, have started several monitoring activities based on other biological quality elements. In this way, they began to build an additional knowledge, essential for the right WFD implementation.

KEY WORDS: Biomonitoring / Water Framework Directive / Po basin

INTRODUZIONE

La complessità propria dei sistemi ambientali ne rende estremamente difficile l'analisi e la valutazione. Infatti, per conoscere e descrivere completamente un ecosistema occorrerebbe studiarne tutte le sue componenti, rilevando ed interpretando un grandissimo numero di dati. I metodi di indicizzazione ambientale nascono quindi dalla necessità, ai fini del controllo ambientale, di individuare un numero limitato di fattori (definibili come indicatori ambientali) che possano util-

mente riassumere le caratteristiche ed il comportamento di un sistema complesso (MINCIARDI *et al.*, 2003).

Per quanto riguarda le acque correnti superficiali l'attenzione, dal punto di vista normativo, si è concentrata a lungo solo sugli scarichi, cioè sulle possibili fonti di inquinamento, in termini di valori di concentrazione di sostanze nocive, senza considerare le caratteristiche e le sensibilità del corpo idrico recettore. Nel

corso degli anni si è successivamente assistito ad una progressiva trasformazione dell'ottica di progettazione e realizzazione dei piani di monitoraggio ambientale: da una programmazione basata esclusivamente su analisi fisico-chimiche e microbiologiche, si è passati a considerare l'alterazione degli ecosistemi fluviali valutando complessivamente il danno causato dalla pressione antropica sul corso d'acqua (CAIRNS, 1990; DE PAUW *et al.*, 1992).

Il biomonitoraggio

Il territorio del bacino idrografico padano, per le sue caratteristiche di dimensioni e di antropizzazione è stato tra le prime aree oggetto di attività di controllo e di monitoraggio ambientale. Fino al 1976, anno dell'entrata in vigore della Legge Merli, tali attività sono state condotte in maniera episodica, successivamente sono state applicate modalità via via più organizzate, anche in relazione all'individuazione ed all'evoluzione di strutture specificatamente incaricate (Laboratori Provinciali, Presidi Multizonali di Prevenzione, Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale), all'evoluzione della normativa in materia (L. 319/76, L. 183/89, D.Lgs. 130/92, L. 36/94, D.Lgs. 152/99) ed alla sempre maggiore articolazione degli strumenti di pianificazione da essa previsti (Piani di risanamento delle acque, Piani di Bacino, Piani di Tutela).

Le valutazioni effettuate inizialmente mediante l'uso di indici di carattere fisico e chimico (MINISTERO AGRICOLTURA E FORESTE, CONSORZIO PER IL CANALE EMILIANO ROMAGNOLO, 1990), sono state successivamente integrate attraverso l'introduzione di analisi di tipo biologico, in particolare della comunità dei macroinvertebrati bentonici. Tale processo ha rappresentato una rivoluzione radicale nella cultura dei controlli ambientali: il passaggio dall'analisi di laboratorio del campione di acqua all'esame di una comunità di organismi acquatici ha determinato la necessità di far "uscire" il biologo dal laboratorio, gettando le basi di una diffusione della conoscenza dei concetti dell'ecologia fluviale e della loro applicazione nelle attività di monitoraggio.

Successivamente, il D.Lgs. 152/99 ha ufficialmente introdotto il monitoraggio biologico nell'espressione dello stato ecologico e dello stato ambientale dei corsi d'acqua superficiali, introducendo l'utilizzo dell'Indice Biotico Esteso IBE (GHETTI, 1997; APAT e IRSA-CNR, 2003), insieme ad una serie di parametri fisico-chimici e microbiologici definiti come "macrodescrittori", nel calcolo del SECA (Stato Ecologico dei Corsi d'Acqua) e, conseguentemente, del SACA (Stato Ambientale dei Corsi d'Acqua), indici elaborati per la classificazione dei corsi d'acqua e la conseguente pianificazione degli interventi.

La Direttiva 2000/60/CE (WFD) costituisce un fat-

tore di ulteriore radicale innovazione nelle modalità di effettuazione e nella considerazione delle attività di controllo ambientale nei corpi idrici. La bioindicazione viene individuata infatti come lo strumento primario nella valutazione e nella classificazione delle acque superficiali, dato che la definizione dello stato di qualità di ciascun corpo idrico deve avvenire sulla base dell'analisi di elementi di qualità biologica rappresentati da comunità vegetali ed animali poste a diversi livelli della catena trofica: diatomee, macrofite acquatiche, macroinvertebrati bentonici e pesci.

Inoltre, l'espressione del giudizio di qualità passa attraverso il confronto tra le comunità campionate e le condizioni di riferimento, cioè le condizioni tipo-specifiche degli elementi di qualità biologica in siti privi di pressioni di origine antropica. In pratica, quindi, si introduce nella normativa il concetto ecologico di "naturalità", intesa come misura della somiglianza di un sistema reale con la condizione ideale di assenza di alterazione.

L'espressione numerica di tale valore ambientale viene definita in termini teorici attraverso l'Ecological Quality Ratio (EQR), ovvero un giudizio di qualità espresso come rapporto tra il valore osservato e quello delle condizioni di riferimento.

$$\text{EQR} = \text{valore osservato/valore atteso} \\ \text{con } 0 \leq \text{EQR} \leq 1$$

Il riferimento è rappresentato dai valori degli elementi di qualità biologica in uno stato ecologico elevato che corrisponde a comunità rilevate in siti privi di pressioni di origine antropica. Nella realtà questo approccio presenta molte difficoltà di applicazione, soprattutto per le comunità il cui studio non ha una tradizione in Italia.

Il monitoraggio del bacino padano

Un recente lavoro promosso dall'Autorità di Bacino del Po e realizzato dalla Società GRAIA ha censito, solo sull'asta principale del Po, un totale di quasi 50 siti che sono stati oggetto di analisi della comunità macrobentonica per la valutazione della qualità delle acque nel periodo compreso tra il 1984 e il 2007 (Tab. I), per un totale di 558 campionamenti effettuati (PUZZI, *com. pers.*).

Alcune di queste stazioni sono state campionate episodicamente, mentre per altre esiste una serie storica di dati, in alcuni casi più che quindicennale, che costituisce un patrimonio di conoscenza insostituibile a scala nazionale.

È stato effettuato un confronto, tabulando i dati relativi al primo anno per il quale sono disponibili dati lungo l'intera asta fluviale (2000 – Tab. II) e l'ultimo anno disponibile (2007 – Tab. III), calcolando il valore medio tra i diversi rilievi per le stazioni nelle quali siano

Tab. I. Siti di campionamento di macrobenthos lungo l'asta principale del Po.

1	Crissolo (CN)	Serre passerella
2	Crissolo (CN)	valle Crissolo
3	Oncino (CN)	confluenza torrente Laità
4	Sanfront (CN)	ponte di Rifreddo/Sanfront
5	Saluzzo (CN)	Saluzzo
6	Revello (CN)	ponte SS 589 Pinerolo-Saluzzo
7	Cardè (CN)	ponte dell'abitato
8	Villafranca Piemonte (TO)	loc. Scolo di Fosso
9	Casalgrasso (CN)	ponte Pasturassa
10	Casalgrasso (CN)	Lombriasco
11	Carmagnola (TO)	Carmagnola
12	Carignano (TO)	C.na S. Carlo
13	Moncalieri (TO)	ponte statale
14	Torino	parco Michelotti
15	S.Mauro T.se (TO)	ponte S.Mauro
16	Brandizzo (TO)	via po
17	Lauriano (TO)	po
18	Verrua Savoia (TO)	Verrua
19	Trino Vercellese (VC)	ponte SS 455 - Camino
20	Casale Monferrato (AL)	ponte ferrovia
21	Frassineto Po (AL)	prismata
22	Valenza Po (AL)	ponte Valenza
23	Bassignana (AL)	Bassignana
24	Isola Sant'Antonio (AL)	Porto d'Isola
25	Mezzana Bigli (PV)	Balossa Bigli
26	Sommo (PV)	Sommo
27	Mezzanino (PV)	fraz. Busca
28	Spessa (PV)	via po
29	Castel San Giovanni (PC)	fraz. Pievetta
30	Castel San Giovanni (PC)	Strada per Parpanese
31	Senna Lodigiana (LO)	fraz. Guzzafame
32	Piacenza	ponte statale
33	Castelnuovo Bocca d'Adda (LO)	Castelnuovo Bocca d'Adda
34	Cremona	Castelvetto Piacentino
35	Stagno Lombardo (CR)	Isola Boscone
36	S. Daniele Po (CR)	ponte stradale
37	Casalmaggiore (CR)	Sacca
38	Viadana (MN)	Viadana
39	Boretto (RE)	lido Po Boretto
40	Gualtieri (RE)	Gualtieri
41	Borgoforte (MN)	Valle Oglio
42	Borgoforte (MN)	Borgoforte
43	Revere (MN)	Revere
44	Castel Bariano (RO)	al confine con Sermide ponte SP 34 bis
45	Ferrara	Pontelagoscuro
46	Polesella (RO)	pontile c/o Ristorante "Oasi del Po"
47	Villanova Marchesana (RO)	Villanova Marchesana
48	Villanova Marchesana (RO)	presa acq. Medio Polesine
49	Berra (FE)	Serravalle

Tab. II. Dati di qualità biologica rilevati mediante IBE relativi all'anno 2000 (Puzzi, com. pers.). IBE: Indice Biotico esteso, C.Q.: classe di qualità.

STAZIONE	IBE	C.Q.
Crissolo (CN)	10,8	media I
Sanfront (CN)	9,6	media I-II
Revello (CN)	6,2	media III
Cardè (CN)	8,1	media II
Villafranca Piemonte (TO)	6,3	media III
Casalgrasso (CN)	8,3	media II
Carmagnola (TO)	5,0	media IV
Moncalieri (TO)	6,3	media III
S.Mauro T.se (TO)	3,3	media V
Brandizzo (TO)	6,0	media III
Lauriano (TO)	5,0	media IV
Verrua Savoia (TO)	5,3	media IV
Trino Vercellese (VC)	7,0	media III
Casale Monferrato (AL)	7,3	media III
Valenza Po (AL)	6,3	media III
Isola Sant'Antonio (AL)	7,0	media III
Senna Lodigiana (LO)	3,7	media IV
Castelnuovo Bocca d'Adda (LO)	5,0	media IV
Cremona	5,6	media III-IV
Castel Bariano (RO)	5,5	media III-IV
Ferrara	4,0	media IV
Polesella (RO)	6,6	media III
Villanova Marchesana (RO)	5,0	media IV

Tab. III. Dati di qualità biologica rilevati mediante IBE relativi all'anno 2007 (Puzzi, com. pers.). IBE: Indice Biotico esteso, C.Q.: classe di qualità.

STAZIONE	IBE	C.Q.
Crissolo (CN)	11	I
Cardè (CN)	9	II
Carignano (TO)	10	I
Brandizzo (TO)	7	III
Trino Vercellese (VC)	9	II
Isola Sant'Antonio (AL)	8,6	II
Mezzanino (PV)	8	II
Spessa (PV)	7	III
Castel San Giovanni (PC)	6,6	media III
Senna Lodigiana (LO)	5	IV
Piacenza	6,6	media III
Cremona	5	IV
Casalmaggiore (CR)	4,6	IV
Boretto (RE)	5	IV
Borgoforte (MN)	6	III
Ferrara	5	IV

disponibili più dati nello stesso anno. In entrambi i casi si evidenzia un gradiente da monte verso valle.

Pur coi limiti derivanti dal semplice confronto tra dati, spesso singoli, relativi ad anni diversi, sembra evidenziarsi, nel corso del periodo di tempo preso in considerazione, una sostanziale stabilità del livello di qualità biologica lungo l'asta fluviale del Po, pur con un miglioramento nel tratto compreso tra le confluenze con la Dora Baltea ed il Ticino, dove sono stati rilevati nel 2007 valori di IBE corrispondenti ad una II Classe di Qualità.

Passando a considerare l'intero bacino del Po, nell'anno 2006 (ultimo anno di cui sono disponibili i dati ufficiali raccolti da APAT nell'Annuario dei Dati Ambientali) sono state oggetto di rilevamento mediante il campionamento e l'analisi della comunità macrobentonica ed il relativo calcolo di IBE un totale di 422 stazioni (Tab. IV), distribuite in tutte le Regioni appartenenti al bacino padano: Piemonte, Liguria, Valle d'Aosta, Lombardia, Emilia Romagna, Veneto e Trentino.

È significativa l'osservazione di come i valori di IBE si distribuiscano principalmente nelle classi II e III, che insieme rappresentano quasi il 70% dei dati rilevati. Un'altra considerazione è che meno della metà dei siti di campionamento presenta una condizione di qualità almeno buona (I e II classe di qualità): tutti i restanti punti, di conseguenza, non risponderebbero ai requisiti stabiliti dalla Direttiva 2000/60 se l'IBE fosse utilizzato come strumento di valutazione della comunità macrobentonica.

La Direttiva Quadro sulle Acque

In realtà, il sistema di monitoraggio e di classificazione dei corpi idrici superficiali previsto dalla Direttiva Quadro sulle Acque è ben lungi dall'essere stato attivato in Italia, nonostante la stessa normativa europea prevedesse un ben preciso calendario delle scadenze necessarie per la sua implementazione da parte degli Stati membri (Tab. V). Già lo stesso recepimento nella normativa nazionale è avvenuto solo nel 2006, con il Testo Unico sull'Ambiente (D.Lgs. 152/06), che ha richiesto e richiederà ancora ulteriori disposti normativi affinché possa divenire un vero strumento attuativo.

Anche in assenza di un quadro normativo compiuto, nel corso degli ultimi anni, e in particolare nel periodo più recente, il sistema agenziale e gli Enti con responsabilità di gestione territoriale, con il fondamentale supporto degli enti di ricerca, hanno avviato numerose attività finalizzate alla sperimentazione di sistemi di monitoraggio degli elementi di qualità biologica individuati dalla Direttiva, costruendo così un ulteriore patrimonio di conoscenza, indispensabile per la corretta applicazione dei principi della Direttiva Quadro sulle Acque.

Tab. IV. Valori di Classe di Qualità (C.Q.) rilevata con metodo IBE nelle 422 stazioni campionate nel 2006 nell'intero bacino padano (APAT, 2007a).

C.Q.	Numero di Stazioni	Percentuale
I	59	14
II	139	33
III	153	36
IV	49	12
V	22	5

Tab. V. Scadenze previste dalla Direttiva 2000/60/CE.

2000	Entrata in vigore
2003	Recepimento nelle norme nazionali
2003	Individuazione dei bacini fluviali
2004	Caratterizzazione dei bacini fluviali (pressioni, impatti, economia)
2006	Definizione della rete di monitoraggio
2009	Completamento dei piani di gestione e adozione delle azioni di risanamento
2015	Raggiungimento degli obiettivi
2015-2021	Secondo piano di gestione
2021-2027	Terzo piano di gestione

Per quanto riguarda il macrozoobenthos, l'aspetto più significativo è stata la decisione, assunta da parte del Ministero per l'Ambiente, di abbandonare l'Indice Biotico Esteso (IBE) come metodo di classificazione dei corpi idrici superficiali, in quanto non pienamente rispondente ai requisiti previsti dalla Direttiva stessa, che richiede la presa in conto anche degli aspetti quantitativi della comunità esaminata. A tale scopo, nel 2007 è stata proposta dall'Istituto di Ricerca Sulle Acque del CNR una metodica di campionamento quantitativo multihabitat (BUFFAGNI e ERBA, 2007), che è stata applicata a partire dal 2008 a titolo sperimentale dalle Agenzie Ambientali Regionali, anche attraverso una specifica iniziativa promossa dal Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale (CISBA). Le stesse Agenzie, comunque, nella loro totalità, hanno proseguito fino a tutto il 2008, e nella maggioranza dei casi anche nel 2009, nel rilievo degli indici previsti dalla precedente normativa (D.Lgs. 152/99): IBE, LIM, SECA e SACA. Infatti, anche in presenza di una metodica di campionamento, non è stato ancora predisposto un indice strutturato che permetta di esprimere un giudizio di qualità sulla base dei dati raccolti secondo le nuove modalità di campionamento, né quindi di effettuare una classificazione dei corpi idrici.

Analoga situazione può essere considerata quella relativa alle altre comunità che la Direttiva individua come indicatrici per la classificazione dei fiumi. Infatti, la predisposizione da parte di APAT (oggi ISPRA) di

uno specifico manuale per il campionamento delle diverse comunità (APAT, 2007b), che riporta per i fiumi una versione semplificata della metodica IRSA-CNR di campionamento del bentos e metodiche di campionamento di macrofite acquatiche, diatomee e pesci in gran parte basate sulla trasposizione delle norme CEN in materia, se vuole rappresentare un importante strumento di standardizzazione nella creazione dei dati, non risolve in alcun modo il problema della valutazione e classificazione, indispensabili per l'utilizzo dei dati rilevati a scopi gestionali, pianificatori e previsionali.

Le esperienze a scala regionale che si stanno svolgendo sul territorio del bacino padano, tendono quindi, in via prioritaria, per le diverse comunità, a due distinte finalità: da un lato all'acquisizione delle competenze da parte del personale delle Agenzie, dall'altro alla predisposizione di liste floristiche e faunistiche attraverso il campionamento di siti di riferimento o, in assenza di ambiti privi di alterazioni di origine antropica, di siti che possano essere comunque considerati in stato ecologico buono secondo la scala di valutazione stabilita dalla Direttiva.

Per quanto riguarda le diatomee, sono stati oggetto di analisi nel corso degli ultimi anni, nell'intero complesso dell'Italia settentrionale, più di 100 siti in Trentino Alto Adige, più di 50 siti in Piemonte, più di 20 in Lombardia e un numero inferiore in Friuli Venezia Giulia (CIUTTI *et al.*, 2006). A questi si devono poi aggiungere le esperienze più recenti, che riguardano la Valle d'Aosta (GERBAZ, com. pers.) ed il Veneto (CIUTTI, com. pers.).

Anche per la componente macrofita, sperimentazioni sono in corso in Valle d'Aosta, Piemonte, Liguria, Lombardia, Emilia Romagna, Trentino e Friuli Venezia Giulia. Tali sperimentazioni, riguardanti un numero limitato di stazioni, sono finalizzate quindi alla messa a punto delle metodiche di campionamento e determinazione, all'acquisizione di competenze ed alla redazione di liste floristiche per la definizione delle condizioni di riferimento (MINCIARDI *et al.*, in questo volume)

Entrambe le componenti appartenenti alla flora acquatica, macrofite acquatiche e componente diatomica del perifiton, vengono utilizzate da tempo a scala europea per la valutazione dello stato trofico delle acque e per tale scopo sono stati elaborati diversi indici, quali l'IBMR (AFNOR, 2003) o l'EPI-D (DELL'UOMO, 2004).

Tali indici, però, non possono essere considerati rispondenti ai requisiti della Direttiva, dato che non viene presa in considerazione la naturalità della comunità, bensì un aspetto delle caratteristiche ambientali dell'ecosistema, quale appunto lo stato trofico delle acque, valutato attraverso le caratteristiche autoecolo-

giche delle singole specie.

Gli aspetti relativi alla fauna ittica presentano invece caratteristiche differenti, legate innanzitutto alla considerazione del ruolo svolto nelle comunità da parte delle specie aliene, che sono ampiamente diffuse nelle popolazioni italiane, e in particolare nel bacino del Po (per maggiori dettagli si vedano GANDOLFI, GHERARDI *et al.* e PUZZI *et al.*, in questo volume). Esistono infatti diverse scuole di pensiero a seconda che si dia importanza prevalente alla naturalità nella composizione della comunità ittica, piuttosto che ai ruoli funzionali che le diverse specie ricoprono all'interno della comunità stessa. In compenso, la relativa scarsa diversità delle comunità (rispetto alle altre) e, soprattutto, la disponibilità di dati storici per tutte le tipologie individuate nel bacino padano possono permettere di identificare con relativa affidabilità le condizioni di riferimento anche per le tipologie per le quali non è possibile disporre di siti di riferimento.

CONCLUSIONI

L'applicazione dei nuovi metodi di biomonitoraggio presenta una serie di problemi che sono di seguito riassunti.

Innanzitutto deve essere risolto il nodo dei diversi metodi di valutazione: l'utilizzo di metodi multimetrici per la valutazione del macrobentos, la disponibilità di indici trofici per le comunità vegetali (diatomee e macrofite), il problema della valutazione di autoctonia e alloctonia delle specie ittiche.

Per ciascuna comunità devono essere definite le condizioni di riferimento. Tali condizioni possono essere specifiche per ciascuna tipologia individuata nel processo di tipizzazione o invece essere relative a raggruppamenti più o meno ampi di tipologie e devono essere stabilite con un metodo spaziale (l'individuazione di siti di riferimento), teorico (definite attraverso un processo di modellazione), temporale (utilizzando dati storici) o sulla base di un giudizio esperto.

In ogni caso, le specificità del monitoraggio (condizioni di riferimento, metodi di valutazione, tempi e modi di campionamento, ecc.) devono ancora essere oggetto di attività di ricerca e validazione da parte di Enti Scientifici, ma anche delle Agenzie Ambientali.

L'intero processo dovrebbe essere governato autorevolmente e in modo trasparente e dovrebbe riguardare tutti gli attori coinvolti, ognuno per il suo ruolo: Ministero, ISPRA, Regioni, Agenzie Ambientali, Autorità di Bacino (o di Distretto), Enti di Ricerca, Associazioni scientifiche, altri portatori di interesse.

Infine, potrebbe avere senso cominciare a ragionare sulle possibili proposte di modifica e di integrazione alla Direttiva 2000/60/CE ed alla relativa Common Implementation Strategy.

BIBLIOGRAFIA

- AFNOR, 2003. *Qualité de l'eau: Détermination de l'indice biologique macrophytique en rivière (IBMR) – NF T 90-395*.
- APAT, IRSA-CNR, 2003. *Metodi analitici per le acque*. Serie Manuali e Linee Guida APAT n. 29.
- APAT, 2007a. *Annuario Dati Ambientali*.
- APAT, 2007b. *Metodi biologici per le acque. Parte I*. Serie Manuali e Linee Guida APAT n. XX.
- BUFFAGNI A., ERBA S., 2007. Macroinvertebrati acquatici e Direttiva 2000/60/EC(WFD) – Parte A. Metodo di campionamento per i fiumi guadabili. *Notiziario dei Metodi Analitici*, **1/2007**: 2-27.
- CAIRNS J.Jr., 1990. The genesis of biomonitoring in aquatic ecosystems. *Environ. Prof.*, **12**: 169-176.
- CIUTTI F., BELTRAMI M.E., CAPPELLETTI C., DELLA BELLA V., MANCINI L., 2006. Use of diatoms to evaluate water quality in Italy: towards implementation of the european Water Framework Directive. In É. Ács, K.T. Kiss, J. Padišák, K.É. Szabó (eds) *6th International Symposium on Use of algae for monitoring rivers*. Hungary, Balatonfüred, 12-16 September 2006.
- DELL'UOMO A., 2004. *L'indice diatamico di eutrofizzazione/polluzione (EPI-D) nel monitoraggio delle acque correnti*. Linee Guida. APAT.
- DE PAUW N., GHETTI P.F., MANZINI P., SPAGGIARI R., 1992. Biological assessment methods for running waters. In: *River Water Quality. Ecological assessment and control*. Commission of the European Communities. Bruxelles 1991.
- GHETTI P.F., 1997. *Manuale di Applicazione: Indice Biotico Esteso. I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti*. Provincia Autonoma di Trento.
- MINCIARDI M.R., ROSSI G.L., AZZOLLINI R., BETTA G., 2003. *Linee guida per il biomonitoraggio di corsi d'acqua in ambiente alpino*. Provincia di Torino, 64 pp.
- MINISTERO AGRICOLTURA E FORESTE, CONSORZIO PER IL CANALE EMILIANO ROMAGNOLO, 1990. *Po AcquAgricolturaAmbiente*. Vol. 3. Il Mulino, 196 pp.