



PROVINCIA DI VITERBO
Assessorato Ambiente e Pianificazione Territoriale



Gestione Ambientale Verificata
Registro I - 000106



Il fiume come esperienza didattica

Le foto sono state gentilmente fornite da...



Gestione ambientale verificata
N. Registro I - 000106



Dipartimento Ambiente e connessa
Prevenzione Primaria

PROVINCIA DI VITERBO
Assessorato Ambiente Ecologia
Servizio Tutela Acque

IL FIUME COME ESPERIENZA DIDATTICA

Introduzione all'ecologia fluviale e ai sistemi di valutazione della qualità dei corsi
d'acqua

Andreani P. °, Beltrami M.E. *, Bernabei S. §, Cecchi G. *, Ciambella M. °, D'Angelo A.M. *, Dello Vicario E. °, Formichetti P. *, Gramegna C. *, Pierdominici E. *, Venanzi D. °, Mancini L. *

°Provincia di Viterbo – Assessorato Ambiente, Settore Tutela Acque – Via Saffi, 49, 01100, Viterbo. e-mail: andreani@provincia.vt.it.

*Istituto Superiore di Sanità – Laboratorio di Igiene Ambientale – Viale Regina Elena, 299, 00161 ROMA. e-mail: lmancini@iss.it.

§Consulente Agenzia per il territorio ed i servizi tecnici APAT, Dipartimento Tutela Acque Interne e Marine – Via v. Brancati, 48, 0144 Roma

CENNI DI ECOLOGIA FLUVIALE

Caratteristiche generali dei corsi d'acqua, la zonazione.

Il fiume, l'ecosistema fluviale, è da considerarsi un ambiente aperto e legato quindi, non solo a quello che scorre all'interno dell'alveo, ma a tutto quello che caratterizza il territorio che lo circonda. Infatti tutti gli influssi esterni, da quelli più naturali come le foglie secche o i ramoscelli che cadono in acqua, a quelli di origine umana, come gli scarichi o le sostanze fertilizzanti usate in agricoltura, vanno a influenzare direttamente la vita del corso d'acqua.

Tradizionalmente un corso d'acqua può essere suddiviso in tre parti: infatti, mentre la struttura e la distribuzione delle comunità dette lentiche (cioè, delle acque ferme, i laghi) è fondamentalmente legata alla profondità, le comunità lotiche (cioè quelle dei fiumi) presentano anche una zonazione longitudinale dovuta al variare delle caratteristiche fisiche dell'ambiente lungo il percorso fluviale. Ad esempio, l'aumento della temperatura, della torbidità e del carico di concentrazione delle sostanze nutritive e, per contro, la diminuzione della velocità della corrente, dell'ossigeno disciolto e della granulometria dei sedimenti sono variazioni tipiche in un fiume che procede verso la sua foce.

Per poter caratterizzare al meglio le diverse parti del fiume e studiarne quindi le caratteristiche biotiche ed abiotiche si è reso necessario individuare zone distinte all'interno del corso d'acqua, diverse per i valori che determinati parametri significativi assumono al loro interno, e quindi diverse per le comunità animali e vegetali che le abitano.

Uno dei sistemi di zonazione possibili è quello che adotta come parametri significativi la larghezza dell'alveo e la sua pendenza: la combinazione dei due parametri determina infatti la velocità della corrente, e quindi tutti i fattori abiotici dell'ecosistema. Le zone individuate prendono il nome dalle principali specie ittiche che in esse si trovano; così, il corso di un tipico fiume dell'Europa occidentale temperata può risultare suddiviso nelle seguenti zone, al crescere della larghezza dell'alveo e al diminuire della pendenza: zona a trote, zona a temoli, zona a barbi e zona a ciprinidi (carpe e tinche). A ognuna di esse è associata tutta una fauna di pesci e invertebrati che affiancano le specie ittiche rappresentative da cui prendono il nome.

Naturalmente, trattandosi di un ecosistema naturale, il fiume non cambia le proprie caratteristiche biologiche-ecologiche in modo brusco e repentino, ma ogni zona confluisce nella successiva con la variazione graduale dei parametri biotici ed abiotici che la caratterizzano (Fig. 1).

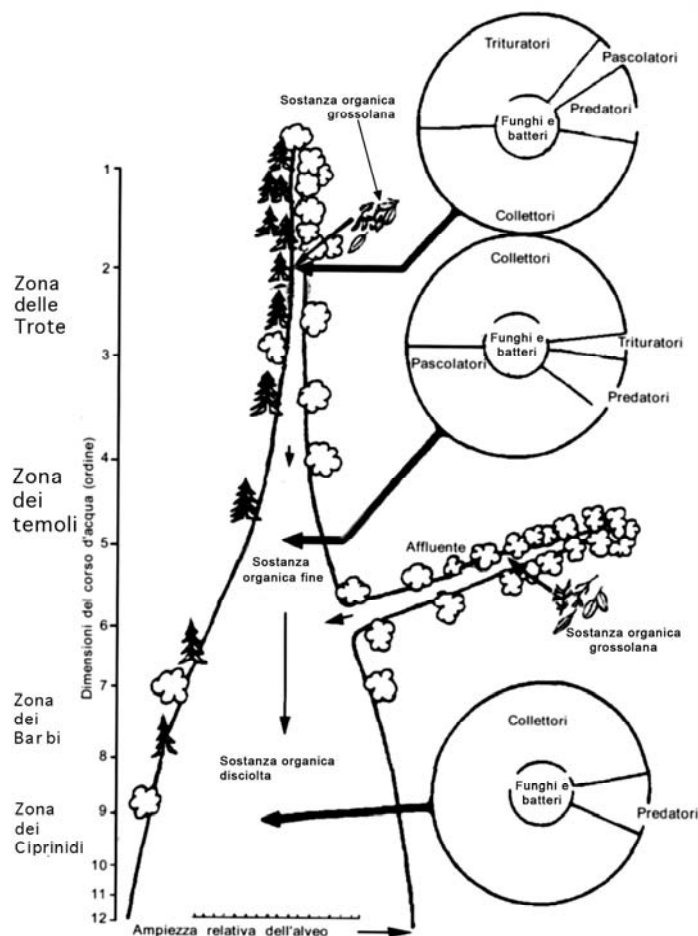


Fig. 1: Zonazione del fiume secondo la larghezza dell'alveo e le diverse specie caratterizzanti i diversi tratti. Mano mano che cambiano le caratteristiche idro-morfologiche ed ecologiche, anche le attitudini alimentari all'interno della comunità dei macroinvertebrati si modificano

Dal punto di vista energetico l'ecosistema fluviale si alimenta, nel primo tratto detto torrentizio, sostanzialmente dalle foglie e dai rami che cadono in acqua dagli alberi che ricoprono completamente le sponde: i micro organismi ed i macroorganismi attaccano immediatamente questa riserva energetica sminuzzandola e riducendola a piccoli frammenti; nutrendosene la rendono disponibile per il resto della catena alimentare, costituita da altri organismi, quali pesci, uccelli, ecc.... Dal punto di vista delle abitudini

alimentari, in questo tratto abbondano i **tritatori**, che attaccano la materia grossolana ed i **collettori**, che si nutrono dei frammenti prodotti dai tritatori.

I frammenti di vegetazione rappresentano l'unica fonte energetica, in quanto la luce, non può penetrare la fitta coltre degli alberi e sul fondo del corso d'acqua non si può insediare una ricca comunità di piante.

Dal punto di vista chimico-fisico, l'acqua si presenta a bassa temperatura (dovuta alla temperatura con la quale sgorga dalla sorgente e dalla scarsa insolazione per la presenza della copertura arborea), ricca di ossigeno disciolto (per la bassa temperatura e per l'elevata turbolenza) e povera di sostanze disciolte (perché nel breve tratto non ne ha ancora accumulate).

In questo tratto la portata in alveo (quantità di acqua presente) è molto irregolare, ad improvvise piene si possono alternare periodi, anche prolungati di magra.

Quando il corso d'acqua si allarga, la corrente rallenta ed il sole riesce a raggiungere il fondo del fiume; la vegetazione può crescere rigogliosa, gli organismi che stanno alla base della catena alimentare sono i **pascolatori** che si nutrono di queste piante e i **collettori** che raccolgono i detriti provenienti dalla parte torrentizia.

L'acqua si arricchisce in sali minerali, la temperatura aumenta, visto il riscaldamento apportato dal sole ed il tenore di ossigeno tende a diminuire. Nel tratto intermedio la variazione della portata è meno irregolare anche se risente abbastanza degli afflussi irregolari della parte superiore.

Nel tratto terminale del fiume, l'arricchimento di sostanza organica disciolta è così marcato che la torbidità dell'acqua è tale da non permettere la penetrazione della luce fino al fondo dell'alveo. La comunità quindi non si può sostenere attraverso l'energia fornita dalle piante, ma solo grazie alle sostanze disciolte che arrivano non utilizzate dal tratto superiore del fiume: alla base della catena alimentare ci sono quindi organismi chiamati **filtratori** che riescono a trattenere le sostanze nutritive ormai rinvendibili a dimensioni molto ridotte.

Scarso ossigeno, alta temperatura ed un forte arricchimento di sostanza organica caratterizzano la composizione chimica di queste acque dei tratti potamali (di pianura) dei fiumi.

La portata è molto stabile, poiché viene influenzata da un gran numero di fattori (piovosità, presenza di affluenti, di aree golenali dove l'acqua in eccesso può defluire, ecc...) che tendono a compensarsi tra loro.

Riassumendo le dinamiche dei flussi di energia nell'ecosistema fiume, si ritrovano due catene alimentari distinte ma interconnesse: la catena alimentare del **pascolo** e la catena alimentare **detrito** (Fig. 2).

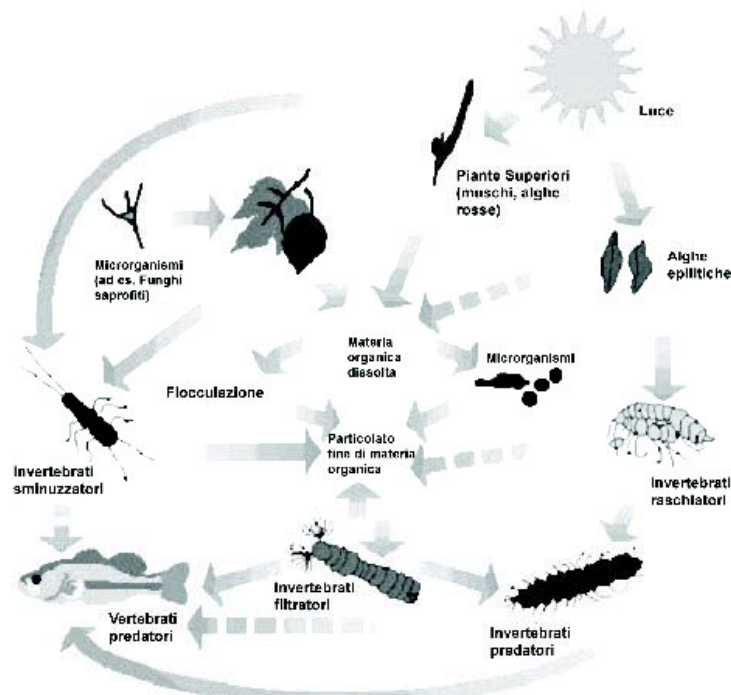


Fig. 2: Catena alimentare di un corso d'acqua. Ai livelli più alti, oltre ai pesci vi sono gli uccelli e i piccoli mammiferi.

Schematizzando ulteriormente la catena alimentare si può riassumere evidenziando come la produzione **P**, e quindi l'acquisizione dell'energia nel sistema, avvenga solo attraverso i vegetali, questi a loro volta danno alimento, se brucati, agli erbivori (catena del pascolo) o se consumati come materiale morto, ai detritivori (catena del detrito). A partire dal primo livello dei vegetali dove l'energia viene prodotta, nel senso che viene inserita nel sistema, nei livelli successivi l'energia viene consumata con la respirazione **R** (Fig. 3).

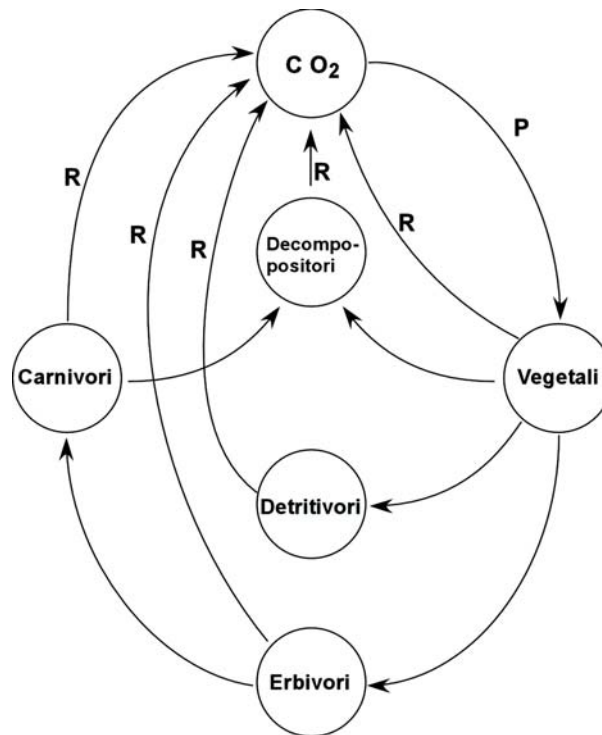


Fig. 3: Schema semplificato di una catena alimentare di un corso d'acqua.

Le caratteristiche idromorfologiche.

Come abbiamo visto, anche i parametri idrologici, dovuti alla variazione della portata in alveo (l'acqua che scorre in un determinato tratto di fiume nell'unità di tempo) variano continuamente nel tempo ed a seconda dei tratti considerati. Infatti la quantità d'acqua che scorre nel fiume è direttamente proporzionale agli scambi sotterranei con la falda freatica, e alle precipitazioni meteoriche. Il secondo fattore è quello di maggior importanza, visto che in genere le piogge costituiscono la parte principale del bilancio idrologico, dove i deflussi sono costituiti secondo la relazione che segue:

$$\text{Deflussi} = \text{Afflussi} \pm \text{Variazione delle riserve}$$

- **Deflussi:** è la quantità di acqua che defluisce a valle di una sezione fluviale immaginaria (per misurare la quantità complessiva di acqua che defluisce nel bacino idrografico di un fiume si considera la sezione di foce). La portata viene di

norma espressa in metri cubi di acqua che passano, in un secondo, da una determinata sezione del fiume.

- **Afflussi:** sono costituiti dalle precipitazioni, solide e liquide, cadute sul bacino idrografico; possono essere misurati con appositi strumenti chiamati pluviometri.
- **Riserve:** Sono rappresentate dalla capacità del bacino di immagazzinare acqua, anche in modo temporaneo. Questa capacità dipende dall'idoneità dei suoli a trattenere acqua e da quante riserve d'acqua (quali alvei, golene, bacini naturali ed artificiali) sono presenti in quel bacino idrografico.

Per poter valutare al meglio il regime idrologico di un fiume, è possibile osservare con attenzione il greto del corso d'acqua (Fig. 4);

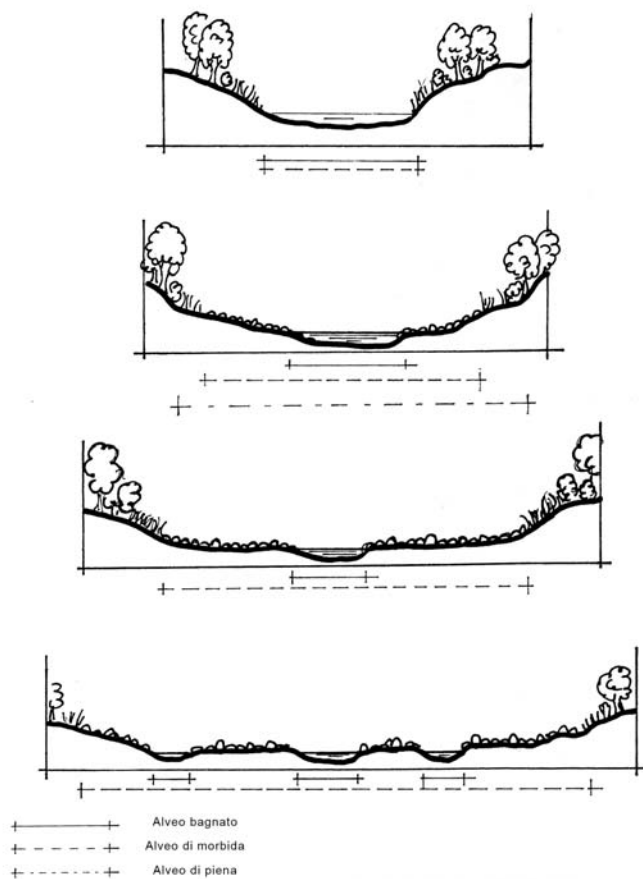


Fig. 4: Schema rappresentativo dell'alveo fluviale.

Infatti, se partiamo dal presupposto che la presenza di acqua non permette lo sviluppo della vegetazione, trovare sull'alveo erbe, arbusti o alberi ci dà una indicazione di quando si è avuta l'ultima piena. Il greto di un fiume con un regime idrologico irregolare sarà ciottoloso o al massimo ricoperto di erbe pioniere (a rapido accrescimento). Man mano che le piene si stabilizzano o ci si allontana dall'alveo le sommersioni (cioè gli allagamenti) saranno più rari e si potranno sviluppare gli arbusti e, se gli eventi di piena si fanno ancora più rari, potranno crescere anche gli alberi.

Analizzando la morfologia del letto del fiume possiamo evidenziare che l'alveo può essere:

- **bagnato**, quando in una sua porzione è presente l'acqua;
- **di magra**, quando la porzione bagnata resta tale in condizioni di magra, cioè il periodo di minima presenza di acqua. In questa condizione, il corso del fiume, soprattutto nei fiumi a regime irregolare; è sinuoso e spesso si divide in diversi bracci; la situazione di acque basse si verifica in estate, a causa di prelievi di acqua o per la presenza di sbarramenti e dighe.
- **di morbida**, quando la porzione bagnata è occupata nelle condizioni di portata ordinaria; la morbida si divide in morbida alta (giorni successivi alla piena); morbida media (stato ordinario), morbida bassa (periodo precedente alla magra).

Nei periodi in cui rimane asciutto, il greto viene colonizzato soprattutto nella fascia più esterna, dalle erbacee pioniere. Normalmente l'alveo di morbida non corrisponde all'alveo bagnato delle condizioni di portata ordinaria, quest'ultimo è infatti generalmente più stretto;

- **di piena**, quando la porzione di letto fluviale è occupata nelle condizioni di piena. In regime idraulico di "piena", il corso d'acqua supera determinati livelli idrometrici (acque alte); in caso di "piena eccezionale" (condizioni idrologiche episodiche) si ha massimo trasporto liquido, queste condizioni possono ricorrere con frequenza anche più che centenaria. Le acque di piena invadono in assenza di argini la cosiddetta golena, parte di alveo o di piana alluvionale interna all'argine, solitamente asciutta e vegetata, destinata ad accogliere le acque di piena.

All'interno dell'alveo si succedono ambienti diversi secondo il profilo longitudinale, cioè da monte a valle. Nel tratto torrentizio, il fondo è prevalentemente roccioso, l'acqua ha quindi una elevata turbolenza. Nel tratto intermedio si trovano alternanza di rapide a

fondo roccioso e buche a fondo sabbioso, nel tratto finale il fondo è prevalentemente sabbioso e di sedimenti fini (Fig. 5).

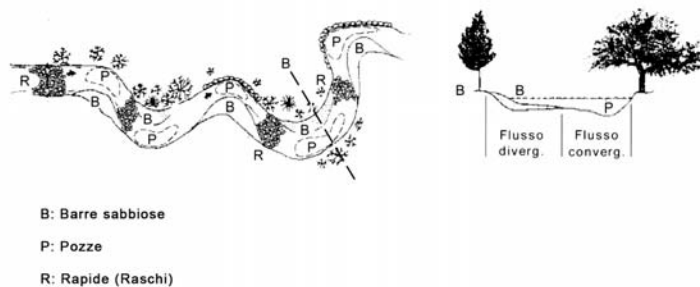


Fig. 5: Schematizzazione di un alveo fluviale di un tratto intermedio. Le buche o pozze sono approfondimenti generalmente allungati secondo il senso della corrente. Nelle buche la corrente rallenta e i pesci possono trovare rifugio nelle parti più profonde. Le barre sabbiose sono adiacenti alle buche ospitano la fauna dei sedimenti fini. Nelle rapide o raschi l'acqua è più turbolenta e si arricchisce di ossigeno. In questo ambiente vivono gli organismi che preferiscono le acque fresche e ben ossigenate.

La vegetazione di vegetazione riparia.

Un corso d'acqua, come abbiamo detto, è costantemente in contatto con il territorio attraverso il quale scorre, l'elemento di connessione tra questi due ambienti è la *fascia di vegetazione riparia o perifluviale*.

La vegetazione riparia è composta da specie particolarmente adattate a sopravvivere in questo ambiente in continuo mutamento ed evoluzione. Hanno quindi sviluppato particolari adattamenti, come la possibilità di riprodursi per talea (un pezzo di ramo caduto in terra può radicare e formare un nuovo albero), o di possedere una elevata elasticità che permette loro di piegarsi sotto la spinta della corrente di piena.

Questo ambiente è di fondamentale importanza per lo stato di conservazione di un corso d'acqua.

Infatti la vegetazione delle rive svolge diverse importanti funzioni:

- **Ombreggiamento dell'alveo**, impedendo un eccessivo riscaldamento delle acque e un'esposizione diretta degli organismi acquatici ai raggi solari;

- **Protezione delle rive**, trattenendo il terreno delle sponde e limitandone l'erosione da **parte dell'acqua che scorre**;
- **Contenimento delle piene**, poiché la corrente viene rallentata perdendo energia cinetica nell'attraversamento della vegetazione;
- **Aumento della diversità ambientale e conseguente aumento della biodiversità**, poiché tra le radici si vengono a formare un gran numero di microhabitat diversi che ospitano invertebrati, piccoli mammiferi, uccelli.
- **Apporto energetico**, in quanto, almeno nel primo tratto l'unica fonte energetica che entra nel sistema fluviale è rappresentata dalle foglie che cadono in alveo;
- **Corridoio ecologico**, infatti in un territorio fortemente antropizzato, spesso le uniche zone alberate sono proprio le fasce di vegetazione riparia che consentono ad un gran numero di animali di spostarsi da un'area all'altra;
- **Filtro biologico**, poiché le piante assorbono direttamente dall'acqua le sostanze inquinanti disciolte sottraendole così dal fiume;
- **Filtro meccanico**, le radici ed i tronchi sommersi bloccano le particelle in sospensione, permettendone così l'attacco da parte degli organismi decompositori (Fig. 6).

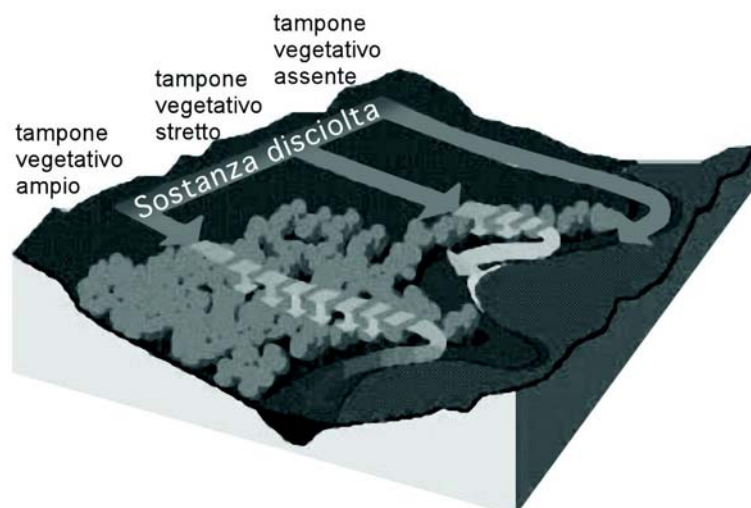


Fig. 6: Effetto della fascia riparia sullo scorrimento superficiale delle sostanze disciolte.

Inoltre la fascia di vegetazione rallenta il ruscellamento superficiale del materiale terroso, che si origina dai campi coltivati attraverso l'agricoltura intensiva, e che trasporta con se i residui inquinanti di tale attività

L'inquinamento dei fiumi.

Per inquinamento di un ambiente naturale si deve intendere, la presenza di sostanze tossiche o l'immissione in misura eccessiva di molecole, anche biodegradabili, ma che non possono essere efficacemente eliminate dall'ecosistema.

L'inquinamento dei fiumi è forse il più grave effetto delle attività umane su questo ecosistema, infatti tradizionalmente l'uomo ha usato i corsi d'acqua come via preferenziale per lo smaltimento dei residui delle proprie attività, civili o industriali. Inoltre il fiume già per sua natura tende a subire, direttamente o indirettamente, tutti gli impatti che ricadono sul territorio nel quale scorre e dove si raccolgono le acque che lo formano (bacino idrografico).

Man mano che il corso d'acqua va verso la foce si arricchisce quindi di sostanze inquinanti, tutte queste poi confluiscono in mare, dove, nel caso di bacini relativamente piccoli (per esempio il Mar Adriatico) possono accumularsi e dare gravi fenomeni quali esplosioni di alghe tossiche o eutrofizzazione delle acque.

Schematizzando, le diverse tipologie di inquinamento si possono così riassumere:

inquinamento chimico:

1. da sostanze organiche metabolizzabili, sostanze nutrienti riconosciute dagli organismi preposti alla decomposizione e quindi suscettibili di eliminazione o trasformazione. La capacità di metabolizzazione è legata a diversi fattori:

- quantità delle sostanze presenti;
- tipologia delle sostanze;
- capacità di smaltimento da parte dell'ecosistema (dipendente dagli organismi presenti, dalla stagione e da vari fattori di contorno);
- tempo di smaltimento (abbattimento) delle sostanze;

2. sostanze organiche non metabolizzabili, sostanze di sintesi (con vari gradi di tossicità), quindi non riconosciute dagli organismi decompositori. In questo caso le molecole possono accumularsi negli organismi e dare fenomeni di accumulo lungo

la catena trofica (possibilità di biomagnificazione);

3. sostanze inorganiche tossiche, metalli pesanti (altamente tossici), sono molecole che non vengono riconosciute dagli organismi decompositori. Queste molecole sono facilmente accumulabili dagli organismi viventi nei cosiddetti organi bersaglio (fegato, grassi, muscoli, ecc...) e dare problemi di tossicità diretta o accumularsi nella catena alimentare e concentrarsi ai livelli più alti, quelli dei carnivori, dove possono raggiungere quantità accumulate tali da accentuare gli effetti tossici (possibilità di biomagnificazione);

4. sostanze inorganiche non tossiche, sostanze solide sospese (argilla, minerali vari, ecc...), questa categoria di inquinanti non esplica un'azione diretta sugli organi interni, ma provoca abrasioni alle mucose, intorbidimenti dell'acqua con conseguente limitazione del passaggio della luce, intasamento dei microhabitat del fondo con conseguente riduzione della diversità ambientale e scomparsa di alcuni organismi.

inquinamento fisico:

1. modificazione degli ambienti, opere in alveo e sulle sponde che comportano alterazione del paesaggio, semplificazione, riduzione della diversità, ecc...;

2. inquinamento da calore, immissione di acque di raffreddamento di stabilimenti industriali, con conseguente riduzione della quantità di ossigeno disciolta (legge di Henry) e impatto diretto sugli organismi non adattati agli sbalzi di temperatura;

3. inquinamento radioattivo, impatto diretto o indiretto (accumulo di radioisotopi) negli organismi viventi e inquinamento dei sedimenti con conseguente rilascio nell'ambiente per un lungo periodo;

inquinamento biologico:

1. inquinamento da virus e batteri, trasportati passivamente attraverso specie esotiche che colpiscono le specie autoctone che non sono pronte con i dovuti anticorpi a rispondere alle infezioni;

2. immissione di specie esotiche, che competono direttamente con quelle nostrane (come ad esempio i pesci rossi o le tartarughe d'acqua dolce);

3. sovrasfruttamento, cioè pesca o caccia eccessiva che le popolazioni locali non riescono a compensare con la riproduzione.

Sulla base delle modalità di diffusione degli inquinanti si può riconoscere:

- l'inquinamento diffuso, se si origina da una ampia fonte, tipo l'agricoltura intensiva, difficilmente localizzabile;
- l'inquinamento puntiforme, che si origina direttamente dagli scarichi delle abitazioni, dei depuratori o dalle industrie, più facilmente localizzabile e controllabile, ma che esplica il suo impatto in modo più diretto.

Il fenomeno dell'autodepurazione.

Sulla base dei processi energetici che lo caratterizzano, cioè della continua trasformazione della materia organica in energia da parte dell'ecosistema, il fiume svolge al suo interno una efficace azione di autodepurazione, cioè ha la possibilità di abbattere le sostanze inquinanti attraverso tutta la comunità vivente, animale e vegetale. Tuttavia, la capacità di un fiume di smaltire liquami e fertilizzanti non è illimitata. Quando tale capacità viene superata, un'anomala proliferazione di batteri, alghe e altre piante provoca l'esaurimento di tutto l'ossigeno disciolto nell'acqua (eutrofizzazione), con il conseguente soffocamento di pesci e insetti e la grave alterazione dell'intero ecosistema fluviale.

Tutto questo si ripercuote anche sulla naturale struttura della catena alimentare: ad esempio, uno scarico civile apportando sostanze organiche in sospensione, provoca oltre ad altri effetti negativi, la scomparsa dei tagliuzzatori di foglie a vantaggio dei filtratori di sostanza fine.

In sostanza il processo di autodepurazione è un processo prevalentemente biologico, che coinvolge l'attività di un gran numero di organismi che lavorano in cooperazione e tende a riportare l'acqua alle condizioni originali che aveva prima dell'immissione di una sostanza inquinante. Sostanzialmente il processo funziona attraverso il seguente schema:

- **primo sistema di autodepurazione:** i primi organismi coinvolti sono i microrganismi unicellulari come batteri e funghi. Questi attaccano la superficie delle molecole in parte consumandole, in parte rendendole più facilmente utilizzabili dagli organismi più grandi;
- **secondo sistema di autodepurazione:** questo è composto dai macroinvertebrati bentonici, cioè da quegli organismi (insetti, molluschi, ecc...)

che vivono sul fondo e visibili ad occhio nudo, che si nutrono dei microrganismi o delle sostanze inquinanti presenti in sospensione o depositatesi nei sedimenti;

- **terzo sistema di autodepurazione:** questo è composto dai vertebrati come i pesci, gli anfibi, i rettili e gli uccelli, che mangiano i macroinvertebrati, o come alcuni pesci (le carpe), che si nutrono del detrito presente nei sedimenti del fondo del fiume;
- **quarto sistema di autodepurazione:** composto dalle piante sommerse e delle rive. Queste, attraverso le radici assorbono le sostanze disciolte quali i nutrienti, e intercettano le particelle grossolane permettendone così l'attacco da parte degli altri organismi.

Dobbiamo pensare che le molecole effettuano continui passaggi tra il comparto biotico ed abiotico, ad ogni passaggio tra i diversi sistemi (Fig. 7).

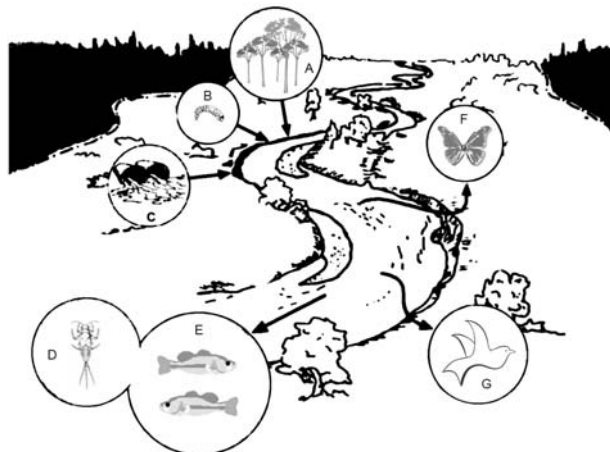


Fig. 7: Gli input energetici esterni, frammenti vegetali (A), spoglie di animali (B) e scarichi di natura antropica (C), vengono assimilati dall'ecosistema e fuoriscono dallo stesso attraverso gli insetti alati, gli uccelli ed i piccoli mammiferi.

Le molecole inquinanti vengono lentamente trasformate e assimilate dall'ecosistema che le rende sempre meno pericolose, limitando anche il loro livello di tossicità

Si ha quindi una continua trasformazione della sostanza organica che viene *mineralizzata*. Da una molecola organica si ottiene energia per gli organismi animali e preziosi minerali per quelli vegetali.

Il movimento delle molecole può essere schematizzato come una spirale (fenomeno della spiralizzazione dei nutrienti), ad ogni ciclo della spirale corrisponde una modificazione nella molecola (Fig. 8).

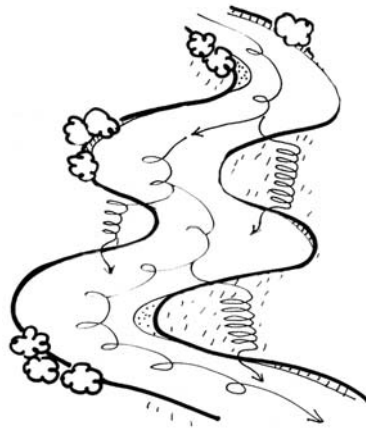


Fig. 8: Schematizzazione della spiralizzazione dei nutrienti.

Concludendo, è evidente quindi che tutte le comunità animali e vegetali si modificano sostanzialmente al variare dei parametri ecologici da monte a valle, ma anche in conseguenza degli impatti antropici. In condizioni naturali, nei tratti iniziali saranno presenti poche specie di organismi molto adattate a acque chiare e fresche, nei tratti finali saranno presenti un numero maggiore di specie (dovuto alla presenza di più fonti energetiche e di un ambiente più ampio e diversificato) che riescono a sopravvivere anche a livelli relativamente alti di temperatura e di scarsità di ossigeno.

Partendo quindi dalla considerazione che ogni tratto ospita una comunità ben caratterizzata, si può ipotizzare di evidenziare eventuali disturbi portati dall'uomo analizzando le specie indicatrici e le caratteristiche ambientali del singolo tratto fluviale.

Da queste considerazioni si è partiti per la costruzione degli indici biotici, cioè quei sistemi di valutazione degli ecosistemi naturali che ne valutano la qualità o la efficacia autodepurativa o di resistenza agli impatti esterni (funzionalità fluviale)

La comunità dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua.

Gli invertebrati che vivono negli ambienti di acque correnti vengono suddivisi in micro e macroinvertebrati.

I *macroinvertebrati* sono degli organismi la cui taglia alla fine dello stato larvale è raramente inferiore al millimetro, quindi si tratta di organismi facilmente visibili ed

osservabili ad occhio nudo, soprattutto da vivi; ad essi appartengono Insetti, Crostacei, Molluschi, Irudinei, Tricladi, Oligocheti ed altri gruppi più rari come Nemertini e Nematomorfi.

Diversi fattori fisici e chimici influenzano la struttura della comunità dei macroinvertebrati acquatici: tra questi, uno dei più rilevanti è il substrato, direttamente collegato alla pendenza del corso d'acqua. Il tipo di substrato rilevabile in un determinato tratto di un fiume (sabbia, ghiaia, limo, ecc.), può variare a seconda dei fattori idrologici come la velocità di corrente e la portata: questi cambiamenti possono influenzare, direttamente o indirettamente, la normale distribuzione delle popolazioni che formano la comunità bentonica. Quest'ultima può essere influenzata anche dalla profondità dell'acqua, la quale agisce sulle possibilità di utilizzazione della luce da parte degli organismi fotosintetici, sulla temperatura dell'acqua, sulla stratificazione dei depositi di fondo e sulla chimica delle acque.

Anche il regime idrologico del corso d'acqua ha effetti sulla struttura della comunità, in quanto essa può essere sensibilmente alterata da variazioni della portata, della turbolenza e della velocità di corrente: ad esempio dopo una asciutta, la comunità impiega tempi diversi per una completa ricolonizzazione e, dopo una piena rovinosa, si può verificare una azione di dilavamento o di sconvolgimento dei sedimenti.

La temperatura esercita diversi effetti sulla comunità: quello più semplice e diretto consiste nel condizionamento della distribuzione delle specie in accordo con il loro spettro di tolleranza alle variazioni termiche; inoltre, essa influenza la solubilità dell'ossigeno: infatti, la maggior parte degli organismi acquatici tollera meglio la scarsità di ossigeno disciolto alle basse temperature piuttosto che alle alte. Nei fiumi la temperatura dell'acqua varia in relazione alla profondità, alla turbolenza e alla distanza dalla sorgente, e può anche variare nell'ambito della stessa giornata essendo direttamente influenzato dalla temperatura dell'aria.

I macroinvertebrati occupano tutti i livelli dei consumatori nella struttura trofica degli ambienti di acque correnti.

L'Indice Biotico Esteso (I.B.E.).

Questo indice si basa sull'analisi della struttura delle comunità di macroinvertebrati che colonizzano le diverse tipologie fluviali ed è particolarmente adatto a rilevare nel tempo

gli effetti dovuti al complesso dei fattori di stress sull'ambiente. Anche se non è in grado di fornire delle indicazioni riguardanti la quantità e la qualità di un inquinante, tale indice risulta estremamente utile per valutare l'impatto di scarichi puntiformi e la capacità autodepurativa di un corso d'acqua.

L'applicazione di questo metodo di indagine si basa su di un confronto tra la composizione di una comunità attesa e quella realmente presente in un determinato tratto di fiume; la definizione del valore di indice è fondata su due tipi di indicatore: la presenza dei taxa (famiglie e generi) più esigenti in termini di qualità e la ricchezza totale in taxa della comunità.

I valori di indice sono raggruppati in cinque Classi di Qualità, ognuna rappresentabile in cartografia con dei colori convenzionali, in modo che il risultato dell'indagine possa essere sintetizzato in una mappa di qualità complessiva del corso d'acqua.

Essendo un indice biotico, l'I.B.E. fornisce una valutazione della qualità delle acque attraverso le informazioni provenienti dagli organismi che popolano il letto del fiume, visto che questi sono i primi a risentire di eventuali impatti.

Metodi di campionamento del macrobenthos.

I macroinvertebrati delle acque dolci sono gli organismi che vengono trattenuti da un setaccio U.S. standard n. ° 30, con maglie di 0,595 mm, pari a 21 maglie per cm (Fig. 9).

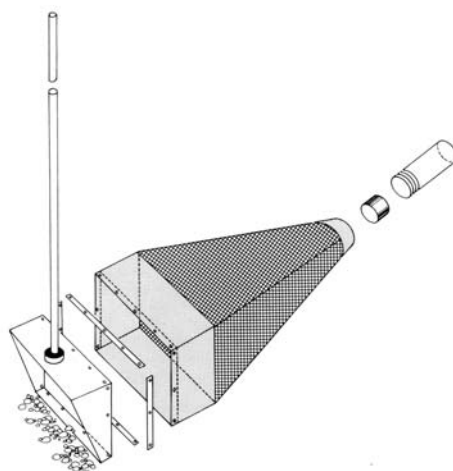


Fig. 9: Retino immanicato per il campionamento della comunità macrobentonica.

Lo strumento è costituito da un castello in griglia di acciaio plastificato, con un'apertura di 20 x 30 cm, e profondo, nella parte superiore 15 cm e in quella inferiore 20 cm.

Il campione prelevato viene dapprima setacciato con un apposito strumento, costruito con le stesse caratteristiche del retino, quindi sciacquato, separato dal detrito, posto in delle bacinelle e successivamente classificato. La determinazione è effettuata, nei limiti del possibile, sugli organismi ancora in vita. Questa determinazione viene registrata su apposite schede nelle quali si riportano tutte le Unità Sistematiche (famiglie e generi) presenti e la loro abbondanza numerica. Dal computo delle Unità Sistematiche presenti si escludono i gusci vuoti dei gasteropodi, gli esoscheletri degli artropodi e gli organismi rinvenuti in numero tale da poter considerare la loro presenza, conseguenza di fenomeni di drift.

Dopo una prima analisi degli organismi in vivo, il materiale viene trasportato in laboratorio per la classificazione definitiva, con l'aiuto di microscopi binoculari e di chiavi di classificazione. Il calcolo del valore dell'I.B.E. (punteggi da 0 a12), tiene conto degli organismi campionati in funzione della loro sensibilità all'inquinamento e della ricchezza in taxa delle comunità. Il livello di identificazione sistematica degli organismi è stabilito rigorosamente per ogni gruppo (genere o famiglia) e viene indicato come "Unità Sistematica". I valori di I.B.E. vengono quindi convertiti in cinque Classi di Qualità che possono essere riportate in cartografia utilizzando delle colorazioni standardizzate, al fine di una immediata visualizzazione dello stato di qualità. La determinazione degli organismi raccolti è supportata dalle guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane.

Applicazione dell'Indice Biotico Esteso (I.B.E.).

Per il calcolo del valore di indice, è necessario classificare gli organismi fino a livello di genere o famiglia, secondo il taxon considerato: tale livello è indicato come "Unità Sistematica".

L'I.B.E. fornisce in sintesi gli effetti prodotti da diversi fattori nel tempo (fisici, chimici e biologici) sui macroinvertebrati che possiedono cicli vitali abbastanza lunghi e quindi presentano livelli di sensibilità diversi.

Con l'uso dell'apposita tabella a doppia entrata si giunge alla determinazione del valore dell'indice: questo è espresso con un numero intero e riassume un giudizio di qualità

paragonando la comunità campionata alla comunità di riferimento. L'indice può assumere valori compresi tra 0 e 12: valori decrescenti dell'indice indicano l'allontanamento dalla composizione ottimale della comunità in quella determinata situazione fluviale.

Tabella a doppia entrata per il calcolo del valore di I.B.E. (Ghetti, 1997).

		Numero totale di U.S. costituenti la comunità (secondo ingresso)									
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-...	
Gruppi faunistici che determinano con la loro presenza l'ingresso orizzontale in tabella (primo ingresso)		Valori di I.B.E.									
Plecotteri presenti (<i>Leuctra</i> [°])	Più di una U.S. Una sola U.S.	- -	- -	8 7	9 8	10 9	11 10	12 11	*13 *12	*14 *13	- -
Efemerotteri presenti (<i>Baetidae</i> , <i>Caenidae</i> ^{°°})	Più di una U.S. Una sola U.S.	- -	- -	7 6	8 7	9 8	10 9	11 10	12 11	- -	
Tricotteri presenti (incl. Fam. <i>Baetidae</i> , <i>Caenidae</i>)	Più di una U.S. Una sola U.S.	- -	5 4	6 5	7 6	8 7	9 8	10 9	11 10	- -	
Gammaridi, Atidi e Paleomonidi presenti	Tutte le U.S. sopra assenti	-	4	5	6	7	8	9	10	-	
Asselidi presenti	Tutte le U.S. sopra assenti	-	3	4	5	6	7	8	9	-	
Oligocheti e Chironomidi	Tutte le U.S. sopra assenti	1	2	3	4	5	-	-	-	-	
Tutti i taxa precedenti assenti	Possono essere presenti organismi a respirazione aerea	0	1	-	-	-	-	-	-	-	

Legenda:

[°] : nelle comunità in cui *Leuctra* è presente come unico taxon di Plecotteri e sono contemporaneamente assenti gli Efemerotteri (tranne BAETIDAE o CAENIDAE), *Leuctra* deve essere considerata a livello dei Tricotteri al fine dell'entrata orizzontale in tabella;


^{°°} : nelle comunità in cui sono assenti i Plecotteri (tranne eventualmente *Leuctra*) e fra gli Efemerotteri sono presenti solo BAETIDAE e CAENIDAE, l'ingresso orizzontale in tabella avviene al livello dei Tricotteri;

- : giudizio dubbio, per errore di campionamento, per presenza di organismi di drift erroneamente considerati nel computo, per ambiente non colonizzato adeguatamente, per tipologie non valutabili con l'I.B.E. (es. sorgenti, acque di scioglimento di nevai, acque ferme, zone deltizie, salmastre, ecc.);

*: questi valori vengono raggiunti raramente nelle acque correnti italiane. Si tratta in genere di ambienti ad elevata diversità, ma occorre evitare la somma di biotipologie (incremento artificioso della ricchezza in taxa).

Dal valore di I.B.E., attraverso una tabella di conversione, si risale ad una Classe di Qualità: ad ogni Classe è associata una colorazione diversa (azzurro, verde, giallo, arancione, rosso) che permette la visualizzazione in cartografia dello stato di inquinamento dei vari ambienti d'acqua corrente.

Tabella di conversione dei valori IBE in Classi di Qualità, con relativo giudizio e colore per la rappresentazione in cartografia. I valori intermedi fra due classi vanno rappresentati mediante tratti alternati con colori o retinature corrispondenti alle due classi.

CLASSI DI QUALITA'	VALORE DI IBE	GIUDIZIO	COLORE DI RIFERIMENTO	RETINATURA DI RIFERIMENTO
Classe I	10-11-12	Ambiente non inquinato o non alterato in modo sensibile	azzurro	----- -----
Classe II	8 - 9	Ambiente in cui sono evidenti alcuni effetti dell'inquinamento	verde	//////////
Classe III	6 - 7	Ambiente inquinato	giallo	x x x x x x x x
Classe IV	4 - 5	Ambiente molto inquinato	arancione	xxxxxxxxxxxx
Classe V	1 - 2 - 3	Ambiente fortemente inquinato	rosso	

L'Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.).

L' I.F.F. (Indice di Funzionalità Fluviale) (A.N.P.A., Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, 2000) nasce come indice fondato su informazioni provenienti dall'intero ecosistema fluviale e non solo dall'acqua; il cosiddetto alveo asciutto svolge una importante azione depurativa. Il mosaico di ambienti ripari che si estendono dalla sorgente alla foce lungo il corso di un fiume, rappresenta una continua ed efficace zona di filtro, di bioaccumulo dei carichi inquinanti provenienti da monte o percolante dal bacino, di metabolizzazione della sostanza organica in biomassa vivente vegetale e animale e di riduzione delle concentrazioni di azoto e fosforo della sottostante falda freatica. Tutto l'ambiente adiacente al fiume (rive e territorio limitrofo) deve contribuire, quindi, all'analisi del degrado ambientale. Il giudizio di qualità è così basato su un più grosso numero di informazioni.

Questo indice consiste nella compilazione di una scheda di 14 domande, ad ognuna delle quali sono associate quattro risposte predefinite circa le condizioni ecologiche del corso d'acqua e del territorio adiacente: per ogni domanda è possibile esprimere una sola delle quattro risposte. I dati di corredo richiesti riguardano il bacino, il corso d'acqua, la località, la larghezza dell'alveo di morbida e la lunghezza del tratto omogeneo in esame.

Le 14 domande possono essere suddivise in quattro gruppi funzionali:

- le domande 1 - 4 riguardano le condizioni vegetazionali delle rive e del territorio circostante il corso d'acqua e prendono in esame le varie tipologie strutturali che influenzano l'ambiente fluviale, quali ad esempio l'uso del territorio o l'ampiezza della zona riparia naturale;
- le domande 5 e 6 si riferiscono all'ampiezza relativa all'alveo bagnato e alla struttura fisica e morfologica delle rive, per le informazioni che esse forniscono sulle caratteristiche idrauliche;
- le domande 7-11 riguardano la struttura dell'alveo, con l'individuazione delle tipologie che favoriscono la diversità ambientale e la capacità di autodepurazione di un corso d'acqua;
- le domande 12-14 rilevano le caratteristiche biologiche, attraverso l'analisi strutturale delle comunità macrobentonica e macrofitica e della conformazione del detrito.

Ad ogni risposta sono associati punteggi (pesi), raggruppati in 4 classi (con peso minimo di 1 e massimo di 30), che esprimono le differenze funzionali tra le singole risposte.

Il valore di I.F.F., ottenuto sommando i punteggi parziali relativi ad ogni domanda, può assumere un valore minimo di 14 ed uno massimo di 300; dal valore dell'Indice, attraverso una tabella di conversione, si risale ad un livello di funzionalità che può variare tra I e V, a cui sono associati un giudizio di funzionalità ed un colore per la rappresentazione cartografica.

Tabella per il calcolo dei Livelli di Funzionalità

Valore di I.F.F.	Livello di Funzionalità	Giudizio di Funzionalità	Colore
261-300	I	elevato	Blu
251-260	I-II	elevato-buono	Blu- Verde
201-250	II	buono	Verde
181-200	II-III	buono-mediocre	Verde- Giallo
121-180	III	mediocre	Giallo
101-120	III-IV	mediocre-scadente	Giallo- Arancio
61-100	IV	scadente	Arancio
51-60	IV-V	scadente-pessimo	Arancio- Rosso
14-50	V	pessimo	Rosso

Scheda per la rilevazione dei dati per l'I.F.F..

SCHEDA I.F.F.		scheda N°.....	
Bacino:.....		Corso d'acqua.....	
Località.....		Codice..... Tratto. (metri).....	
Data..... Operatori.....			
	Sponda	Sx	Dx
1) Stato del territorio circostante			
- Coperto da foreste e boschi		25	25
- Prati-pascoli, boschi, pochi arativi e incolti		20	20
- Colture stagionali in prevalenza e/o arativi misti e/o colture permanenti		5	5
- Aree urbanizzate		1	1
2) Vegetazione presente nella fascia perfluviale primaria			
- Presenza di formazioni arboree riparie		30	30
- Presenza formazioni arbustive riparie (saliceti arbustivi) e/o canneto		25	25
- Presenza di formazioni arboree non riparie		10	10
- Costituita da specie arbustive non riparie o erbacee o assente		1	1
2 bis) Vegetazione presente nella fascia perfluviale secondaria			
- Presenza di formazioni arboree riparie		20	20
- Presenza formazioni arbustive riparie (saliceti arbustivi) e/o canneto		15	15
- Presenza di formazioni arboree non riparie		10	10
- Costituita da specie arbustive non riparie o erbacee o assente		1	1
3) Ampiezza della fascia di vegetazione perfluviale			
- Fascia di vegetazione perfluviale >30 mt		20	20
- Fascia di vegetazione perfluviale 5 - 30 mt		15	15
- Fascia di vegetazione perfluviale 1 -5 mt		5	5
- Fascia di vegetazione perfluviale assente		1	1
4) Continuità della fascia di vegetazione perfluviale			
- Fascia di vegetazione perfluviale senza interruzioni		20	20
- Fascia di vegetazione perfluviale con interruzioni		10	10
- Interruzioni frequenti o solo erbacea continua e consolidata		5	5
- Suolo nudo o vegetazione erbacea rada		1	1
5) Condizioni idriche dell'alveo			
- Larghezza dell'alveo di morbida inferiore al triplo dell'alveo bagnato			20
- Alveo di morbida maggiore del triplo dell'alveo bagnato con fluttuazioni di portata a ritorno frequente			15
- Alveo di morbida maggiore del triplo dell'alveo bagnato con fluttuazioni di portata a ritorno stagionale			5
- Alveo bagnato inesistente o quasi o presenza di impermeabilizzazioni della sezione trasversale			1
6) Conformazione delle rive			
- Rive stabili o trattenute da radici arboree e/o massi		25	25
- Rive trattenute da erbe e arbusti e/o con interventi di rinaturazione		15	15
- Rive trattenute da un sottile strato erboso		5	5
- Rive nude e/o con interventi artificiali		1	1
7) Strutture di ritenzione degli apporti trofici			
- Alveo con massi e/o vecchi tronchi stabilmente incassati o presenza di fasce di canneto o idrofite			25
- Massi e/o rami presenti con deposito di sedimento o canneto o idrofite rade e poco estese			15
- Strutture di ritenzione libere e mobili con le piene o assenza di canneto e di idrofite			5
- Alveo di sedimenti sabbiosi privo di alghe o sagomature artificiali lisce a corrente uniforme			1

ESPLORA IL TUO FIUME!

Un percorso per la scoperta e la difesa
dell' ecosistema fluviale

Elenco degli argomenti:

**Dove mi trovo ?
Un'occhiata intorno al fiume
Il territorio circostante
La vegetazione delle rive
L'opera dell'uomo
Il letto del fiume
Quanta acqua c'è?
Guardando il fondo...
E tra i sassi e le piante?**

attività di campo

**Prendi la lente!
Scheda di valutazione della qualità ambientale**

**PRIMA DI INIZIARE LA TUA ESPLORAZIONE, RICORDA
ALCUNE REGOLE DI BASE:**

- 1. CERCA DI NON ANDARE SUL FIUME DA SOLO, FATTI ACCOMPAGNARE DA UN ADULTO;**
- 2. FAI ENTRARE IN ACQUA UN ADULTO (COSÌ SE SCIVOLA.....),**
- 3. QUANDI SI ENTRA IN ACQUA, BISOGNA PROCURARSI DEGLI STIVALI, LEGARSI AD UNA CORDA E FARE ATTENZIONE, SUI SASSI SI SCIVOLA FACILMENTE;**
- 4. ATTENZIONE: BISOGNA ENTRARE IN ACQUA SOLO PER RACCOGLIERE QUALCHE SASSO E RIMANERE VICINO ALLA RIVA, NON SERVE ATTRAVERSARE IL FIUME;**
- 5. SI DEVE ENTRARE IN ACQUA SOLO SE QUESTA È LIMPIDA E SI PUÒ VEDERE CHIARAMENTE DOVE SI METTONO I PIEDI, NEL FIUME CI POSSONO ESSERE DELLE BUCHE...;**
- 6. NON SI DEVE ENTRARE IN ACQUA SE LA CORRENTE È TROPPO FORTE, SE C'È TROPPO ACQUA O SE LA SPONDA DEL FIUME È TROPPO ALTA O SCOSCESA (POI È DIFFICILE RISALIRE);**
- 7. PER METTERE LE MANI IN ACQUA USA DEI GUANTI DI GOMMA (QUELLI PER LA CASA VANNO BENISSIMO) NON SI PUÒ SAPERE SE L'ACQUA È PULITA;**
- 8. PORTA UNA MACCHINA FOTOGRAFICA;**
- 9. RICORDA IL TUO TACCUINO PER COMPILARE LA SCHEDA E PRENDERE APPUNTI;**
- 10. RICORDATI LA LENTE DI INGRANDIMENTO E UNA PICCOLA VASCHETTA;**
- 11. PORTA CON TE MATITA, COLORI E GOMMA DA CANCELLARE;**
- 12. PORTATI QUALCHE BUSTINA DI PLASTICA PER RACCOGLIERE CAMPIONI DI SASSI O PIANTINE.**

Dove mi trovo? (qualcuno mi può dire che posto è questo?)

La prima domanda da porsi appena arrivati sulla riva di un fiume è: "*dove mi trovo ?*". Ovviamente non stiamo facendo riferimento a come si chiama il fiume e neppure a quale sia il più vicino centro abitato (questo presupponiamo che lo abbiate ben chiaro!).

Quello che ci dobbiamo chiedere è piuttosto in quale tratto del corso d'acqua ci troviamo. Il corso di un fiume può infatti essere grossomodo suddiviso in tre tratti: il **tratto montano**, il **corso medio** e il **tratto finale**.

Nel tratto montano la larghezza del corso d'acqua è piuttosto limitata e la *vegetazione circostante*, detta *riparia*, fornisce gran parte del nutrimento (foglie, rami, etc) per gli animali che vivono in acqua. *L'ombreggiatura* fornita dalla vegetazione riparia limita lo sviluppo di piante acquatiche. In questo tratto la *corrente* è rapida ed il flusso di acqua è reso assai *turbolento* da massi o grossi ciottoli presenti sul fondo.

Nel tratto medio il corso d'acqua aumenta di dimensioni e di conseguenza l'ombreggiatura si fa minore *permettendo lo sviluppo* delle piante acquatiche. In questo tratto *diminuisce la turbolenza*, l'acqua si mantiene ancora trasparente e si *arricchisce progressivamente di nutrienti*, sia provenienti dall'esterno, che dai tratti di fiume a monte.

Nel tratto finale del fiume la *profondità e la torbidità aumentano* e possono raggiungere livelli tali da *impedire alla luce di penetrare* fino al fondo, *limitando* così lo *sviluppo delle piante* acquatiche, rinvenibili principalmente lungo le rive. Nei tratti con *minor velocità* di corrente si possono comunque trovare piante acquatiche flottanti, le cui radici non arrivano fino al fondo, ma rimangono sospese in acqua. Per quanto riguarda il fondo si riscontra la scomparsa dei ciottoli e la loro sostituzione con ghiaia o fango.

Un'occhiata intorno al fiume (ma dove devo guardare?)

La qualità di un corso d'acqua è influenzata anche *dall'ambiente circostante* il fiume. Durante un'uscita di campo è pertanto importante osservare una serie di elementi circostanti il fiume quali la *vegetazione della riva*, la presenza di *boschi* o le *attività umane* che si svolgono nel *territorio limitrofo*.

Il territorio circostante (ci sono case, strade, boschi, prati?)

Un altro fattore che influenza la qualità di un fiume è *l'uso* che viene fatto del territorio circostante.

Come già detto parlando della vegetazione riparia e della sua funzione, la presenza di *estese aree naturali* circostanti il fiume, *attutisce l'impatto* delle diverse fonti di *inquinamento*.

I *campi coltivati*, ad esempio, vengono resi più produttivi con l'uso di *fertilizzanti* a base di *nitrati e fosfati*. Quando piove l'acqua che scorre sui terreni porta via molte di queste sostanze che, se le coltivazioni sono molto vicine al fiume, *arrivano fin dentro il corso d'acqua*. Si può avere così un *aumento di concentrazione di nutrienti che altera l'equilibrio originario*. Inoltre, se le piogge sono molto intense anche parte del *terreno può essere trasportato* nel fiume, aumentando la *torbidità* dell'acqua.

Città o industrie possono sversare nel fiume *molte sostanze inquinanti*, alcune anche pericolose, che non sempre riescono ad essere assimilate e smaltite dal fiume stesso.

Anche le strade sono fonte di *inquinamento*. Pensiamo a quante volte dopo un temporale abbiamo visto una *patina colorata* sulla strada bagnata: sono sostanze come *oli, carburanti e polveri* che si depositano e che la pioggia porta via, fino al fiume, se è lì vicino!

È *importante*, quindi, che ci sia sempre una zona naturale lungo il corso del fiume e che sia, dove possibile, molto ampia.

La vegetazione delle rive (erbe, cespugli e alberi della sponda)

La *vegetazione riparia* è di *estrema importanza* per il fiume in quanto svolge numerose, importantissime funzioni:

- costituisce una sorta di **"filtro biologico"** che assorbe l'azoto e il fosforo che la pioggia trascina nel fiume dalle zone coltivate limitrofe al corso d'acqua;
- **fornisce un habitat** favorevole all'insediamento di numerose comunità animali aumentando di conseguenza la diversità biologica (numero delle specie presenti);
- **ombreggia** il corso d'acqua impedendo un eccessivo riscaldamento dell'acqua e una conseguente riduzione dell'ossigeno disciolto nell'acqua;
- **consolida le sponde** evitando che possano franare o essere erose dalla corrente;

A tal proposito risulta evidente come un fiume in buono stato di conservazione sia necessariamente dotato di una fascia arborea e arbustiva che ne segue le rive, ampia e senza interruzioni.

L'opera dell'uomo (cosa abbiamo cementificato oggi?)

Le attività umane *influenzano*, generalmente in maniera *negativa*, la qualità dei corsi d'acqua, spesso utilizzati per *scaricarvi direttamente sostanze inquinanti* di varia natura (acque di fogna, residui industriali, etc.). L'osservazione diretta di un corso d'acqua non può fornire un'idea precisa di questo tipo di inquinamento dal momento che per rilevarlo sono indispensabili analisi di laboratorio specifiche. C'è però un altro tipo di impatto che può essere facilmente rilevato con semplici osservazioni di campo. La qualità di un fiume è infatti fortemente penalizzata, oltre che dalla presenza di sostanze inquinanti, anche da tutte quelle *opere costruite in*

cemento o in altri materiali destinate a regolarne la portata, a contenerne le piene, a prelevare le acque, a produrre energia elettrica, ad ottenere ghiaie e sabbie. Di seguito elenchiamo una serie di manufatti la cui presenza può essere facilmente rilevata lungo un corso d'acqua specificando gli effetti negativi che la loro presenza determina sul fiume.

- **Dighe o traverse:** sono sbarramenti artificiali associati alla costruzione di invasi e realizzati per regolarizzare le portate (per produrre energia elettrica, per captare la risorsa a scopo potabile, industriale o agricolo...). La presenza di tali sbarramenti *interrompe la continuità* fluviale *impedendo la risalita dei pesci o la colonizzazione dei diversi habitat.*
- **Gabbioni:** sono opere murarie costruite allo scopo di consolidare le rive che determinano una forte alterazione della fascia di vegetazione ripariale e una riduzione dei micro-ambienti nei quali gli animali si nutrono o si rifugiano.
- **Rettificazioni:** modificano la naturale sinuosità di un corso d'acqua e di conseguenza aumentano pendenza e velocità di corrente allo scopo di contenere le piene. Anche in questo caso la conseguenza è la distruzione dell'habitat ripario ed acquatico.
- **Cave:** sono aree fluviali situate nell'alveo o in prossimità delle sponde nelle quali avviene l'estrazione di ghiaie e sabbie. La conseguenza di tali attività è una maggiore erosione dell'alveo, un aumento della torbidità delle acque, e una riduzione della varietà dei micro-ambienti.

Il letto del fiume (avevo giusto un po' sonno..)

Osservando il letto del fiume si può notare come esso sia composto da una *molteplicità di substrati* (ghiaia, roccia, sabbia, ciottoli, piante acquatiche). Questi variano a seconda del tratto di fiume che stiamo osservando, come abbiamo già detto prima. *Ma quale è la loro funzione?*

Oltre ad influenzare il tipo di animali e piante che vi possono crescere, svolgono una importante funzione nel *trattenere* il materiale trasportato dalla corrente. Lo stesso si può dire di piante e tronchi che spesso ostruiscono il flusso dell'acqua. Tutto quello che rimane "*intrappolato*" può essere utilizzato dagli animali come *fonte di cibo*, aspetto importante nei *tratti montani* dove quasi tutto il nutrimento arriva principalmente dalle *piante riparie*.

L'opera dell'uomo può giungere a modificare anche il fondo del fiume che, nei casi più estremi, viene *cementificato* per aumentare la velocità dell'acqua. Pochi sono gli organismi che riescono a crescere su superfici così dure e le piante, ad esempio, non possono ancorarsi con le radici.

Quanta acqua c'è? (si passa o si affonda?)

Tutti saranno d'accordo nel dire che l'esistenza di un fiume dipende dalla *presenza di acqua*.

La quantità di acqua disponibile varia notevolmente nel corso dell'anno, influenzata principalmente dalla *piovosità della stagione*. Anche in questo caso, comunque, l'impatto dell'uomo può *danneggiare fortemente* l'integrità del fiume "rubandogli" l'acqua. L'acqua che beviamo, ad esempio, viene presa *direttamente* dalle sorgenti; per *produrre energia*, molti fiumi sono stati sbarrati con dighe e i loro flussi ridotti; per *l'agricoltura intensiva*, l'acqua viene *sottratta al fiume* per l'irrigazione attraverso dighe e canalizzazioni.

La scarsa presenza di acqua può determinare la formazione di zone asciutte, *limitando le aree a disposizione* per gli animali acquatici; *facilita il riscaldamento* e il *ristagno*; porta ad *aumentare la concentrazione* degli inquinanti.

Inoltre spesso il flusso subisce *forti variazioni*, ad esempio quando si apre la diga. In queste situazioni viene danneggiato tutto l'ecosistema: il fondo del fiume viene smosso; la comunità è rovinata drasticamente dalla forte ed improvvisa corrente; le rive del fiume vengono indebolite, *lasciate nude* quando c'è poca acqua ed erose quando ce ne è tanta.

L'acqua che scorre nel fiume può arrivare ad essere, però, anche più di quella che il fiume può contenere. Si assiste così allo *straripamento*, che porta ad allagare le aree che costeggiano il corso d'acqua. Quando il flusso torna alla normalità possono rimanere zone *acquitrinose* adiacenti al corso d'acqua, che aumentano la disponibilità di ambienti colonizzabili da organismi acquatici.

Guardando il fondo... (immersione rapida!!! Portate la maschera)

I sassi del fiume rappresentano il substrato duro sul quale possono *insediarsi* le comunità animali e vegetali, quindi osservandoli possiamo avere informazioni utili sullo stato di qualità delle acque.

Infatti se un corso d'acqua ha *subito* degli scarichi ed è *arricchito* di *sostanze nutrienti*, gli organismi detti *incrostanti* (**il periphyton**) quali muschi, alghe e batteri filamentosi, possono svilupparsi rigogliosamente; quindi se troviamo un periphyton abbondante vuol dire che il fiume ha subito uno *scarico di sostanze organiche*, se il sasso è liscio vuol dire che presumibilmente l'acqua è pulita.

Inoltre sotto i sassi vive una comunità batterica che varia a seconda delle condizioni ambientali: in situazioni ottimali le specie batteriche presenti formano *colonie di colore verdastro*. Al contrario, quando si verificano fenomeni di *anossia* (**scarsa di ossigeno**) causati da inquinamento organico, le specie batteriche presenti formano delle colonie nere (**batteri anaerobici**). Quindi, quando rovesciando i sassi li troviamo macchiati di nero vuol dire che il fiume ha subito un inquinamento di tipo organico.

Anche il *fondo sabbioso* può dare indicazioni sullo stato di salute del fiume: se la sabbia è ricoperta da uno strato verde di periphyton o vicino alle rive c'è del limo (fango fine) che, se smosso, emette bollicine, è di *colore nero* e *odora di uovo sodo*, vuol dire che nell'acqua c'è la presenza eccessiva di sostanze inquinanti di natura organica (scarichi civili o zootecnici) che si stanno putrefacendo.

E sotto tra i sassi e le piante? (ma che strani animali ci sono!)

Pensando agli animali che vivono in un fiume, i primi che ci vengono in mente sono naturalmente i pesci, siano essi tipici del tratto montano di un fiume (*trota, cavedano, temolo, lampreda*) o di quello di pianura (*tinca, carpa, barbo, anguilla*).

Se ci fermiamo a riflettere attentamente, possiamo arrivare ad immaginare, tra i flutti di un corso d'acqua, la presenza di crostacei (*granchi, gamberi*), o di molluschi (piccoli invertebrati simili alle *vongole* o anche alle *lumachine di terra*) ma probabilmente nulla di più.

Basta tuttavia alzare qualche sasso di una certa dimensione o prendere un ciuffo di piante del fondo o della riva o un po' di foglie e rametti adagiate sul fondo e strofinare, scuotere o sciacquare per bene all'interno di una vaschetta di plastica bianca contenente qualche centimetro d'acqua pulita, per vedervi cadere, assieme a frammenti vegetali, sabbia e sassolini, una vera e propria miriade di piccoli animaletti. All'interno di questo microcosmo brulicante di vita possiamo riconoscere, oltre a *crostacei* e *molluschi*, tanti tipi diversi di insetti (facilmente riconoscibili poiché generalmente provvisti di 6 zampe), nonché vermi di vario tipo.

Gli insetti sono presenti sia allo stadio adulto che a quello larvale. Tra i primi possiamo osservare i *Coleotteri*, simili a scarabei o gli *Emitteri*, simili alle cimici, mentre tra le larve possiamo sbizzarrirci con gruppi molto diversi fra loro, quali ad esempio i *Ditteri* (simili ai *bigattini* che si usano per andare a pesca), i *Tricotteri* (che vivono all'interno di un astuccio fatto di microscopici sassolini), gli *Odonati* (dotati di una sorta di mandibola allungabile), i *Plecotteri* e gli *Efemerotteri* (provvisti rispettivamente di due o tre lunghe appendici caudali simili ad antenne). Per quanto riguarda i vermi, ce ne sono anche in questo caso di vario tipo: piatti o simili ai *lombrichi di terra*, quasi trasparenti o di colore rosso vivo o muniti di grosse ventose come le sanguisughe.

L'aspetto di tutti questi animali rispecchia il loro diverso adattamento alla velocità di corrente (decescente dalla sorgente alla foce), ai diversi substrati sui quali vivono (roccia, ghiaia, sabbia, piante acquatiche), al tipo di alimento di cui si nutrono (frammenti vegetali di varia grandezza, microscopiche particelle alimentari sospese nella colonna d'acqua, altri animaletti).

Ad esempio gli animali che vivono infossati nel fondo molle, hanno corpi affusolati (*Tubificidi, Chironomidi*), quelli che rimangono sui ciottoli corpi

appiattiti sul dorso e sul ventre per aderire il più possibile alla superficie (molti [Efemerotteri](#)), altri presentano uncini o forti unghie per ancorarsi alle piante (alcune larve di [Ditteri](#) e [Coleotteri](#), alcuni [Tricotteri](#)). I predatori che si nutrono di altri animali sono dotati, ad esempio, di forti mandibole ([Odonati](#), [Coleotteri](#)) per catturare la preda, o di ventose ([Sanguisughe](#)) e rostri appuntiti, simili a cannuce ([Eterotteri](#)) per succhiarne i liquidi interni. Tutti questi animali sono inoltre sensibili in maniera differente all'inquinamento fluviale per cui possiamo dare un diverso giudizio di qualità su un corso d'acqua a seconda di quali vi troviamo. Alcuni gruppi di insetti sono infatti molto sensibili ad ogni minima alterazione dell'ambiente nel quale vivono e di conseguenza ritrovarli in un fiume è indice inequivocabile che esso si trova in un ottimo stato di qualità. In tali condizioni, inoltre, gli animali raccolti sono di tanti tipi diversi (elevata biodiversità) e la comunità risulta piuttosto variegata.

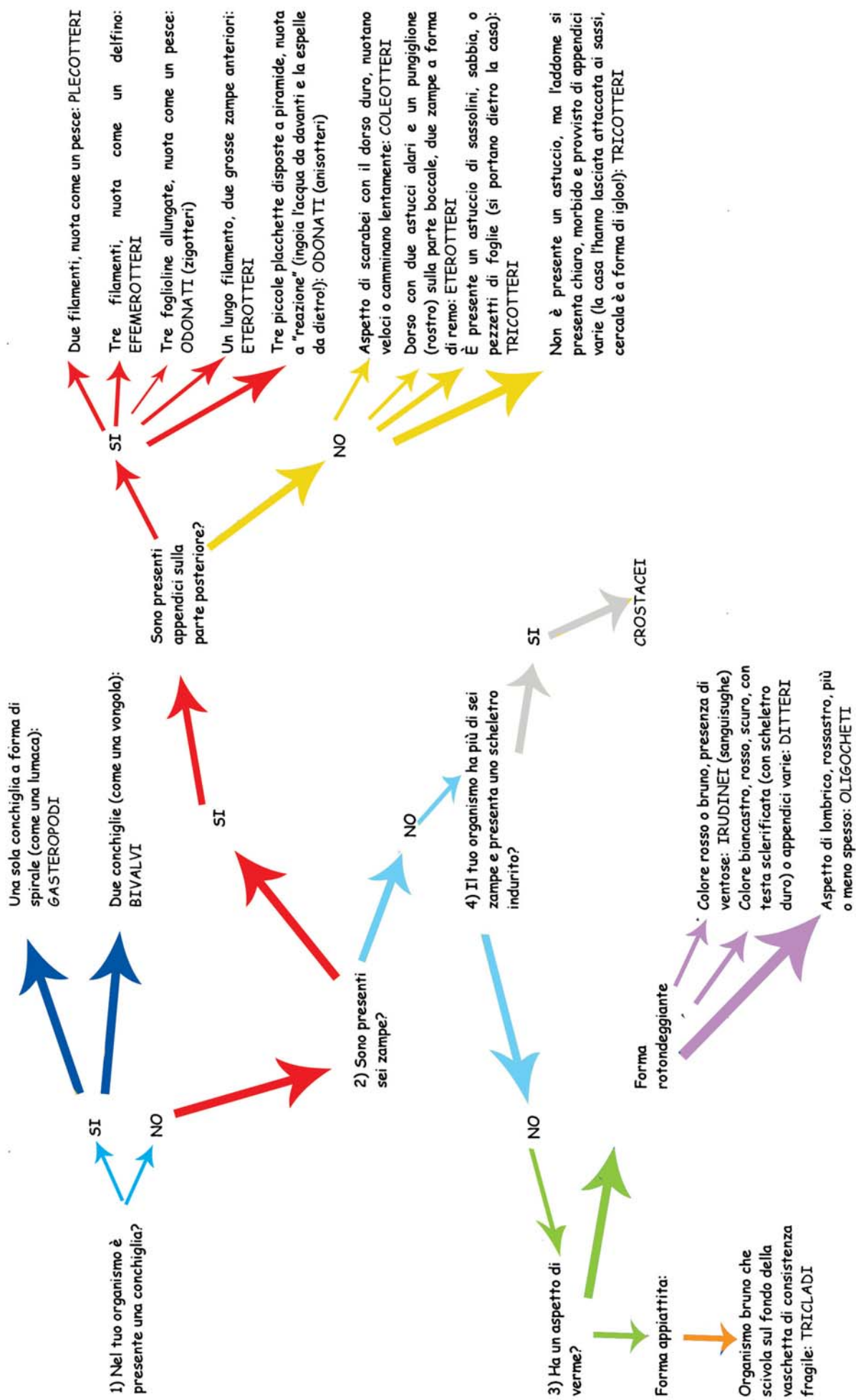
Viceversa in situazioni di forte inquinamento la comunità animale è spesso composta solo da pochissime tipologie di animali estremamente resistenti.

Prendi la lente!

Prendi una lente di ingrandimento, osserva gli animaletti nella vaschetta, segui la chiave e prova a riconoscerli..... Mi raccomando, non considerare la grandezza ed il colore, tieni conto solo della forma!!!

[Chiave per il riconoscimento.](#)

Con il tuo animaletto sott'occhio, parti dal numero 1), segui le descrizioni, rispondi alle domande, arriva a riconoscerlo e confrontalo con i disegni delle varie specie. Annota sulla tua scheda quanti tipi dei diversi animali trovi nel tuo fiume.



Scheda di registrazione degli organismi rinvenuti

Tipo di organismo	Un tipo	Due tipi	Tre tipi	Quattro tipi
Plecotteri				
Efemerotteri				
Tricotteri				
Coleotteri				
Odonati				
Ditteri				
Eterotteri				
Crostacei				
Tricladi				
Oligocheti				
Irudinei				
Gasteropodi				
Bivalvi				
Altri organismi (ragni, bruchi, ecc...)				

Breve descrizione delle caratteristiche dei macroinvertebrati

Tra gli **INSETTI** acquatici sono presi in esame soprattutto gli stadi di larva e di crisalide che vivono nel corso d'acqua, vicino alle pietre, nascosti nella fanghiglia o mescolati tra la vegetazione sommersa. I Coleotteri passano invece tutta la loro vita (anche lo stadio adulto) nell'acqua. Gli insetti acquatici più tipici appartengono ai seguenti ordini:

PLECOTTERI: vivono in acque correnti fredde e ben ossigenate, di conseguenza sono presenti in acque non inquinate.

EFEMEROTTERI: vivono in acque correnti fredde e ben ossigenate, come le specie a forma appiattita, ma le specie più resistenti si trovano anche in situazioni di un certo grado di inquinamento (quelle a forma cilindrica).

TRICOTTERI: si rinvencono solo in acque pulite o leggermente inquinate, in prevalenza colonizzano i letti dei fiumi con sassi e ciottoli.

COLEOTTERI: si trovano solo in acque limpide e molto ossigenate e vivono tra le piante delle rive. Quelli più diffusi sono gli Elmidi, che si nutrono principalmente di alghe.

ODONATI, sono le larve delle libellule. Si dividono in zigotteri, quelli a forma allungata e anisotteri, quelli a forma più tozza. Vivono nascosti tra i sedimenti (gli anisotteri) o la vegetazione (gli zigotteri) dove catturano le prede grazie ad una mascella estensibile dotata di denti appuntiti. Riescono a vivere anche in acque inquinate.

DITTERI: il gruppo è rappresentato da molte specie diverse. I Chironomidi (vermi rossi con testolina sclerificata), riescono a colonizzare anche acque con grave inquinamento.

ETEROTTERI: posseggono in genere lunghe zampe sottili, per pattinare sull'acqua (gerridi) o per nuotare velocemente. Sotto la testa hanno un lungo rostro cilindrico che usano per succhiare i fluidi interni delle prede che catturano.

Tra i **CROSTACEI** presenti nelle acque fluviali vi sono i Gammaridi, gli Asellidi, gli Astacidi, i Paleomonidi (gamberi) e i Potamidi (granchi). La presenza di Gammaridi indica una leggera contaminazione del corso d'acqua. Gli Asellidi, invece, sono rinvenibili in acque molto inquinate, gli Astacidi e i Potamidi si trovano solo in acque molto pulite.

I **TRICLADI** (le Planarie), sono indicatori di acque molto pulite poiché popolano corsi d'acque limpide, con forte corrente, quindi ricche d'ossigeno.

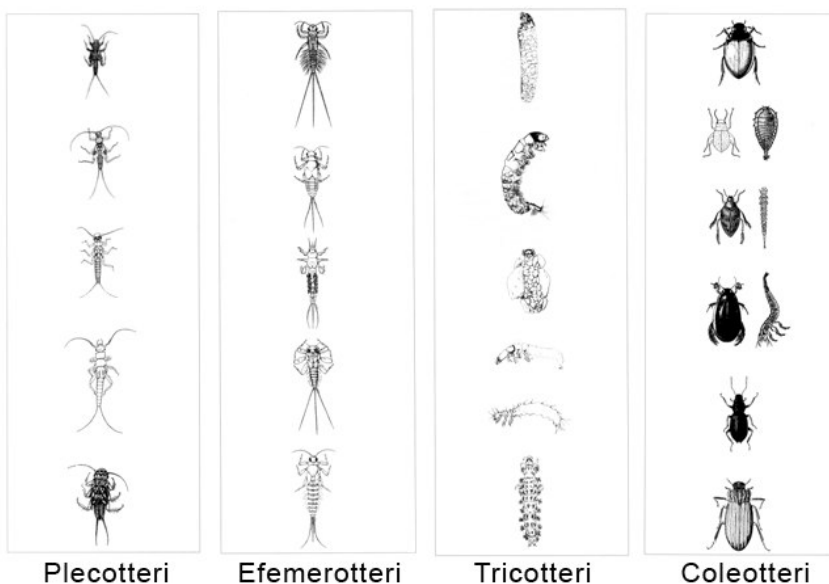
I **OLIGOCHETI**, a forma di lombrico, vivono tra i sedimenti del fondo e si nutrono di detrito. Sono rossi poiché posseggono una molecola simile all'emoglobina che permette loro di sopravvivere anche in ambienti molto inquinati con scarso ossigeno.

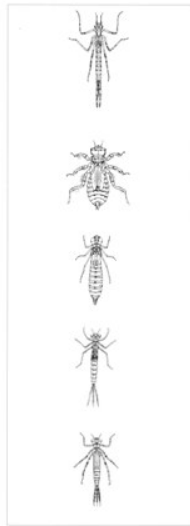
Gli **IRUDINEI** (le sanguisughe) Sono predatori che succhiano i fluidi interni di pesci, insetti e molluschi. Riescono a colonizzare anche in acque inquinate.

Si muovono nuotando o utilizzando le ventose che hanno alle estremità come fossero piedi.

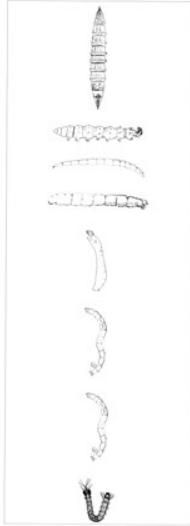
Tra i **MOLLUSCHI** che si nutrono di piante, vi sono i **gasteropodi** (a forma di lumaca) che riescono a vivere anche in ambienti inquinati, mentre i **bivalvi** (a forma di vongola) hanno bisogno per vivere di acque relativamente pulite.

FIGURE DEI MACROINVERTEBRATI





Odonati



Ditteri



Crostacei



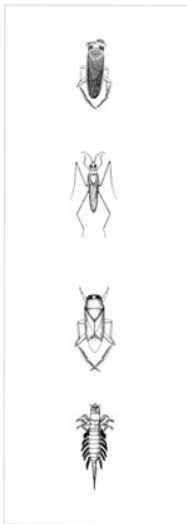
Gasteropodi



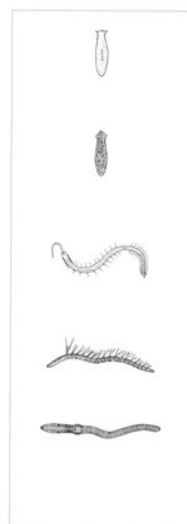
Bivalvi



Irudinei



Eterotteri



Tricladi e
Oligocheti

Scheda di valutazione della qualità ambientale

Compila la scheda, leggi con attenzione le domande, scegli le risposte più adatte al tuo fiume, fai la somma dei punteggi e scopri la qualità dell'ambiente del tuo corso d'acqua

NOME DEL RILEVATORE _____

DATA _____

NOME DEL FIUME _____

LOCALITA' _____

TRATTO RILEVATO (m) _____

LARGHEZZA DEL CORSO D'ACQUA (m) _____

FOTO N° _____

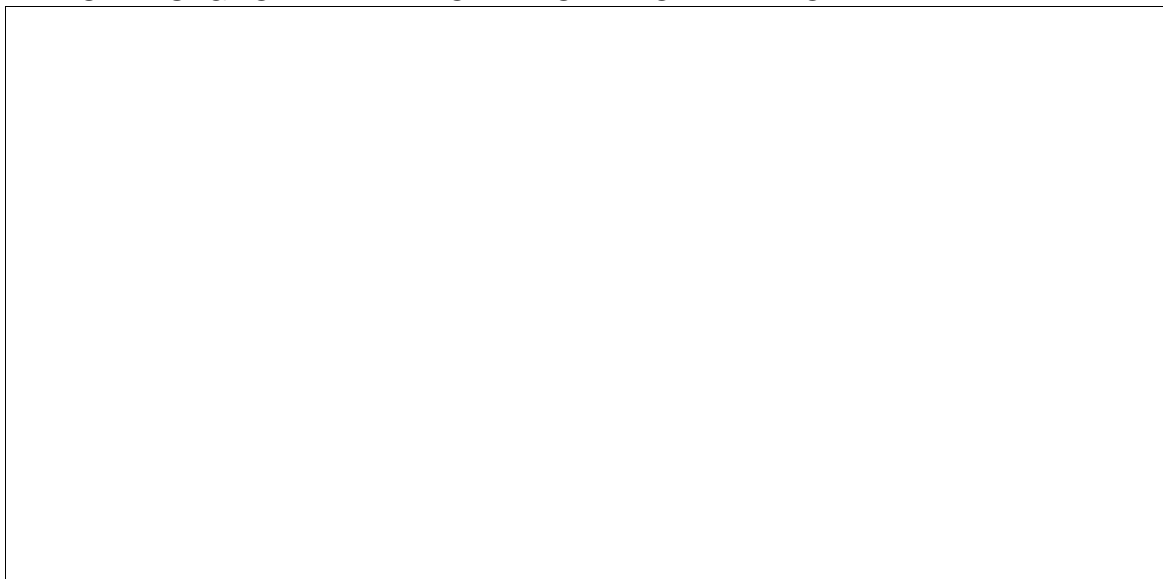
PUNTEGGIO COMPLESIVO OTTENUTO:

sponda destra _____ sponda sinistra _____

STATO DI QUALITA':

sponda destra _____ sponda sinistra _____

FAI UN DISEGNO DEL TRATTO DI FIUME DOVE TI TROVI



Alle domande successive è possibile rispondere in modo differente tra la sponda destra e sinistra se presentano condizioni ambientali differenti. Mettiti con le spalle alla corrente: la sponda destra è alla tua destra la sinistra alla tua sinistra.

Per capire da che parte sta la sorgente, butta un ramoscello o una foglia in acqua e vedi in che direzione v'è. Il rametto sta andando verso la foce, dalla parte opposta c'è la sorgente!

Fai una crocetta ad ogni risposta scelta (ricorda che puoi sceglierne una sola).

1) Cosa c'è intorno al tuo fiume (guardati intorno, cosa vedi?)		
	Sponda destra	Sponda sinistra
Foreste e boschi	30 punti	30 punti
Prati, pascoli o terreni non coltivati	20 punti	20 punti
Colture agricole o poche case	10 punti	10 punti
Un paese o una città	1 punto	1 punto
2) L'opera dell'uomo (ci sono costruzioni nel tuo fiume?)		
	Sponda destra	Sponda sinistra
Fiume con sponde naturali	30 punti	30 punti
Sponde naturali con poche alterazioni	20 punti	20 punti
Presenza di opere umane e qualche parte naturale	10 punti	10 punti
Sponde artificiali o cementate	1 punto	1 punto
3) La vegetazione delle rive (solo sabbia, erbe, cespugli o alberi?)		
	Sponda destra	Sponda sinistra
Rive ricoperte da alberi	30 punti	30 punti
Rive con alberi e arbusti	20 punti	20 punti
Rive con arbusti ed erba	10 punti	10 punti
Rive nude o cementate	1 punto	1 punto
4) Il letto del fiume (su cosa scorre l'acqua?)		
	Sponda destra	Sponda sinistra
Fondo con sassi e tronchi	30 punti	30 punti
Fondo con ciottoli e sabbia	20 punti	20 punti
Fondo con sabbia e fango	10 punti	10 punti
Fondo con fango o cementato	1 punto	1 punto
5) Quanta acqua c'è? (c'è abbastanza acqua per gli animali, e per caderci dentro? Attenzione che si		
	Sponda destra	Sponda sinistra
Acqua abbondante su tutto il letto del fiume	30 punti	30 punti
Acqua ben presente con poco greto scoperto	20 punti	20 punti
Greto scoperto in prevalenza, poca acqua presente	10 punti	10 punti
Pochissima acqua presente in piccoli rivoli	1 punto	1 punto
6) Guardiamo il fondo... (immersione rapida, alla ricerca del sasso)		
	Sponda destra	Sponda sinistra
Sabbia e sassi lisci senza periphyton	30 punti	30 punti
Sassi con scarso periphyton	20 punti	20 punti
Periphyton ben evidente o poche colonie nere (batteri anaerobici)	10 punti	10 punti
Sassi con ricco e abbondante periphyton o batteri anaerobici molto diffusi	1 punto	1 punto
7) E sotto i sassi? (entra in acqua facendo molta attenzione, prendi un sasso, lavalo in una vaschetta		
	Sponda destra	Sponda sinistra
Molti organismi presenti compresi plecoteri o efemeroteri	30 punti	30 punti
Presenti gli efemeroteri e altri organismi	20 punti	20 punti
Tricotteri presenti insieme ad altri organismi	10 punti	10 punti
Pochi organismi presenti, o prevalenza di vermi, anche rossi	1 punto	1 punto

Punteggio complessivo Valutazione dello stato della qualità ambientale del corso d'acqua

Da 210 a 180

Da 179 a 100

Da 99 a 60

Da 59 a 7

Tratto di fiume con elevata qualità ambientale, capace di resistere agli impatti e recuperare dopo questi

Tratto di fiume con buona qualità ambientale anche se mostra alcuni effetti dell'azione dell'uomo

Tratto di fiume con qualità ambientale compromessa con scarsa capacità di recupero.

Tratto con scarsa qualità ambientale e estremamente vulnerabile agli impatti dell'uomo

Finito di stampare nel mese di Dicembre 2004
dalla Primaprint - Viterbo



Introduzione all'ecologia fluviale e ai sistemi di valutazione della qualità dei corsi d'acqua

Andreani P. °, Beltrami M.E. *, Bernabei S. §, Cecchi G. *, Ciambella M. °, D'Angelo A.M. *, Dello Vicario E. °, Formichetti P. *, Gramegna C. *, Pierdominici E. *, Venanzi D. °, Mancini L. *

°Provincia di Viterbo – Assessorato Ambiente, Settore Tutela Acque – Via Saffi, 49, 01100, Viterbo. e-mail: andreani@provincia.vt.it.

*Istituto Superiore di Sanità – Laboratorio di Igiene Ambientale – Viale Regina Elena, 299, 00161 ROMA. e-mail: lmancini@iss.it.

§Consulente Agenzia per il territorio ed i servizi tecnici APAT, Dipartimento Tutela Acque Interne e Marine – Via v. Brancati, 48, 0144 Roma