

L'importanza degli indicatori biologici nel monitoraggio dei corsi d'acqua

Alessia Patriti, Velia Sartoretti

La Direttiva europea 2000/60, attualmente in fase di recepimento a livello nazionale, prevede un approfondimento del monitoraggio delle acque superficiali interne e affianca ai comuni metodi di indagine strumentale altre metodiche di tipo biologico (biomonitoraggio), basate sull'utilizzo di organismi viventi "sensibili", che fungono da indicatori del degrado della qualità ambientale dovuto all'inquinamento, capaci di interpretare le variazioni delle comunità animali e vegetali

La Direttiva europea 2000/60 attribuisce un'importanza prioritaria ai parametri biologici come elementi qualitativi di base per definire lo stato ecologico delle acque superficiali. Fondamentale è soprattutto l'interesse verso le comunità acquatiche, vegetali e animali, studiate attraverso l'uso di *indicatori biologici*, fonte preziosa di informazioni per la protezione e la gestione dell'ambiente. È noto, infatti, che tutti gli organismi, direttamente o indirettamente, rappresentano il prodotto del proprio ambiente di vita e, in presenza di sostanze tossiche, subiscono modificazioni più o meno marcate del proprio stato naturale. Studiando la composizione delle comunità di organismi caratteristici di diversi livelli trofici dell'ecosistema acquatico e valutando lo stato di salute degli individui, è possibile evidenziare le zone in cui l'inquinamento ha raggiunto livelli critici. L'utilizzo di indicatori biologici permette di sintetizzare tutte le diverse cause di stress ambientale e, successivamente, attraverso alcuni "*indici numerici*" specifici per i diversi bioindicatori, la risposta biologica può essere quantificata e rappresentata cartograficamente. Esistono diversi esempi di indicatori biologici e, per le acque interne superficiali, la direttiva pre-

ture amministrative e le procedure necessarie alla gestione dei corpi idrici, incaricando le Agenzie regionali per la protezione ambientale di applicare correttamente la direttiva e raggiungere un "buono" stato di qualità delle acque.

LE COMUNITÀ DI MACROINVERTEBRATI BENTONICI

Per la definizione dello stato ecologico dei corsi d'acqua, la Direttiva europea, come già anticipato dalla legge 152/99, prevede l'utilizzo come bioindicatori delle comunità di macroinvertebrati, comunemente presenti nei corsi d'acqua. In tali popolazioni, costituite da varie specie di insetti, crostacei, nematodi, platelminti, irudinei e oligocheti si è evidenziata la capacità di rispondere in modo differenziato alle alterazioni chimiche e fisiche dell'ambiente di vita. I macroinvertebrati, organismi le cui dimensioni sono raramente inferiori al millimetro, si utilizzano come "indicatori" o spie di inquinamento e, come tutti i bioindicatori, hanno la capacità di dare risposte rapide all'inquinamento, vivono nei substrati senza essere soggetti a migrazioni continue, sono presenti stabilmente in acqua (in quanto hanno un ciclo vitale normalmente superiore all'anno), sono facilmente riconoscibili e permettono di individuare gli effetti prodotti dagli inquinanti anche in tempi successivi al loro scarico. La valutazione delle condizioni delle comunità macrobentoniche viene quantificata attraverso un indice I_{BE} (Indice Biotico Esteso), che, opportunamente tradotto, permette di attribuire 5 classi di qualità (Tab.1) in funzione del tipo e del numero di taxa presenti. In questo contesto, ARPA Umbria svolge l'attività di monitoraggio prevista dal D. LGS 152/99 e, ormai da diversi anni, utilizza il metodo I_{BE} come strumento di indagine per la valutazione ecologica del bacino del fiume Tevere e dei corsi d'acqua minori. Nel 2004, i campionamenti eseguiti nelle stazioni di monitoraggio dei corpi idrici minori, hanno evidenziato come la maggior parte di esse rientra in una classe III, a cui corrisponde un ambiente alterato.

Tutti gli organismi rappresentano il prodotto del proprio ambiente di vita e, in presenza di sostanze tossiche, subiscono modificazioni del proprio stato naturale

vede il monitoraggio del fitoplancton, delle macrofite e del fitobentos, delle comunità di macroinvertebrati bentonici e della fauna ittica. Al fine di perseguire la salvaguardia, la tutela e il miglioramento della qualità degli ambienti acquatici, nonché l'utilizzo razionale delle risorse naturali, la direttiva europea prevede che gli stati membri predispongano un piano di gestione del bacino idrografico compreso nel proprio territorio. A tal proposito, ogni stato membro ha definito le strut-



LE DIATOMEES

Un altro elemento biologico che concorre a definire lo stato ecologico delle acque superficiali è rappresentato dal fitobentos (diatomee). Le diatomee sono alghe unicellulari appartenenti al Phylum delle Diatomee o Bacillariophyceae, le cui dimensioni possono variare da pochi micron ad oltre mezzo millimetro. Oltre ad essere produttori primari dell'ecosistema acquatico e a trovarsi alla base della catena trofica, sono anche organismi molto sensibili all'eutrofizzazione e alla variazione di diversi parametri chimico-fisici e, pertanto, sono classificati come buoni indicatori ambientali.

Lo studio delle comunità di diatomee viene portato avanti ormai da decenni e ciò ha permesso di distinguere specie adattate a vari tipi di ambienti: molto inquinati, intermedi e incontaminati. Secondo la metodica di analisi più usata, esse, in base alla sensibilità all'inquinamento, vengono suddivise in 5 gruppi. L'indice di sensibilità all'inquinamento (i) è solo uno dei fattori che influenzano il calcolo dell' EPI-D (Indice Diatomico di Eutrofizzazione e Polluzione), un indice biotico che esprime la qualità di un corso d'acqua, traducendo la presenza/assenza delle varie specie di diatomee in un valore numerico più facilmente interpretabile. Per il calcolo dell'indice si utilizza una formula specifica in cui compare la specie di ciascuna diatomea ritrovata, la sua abbondanza, la sua sensibilità all'inquinamento e la sua affidabilità nel calcolo dell'indice (r). Il valore di tale indice è correlabile ad alcuni parametri chimici come il BOD5, il COD, il forforo totale e gli ortofosfati, l'azoto ammoniacale e l'azoto nitrico, i cloruri, i solfati, la durezza totale e la conducibilità. L'indice non dipende dal singolo parametro, ma dalla somma di questi e fornisce informazioni sugli effetti sinergici degli inquinanti nel corso d'acqua considerato.

Nell'ambito delle attività di ARPA Umbria sono state svolte le analisi dei campioni di diatomee prelevati nelle stazioni di monitoraggio del fiume Tevere e dei corsi d'acqua minori, per valutarne la classe di qualità in base all'Indice Diatomico EPI-D (2004). Dai risul-

tati ottenuti è emerso che, in base al valore dell'EPI-D calcolato, il 40% delle stazioni dei corpi idrici minori rientra in una III classe, corrispondente ad una qualità mediocre; non mancano, tuttavia, siti in cui si riscontrano situazioni di forte degrado ambientale (classe IV), o di ottimo stato delle acque (classe I).

LE MACROFITE

Per il monitoraggio dello stato ecologico dei corsi d'acqua si può fare riferimento anche alla composizione tassonomica e all'abbondanza delle macrofite acquatiche, vegetali macroscopicamente visibili negli ambienti acquatici, palustri e di greto, che costituiscono la componente autotrofa degli ecosistemi fluviali. L'ecologia delle specie le fa suddividere in idrofite, anfifite e sopra-acquatiche, a seconda che siano completamente sommerse, non costantemente sommerse, sommerse solo nella parte basale o colonizzino il greto e quindi tollerino solo temporanei periodi di sommersione. Le cenosi di macrofite acquatiche sono influenzate, nella loro composizione, da fattori ambientali come la luce, la temperatura dell'acqua, la velocità della corrente, i solidi sospesi, la tipologia del substrato e le caratteristiche chimiche delle acque, come il livello di trofia rappresentato dalla concentrazione di Azoto e Fosforo e l'alcalinità.

L'intervento antropico può incidere fortemente sulle cenosi a macrofite: ne sono un esempio le opere di regimazione idraulica e gli interventi in alveo, ma anche l'inquinamento delle acque con scarichi non depurati, pesticidi e metalli. Questi possono avere un impatto sulla comunità vegetale, che porta all'alterazione della sua struttura e composizione, manifestandosi attraverso la riduzione della copertura della cenosi, la perdita di specie sensibili e l'incremento di quelle più tolleranti. Proprio basandosi sulla presenza/assenza e sull'abbondanza di specifici taxa di macrofite indicatori in un certo ambiente, sono stati elaborati alcuni tipi di indici, che hanno in comune con gli Indici Diatomici una spiccata sensibilità all'inquinamento organico, sottostimato dagli indici

macro-bentonici. Alcuni esempi di indici utilizzati per il monitoraggio dei corsi d'acqua in Europa sono il Mis (Macrophyte Index Scheme), basato sulla sensibilità di certi

Lo studio dei bioindicatori per il monitoraggio dei corsi d'acqua rappresenta un passo avanti per la tutela degli ecosistemi fluviali

taxa, il TIM (Trophie Index Macrophyten), che evidenzia la concentrazione di fosforo nell'acqua e sedimenti, l'MTR (Mean Trophic Rank), specifico per acque lotiche, l'IBM (Indice Biologique Macrophytique en Rivière), che traduce il grado di trofia legato al tenore di ammonio e ortofosfati. Non esiste quindi un metodo univoco per determinare lo stato di qualità delle acque sulla base dell'analisi di questi vegetali. I valori numerici degli indici vengono poi tradotti in classi di qualità relative ai tratti fluviali esaminati. Un limite delle macrofite come indicatori biologici risiede forse nel fatto che esse non risentono solo dell'inquinamento, ma anche di parametri fisici come la luce e la velocità dell'acqua, che spesso sono altamente selettivi.

LA FAUNA ITTICA

Una comunità ittica può essere definita come un raggruppamento di popolazioni di specie ittiche che coesistono nello spazio e nel tempo. In quanto tale, la comunità è caratterizzata da alcune proprietà particolari come la diversità di specie, i limiti alla presenza di specie in competizione, l'organizzazione della rete trofica. I parametri che descrivono una comunità ittica sono influenzati da vari fattori ambientali e non, nonché dal grado di stress ambientale. Per questo motivo negli ultimi anni, successivi all'emanazione della direttiva europea, anche in Europa è stato possibile utilizzare le comunità ittiche come indicatori dello stato ecologico dei corsi d'acqua. Oltre ad essere degli efficaci sistemi di



allarme delle modificazioni macroambientali e del livello di stress ambientale, infatti, i pesci presentano alcuni vantaggi come la capacità di integrare un'ampia varietà di stress con risposte individuali, di popolazione e di comunità e di avere una vita sufficientemente lunga da fornire una documentazione a lungo termine dello stress. Soprattutto, i pesci sono utilizzati per la stima del livello trofico, della quantità di ossigeno disciolto nell'acqua, dell'inquinamento da fitofarmaci, insetticidi e altre sostanze utilizzate in agricoltura. Il campionamento delle comunità ittiche richiede l'utilizzo di metodiche e attrezzature specifiche, ma soprattutto la messa a punto di mezzi interpretativi capaci di tradurre i dati in una valutazione dello stato ecologico degli ambienti acquatici.

A tal proposito, ci si avvale di metodiche basate su procedure statistiche multivariate, di indici biotici come l'IBI¹, l'II² e ISECI (Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche), nonché di modelli empirici predittivi basati sull'applicazione delle reti neurali artificiali. Nel corso del 2005, nell'ambito della sperimentazione della direttiva 2000/60 sul bacino pilota del fiume Tevere, che prevede la definizione delle condizioni di riferimento relative ai corsi d'acqua umbri, anche ARPA Umbria si è impegnata a sviluppare un'indagine conoscitiva dello stato ecologico del bacino basata sullo studio delle comunità ittiche. Il lavoro avrà come obiettivo l'elaborazione dei dati ittologici, acquisiti dalle Carte Ittiche Regionali, mediante l'applicazione dell'indice IIQUAL (Indice di Integrità Qualitativa), calcolato rapportando il numero di specie autoctone presenti e il totale delle specie raccolte. Il rapporto è espresso come valore numerico che può variare da 0 a 1. In base all'Indice IIQUAL, applicato ai corsi d'acqua minori, è stato evidenziato che il 42% delle stazioni è rappresentato da una III classe di qualità (ambiente alterato), mentre il 30% da una classe II (ambiente con moderati sintomi di alterazione). Un altro elemento importante emerso dal censimento delle Carte Ittiche riguarda la zonazione o distribuzione delle specie ittiche naturali, che ha lo scopo

di fornire indicazioni tecnico-scientifiche e proposte finalizzate al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- razionale gestione e sviluppo dell'ittiofauna;
- tutela della specie, della biodiversità e dell'equilibrio ecologico;
- corretto svolgimento dell'attività di pesca.

Complessivamente nel Bacino idrografico umbro sono presenti 40 specie ittiche, di cui solo il 37,5% sono autoctone. L'analisi della zonazione effettuata durante la realizzazione della Carta Ittica Regionale maestra che la fauna ittica del reticolo idrografico umbro è prevalentemente ciprinicola e che solo il bacino del Nera risulta spiccatamente popolato da salmonidi.

Lo studio dei bioindicatori per il monitoraggio dei corsi d'acqua, quindi, rappresenta un passo avanti per la tutela degli ecosistemi fluviali ed è in linea con gli obiettivi della Direttiva 2000/60, che stabilisce il raggiungimento di un buono stato di qualità delle acque superficiali entro il 2016. L'utilizzo dei bioindicatori, oltre a garantire la sostenibilità ecologica delle risorse idriche, può avere anche un utile risvolto economico e sociale ed è proprio in funzione di tale prospettiva, rivolta soprattutto alle generazioni future, che sarebbe auspicabile promuovere la ricerca e lo studio di indicatori sempre più precisi ed efficaci.



Tab. 1 - Classi di qualità secondo il metodo IBE, basato sullo studio delle comunità macrobentoniche

Classi di qualità	Valori IBE	Giudizio di qualità	Colore
Classe I	10-11-12	Ambiente non alterato in modo sensibile	Blu
Classe II	8 - 9	Ambiente con moderati sintomi di alterazione	Verde
Classe III	6 - 7	Ambiente alterato	Giallo
Classe IV	4 - 5	Ambiente molto alterato	Arancio
Classe V	0 - 1 - 2 - 3	Ambiente fortemente degradato	Rosso

