Comunità macrobentoniche e qualità dell'acqua secondo il gradiente longitudinale del fiume Bardello (VA)

Autor(en): **Battegazzore, Maurizio / Malgioglio, Antonio**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Memorie / Società ticinese di scienze naturali, Museo cantonale di storia naturale**

Band (Jahr): **4 (1993)**

PDF erstellt am: **19.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-981612

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Mem.Soc.Tic.Sci.Nat. - 1993, 4 pp.185-203 ISBN-88-85118-24-0

MAURIZIO BATTEGAZZORE, ANTONIO MALGIOGLIO

COMUNITÀ MACROBENTONICHE E QUALITÀ DELL'ACQUA SECONDO IL GRADIENTE LONGITUDINALE DEL FIUME BARDELLO (VA)

IRSA-CNR, Via Occhiate 2, 20047 Brugherio (Mi), Italia.
Università degli studi di Milano, Dip. di Biologia, Via Celoria 26, Milano, Italia.

RIASSUNTO

L'ottenimento di un quadro delle presenze della fauna a macroinvertebrati lungo il Fiume Bardello, che collega il Lago di Varese con il Lago Maggiore, e della qualità biologica che da ciò può essere calcolata, erano l'obiettivo del presente studio.
I risultati di 4 campagne di campionamento su 6 stazioni nel 1991 hanno così permesso di individuare i punti critici dal punto di vista della qualità dell'acqua (che sono risultati essere il tratto interessante le prime 2 stazioni e l'ultima) e di evidenziare alcuni effetti delle vicende stagionali del Lago di Varese sul Fiume Bardello.

ABSTRACT

The aim of the present study was to obtain a picture of the longitudinal distribution of the macroinvertebrates and of the biological water quality along the River Bardello, which connects Lakes Varese and Maggiore (N.Italy).
Four sampling campaigns undertaken in six sampling stations in 1991 allowed to determine the critical points of the river ecosystem from the point of view of water quality (which were the stretches corresponding to stations 1, 2 and 6). The effect of the seasonal variations within Lake Varese (the most eutrophicated among Italian lakes) on the River Bardello was also observed.

INTRODUZIONE

Lo studio della fauna a macroinvertebrati negli ultimi decenni ha conosciuto un crescente sviluppo, sia in direzione del miglioramento delle conoscenze sull'ecologia delle singole specie e delle comunità, che in quella del loro uso nell'ambito di metodi per la valutazione dello stato di integrità degli ecosistemi acquatici, specie quelli delle acque correnti. Tali metodi hanno ormai raggiunto un livello di perfezionamento e di diffusione da essere pronti per l'adozione a livello legislativo come strumenti di valutazione della qualità dei corsi d'acqua e della loro clasificazione ai fini della gestione ambientale. Nel momento in cui scriviamo, è in corso di elaborazione una direttiva della CEE che prevede proprio l'adozione ufficiale di questi metodi nei Paesi membri.
Obiettivo del presente lavoro era quello di fornire un quadro delle presenze dei macroinvertebrati del fiume Bardello, che collega il Lago di Varese con il Lago Maggiore, utile alla valutazione della qualità delle sue acque, nonchè di valutare l'efficacia di alcuni metodi nel conseguire tale scopo.
Tra gli studi che hanno preso in considerazione il fiume Bardello va segnalato quello di SARACENI (1971), che può fornire un'utile base di confronto per comprendere le modificazioni nel tempo dell'impatto antropico sulle biocenosi acquatiche.

AREA DELLO STUDIO E METODI

Il fiume Bardello, rappresentato in figura 1, ha origine dal lago di Varese e sfocia nel lago Maggiore dopo aver percorso 11,7 km con una pendenza media del 3,9 per mille. Il flusso delle acque è regolato dalle chiuse di Bardello (punto A nella stessa figura), un sistema di paratoie gestito da un apposito Consorzio Provinciale in funzione dell'utilizzo idrico da parte delle industrie.
Le acque notoriamente eutrofiche del lago di Varese alimentano il fiume; il loro apporto di nutrienti è in parte diminuito dal depuratore dell'anello circumlacuale, che raccoglie gli scarichi urbani ed industriali lungo le sponde del lago.

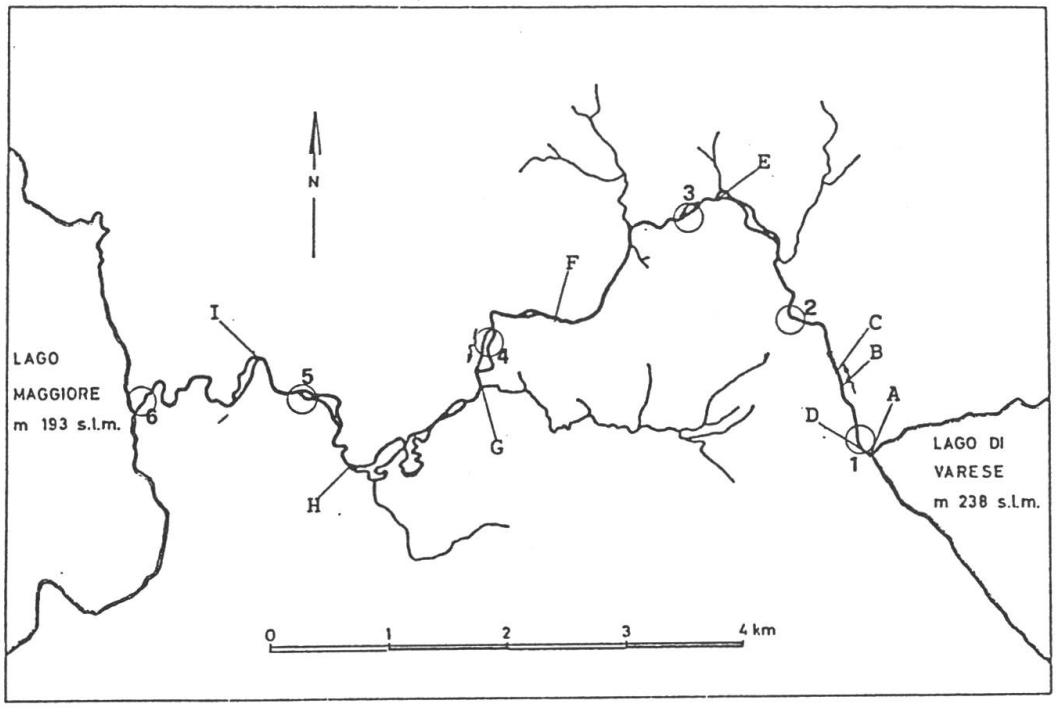

Fig. 1 Area del F. Bardello con l'indicazione dei principali scarichi e delle stazioni di campionamento.

Le acque fognarie vengono convogliate al depuratore di Gavirate, che scarica nel tratto iniziale del fiume, restituendo quindi il carico prevalentemente costituito da sostanze azotate e da fosfati (punto B). A questo si aggiunge pochi metri più a valle lo scarico di una tintoria (punto C) e di una galvanica del comune di Bardello (punto D), poco a monte sulla sponda opposta. Seguono poi gli scarichi di Cocquio e delle sue industrie galvaniche e meccaniche (punto E), mentre l'unico paese attraversato è Besozzo che scarica senza depuratore (punto F). Poco più a valle confluisce il Fosso della Peschiera col suo carico di schiume ed olii (punto G), per arrivare a Brebbia, servita dal depuratore (punto H), e all'omonima stamperia e tintoria di tessuti (punto I).

In due punti il Bardello si dirama per poi ricongiungersi: in prosimità degli scarichi di Cocquio, dove un tempo serviva una grossa industria, e a Brebbia, dove un sistema di captazione delle acque con invaso artificiale serve una fabbrica di pipe.

In seguito ad un'indagine cartografica, furono effettuati alcuni sopralluoghi nell'autunno del 1990, al fine di stabilire il numero e la posizione delle stazioni di campionamento. Le stazioni di campionamento sono indicate in figura 1, mentre la figura 2 rappresenta il profilo longitudinale del fiume. Alcune informazioni sulle stazioni di campionamento e sui punti di inizio e terminale del fiume vengono riportate nella tabella 1.

Tab. 1 Elementi descrittivi di alcuni punti lungo il fiume Bardello

Località	m s.l.m.	km dall'origine
Inizio (L.di Varese)	238	0,0
Bardello (Staz.l)	237	0,3
Gavirate (Staz.2)	235	1,2
monte di Besozzo (Staz.3)	229	3,2
valle di Besozzo (Staz.4)	213	6,3
valle di Brebbia (Staz.5)	198	9,0
Bozza di Bogno (Staz.6)	193	11,5
Foce (L.Maggiore)	192	11,7

La stazione n° 1, poche centinaia di metri a valle del Lago di Varese, è caratterizzata da un substrato costituito prevalentemente da ciottoli e pietre, con sabbia e limo in alcuni tratti. Erano presenti tappeti algali e macrofite con prevalenza nella parte centrale.
La stazione 2 è stata scelta a valle del depuratore e della vicina tintoria ed è caratterizzata da un fondo ciottoloso sul quale si deposita uno strato di molti decimetri di limo e detrito vegetale in decomposizione, periodicamente asportato, soprattutto nella parte centrale, da fenomeni di piena. Rare sono risultate le macrofite in prossimità delle sponde.
La stazione 3 era situata dopo gli scarichi di Cocquio-Trevisago, in un punto dove un argine in cemento separa il tratto principale del fiume da una sua derivazione, regolata da una paratoia, con riva naturale. In questo tratto secondario il Bardello presentava una profondità media di quache decina di centimetri, con un substrato eterogeneo che passava da limo con materiale organico in decomposizione nel primo tratto, a sabbia mista a ghiaia e ciottoli. Un' abbondante copertura vegetale a macrofite caratterizzava la parte centrale del letto, mentre le rive, ricoperte da fitta vegetazione, degradavano fino all'acqua limpida con tratti a Sagittaria e Iris giallo.
La stazione n°4 fu scelta a valle di Besozzo dopo la confluenza del Fosso della Peschiera. Qui la profondità e la portata subiscono un incremento assieme alla torbidità, che conferiva all'acqua colore bruno e bassa trasparenza. Il campionamento era possibile solo sulla sponda sinistra fino ad una distanza di due metri circa dalla riva. Il substrato era costituito da grosse pietre e massi, immersi nel limo, ricoperto da tappeti algali e da macrofite.
Tra Ghiggerina di sotto e la stamperia di Brebbia, in prossimità di un mulino abbandonato, era ubicata la stazione n°5, dove il Bardello allargava il proprio letto su un fondo ciottoloso, con tratti più profondi e buche con sabbia e limo. Scarsa era qui la vegetazione acquatica a macrofite mentre era fitta sulle sponde.
La stazione n°6 si trovava a circa duecento metri dal Lago Maggiore. La corrente era molto debole, l'acqua torbida permetteva la visione di pochi centimetri soltanto. Il substrato costituito esclusivamente da limo e detrito organico in decomposizione, presentava scarsa vegetazione palustre in prossimità delle rive. Il fiume in questo tratto è interessato da ormeggi per piccole barche.
Per valutare la qualità delle acque attraverso lo studio del popolamento macrobentonico, vennero campionate le 6 stazioni, caratterizzate da un substrato misto (ghiaia - sassi sabbia), tranne la 6, costituita da un fondo molle omogeneo.
I campionamenti sono stati eseguiti a cadenza stagionale durante il 1991 (26 Febbraio, 28 Maggio, 15 Luglio, 21 Ottobre).
Dove possibile sono stati effettuati campionamenti lungo un transetto teso tra le due sponde, in modo da campionare tutte le condizioni presenti.
Per il campionamento è stato utilizzato un retino di nylon immanicato a fondo chiuso, ad apertura quadrangolare (cm 30 di lato) e con 10 maglie/cm, protetto da rete metallica e con l'apertura rinforzata da una lamina di metallo. Il materiale così campionato, è stato in parte riconosciuto e le presenze annotate su una scheda di campagna per facilitare il lavoro di riconoscimento in laboratorio. I campioni, conservati in contenitori di polietilene, venivano ricoperti di alcool al 70%.
In ogni campionamento è stata misurata la temperatura dell'acqua e sono stati raccolti 500 cc per le analisi chimico-fisiche in laboratorio comprendenti il pH (metodo potenziometrico) e la conducibilità (conduttimetro). Inoltre, sono stati prelevati campioni d'acqua opportunamente fissati per la determinazione dell'ossigeno disciolto in laboratorio (metodo Winkler).
In laboratorio, i campioni di macroinvertebrati sono stati lavati e setacciati con setaccio di 10 maglie/cm, smistati e conservati in formalina al 4% tranne i bivalvi e i gastropodi conservati in alcool al 70% (per evitare la dissoluzione dei gusci). Successivamente sono stati esaminati al binoculare i singoli campioni per la determinazione tassonomica e l'elaborazione degli indici biotici.
Attualmente in Europa vengono usati soprattutto metodi di tre tipi, gli indici saprobici, gli indici biotici ed i punteggi (o "scores"). I primi sono stati adottati in Germania ed in altri paesi dell'Europa centro - orientale e consistono nel calcolare la media ponderata dei valori indica-

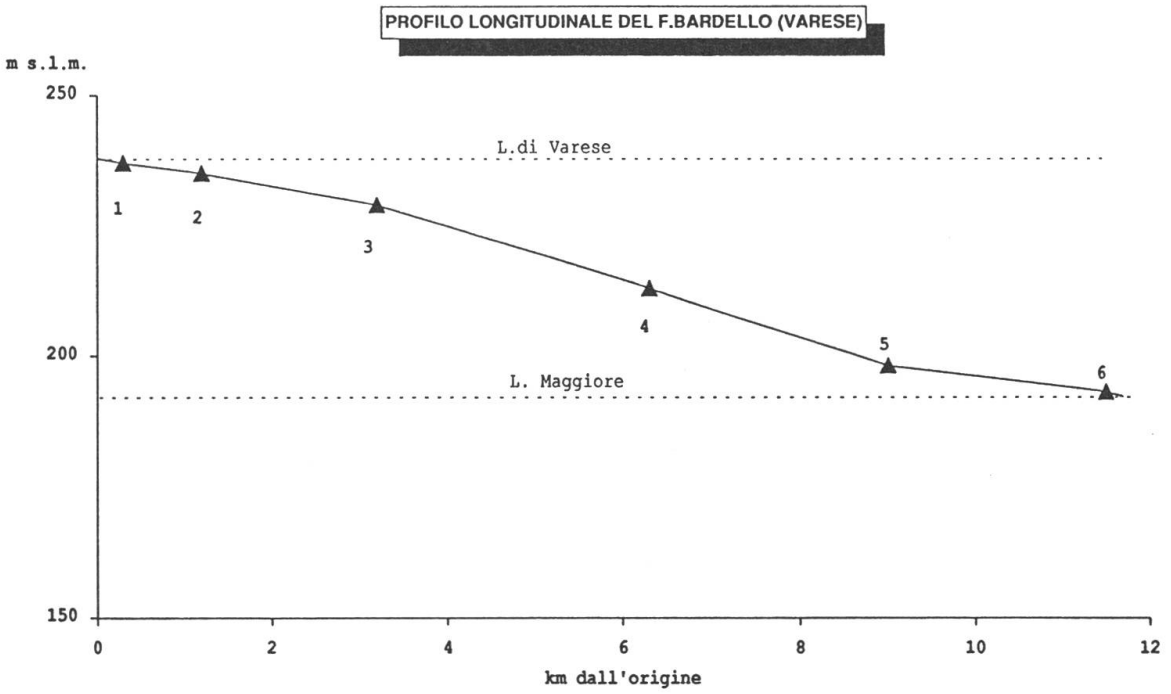

Fig. 2 Profilo longitudinale del F. Bardello con l'indicazione delle stazioni di campionamento e dei livelli medi del Lago di Varese e del Lago Maggiore

tori di singole specie (tra quelle elencate in apposite tabelle) rinvenute in una determinata sezione di fiume, tenendo conto delle loro classi di abbondanza (PANTLE & BUCK, 1955). I secondi richiedono un campionamento di tipo qualitativo e forniscono un valore numerico di qualità in base al numero totale di unità sistematiche e al valore indicatore del gruppo più sensibile tra quelli rinvenuti.
Alcuni esempi di indici biotici usati in Europa sono l'Extended Biotic Index (WOODIWISS, 1978 modif. GHETTI, 1986) in Italia, detto anche E.B.I., l'Indice Biologique de Qualitè Generale o I.B.G. (VERNEAUX, 1984) in Francia, il Belgian Biotic Index o B.B.I. (DE PAUW & VANHOOREN, 1983) in Belgio. Un esempio di "score" è quello attualmente adottato nel Regno Unito dalla National Rivers Authority, il punteggio detto B.M.W.P. o Biological Monitoring Working Party (ARMITAGE *et al.*, 1983) che consiste semplicemente nel sommare i valori indicatori (in base ad una tabella esistente) delle famiglie presenti in una sezione del fiume. Nel presente studio sono stati adottati l'E.B.I. ed il punteggio B.M.W.P. Entrambi questi indici forniscono valori che possono essere raggruppati in classi di qualità.

RISULTATI

Per quanto riguarda i parametri chimico-fisici (Tabella 2), la temperatura ha mostrato piccole variazioni longitudinali, dato che l'acqua compie solo un breve tratto prima di sfociare nel Lago Maggiore. A Febbraio è passata da 4,7°C nella stazione 1 a 6,9 nella 6 ed a Maggio si misuravano 21°C circa nelle prime due stazioni, mentre le altre quattro si stabilizzavano intorno ai 20,5°C. Nel mese di Luglio la temperatura passava dai 23,5°C della stazione 1 ai 25°C della 6, mentre ad Ottobre passava dai 14,8 nella stazione 1 ai 13,7 nella 6.
Il pH, a Febbraio, rimaneva intorno ad 8, con una lieve diminuzione dalla 1 alla 3 ed un lieve aumento fino alla 6.

Tab. 2 Fiume Bardello: analisi chimico-fisiche nelle 6 stazioni per tutte le date di campionamento

Stazioni	temp.°C.	pH	conduc. µS/cm	O.D. mg/l	% sat.	
1	4,7	8,07	280	6,4	51	
2	5,2	7,98	340	7,4	60	
3	5,7	7,90	349	8,3	68	Prelievo
4	6,3	8,05	379	11,5	95	26/2/91
5	6,6	8,09	358	11,8	99	
6	6,9	8,10	359	11,8	99	
1	20,8	9,17	258	15,1	174	
2	21,0	8,77	355	14,8	171	
3	20,5	8,68	350	12,2	140	Prelievo
4	20,6	8,60	337	9,1	100	28/5/91
5	20,4	8,42	348	8,8	100	
6	20,4	8,00	360	8,8	100	
1	23,5	8,59	224	12,4	151	
2	23,2	7,94	298	12,1	146	
3	24,0	7,97	300	11,0	135	Prelievo
4	24,5	7,98	312	11,0	135	15/7/91
5	25,0	8,06	308	10,3	128	
6	25,0	8,03	294	10,4	129	
1	14,8	7,60	245	7,0	71	
2	14,7	7,60	291	7,6	77	
3	14,6	7,60	292	8,8	89	Prelievo
4	14,4	7,74	300	11,2	113	21/10/91
5	13,9	7,77	300	11,3	112	
6	13,7	7,80	312	11,1	110	

A Maggio si passava da 9.17 della stazione 1 a 8 nella stazione 6 mentre a Luglio si misuravano 8,59 unità di pH nella stazione 1 e circa 8 nelle rimanenti. nel mese di Ottobre rimaneva praticamente costante passando da 7,6 nelle prime tre stazioni a 7,8 circa nelle rimanenti tre.
La conducibilità subiva sempre un incremento in senso longitudinale. A Febbraio passava da 280 a 340 µS dalla stazione 1 alla 2, subiva quindi dei lievi incrementi con un massimo nella 4, mentre a Maggio si rilevava un valore di 258 nella stazione 1, 355 nella 2 e valori poco dissimili nelle rimanenti, con un massimo nella 6. Nel campionamento di Luglio nella stazione 1 il valore della conducibilità era di 224, mentre si stabilizzava intorno a 300 nelle altre, con un picco nella 4; ad Ottobre si passava da 245 a 291 dalla stazione 1 alla 2, salendo fino a 312 alla 6.
L'ossigeno disciolto, mostrava un andamento simile nei campionamenti di Febbraio e di Ottobre, aumentando gradualmente dalla stazione 1 alla 3 e, dopo un incremento nella stazione 4 si stabilizzava attorno a valori simili fino alla stazione 6. A Maggio si aveva una netta soprassaturazione nella stazione 1, che si manteneva fino alla 3 con un modesto decremento, per stabilizzarsi poi nella stazione 4 e rimanere praticamente tale fino alla 6. Nel mese di Luglio la soprassaturazione era leggermente inferiore rispetto a Maggio, decrescendo dalla stazione 1 alla stazione 6 senza notevoli sbalzi.
Analizzando le abbondanze relative dei principali gruppi tassonomici rinvenuti complessivamente lungo il fiume (Figura 3) emerge che il taxon numericamente più abbondante è stato quello dei Ditteri col 45,7% degli individui seguito dagli Oligocheti col 29,0% e dai Bivalvi rappresentati dal 10,5%. Meno rappresentati seguono Gasteropodi (3,5%), gli Irudinei (3,2%), i Tricladi (2,3%), gli Efemerotteri (1,8%).

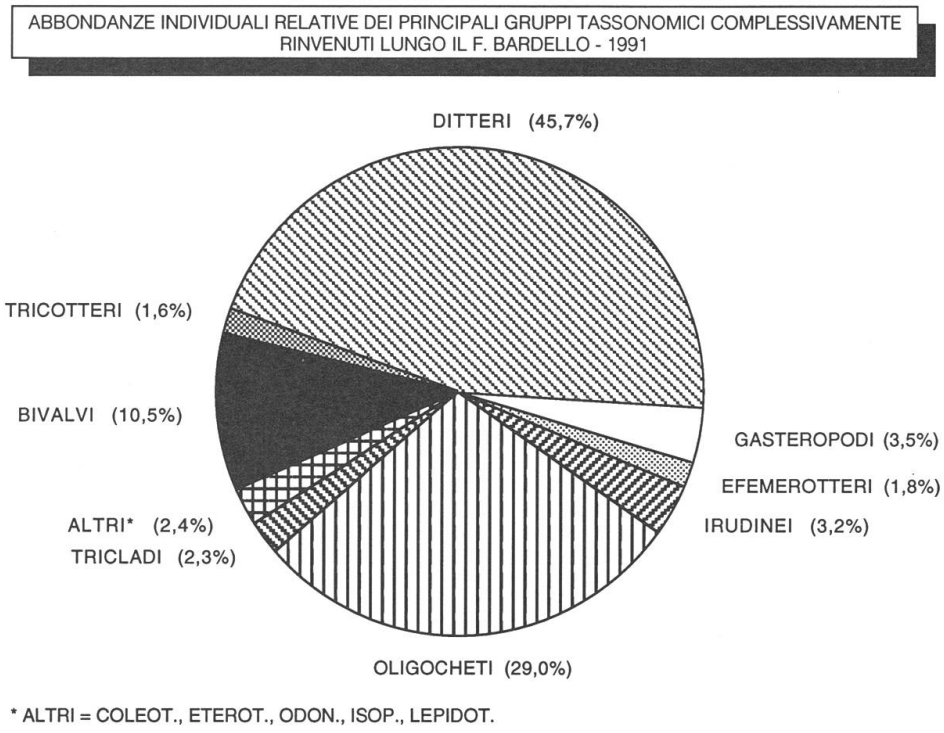

Fig. 3 Diagramma a torta rappresentante le abbondanze individuali relative dei principali gruppi tassonomici rinvenuti in tutte le stazioni ed in tutte le date di campionamento sul F. Bardello nel 1991.

Gli altri gruppi (Coleotteri, Eterotteri, Odonati, Isopodi, Lepidotteri) rappresentano complessivamente il restante 1,6%.
L'elenco completo dei taxa campionati in ogni data di campionamento e delle rispettive abbondanze è fornito in Appendice. Gli andamenti longitudinali di alcuni dei taxa più rappresentativi sono rappresentati nelle figure 4, 5, 6 e 7, rispettivamente per i campioni di Febbraio, Maggio, Luglio e Ottobre 1991.
A Febbraio, i Baetidae (rappresentati esclusivamente dal genere *Baetis*) erano presenti soprattutto nel tratto medio e terminale, e raggiungevano la loro massima densità nella stazione 5. Anche gli Hydropsychidae sembravano prediligere il tratto medio, ed in particolare quello interessato dalle stazioni 3 e 4. I Chironomidae sono risultati ben distribuiti lungo tutto il tratto medio-inferiore del fiume, ed i Tubificidae lungo tutto il corso. I Coleotteri Elmintidi erano ben rappresentati solo nella stazione 5 a valle dell'abitato di Brebbia. I Bivalvi della famiglia Pisidiidae hanno mostrato un andamento particolare: presenti con la massima abbondanza nella stazione iniziale, sono diminuiti in modo esponenziale, con l'eccezione della stazione 2 nella quale erano totalmente assenti.
Nel campionamento di Maggio, per i gruppi Baetidae, Elmintidae, Tubificidae e Chironomidae vale essenzialmente quanto detto a proposito di quello di Febbraio. Gli Hydropsychidae invece sono risultati presenti in numero ridottissimo. Significativamente diverso è risultato l'andamento dei Pisidiidae, che, assieme ad un'altro Mollusco, il Planorbidae *Gyraulus laevis* Alder, hanno raggiunto la massima abbondanza nella stazione 2 a valle dello scarico del depuratore di Gavirate.
A Luglio, i Baetidae, gli Hydropsychidae, i Pisidiidae e anche i Chironomidae erano presenti prevalentemente nel tratto medio del fiume. I Valvatidae con la specie *Valvata piscinalis* Müller hanno, raggiunto discrete abbondanze nelle stazioni del tratto iniziale, a valle del punto di uscita del fiume dal Lago di Varese. Infine, ad Ottobre, i gruppi più abbondanti erano i Chironomidae (soprattutto nella prima stazione, immediatamente a valle dell'uscita

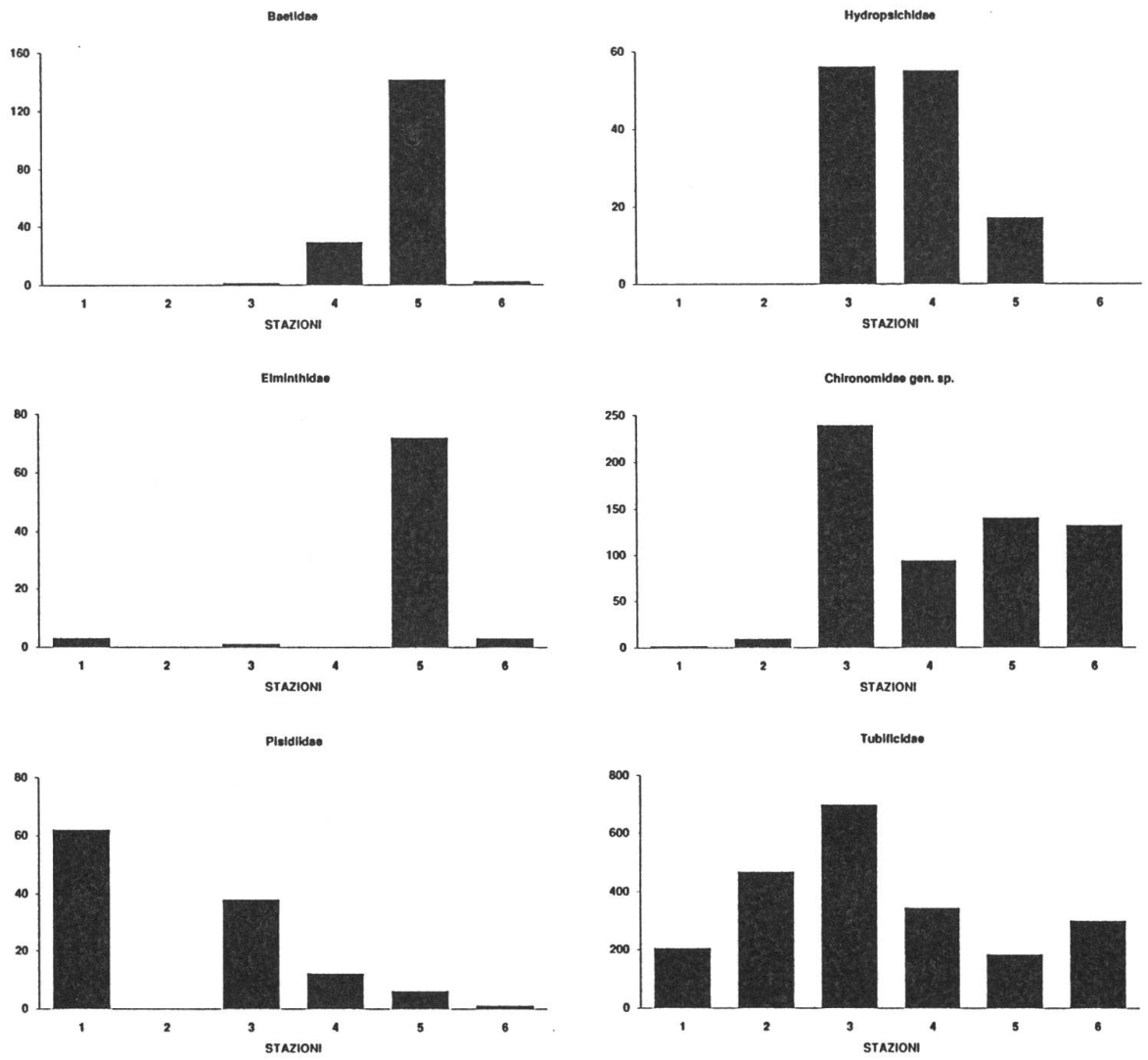

Fig. 4 Andamenti longitudinali dei principali taxa campionati nel febbraio 1991.

dal L.di Varese), gli Hydropsychidae e l'Irudineo *Erpobdella testacea* (Sav.) nel tratto medio-inferiore, e gli Emitteri della specie *Aphelocheirus aestivalis* (F.) (più marcatamente nelle stazioni 3 e 5).

I valori dell'E.B.I. e del punteggio B.M.W.P. calcolati in base agli elenchi tassonomici in Appendice vengono riportati in tabella 3. I valori di E.B.I. indicanti la qualità più alta dell'acqua sono stati rilevati nelle stazioni del tratto medio (dalla 3 alla 5), soprattutto nei mesi di Febbraio e Maggio, mentre quelli più bassi sono riferiti alle prime due stazioni a Febbraio e alla sola seconda stazione a Ottobre. Per quanto riguarda il punteggio B.M.W.P., i valori più alti rilevati sono stati quelli del campionamento di Maggio, in particolare nella stazione 4, mentre quelli più bassi sono riferiti ai campioni di Febbraio e di Ottobre nella stazione terminale.

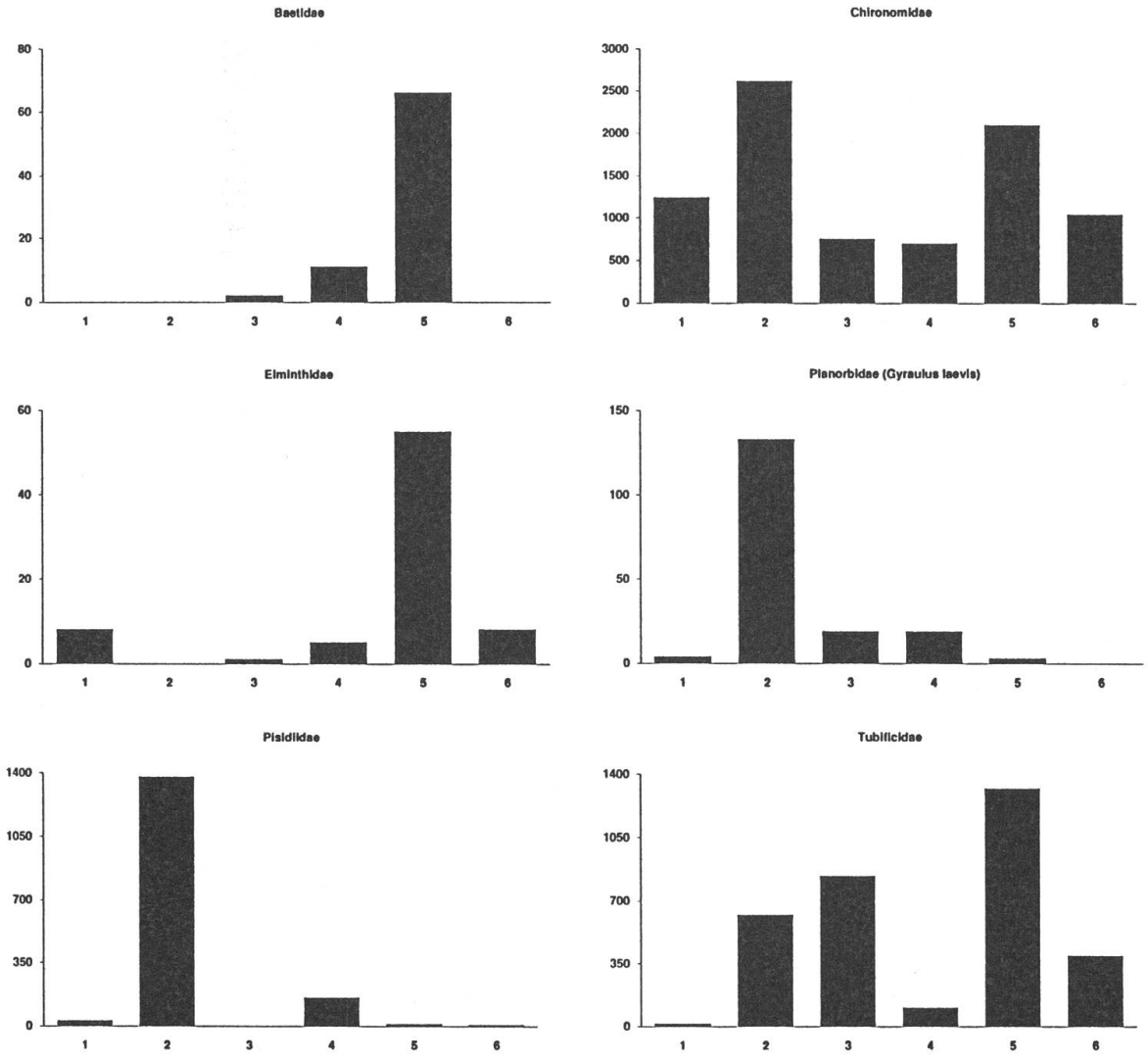

Fig. 5 Andamenti longitudinali dei principali taxa campionati nel Maggio 1991.

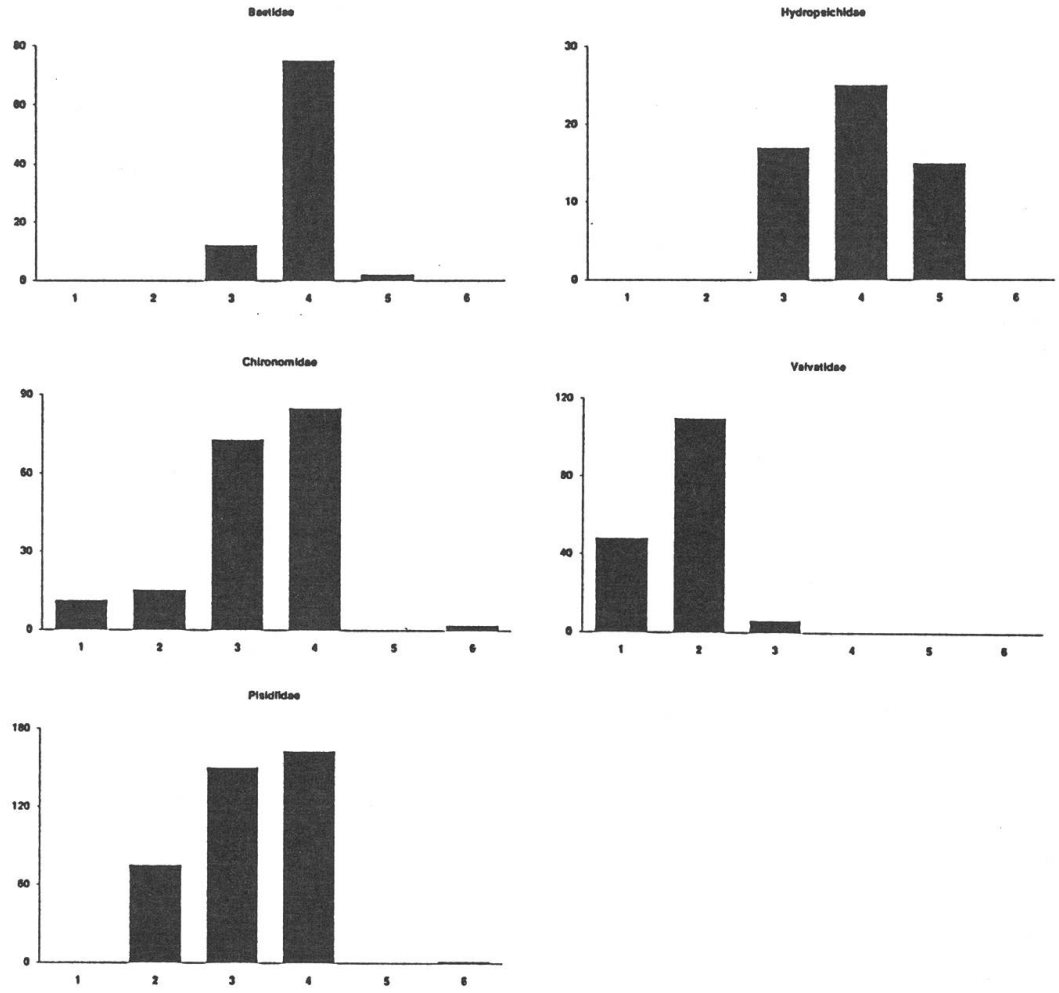

Fig. 6 Andamenti longitudinali dei principali taxa campionati nel Luglio 1991.

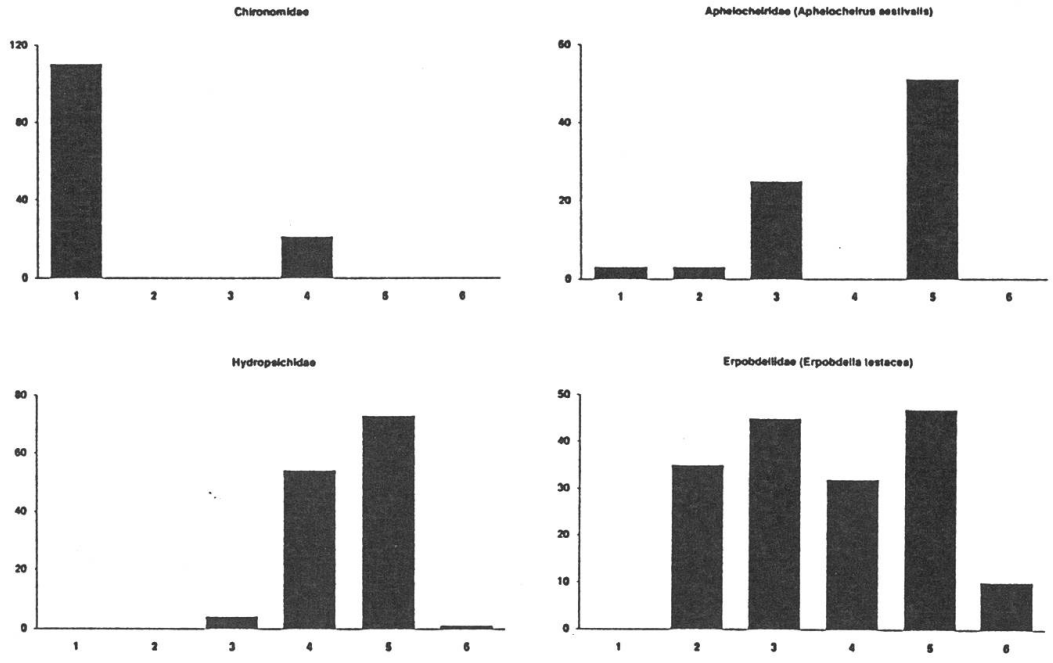

Fig. 7 Andamenti longitudinali dei principali taxa campionati nell'Ottobre 1991.

Tab. 3 Valori degli indici EBI e BMWP nelle 6 stazioni lungo il F.Bardello per tutte le date di campionamento.

	STAZIONI					
	1	2	3	4	5	6
Febbraio 91						
EBI	4	3/4	7/8	7/6	8/7	5
BMWP	34	41	47	30	51	19
Maggio 91						
EBI	7/6	6	8/7	9/8	7	7
BMWP	47	56	50	70	52	62
Luglio 91						
EBI	4/3	4	8/7	7/8	5/6	4
BMWP	37	33	53	45	25	33
Ottobre 91						
EBI	6	3	6	7/6	6	5/4
BMWP	52	41	52	29	34	17

DISCUSSIONE

L'analisi delle variazioni longitudinali dei principali gruppi tassonomici può essere messa in relazione con i fattori geomorfologici ed idrologici, ma anche con le attività antropiche. Le abbondanze maggiori di Hydropsychidae e Baetidae, due famiglie note per essere piuttosto esigenti riguardo la velocità di corrente, sono state riscontrate nelle stazioni del tratto medio del fiume, che, non a caso, sono anche quelle a maggior pendenza media (Figura 2). Nel campione invernale, l'attività decompositiva in atto nel L.di Varese a danno della qualità dell'acqua è testimoniata dalla povertà del popolamento nella prima stazione. Un'esempio di impatto antropico viene dal confronto degli andamenti dei Pisidiidae a Febbraio con quelli di Maggio e Luglio: d'inverno sono risultati assenti nella stazione 2 a valle dello scarico del depuratore di Gavirate e della tintoria nonostante le significative presenze nelle stazioni adiacenti, mentre nei successivi due campionamenti sono ricomparsi in tale stazione, a testimonianza del fatto che possono colonizzare questo tratto molto bene. L'unica spiegazione ragionevole della loro assenza a Febbraio (tra l'altro accompagnata da un popolamento complessivamente povero) risiede nella presenza fra le stazioni 1 e 2 dello scarico del depuratore e di una tintoria industriale. Gli altri impatti antropici agenti sulle comunità acquatiche, compresi gli scarichi urbani ed industriali (citati nella descrizione delle stazioni) e la regolazione delle portate, sembrano essere meno evidenti degli scarichi menzionati. Al fine di valutare la qualità delle acque del F.Bardello in modo da ridurre l'influenza di fattori stagionali o temporanei, sono stati calcolati i valori medi annui sia dell'E.B.I. che del punteggio B.M.W.P. L'andamento di tali valori medi annui è riportato nelle figure 8 e 9. In tali figure vengono anche indicati i limiti tra le diverse classi di qualità previsti da ciascun indice e gli intervalli di variazione dei valori di indice nel corso dei 4 campionamenti annuali. Come si può osservare, i valori medi annui dell'E.B.I. indicano che le prime due stazioni (la 2 in modo più accentuato) e quella terminale sono quelle di qualità più bassa, e rientrano nella IV classe di qualità. Le stazioni nel tratto intermedio risultano essere quelle di qualità migliore, con la 3 e la 4 al limite fra la II e la III classe di qualità, e la 5 all'interno della II classe. La variazione maggiore fra due stazioni contigue è rappresentata

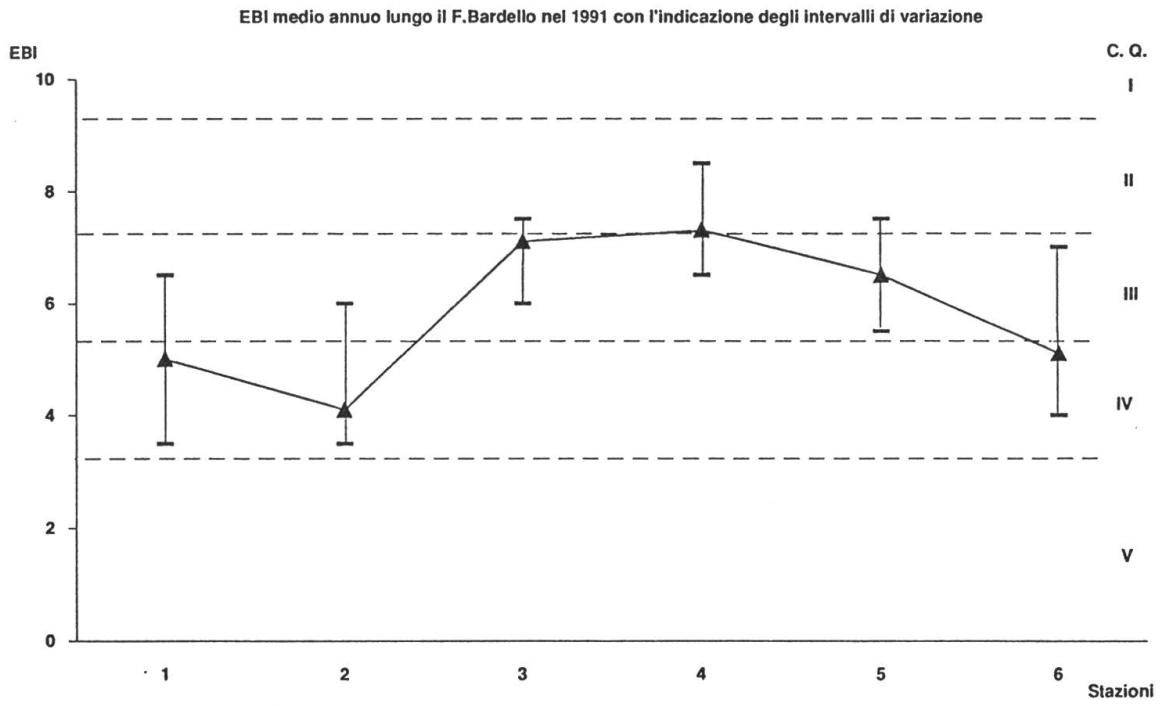

Fig. 8 Andamento dei valori medi annui su 4 campionamenti dell'EBI nel F. Bardello.

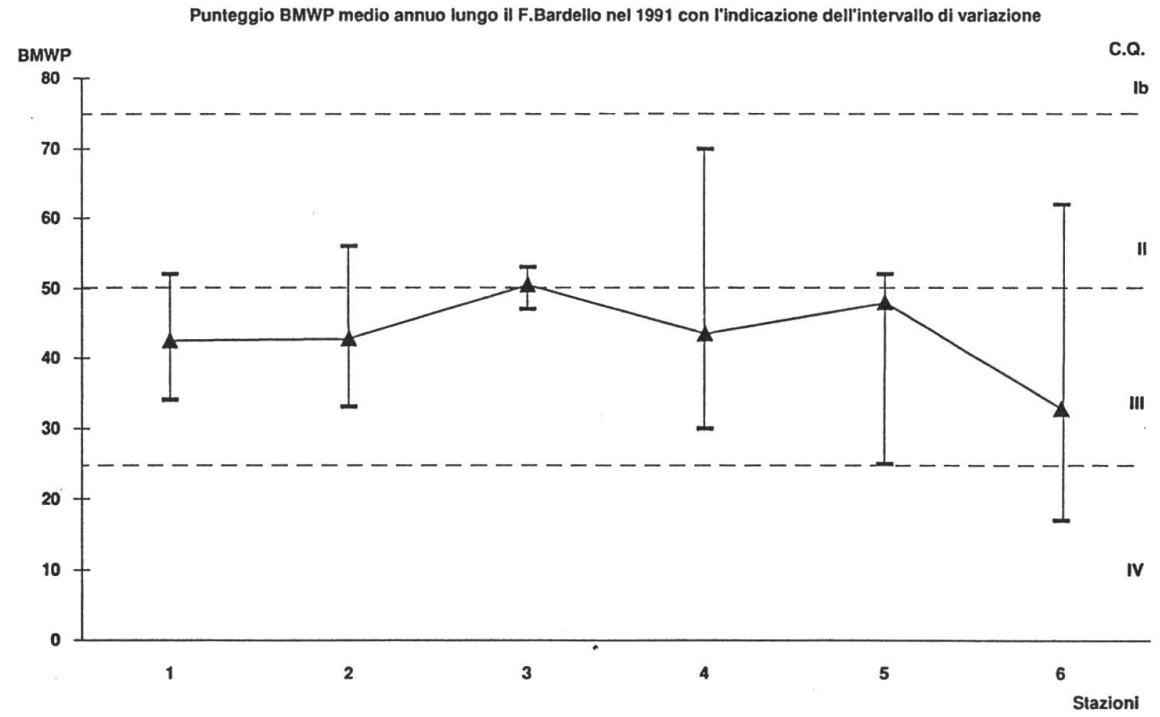

Fig. 9 Andamento dei valori medi annui su 4 campionamenti del punteggio BMWP nel F. Bardello.

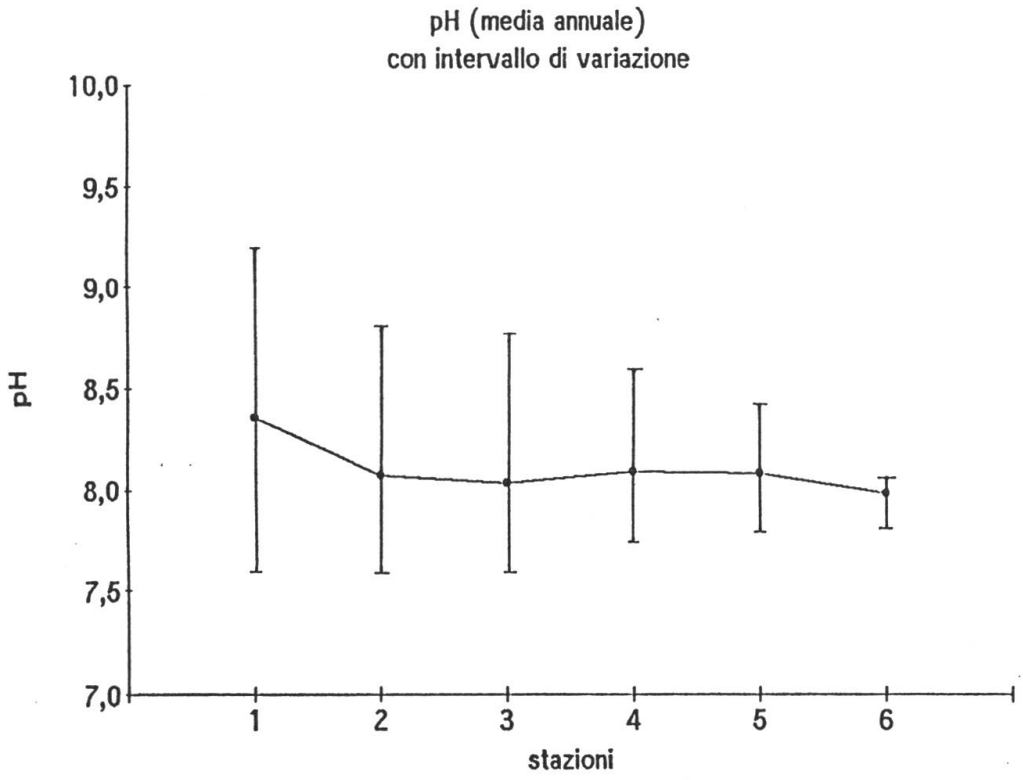

Fig. 10 Andamento dei valori medi annui del pH nel F. Bardello su 4 campionamenti stagionali, con l'indicazione degli intervalli di variazione annuali.

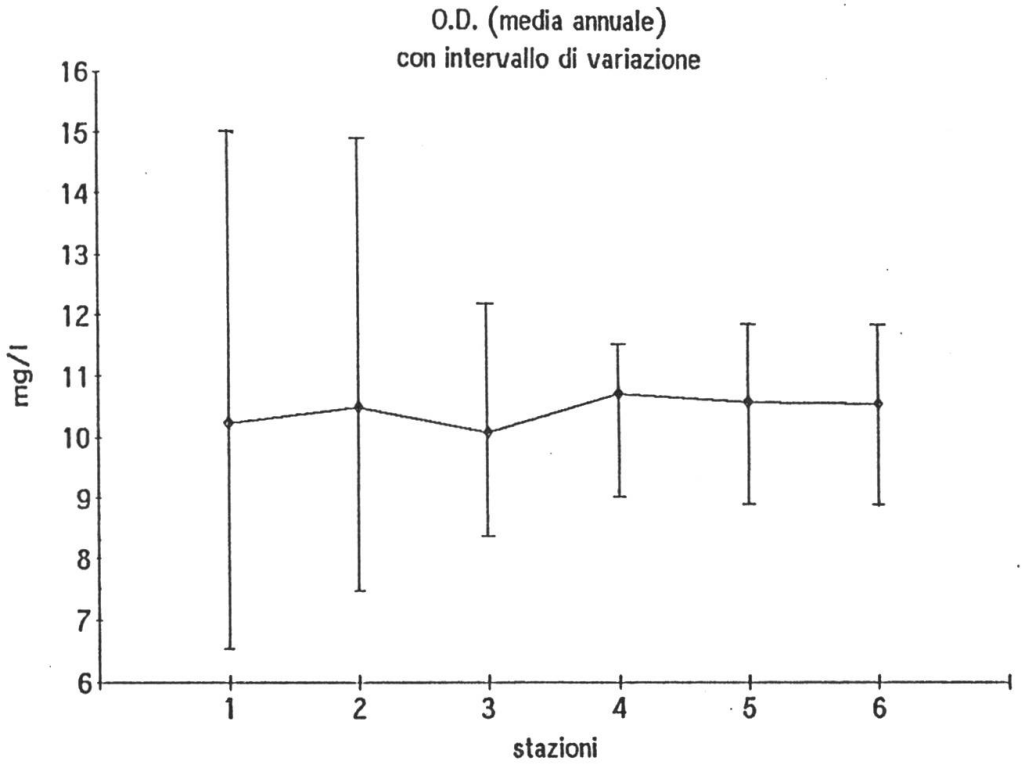

Fig. 11 Andamento dei valori annui dell'ossigeno disciolto (OD) nel F. Bardello su 4 campionamenti stagionali, con l'indicazione degli intervalli di variazione annuali.

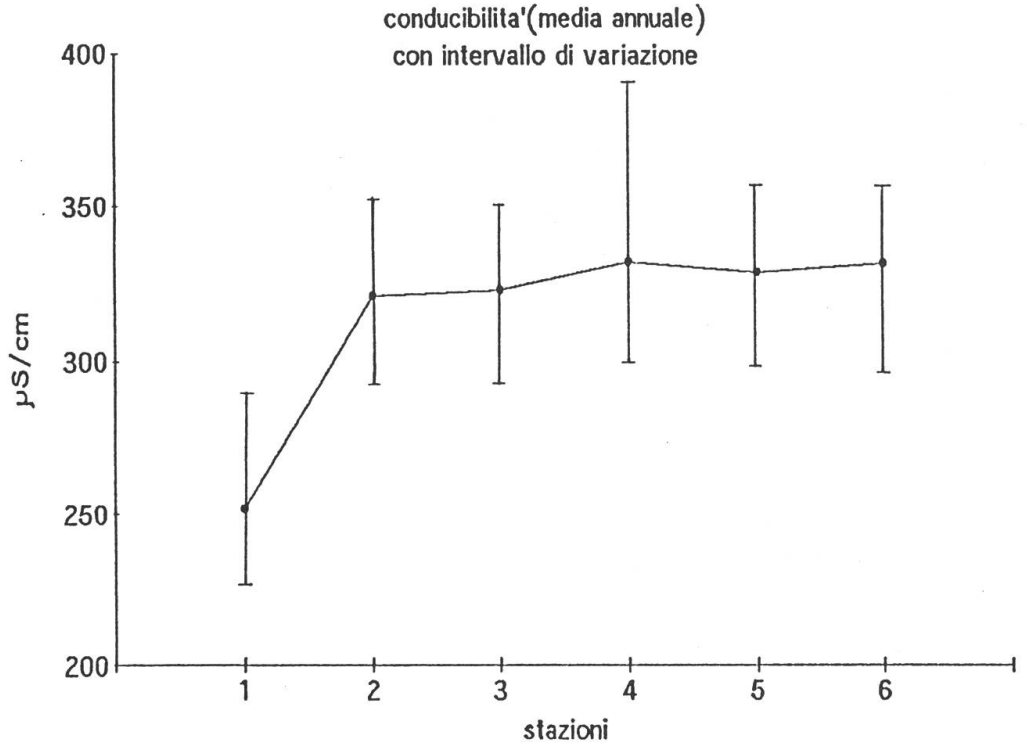

Fig. 12 Andamento dei valori medi annui della conducibilità nel F. Bardello su 4 campionamenti stagionali, con l'indicazione degli intervalli di variazione annuali.

dal recupero di qualità tra la stazione 2 a valle del depuratore di Gavirate e della tintoria, e la 3 a monte di Besozzo.
Osservando l'andamento dei valori medi del punteggio B.M.W.P., è evidente che le variazioni siano più smorzate rispetto a quelle dell'E.B.I., e tutte le stazioni rientrano nella III classe di qualità, con la stazione 3 che sfiora la classe II. La variazione maggiore fra stazioni contigue, tuttavia, non è il recupero fra le stazioni 2 e 3, ma il peggioramento fra la stazione 5 e la stazione 6.
Anche per i parametri chimico-fisici sono stati calcolati i valori medi annui lungo tutte le stazioni di campionamento (Figg.10-12). É interessante prendere in considerazione tali andamenti, anche alla luce di quanto detto a proposito degli andamenti dei singoli taxa e degli indici biologici di qualità.
L'andamento dei valori medi annui del pH mostrano un progressivo decremento lungo l'asta fluviale, con la prima stazione che mostra un valore significativamente più alto di tutte le altre. Ciò è facilmente spiegabile dalla intensa attività fotosintetica che avviene nel Lago di Varese in primavera-estate. Per quanto riguarda la conducibilità, questa tende ad aumentare progressivamente lungo il fiume, con la seconda stazione che mostra un incremento repentino rispetto alla prima. Ciò è spiegabile con la immissione tra queste stazioni dello scarico del depuratore di Gavirate e della tintoria di tessuti, con il suo carico di sali nutrienti. L'andamento dell'ossigeno disciolto, invece, non mostra grandi variazioni longitudinali dei valori medi annui, mantenendosi tra i 10 e gli 11 mg/l.
É interessante notare come, per i parametri O.D. e pH, l'intervallo di variazione dei valori durante le stagioni tenda ad essere ampio nel primo tratto del fiume, per poi progressivamente smorzarsi lungo il suo corso. Tale comportamento si spiega con le variazioni stagionali del Lago di Varese e dalla capacità omeostatica dell'ecosistema fluviale che tende a ridurre l'ampiezza di queste fluttuazioni di origine esterna.
L'esame degli andamenti medi annui dei parametri chimico-fisici presi in considerazione, e soprattutto del pH e della conducibilità, confermano l'importanza delle vicende stagionali del Lago di Varese nella colonizzazione del primo tratto del fiume, e del depuratore di Gavirate e della tintoria nel determinare una situazione anomala nella stazione 2; come è stato già visto, tutto ciò si ripercuote anche sui valori degli indici di qualità biologica in queste stazioni.
É interessante notare come SARACENI (1971), in base ai popolamenti macrobentonici rinve-

nuti, descriveva un progressivo deterioramento della qualità delle acque del fiume le quali, già inquinate inizialmente, peggioravano lungo il loro percorso. Ciò era testimoniato anche dal costante aumento della conducibilità e dei nitrati in senso longitudinale. Il presente studio, invece, ha fornito un quadro diverso, descritto sopra. La spiegazione di ciò è da cercarsi nell'entrata in funzione nel frattempo del depuratore consortile di Gavirate, che ha migliorato la situazione generale delle acque che entrano nel F.Bardello, ma ha determinato una nuova immissione tra le stazioni 1 e 2. Il fiume, tuttavia, ha mostrato di essere in grado di autodepurarsi almeno in parte nel tratto successivo (tra le stazioni 2 e 3).
Va considerata inoltre la graduale diminuzione del numero di industrie galvaniche avvenuta lungo il corso del fiume negli ultimi venti anni.

CONCLUSIONI

Il quadro emerso dall'esame degli andamenti dei singoli taxa sembra complessivamente confermato da quello degli andamenti dei valori medi annui degli indici di qualità e dei parametri chimico-fisici presi in considerazione. In particolare, è evidente l'influenza positiva esercitata dalla maggiore pendenza nel tratto medio del fiume sulla sua qualità e sulla possibilità di insediamento di alcuni taxa relativamente esigenti rispetto alla velocità di corrente, quasi sempre assenti nei tratti iniziale e terminale del fiume. Anche gli scarichi del depuratore di Gavirate, che raccoglie gli scarichi che altrimenti finirebbero direttamente nel L.di Varese, e della tintoria (situati tra le stazioni 1 e 2) sembrano essere le più probabili cause degli effetti rilevati dagli andamenti di diversi gruppi tassonomici e dei valori medi annui dell'E.B.I. in questo tratto. Il depuratore di Gavirate, che è indubbiamente da considerarsi come positivo in quanto riduce il carico inquinante gravante sul Lago di Varese, potrebbe essere potenziato (eventualmente mediante tecniche di lagunaggio biologico). Questo, insieme al potenziamento del depuratore privato della tintoria industriale presente nello stesso tratto di fiume consentirebbe un miglioramento della qualità delle acque e delle biocenosi fluviali nel tratto in questione, e probabilmente anche nei tratti successivi.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano ringraziare per gli utili consigli ed informazioni, i dott. S.Randisi e N. Giannelli del P.M.I.P dell'USSL di Varese; il Rag. Enea Buzzi della società Pipe Brebbia; i dott. G.Fedi e Romanò della Sogeiva Varese Ambiente.

BIBLIOGRAFIA

ARMITAGE P.D., MOSS D., WRIGHT J.F e FURSE M.T., 1983 - The performance of a new biological water quality score system based on macro-invertebrates on a wide range of unpolluted running water sites. - Water Research, 17: 333-347.

DE PAUW N. e VANHOOREN G., 1983 - Method for biological quality assessment of watercourses in Belgium. - Hydrobiologia, 100: 153-168.

GHETTI P.F., 1986 - I macroinvertebrati nell'analisi di qualità dei corsi d'acqua. - Provincia Autonoma di Trento, Stazione sperimentale Agraria Forestale, 105 pp.

PANTLE R. e BUCK H., 1955 - Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. - Gas- und Wasserfach, 96: 604.

SARACENI C., 1971 - Biologia ed ecologia delle comunità macrobentoniche del Fiume Bardello. - Mem.Ist.Ital.Idrobiol., 27: 61-111.

VERNEAUX J., 1984 - Evaluation de la qualité des eaux courantes. L'Indice Biologique de Qualitè Generale (I.B.G.). - Travaux Laboratoire Hydrobiologie Hydroécologie, Université de Besançon, 13 pp.

WOODIWISS F.S., 1980 - Biological Monitoring of Surface Water Quality, Summary Report. - Commission of the European Communities, Environment, ENV/787/80-EN, 45 pp.

26 Febbraio 1991 - Taxa rinvenuti lungo il F.Bardello

TAXA	STAZIONI					
	1	2	3	4	5	6
INSECTA						
EPHEMEROPTERA						
Baetidae Baetis sp.			1	29	141	2
TRICHOPTERA						
Hydropsichidae gen sp.			56	55	17	
DIPTERA						
Chironomidae gen. sp.	1	9	239	94	140	132
Ceratopogonidae gen. sp.			4		16	4
Psychodidae gen sp.		1		2		
Simuliidae gen. sp.					2	
Tabanidae gen. sp.					1	
Tipulidae gen sp.					1	
HETEROPTERA						
Aphelocheiridae Aphelocheirus aestivalis			3		7	
COLEOPTERA						
Elminthidae gen sp.	3		1		72	3
Dryopidae gen. sp.		1				
CRUSTACEA						
ISOPODA						
Asellidae Asellus aquaticus			5	5	6	6
MOLLUSCA						
GASTROPODA						
Bithyniidae Bithynia tentaculata	6					
Neritidae Theodoxus fluviatilis	11					
Physidae Physa sp.						5
Planorbidae Gyraulus laevis	2	2	3			
Valvatidae Valvata piscinalis	6	5	2	2		
non identif.	1					
LAMELLIBRANCHIA						
Pisidiidae Pisidium sp.	62		38	12	6	1
Sphaeriidae Musculium sp.			1			
ANELLIDA						
HIRUDINEA						
Erpobdellidae Dina lineata	4					
Erpobdellidae Erpobdella testacea			46	22	37	
Glossiphonidae Glossiphonia sp.				1	1	
OLIGOCHAETA						
Tubificidae Branchiura sowerbyi	17					
Tubificidae gen. sp.	204	468	698	344	182	300
Lumbricidae Eiseniela tetraedra					6	
Lumbriculidae gen. sp.	1					
PLATYHELMINTIDAE						
TRICLADIDA						
Dugesiidae Dugesia sp.	38	9	13		1	

28 Maggio 1991 - Taxa rinvenuti lungo il F.Bardello

TAXA	STAZIONI					
	1	2	3	4	5	6
INSECTA						
EPHEMEROPTERA						
Baetidae Baetis sp.			2	11	66	
TRICHOPTERA						
Hydropsichidae gen sp.			1	1		
Limnephilidae gen. sp.				6		1
Psychomyidae	2					
ODONATA						
Libellulidae Orthetrum sp.		8				
Platycnemididae Platycnemis pennipes		2		1		
Coenagrionidae Pyrrhosoma nymphula				1		
Coenagrionidae Ischnura sp.						2
DIPTERA						
Chironomidae gen. sp.	1240	2615	752	696	2096	1040
Ceratopogonidae gen. sp.	3			19	34	3
Simuliidae gen. sp.			1		1	
Tabanidae gen. sp.	1	1				2
Tipulidae gen sp.				1	1	
HETEROPTERA						
Aphelocheiridae Aphelocheirus aestivalis		2	5		28	
Corixidae Micronecta sp.						1
Gerridae Geris sp.						1
COLEOPTERA						
Elminthidae gen sp.	8		1	5	55	8
Dryopidae gen. sp.	3				1	
Dytiscidae gen. sp.						1
CRUSTACEA						
ISOPODA						
Asellidae Asellus aquaticus		1	1	12	20	5
MOLLUSCA						
GASTROPODA						
Acroloxidae Acroloxus lacustris				1		
Bithyniidae Bithynia tentaculata	14					
Hydrobiidae gen. sp.				1		
Lymneidae Lymnea sp.	1	2				
Physidae Physa sp.	1	18	5	2		10
Planorbidae Gyraulus laevis	4	133	19	19	3	
Valvatidae Valvata piscinalis	2	58	7		1	1
Viviparidae Viviparus sp.	8					
LAMELLIBRANCHIA						
Pisidiidae Pisidium sp.	29	1379		156	11	7
Sphaeriidae Sphaerium corneum			1	1	1	
Sphaeriidae Musculium lacustre		1	2	1		
ANELLIDA						
HIRUDINEA						
Erpobdellidae Erpobdella testacea		18	9		23	24
Erpobdellidae Dina lineata				76		
Glossiphonidae Glossiphonia sp.		4		3		
Glossiphonidae Helobdella stagnalis				2		1
OLIGOCHAETA						
Tubificidae Branchiura sowerbyi	1	1	1			
Tubificidae gen. sp.	15	622	839	106	1320	392
Lumbricidae Eiseniella tetraedra	27	20	4		23	
Lumbriculidae gen. sp.		3			13	1
PLATYHELMINTA						
TRICLADIDA						
Dugesiidae Dugesia sp.	392	17				2

15 Luglio 1991. Taxa rinvenuti lungo il F.Bardello

	STAZIONI					
	1	2	3	4	5	6
TAXA						
INSECTA						
EPHEMEROPTERA						
Baetidae Baetis sp.			12	75	2	
TRICHOPTERA						
Hydropsichidae gen sp.			17	25	15	
ODONATA						
Cordulegasteridae Cordulegaster sp.			2			
Coenagrionidae Ischnura sp.						3
Platycnemididae Pllaticnemis pennipes						1
DIPTERA						
Chironomidae gen. sp.	11	15	73	85		2
HETEROPTERA						
Aphelocheiridae Aphelocheirus aestivalis		1	34	1	1	
Corixidae Micronecta sp.						
Gerridae Geris sp.						
COLEOPTERA						
Elminthidae gen sp.	8		1			1
Dytiscidae gen. sp.				1		
Hydrophilidae gen. sp.		1				
LEPIDOPTERA fam. gen. sp.			1			
CRUSTACEA						
ISOPODA						
Asellidae Asellus aquaticus				15	2	1
MOLLUSCA						
GASTROPODA						
Acroloxidae Acroloxus lacustris						
Bithyniidae Bithynia tentaculata	62					
Lymneidae Lymnea sp.	8	1		1		
Neritidae Theodoxus fluviatilis	5					
Physidae Physa sp.	11	1	1			
Planorbidae Planorbis sp.				3		
Planorbidae Gyraulus laevis	18	4	8	6		
Valvatidae Valvata piscinalis	48	110	6			
Viviparidae Viviparus sp.	28					
LAMELLIBRANCHIA						
Pisidiidae Pisldium sp.		75	150	163		1
Sphaeriidae Sphaerium corneum			1	1		
ANELLIDA						
HIRUDINEA						
Erpobdellidae Erpobdella testacea		7	141	40	11	12
Glossiphonidae Glossiphonia sp.				1		4
Glossiphonidae Helobdella stagnalis				1		
OLIGOCHAETA						
Tubificidae Branchiura sowerbyi		1	1			
Tubificidae gen. sp.	51	13	282	7		
Lumbricidae Eiseniela tetraedra		1	7			
Lumbriculidae gen. sp.		1				
PLATYHELMINTA						
TRICLADIDA						
Dugesiidae Dugesia sp.	3					

21 Ottobre 1991 - Taxa rinvenuti lungo il F.Bardello

TAXA	STAZIONI					
	1	2	3	4	5	6
INSECTA						
EPHEMEROPTERA						
Baetidae Baetis sp.				16	16	
TRICHOPTERA						
Hydropsichidae gen. sp.			4	54	73	1
Polycentropidae gen. sp.	1					
ODONATA						
Libellulidae Orthetrum sp.		14	1			
Coenagrionidae Ischnura sp.		3	1		1	
Gomphidae Gomphus sp.		1				
DIPTERA						
Chironomidae gen. sp.	110			21		
Tipulidae gen sp.			3	1		
HETEROPTERA						
Aphelocheiridae Aphelocheirus aestivalis	3	3	25		51	
COLEOPTERA						
Elminthidae gen sp.	9		1		15	
Dytiscidae gen. sp.						1
LEPIDOPTERA gen.sp.						1
CRUSTACEA						
ISOPODA						
Asellidae Asellus aquaticus			2	3		1
MOLLUSCA						
GASTROPODA						
Bithyniidae Bithynia tentaculata	7					
Lymneidae Lymnea sp.	1					
Neritidae Theodoxus fluviatilis	6					
Physidae Physa sp.			1			
Planorbidae Gyraulus laevis	7			1		
Valvatidae Valvata piscinalis	5	15	1	1		
Viviparidae Viviparus sp.	2					
LAMELLIBRANCHIA						
Pisidiidae Pisidium sp.			5	62		
Unionidae Unio elongatulus	2					
ANELLIDA						
HIRUDINEA						
Erpobdellidae Erpobdella testacea		35	45	32	47	10
Glossiphonidae Glossiphonia sp.		1				
OLIGOCHAETA						
Tubificidae Branchiura sowerbyi			2			
Tubificidae gen. sp.	3			22		2
Lumbricidae Eiseniella tetraedra			5	1	3	