

san giorgio srl

IMPIANTO IDROELETTRICO

MAGRIOLA

sul torrente Magriola

S.I.A. - RELAZIONE SPECIALISTICA
ANALISI DELLA QUALITA' DELLE ACQUE
(METODO IBE)

Dott. Agr. Stefano Ulivi
Dott. Biol. Paolo Bonghi.



marzo 2011

PROVINCIA DI MASSA CARRARA**Comune di Pontremoli**

Dott. Agr. Stefano Ulivi

Dott. Biol. Paolo Bonghi

0	marzo 2011	
REV.	EMISSIONE	NOTE

INDICE

1	PREMESSA.....	4
2	L'INDICE BIOTICO ESTESO (I.B.E.)	5
3	COMUNITÀ, RETI TROFICHE E RIVER CONTINUUM CONCEPT.....	12
4	IL MONITORAGGIO DEL TORRENTE MAGRIOLA.....	18
5	DATI MONITORAGGIO I.B.E. SUL FIUME MAGRA.....	21
6	CONCLUSIONI	23

1 **PREMESSA**

Lo sfruttamento delle fonti rinnovabili è una scelta che necessariamente si accompagna a realizzazioni di strutture che generano un determinato impatto ambientale laddove vengano realizzate. A tal proposito si rendono necessarie delle valutazioni sullo status eco-biologico delle aree in cui tali strutture prendono corpo. In merito al progetto di realizzazione di una nuova Centrale Idroelettrica nelle vicinanze degli abitati di Montelungo Inferiore e di Succisa, nel Comune di Pontremoli, Provincia di Massa-Carrara, sul torrente Magriola, è stata richiesta un'analisi ambientale del bacino idrografico, che ne mettesse in risalto le qualità eco-biologiche. La relazione tecnica adeguata per tali analisi è sicuramente la valutazione del corso d'acqua mediante la tecnica dell'Indice Biotico Esteso (I.B.E.), della quale siamo incaricati e pertanto responsabili. Inoltre è sicuramente importante un'analisi delle componenti biotiche vegetali presenti nel tratto interessato e il conseguente Indice di Funzionalità Fluviale.

2 L'INDICE BIOTICO ESTESO (I.B.E.)

Introduzione

L'I.B.E., che deriva dalla traduzione dell'inglese E.B.I., ovvero Extended Biotic Index, fu ideato nel 1978 da Woodiwiss e subì diverse modificazioni nel corso degli anni. Ad oggi si segue la modifica di Ghetti del 1997, basata su Classi di Qualità. L'I.B.E. costituisce sicuramente una speditiva applicazione al monitoraggio e alla diagnostica qualitativa di un corso d'acqua. Infatti, se le analisi chimico-fisiche evidenziano le alterazioni dei corsi d'acqua in relazione alle cause (la presenza degli inquinanti), le indagini per l'indice biotico tendono a mettere in risalto gli effetti degli inquinanti sulla comunità degli organismi che ci vivono. Il metodo di valutazione della qualità delle acque mediante I.B.E. è stato ufficializzato con l'inserimento nel decreto legislativo 130/92 in attuazione della direttiva CEE 659/78 sulla "Qualità delle acque dolci che richiedono protezione e/o miglioramento, per essere idonee alla vita dei pesci" e fissa dei valori massimi per ogni parametro chimico-fisico per le acque salmoni cole e ciprini cole, basandosi essenzialmente sulla diversa sensibilità agli inquinanti di alcuni gruppi faunistici e sulla ricchezza complessiva in specie delle comunità di macroinvertebrati. Inoltre il Decreto Legislativo n° 152/99 sulla "Tutela delle acque dall'inquinamento", come modificato dal D.Lgs. 258/2000, recepisce la metodologia di valutazione della qualità delle acque mediante lo studio delle popolazioni di macroinvertebrati bentonici e con esso l'I.B.E. diviene espressamente un parametro di legge. Inoltre il metodo IBE, alla stregua di molti metodi di analisi chimiche e microbiologiche è stato messo in "qualità", cioè sottoposto al processo di accreditamento, qualora questo venga espressamente richiesto dai vari laboratori preposti al monitoraggio fluviale.

L'ambiente acquatico costituisce l'habitat naturale di numerose *Comunità* animali e vegetali, tra cui il *Macrobenthos*, ovvero la *Comunità* dei macroinvertebrati, composta da organismi molto diversi, che altro non sono che larve di diverse classi di invertebrati, tra cui ricordiamo gli insetti, i crostacei e i molluschi. Questi organismi vengono definiti bentonici poiché vivono sul fondo del corso d'acqua. La maggior parte di queste specie sono specializzate per la vita in un tipo ben definito di habitat. Ad esempio alcuni invertebrati vivono ancorati sulle pietre, altri sulla sabbia del fondo, altri sui frammenti vegetali. Di conseguenza la diversità della comunità riflette la diversità dei microambienti.

I macroinvertebrati inoltre occupano tutti i livelli della piramide trofica (detritivori, erbivori, carnivori). Un corso d'acqua non inquinato è caratterizzato dalla presenza di specie sensibili sia all'inquinamento che alla carenza di ossigeno, in quello inquinato invece riusciranno a vivere solo le specie più resistenti. Il loro ciclo vitale è sufficientemente lungo per far sì che popolino il corso d'acqua durante tutto l'anno e da poter essere considerati una memoria storica del bacino, in quanto la loro eventuale scomparsa potrà essere correlata con

marzo 2011

condizioni di stress ambientale. Inoltre, sono facilmente individuabili, resistenti alla corrente e facilmente catturabili. I diversi gruppi tassonomici dimostrano differenti gradi di sensibilità alle condizioni ambientali: i Plecotteri sono molto sensibili alla qualità delle acque, mentre Oligocheti e Chironomidi tollerano elevati livelli di inquinamento ed in mezzo si trova tutta una serie di gruppi, costituiti da Efemerotteri, Tricotteri, Gammaridi e Anellidi, con media tolleranza allo stress ambientale.

Quindi la biodiversità dei macroinvertebrati dipende direttamente dalla qualità dell'acqua e dalla diversità e qualità del substrato, cioè dallo stato più o meno naturale del corso d'acqua. Una degradazione (o un risanamento) della qualità biologica di un corso d'acqua si ripercuote così rapidamente sulla diversità dei macroinvertebrati. Questi aspetti offrono la possibilità di ottenere un indice biotico che attesti la qualità del corso d'acqua, restituendo una classificazione del fiume o del corso d'acqua in relazione ad una scala di merito che va da 12-13 (qualità ottimale) a 1 (massimo degrado).

Metodologia di Campionamento

Per effettuare il campionamento di un tratto dulciacquicolo con l'I.B.E. si seguono delle procedure convenzionali, che prevedono due fasi salienti: la prima si realizza su campo e definisce il valore dell'indice biologico in modo macroscopico; successivamente si passa alla seconda fase che si attua in laboratorio e determina in maniera conclusiva la qualità biologica dell'acqua. Molto spesso le due fasi restituiscono risultati identici, ma non è escluso che nell'analisi macroscopica si perdano informazioni importanti su alcuni gruppi faunistici dimensionalmente esigui e quindi più difficili da individuare senza l'ausilio di strumenti microscopici. Dopo l'individuazione dei gruppi faunistici rinvenuti nel campionamento, si redige una tabella a due entrate in cui nella prima entrata, orizzontale, di tipo qualitativo, sono riportate le Unità Sistematiche che dall'alto al basso, segnalano una minore sensibilità all'inquinamento; nella seconda entrata, verticale, si inseriscono la quantità di Unità Sistematiche trovate. L'incrocio tra l'ingresso orizzontale e verticale si traduce in un giudizio numerico indicante la risposta della comunità di organismi alla qualità dell'ambiente fluviale. Per convenzione internazionale e per rappresentare in modo sintetico ed efficace la qualità dei diversi tratti dei corsi d'acqua, questa scala è stata suddivisa in *classi di qualità*, ciascuna rappresentabile in cartografia con un colore. Il "certificato di qualità" del fiume viene quindi assegnato dagli stessi organismi che in esso vivono. Il principio su cui si fonda questa metodica è basato sul fatto che un corso d'acqua può definirsi di buona qualità quando riesce a conservare le comunità di organismi che normalmente e naturalmente dovrebbero vivere in quell'ambiente.

L'I.B.E. permette quindi di esprimere un giudizio complementare al controllo fisico e chimico: l'analisi chimica non è infatti in grado di mettere in evidenza la presenza di uno scarico saltuario poiché fornisce dei risultati istantanei, invece il *Macrobenthos* vivendo costantemente nel corso d'acqua, ha maggiore "memoria storica"; il metodo chimico è più sensibile nell'evidenziare le differenze del carico inquinante, ma il metodo biologico tiene conto degli effetti complessivi di tutti i fattori di stress ambientale. I due metodi si integrano

perfettamente fornendo una serie di informazioni articolate e quindi più complete. La mappa della qualità biologica dei corsi d'acqua che si ottiene dall'applicazione del metodo I.B.E. può divenire uno strumento utile non solo per avere informazioni sullo stato di salute del corso d'acqua ma anche per individuare le corrette procedure di progettazione del territorio, proprio per l'azione capillare esercitata dal reticolo idrografico nel drenaggio dei residui delle attività umane e anche per il valore paesaggistico degli ambienti fluviali.

Materiali

Per ottenere una buona valutazione delle acque occorre seguire le seguenti istruzioni e munirsi degli appositi materiali, di seguito elencati:

- retino immanicato per il campionamento di macro invertebrati. Il retino è costituito da un telaio in acciaio dalle dimensioni indicative di circa 20-25 cm di larghezza e 19-22 cm di altezza, con bordo di 5-13 cm, cui è fissato il manico ed una rete di nylon di forma conica (21 maglie/cm); in fondo alla rete di nylon è avvitato un bicchiere di plexiglass, in cui si raccolgono e accumulano i macro invertebrati, insieme al detrito
- stivali da pescatore (alla coscia)
- corda di circa 20-30 metri
- tavolino portatile e sedie pieghevoli
- bacinelle bianche di plastica (misure di riferimento: 30 x 20 x 5)
- secchio di plastica
- pinzette entomologiche
- lente di ingrandimento 10x
- alcool etilico al 70% (si prepara diluendo l'alcool etilico al 95% con acqua distillata secondo la proporzione seguente: 25 ml di acqua distillata ogni 70 ml di alcool; se si utilizza alcool denaturato è necessario decolorarlo, per evitare di colorare il campione, con 3 cucchiaini di polvere di carbone animale per litro di alcool già diluito, filtrando poi con normale carta da filtro)
- bottiglie in polietilene con tappo per il trasferimento in laboratorio dei campioni raccolti
- schede di rilevamento e matita per la raccolta dei dati
- chiavi sistematiche
- guanti in gomma
- soluzione detergente e disinfettante

Fasi del campionamento

Scelta dei punti di campionamento

Il campionamento viene realizzato lungo il corso d'acqua, in diversi punti scelti in modo stratificato oppure random a seconda delle esigenze. In tali punti si traccia un transetto ideale di alcuni metri, lungo il quale ci si sposta con il retino e controcorrente, cercando di campionare tutti i microhabitat presenti.

Raccolta dei macroinvertebrati

La raccolta dei campioni biologici prevede alcune fasi fondamentali che si possono riassumere come di seguito:

- Raschiare il fondo col retino, contro corrente
- Smuovere con le mani o i piedi i sassi per la cattura dei macroinvertebrati, mantenendo il retino sempre contro corrente
- Lavare e sfregare le pietre davanti all'imboccatura del retino (per staccare animali che aderiscono alle pietre)
- Smuovere il sedimento con i piedi, sempre davanti all'imboccatura del retino
- Lavare il materiale raccolto riversando dell'acqua nel retino
- Svuotare periodicamente il bicchierino-raccogliitore nella bacinella di raccolta

L'operazione di campionamento non deve protrarsi oltre i 20 minuti ed è necessario ripeterla da 1 a 3 volte.

Separazione del campione

- Aggiungere acqua nella bacinella di raccolta in modo che tutto il materiale risulti sommerso e gli organismi possano muoversi, in questo modo si favorisce la classificazione e la cattura dei macroinvertebrati.
- Analizzare il campione un po' per volta, in piccole porzioni, raccogliendo con le pinzette da entomologo e con delicatezza, tutti gli organismi presenti, che vengono trasferiti in un'altra bacinella contenente solo acqua, in cui è più agevole l'osservazione.
- Determinare gli esemplari, in modo macroscopico, sul posto, mediante l'ausilio di la lente di ingrandimento.
- Trasferire i campioni raccolti in laboratorio, per poterli esaminare più in dettaglio mediante il microscopio e fare riferimento al livello tassonomico richiesto dall'indice, che è riportato in un'apposita tabella.
- Conservare gli organismi in una bottiglia in polietilene contenente una soluzione di alcool al 70%, in modo che i risultati del campionamento possano essere ricontrollati in futuro. Durante la classificazione, in laboratorio o sul campo, le unità sistematiche rinvenute devono essere trascritte sulla scheda di rilevazione dei dati.

Calcolo del valore dell'I.B.E.

Dalla prima fase di analisi è possibile compilare una tabella delle abbondanze osservate per ogni singolo gruppo sistematico e riportare su apposite schede i risultati ottenuti in ogni stazione di campionamento. Per quanto riguarda i campioni che necessitano di analisi di laboratorio si rimanda la definitiva compilazione della tabella ad un secondo momento. Per ogni fase di riconoscimento si deve consultare il "Manuale per il riconoscimento dei Macroinvertebrati delle acque dolci italiane", redatto dalla Provincia Autonoma di Trento.

Livello di abbondanza	Sigla	N° di individui raccolti
Presenti	Pr	1-2
Pochi	Po	2-10
Comuni	Co	11-50
Abbondanti	Ab	51-100
Molto Abbondanti	MA	>100

Tabella 1. Determinazione delle abbondanze osservate per gruppo sistematico

Per il calcolo definitivo del valore dell'Indice Biotico Esteso si deve compilare la tabella a due entrate, che ricordiamo essere così strutturata:

1. nella colonna a sinistra, dall'alto verso il basso, sono segnalati i gruppi di macro invertebrati che presentano una differente sensibilità al grado di inquinamento, dai più sensibili a quelli meno sensibili.
2. nella riga in alto a destra sono indicati gli intervalli numerici riguardanti il numero totale di Unità Sistematiche reperite nella zona campionata. Le Unità Sistematiche utilizzate per la classificazione dei macroinvertebrati, sono generalmente superiori alla specie. Risulta infatti troppo difficile, per un'indagine di questo genere che ha finalità pratiche, determinare gli organismi fino a livello di specie.

Per l'applicazione del metodo ai fini della stesura delle carte di qualità delle acque esistono livelli di determinazione sistematica ben precisi (genere, famiglia, ecc.), cui i ricercatori devono attenersi. Di seguito è riportata la tabella dei livelli di determinazione dei vari gruppi faunistici: Inoltre viene indicato per il calcolo dell'I.B.E. un numero minimo di individui, sotto il quale il gruppo faunistico trovato non conta come Unità Sistematica. Questi numeri minimi sono stati stabiliti in base alla probabilità di un individuo di driftare ed in base al ruolo trofico del rispettivo gruppo faunistico. Così ad esempio, il numero

marzo 2011

minimo richiesto per gli organismi con sistemi di ancoraggio è basso, lo stesso vale per gli organismi predatori, in quanto i numeri di individui diminuiscono verso l'apice della piramide alimentare.

Gruppi faunistici (Taxa)	Livelli di determinazine tassonomica
Plecoptera	Genere
Ephemeroptera	Genere
Trichoptera	Famiglia
Coleoptera	Famiglia
Odonata	Genere
Diptera	Famiglia
Heteroptera	Famiglia
Crustacea	Famiglia
Gasteropodi	Famiglia
Bivalva	Famiglia
Turbellaria	Genere
Hirudinea	Genere
Oligochaeta	Famiglia
altri Taxa da considerare nel calcolo dell' I.B.E.	
Sialidae (Megaloptera)	
Osmylidae (Neuroptera)	
Prostoma (Nemertini)	
Gordiidae (Nematomorpha)	

Tabella 2. Livelli di determinazione dei vari gruppi faunistici:

Una volta individuato il numero definitivo di Unità Sistematiche si procede all'utilizzo di una seconda tabella di riferimento per il calcolo del Valore I.B.E. (Tabella 3). In questa tabella viene riportato in ordinata l'elenco dei possibili gruppi di macroinvertebrati presenti in un corso d'acqua, secondo una sensibilità all'inquinamento

marzo 2011

che va decrescendo dall'alto verso il basso. Invece in ascissa vengono presentati dei ranghi numerici, che si riferiscono al numero complessivo di Unità sistematiche riscontrate in un prelievo.

Gruppi faunistici (primo ingresso)		Numero totale delle Unità Sistematiche costituenti la comunità (secondo ingresso)							
		0 - 1	2 - 5	6 - 10	11 - 15	16 - 20	21 - 25	26 - 30	31 - 35
Plecotteri (<i>Leuctra</i> ¹)	Più di una U.S.	-	-	8	9	10	11	12	13
	Una sola U.S.	-	-	7	8	9	10	11	12
Efemerotteri (<i>Baetidae</i> e <i>Caenidae</i> ²)	Più di una U.S.	-	-	7	8	9	10	11	12
	Una sola U.S.	-	-	6	7	8	9	10	11
Tricotteri	Più di una U.S.	-	5	6	7	8	9	10	11
	Una sola U.S.	-	4	5	6	7	8	9	10
Gammaridi, Atiidi e Palemonidi	Tutte le U.S. sopra assenti	-	4	5	6	7	8	9	10
Asellidi	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 esserci organismi a respirazione aerea	0	1	-	-	-	-	-	-

Tabella 3. Determinazione Valore I.B.E. (in rosso viene evidenziato il valore esemplificativo ottenibile in una Stazione di campionamento in cui si troverebbero 18 Unità Sistematiche appartenenti all'Ordine tassonomico dei Tricotteri, non trovando alcuna Famiglia degli Ordini degli Efemerotteri e dei Plecotteri.

¹: nelle Comunità in cui *Leuctra* è presente come unico *taxon* di Plecotteri e sono contemporaneamente assenti gli Efemerotteri (tranne *Baetida* e *Caenidae*), *Leuctra* deve essere considerata al livello dei Tricotteri al fine dell'entrata orizzontale in tabella.

²: nelle Comunità in cui sono assenti i Plecotteri (tranne eventualmente *Leuctra*) e fra gli Efemerotteri sono presenti *Baetidae* e *Caenidae* l'ingresso orizzontale avviene al livello dei Tricotteri.

Infine una volta individuato il Valore I.B.E. riferibile al campione studiato, utilizzando la successiva tabella, è possibile far corrispondere al Valore I.B.E. ottenuto una classe di qualità secondo gli accorgimenti indicati dal manuale di applicazione (Ghetti, 1997).

IBE	Classe	Qualità dell'acqua	Giudizio	Colore
≥ 10	I	Buona	Ambiente non inquinato o comunque non alterato in modo sensibile	Azzurro
8-9	II	Accettabile	Ambiente con moderati sintomi di inquinamento o di alterazione	Verde
6-7	III	Dubbia	Ambiente inquinato o comunque alterato	Giallo
4-5	IV	Critica	Ambiente molto inquinato o comunque molto alterato	Arancione
0-1; 1-2	V	Molto critica	Ambiente fortemente inquinato o fortemente alterato	Rosso

Tabella 4. Determinazione della classe di qualità delle acque.

3 COMUNITÀ, RETI TROFICHE E RIVER CONTINUUM CONCEPT

Per capire meglio la motivazione dell'adozione di una metodologia di campionamento attraverso l'I.B.E. crediamo sia necessario affrontare alcune caratteristiche fondamentali dei corsi d'acqua; a tal proposito si vuole porre l'attenzione e descrivere i concetti di comunità, di rete trofica che si instaura in un fiume e di River Continuum Concept.

Le comunità delle acque correnti sono chiaramente condizionate da fattori di tipo idroclimatico, dalla composizione degli habitat, da fattori trofici e biotici. La diversificazione degli habitat è determinata dall'idrologia, dalla morfologia e dalla vegetazione riparia, ma in ciascun punto le condizioni idrodinamiche variano in funzione della portata; ne consegue dunque che non vi sia una grande stabilità degli habitat. Si usa spesso il termine di "mosaici dinamici", ad indicare l'associazione tra la grande eterogeneità spaziale e la forte variabilità temporale. In questa struttura, tutti gli elementi sono soggetti a perturbazioni fisiche anche violente. Poiché essi sono interconnessi, le zone protette dalla corrente possono servire da riparo per gli organismi quando gli altri elementi sono soggetti a perturbazioni. Questa organizzazione dello spazio permette la coesistenza di specie dotate di preferenze d'habitat, di cicli di vita e di strategie molto diverse. La biodiversità è dunque il risultato di tre fattori: eterogeneità, variabilità, connettività (Sansoni, 2003).

marzo 2011

Ovviamente la nostra attenzione sarà rivolta solamente alla comunità dei macroinvertebrati, che è quella che interessa più da vicino il tipo di monitoraggio preso in considerazione. L'identificazione dei macroinvertebrati non ha significato sistematico, ma solo funzionale e pratico: secondo una delle definizioni più accreditate (Cummins, 1974), si intende comprendere in questo gruppo tutti gli invertebrati i cui ultimi stadi di sviluppo raggiungano almeno i 3-5 mm di lunghezza. Sono in genere considerati macroinvertebrati gli organismi epibentonici, cioè che vivono sulla superficie dei sedimenti o, al di più, affossati nei primi centimetri di profondità. Come detto sopra, ad essi appartengono i seguenti gruppi: Insetti, Crostacei, Molluschi, Irudinei, Turbellari, Oligocheti, Poriferi, Celenterati e Briozoi.

Il numero degli individui di macroinvertebrati ritrovati durante un campionamento su ciascun masso presente nel corso d'acqua è generalmente correlato con il numero di specie/masso. Inoltre, il numero cumulativo di specie cresce con il log. del numero cumulativo di massi campionati (Allan, 1995). Il distretto ambientale da cui proviene il campione può incidere profondamente sul numero dei *taxa* raccolti, come è stato chiaramente dimostrato effettuando campioni in particolari aree biogeografiche (Sansoni, 1988a). Allan (1995) ha mostrato come la dimensione del campione e la ricchezza in *taxa* in un determinato sito, sia fortemente correlata e quindi lo sforzo di campionamento diviene un parametro fondamentale nell'accuratezza del risultato finale.

In un recente lavoro sono state affrontate le principali cause di disturbo dell'accuratezza di un campionamento di macroinvertebrati (Baldaccini et al., 2008). La precisione del risultato di un campionamento standard può infatti risentire di una serie di variabili che, in parte, dipendono dai requisiti con cui è stata pianificata l'indagine, come il numero di campioni (transetti) effettuati sul tratto oggetto di studio, in parte invece dipendenti dalle condizioni ambientali in cui si opera come ad esempio:

- la composizione e diversità del substrato e quindi la diversità di habitat: questo carattere aumenta la difficoltà di reperire i *taxa* che colonizzano i vari habitat;
- il livello di diversità della comunità: maggiore è il numero dei *taxa* e più elevato il rischio di perdere alcune componenti della comunità;
- la diversa attitudine dei *taxa* presenti nella comunità ad essere dispersi nella colonna d'acqua (predisposizione al drift): la capacità di restare ancorati al substrato favorisce l'eventualità di non essere catturati;
- il riflusso idraulico esercitato dalla forza della corrente sull'imboccatura del retino: tende a disperdere parte del materiale raccolto;

Aspetto fondamentale di una comunità biologica è sicuramente il ciclo vitale, e quello dei macroinvertebrati può durare da poche settimane fino ad alcuni anni. La maggior parte dei macroinvertebrati (Crostacei, Molluschi, Irudinei, Turbellari, Oligocheti, Poriferi, Celenterati e Briozoi) trascorre l'intero ciclo vitale nel mezzo acquatico (olobiotici), mentre, quasi tutti gli Insetti, trascorrono vita acquatica solo per completare una parte del loro ciclo vitale (anfibiociclici). Tra questi vi sono forme che presentano più di una generazione l'anno (polivoltini), altri che si riproducono una sola volta l'anno (univoltini), altri ancora con intervalli di tempo maggiori dell'anno (semivoltini). La colonizzazione delle acque da parte dei macroinvertebrati, può avvenire per dispersione passiva, per deriva (drift) o attraverso il trasporto per opera di altri organismi come gli uccelli o

i pesci, o per dispersione attiva, con la risalita della corrente (upstream) o attraverso il volo degli organismi adulti, nel caso degli insetti, compensando così il fenomeno del drift (Tachet et al., 2003).

Grazie alle comunità animali (macroinvertebrati nel nostro studio) e vegetali è chiaro che i corsi d'acqua costituiscono dei veri e propri ecosistemi, in cui esistono dei stretti rapporti tra le componenti abiotiche (substrato dell'alveo, chimismo dell'acqua, ecc.) e quelle biotiche (organismi animali e vegetali). Il sistema trofico viene descritto attraverso gli adattamenti degli individui acquatici ai diversi modi di assunzione del cibo e quindi al loro ruolo trofico nel sistema. Pertanto è possibile individuare dei gruppi funzionali che operano in modo indipendente ma sinergico, al fine di utilizzare con la massima efficienza le diverse forme energetiche disponibili. Le relazioni trofiche possono essere descritte attraverso le relazioni di trasformazione dell'energia in entrata nel sistema fiume, rappresentata principalmente dalla luce solare e dalle tre frazioni di sostanza organica (Calow and Petts, 1994; Allan, 1995; Allan and Castillo, 2007):

1. **particellato organico grossolano** (CPOM – coarse particulate organic matter)
2. **particellato organico fine** (FPOM – fine particulate organic matter)
3. **sostanza organica disciolta** (DOM – dissolved organic matter)

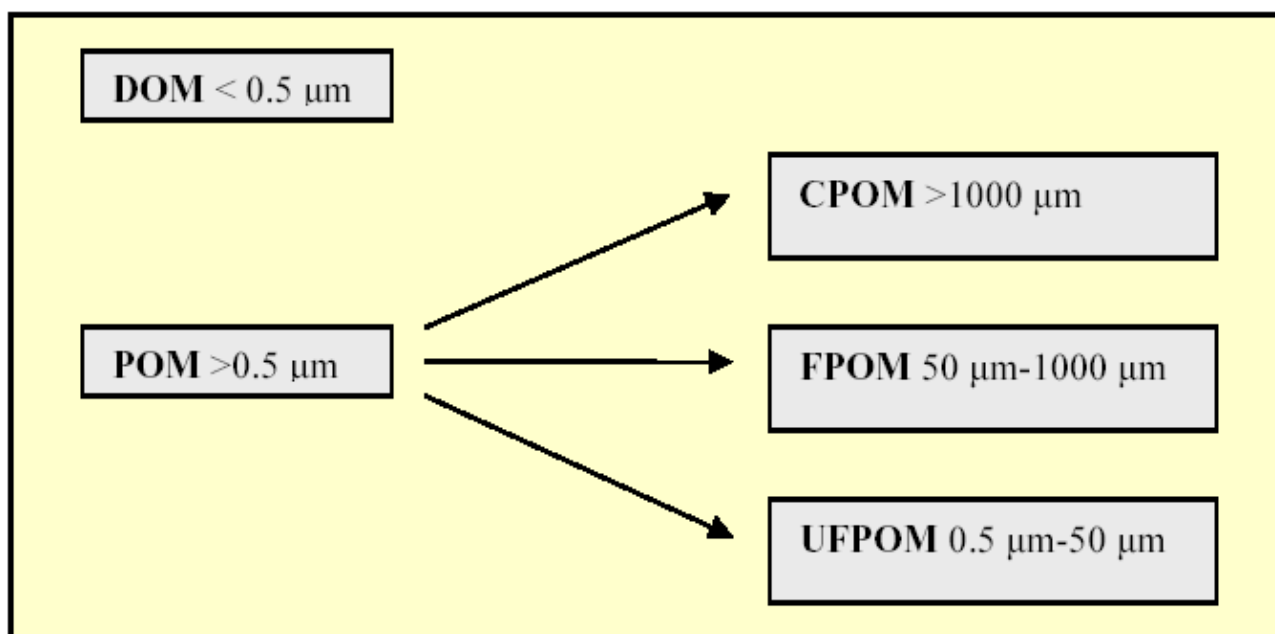


Figura 1. Suddivisione dimensionale del materiale organico

marzo 2011

Il FPOM è la forma alimentare più utilizzata dai coleotteri filtratori dotati di rete a trappola (per i Tricotteri: *Hydropsychidae*) o di apparati di cattura (per i Ditteri: *Simulidi*). Oltre a questi vi sono i collettori raccoglitori (per i Ditteri: *Chironomidi* ed *Oligocheiti*), che si cibano di particelle fini sedimentate.

La frazione di sostanza organica più rappresentata è senza dubbio la sostanza organica grossolana (CPOM). Questa è costituita soprattutto da foglie della vegetazione riparia, che trattenute dalle strutture morfologiche di ritenzione perdono inizialmente le sostanze organiche solubili (leaching) che andranno ad alimentare il DOM. Successivamente vengono aggredite da batteri cellulosolitici e idromiceti che le ammorbidiscono mettendo a nudo il tessuto a palizzata e lacunoso tipico degli organismi vegetali. La foglia può così essere assunta come alimento dagli organismi trituratori (shredders); tra i macroinvertebrati numerose famiglie di Tricotteri rivestono proprio questo ruolo nella rete trofica.

I relativi rapporti tra le forme alimentari presenti in uno specifico corso d'acqua, detti appunto rapporti trofici o rete trofica, danno utili indicazioni sullo stato e sulla tipologia delle risorse energetiche presenti in un ecosistema e sullo sviluppo di eventi di inquinamento (Metcalf-Smith, 1994).

Infine bisogna tenere presente che i corsi d'acqua, complessi sistemi idrodinamicamente aperti caratterizzati da una corrente unidirezionale, possono essere considerati come una successione di ecosistemi connessi l'uno con l'altro: dalla sorgente alla foce variano, infatti, i parametri morfologici, idrodinamici, fisici e chimici e, in relazione ad essi, le caratteristiche biologiche. Vannote nel 1980 ha proposto il *River Continuum Concept* focalizzando l'attenzione sulla stretta dipendenza che esiste tra la struttura e la funzione delle comunità biologiche con le condizioni geomorfologiche e idrauliche del sistema fisico. Secondo tale modello le comunità di produttori e consumatori sono distribuite secondo un gradiente di variabili morfologiche e fisiche come la larghezza, la profondità, la velocità, la portata, la temperatura ed il carico di sedimenti di un fiume (Vannote et al., 1980). Nei corsi d'acqua i tratti a valle sono costantemente influenzati dalle condizioni del tratto a monte e per questo costituiscono un *continuum*, in cui è tuttavia possibile isolare zone di relativa omogeneità dal punto di vista della struttura trofica e del metabolismo e nelle quali i processi di sedimentazione, trasporto o ciclizzazione della materia organica, hanno una diversa importanza. Lungo questo *continuum* del fiume è possibile riconoscere una successione di cambiamenti riguardanti il metabolismo delle comunità lotiche, la diversità biotica e le caratteristiche del materiale particolato (Fig.2). Nei tratti iniziali si osserva che le comunità biologiche acquatiche sono sostenute da una grande quantità di detrito organico alloctono (*input*), che deriva dalla vegetazione ripariale (foglie e rami), mentre l'ombreggiamento di quest'ultima riduce lo sviluppo dei produttori fotosintetici (es. alghe). Il metabolismo fluviale è quindi eterotrofo, sostenuto dagli apporti organici terrestri, e la struttura della comunità è dominata dai detritivori macroinvertebrati. In tali corsi d'acqua il tasso di respirazione (R) della comunità supera quello di produzione (P) ed il rapporto P/R risulta essere assai inferiore all'unità. Procedendo verso valle, nei fiumi di media grandezza la riduzione della superficie ombreggiata e il conseguente aumento della fotosintesi inducono il passaggio ad un metabolismo fluviale autotrofo, sostenuto dalla produzione primaria acquatica, che rende le comunità acquatiche energeticamente autosufficienti rispetto agli apporti di detrito che, tuttavia, continuano ad essere un importante risorsa; aumentano gli erbivori a scapito dei detritivori, mentre gli organismi raccoglitori continuano ad abbondare, sfruttando il particolato organico fine prodotto nei tratti a monte.

marzo 2011

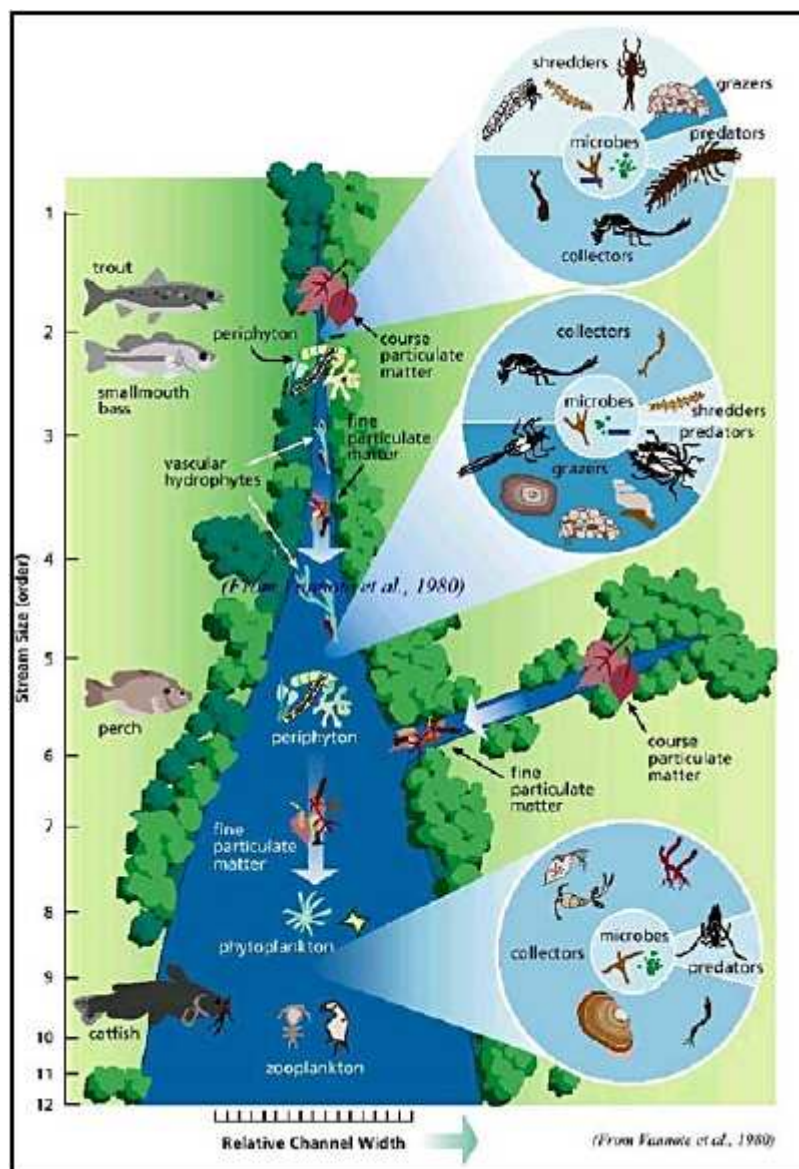


Figura 2. River Continuum Concept: una relazione tra le dimensioni di un corso d'acqua ed i progressivi cambiamenti nella struttura e nella funzione delle comunità lotiche (mod. da Vannote et al., 1980)

Nei tratti ancora più a valle dei grandi fiumi, dato che l'attività fotosintetica diminuisce a causa della torbidità delle acque, il metabolismo fluviale torna ad essere eterotrofo e le comunità acquatiche presentano una ridotta varietà di specie. Le comunità acquatiche ricevono una grande quantità di materia organica particolata fine dai tratti superiori; gli effetti della vegetazione ripariale sono insignificanti e la produzione primaria è spesso limitata dalla profondità e dalla torbidità ed il rapporto P/R è generalmente minore di 1 (Fig. 3).

marzo 2011

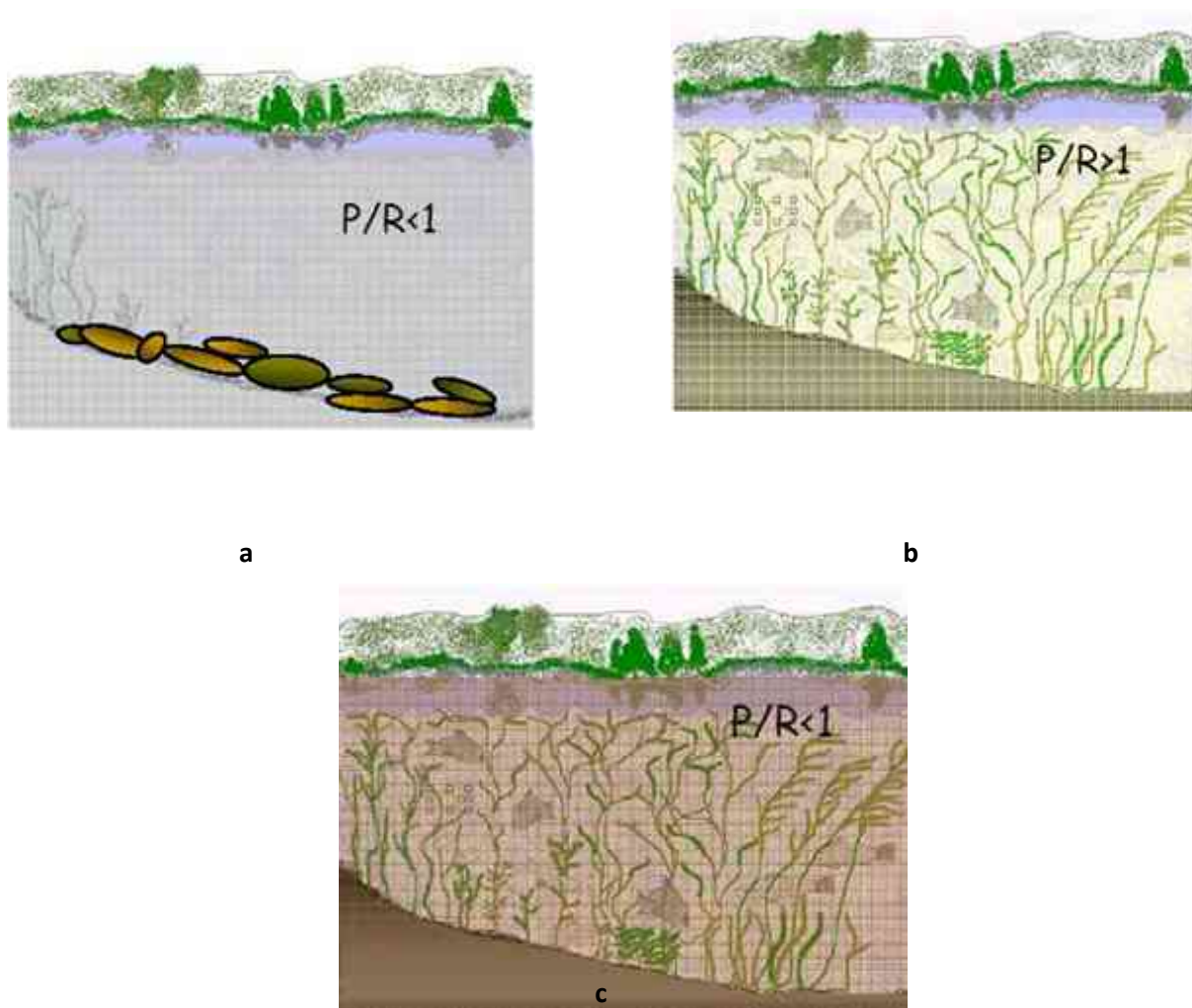


Figura 3. Rappresentazione schematica del tratto a) iniziale, b) intermedio, c) a valle del fiume. P: Produzione; R: Respirazione

La tendenza a mantenere costante il flusso di energia su base annua, nonostante le variazioni stagionali degli apporti dei principali substrati organici (caduta delle foglie, fotosintesi) è dovuta alla sequenza temporale di specie vegetali, alle variazioni temporali dei diversi gruppi funzionali di animali ed a processi di immagazzinamento (ritenzione fisica del detrito organico e produzione di nuova biomassa) al netto della perdita di energia (trasporto verso valle e respirazione). Nelle acque correnti, l'energia deriva principalmente dalla materia organica morta, che passa dalla catena del pascolo alla catena del detrito e che può essere distinta in alloctona ed autoctona a seconda della sua origine; il materiale autoctono è rappresentato dal carbonio precedentemente fissato all'interno del sistema; l'alloctono proviene dall'esterno dell'ecosistema ed

marzo 2011

è costituito principalmente da foglie e detrito vegetale. L'apporto di materiale alloctono è generalmente continuo, anche se nelle zone temperate gli *input* più consistenti si registrano in autunno, per la caduta delle foglie, ed in primavera per la massima portata dei corsi d'acqua.

4 IL MONITORAGGIO DEL TORRENTE MAGRIOLA

Mediante l'utilizzo della metodologia ampiamente descritta precedentemente è stato effettuato il monitoraggio del torrente Magriola, in due stazioni di campionamento situate una a monte dell'opera di presa della centrale idroelettrica e l'altra più a valle dell'opera di presa, così da poter avere una percezione della qualità delle acque di questo corso.

Stazione 1 – a monte dell'opera di presa –

La figura 4 è stata scattata in un tratto a monte dell'opera di presa, nel punto in cui è stato effettuato il campionamento dell'indice biologico. Il fondo in questo tratto del torrente è risultato essere costituito da strutture a *step and pool* e tipici raschi. L'ossigenazione delle acque è risultata essere molto elevata, trattandosi di un tratto che permette un ottimo scorrimento delle acque.

Nel punto di campionamento sono stati rinvenuti ciottoli di varie dimensioni e ghiaia, mentre sulle sponde del torrente erano presenti arenarie e macigni di notevoli dimensioni. La larghezza dell'alveo nel punto considerato è di circa 1,2 metri e l'altezza dell'acqua 30-40 centimetri.



Punto di
campionamento

Figura 4. Stazione di campionamento a monte dell'opera di presa.

Stazione 2 – a valle dell'opera di presa –

La figura 5 è stata scattata in un tratto a valle dell'opera di presa, nel punto in cui è stato effettuato il secondo campionamento dell'indice biologico. Anche in questo tratto il fondo è risultato essere costituito da strutture a *step and pool* e dai tipici raschi. L'ossigenazione delle acque è risultata essere ancora buona, con una velocità della corrente più moderata, ma costituente comunque un habitat ottimale per i macroinvertebrati.

In questo punto di campionamento sono stati ancora rinvenuti ciottoli di varie dimensioni e ghiaia, con massi di notevoli dimensioni disposti lungo gli argini. La larghezza dell'alveo nel punto considerato è di circa 4 metri e l'altezza dell'acqua 15-20 centimetri.



Punto di
campionamento

Figura 5. Stazione di campionamento a valle dell'opera di presa

marzo 2011

Di seguito sono riportate le schede con i dati ottenuti nelle due stazioni di campionamento, alle quali seguirà la valutazione del Valore I.B.E. e quindi la discussione sulla qualità delle acque nel torrente Magriola ed una comparazione con i dati ottenuti dall'ARPAT sul fiume Magra, per avere una percezione dello status biologico del torrente in esame.

STAZIONE 1		
Corso d'acqua	torrente Magriola	
Bacino	Fiume Magra	
Data Monitoraggio	01/10/2010	
Vegetazione Acquatica	Feltro rilevabile solo al tatto	
Vegetazione Terrestre	Arborea	
Granulometria del Fondo	Ciottoli e ghiaia	
MACROINVERTEBRATI MONITORATI		
Taxa	Categoria Sistematica	Nome Scientifico
PLECOTTERI	Genere	<i>Dioncras, Protonemura, Isoperla</i>
EFEMEROTTERI	Genere	<i>Ecdyonurus, Baetis, Epeorus, Ritrogena, Ephemera, Torleya</i>
TRICOTTERI	Famiglia	<i>Polycentropodidae, Beraeidae, Hydropsychidae, Brachycentridae, Leptoceridae</i>
DITTERI	Famiglia	<i>Athericidae, Simulidae, Ceratopogonidae,</i>
OLIGOCHETI	Famiglia	<i>Lumbriculidae</i>
COLEOTTERI	Famiglia	<i>Dysticidae, Elminthidae, Hydraenidae, Dryopidae</i>
RISULTATI		
Unità Sistematiche	22	
VALORE IBE	10	
Classe Di Qualità	Buona	
Giudizio Di Qualità	Ambiente non inquinato o comunque non alterato in modo sensibile	

marzo 2011

STAZIONE 2		
Corso d'acqua	torrente Magriola	
Bacino	Fiume Magra	
Data Monitoraggio	01/10/2010	
Vegetazione Acquatica	Feltro rilevabile solo al tatto	
Vegetazione Terrestre	Arborea	
Granulometria del Fondo	Ciottoli e ghiaia	
MACROINVERTEBRATI MONITORATI		
Taxa	Categoria Sistemática	Nome Scientifico
PLECOTTERI	Genere	<i>Dioncras, Protonemura, Isoperla</i>
EFEMEROTTERI	Genere	<i>Ecdyonurus, Baetis, Epeorus, Ritrogena, Ephemera, Torleya, Cloëon</i>
TRICOTTERI	Famiglia	<i>Polycentropodidae, Beraeidae, Hydropsychidae, Brachycentridae, Leptoceridae, Limnephilidae</i>
DITTERI	Famiglia	<i>Athericidae, Simulidae, Ceratopogonidae,</i>
OLIGOCHETI	Famiglia	<i>Lumbriculidae</i>
COLEOTTERI	Famiglia	<i>Dysticidae, Elminthidae, Hydraenidae, Dryopidae</i>
RISULTATI		
Unità Sistematiche	24	
VALORE IBE	10	
Classe Di Qualità	Buona	
Giudizio Di Qualità	Ambiente non inquinato o comunque non alterato in modo sensibile	

5 DATI MONITORAGGIO I.B.E. SUL FIUME MAGRA

L'ARPA Toscana ha condotto un monitoraggio mediante Indice Biologico, dal 2001 al 2008, utilizzando stazioni di campionamento sia sul Fiume Magra che su alcuni affluenti, quali il Verde e il Gordana. Entrambi questi torrenti, sono corsi d'acqua che presentano caratteristiche e andamento simili a quelli del torrente in esame ed inoltre sono geograficamente posizionati in un'area limitrofa al Magriola; pertanto si utilizzeranno i dati di derivanti dal monitoraggio del torrente Verde per effettuare il confronto dei risultati ottenuti. Inoltre le caratteristiche stazionali del torrente Verde sono risultate essere del tutto simili a quelle delle stazioni utilizzate sul torrente Magriola.

marzo 2011

Nella stazione posta nel bacino del torrente Verde è stato ottenuto, in tutti i periodi dell'anno, un valore IBE che restituisce una classe di qualità pari a I, ad evidenziare una totale e assoluta integrità dell'ambiente idrico.

In tabella 5 sono riportati i risultati del campionamento effettuato sul torrente Verde.

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Feb/Mar	10	10	12	11	10	11
Maggio	12-11	10	11	11	-	-
Agosto	10	11	11	11	10	-
Nov/Dic	10	10	11	10	-	-

Tabella 5. Campionamento effettuato dall'ARPAT nel bacino del torrente Verde e valore dell'I.B.E. nei diverse mesi e diversi anni.

Il confronto con i dati ottenuti nel presente studio, non ha evidenziato alcuna differenza rispetto ai dati in possesso dell'ARPA Toscana, ribadendo un valore IBE tale da permettere di attribuire un giudizio dell'ambiente buono (classe di qualità I). Pertanto si è raggiunta una totale uniformità di risultati, nonostante il confronto tra le due serie di dati non è scientificamente solido in quanto, sebbene le fasi di raccolta dati siano sovrapponibili, sono stati eseguiti su corpi idrici affini ma distinti.

6 CONCLUSIONI

I dati raccolti hanno permesso di ottenere un valore I.B.E. pari a 10, che corrisponde ad una qualità delle acque “buona”, ovvero propria di un ambiente non inquinato o comunque non alterato in modo sensibile.

La distribuzione e la consistenza delle specie macrobentoniche presenti e individuati nel campionamento, permettono di dedurre che la rete trofica rispecchia perfettamente le proporzioni attese in un corso d'acqua come quello indagato. Ciò avvalora l'esclusione di eventi o azioni in atto in grado di alterare l'equilibrio dell'ecosistema e i rapporti tra le componenti che lo compongono.

L'effettuazione del campionamento in periodo autunnale ed il confronto con dati di letteratura inoltre permettono di presagire che durante il periodo primaverile, quindi in condizioni ambientali e trofiche particolarmente favorevoli per il macrobenthos, anche l'ottenimento di un valore IBE superiore a 10, per l'intero corso d'acqua.

La tabella seguente riassume ed evidenzia i risultati delle due stazioni di campionamento visitate.

Località	Valore I.B.E.	Classe di qualità
Stazione 1 – a monte dell'opera di presa -	10	I
Stazione 2 – a valle dell'opera di presa -	10	I
Giudizio globale	10	I