

## Diatomee e qualità dei corsi d'acqua in tre aree alpine e prealpine ad altimetria e substrato geologico differenti

Maurizio BATTEGAZZORE<sup>1\*</sup>, Laura BIANCO<sup>2</sup>, Francesca BONA<sup>3</sup>, Elisa FALASCO<sup>4</sup>, Stefano FENOGLIO<sup>5</sup>, Enrico GASTALDI<sup>6</sup>, Angelo MORISI<sup>7</sup>, Leonat SHESTANI<sup>8</sup> & Guido BADINO<sup>9</sup>

<sup>1,6,7</sup>ARPA Piemonte, Via Vecchia di Borgo S. Dalmazzo 11, 12100 Cuneo, Italia

<sup>2,3,4,9</sup>Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Università di Torino, Via Accademia Albertina, Torino, Italia

<sup>5,8</sup>DISAV, Università del Piemonte Orientale, Via Bellini 25, 15100 Alessandria, Italia

\*E-mail dell'Autore per la corrispondenza: [m.batteggazzore@arpa.piemonte.it](mailto:m.batteggazzore@arpa.piemonte.it)

**RIASSUNTO** - *Diatomee e qualità dei corsi d'acqua in tre aree alpine e prealpine ad altimetria e substrato geologico differenti* - Negli anni 2004 e 2005 è stato condotto uno studio sulle comunità di Diatomee bentoniche e su alcuni parametri chimici e fisici in alcuni piccoli corsi d'acqua situati in tre aree nella parte cuneese del bacino del Fiume Tanaro, aventi differenti caratteristiche (in primo luogo la geologia e l'altitudine). Sono state identificate complessivamente 109 tra specie e varietà di Diatomee su 19 campioni prelevati. Sono stati calcolati gli indici diatomici di qualità EPI-D, IPS, IBD, TDI e gli indici NNS e NNS' di disturbo fisico. Quest'ultimo, nei campioni dell'estate 2005, ha evidenziato una tendenza all'aumento dell'impatto antropico da monte a valle. È stata inoltre condotta una analisi multivariata mediante CCA, la quale ha permesso di individuare altitudine, pH, NO<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> e CaCO<sub>3</sub> tra i fattori discriminanti più importanti per le comunità.

**SUMMARY** - *Diatoms in three alpine and subalpine areas differing in altitude and geological substrate* - In 2004 and 2005 a study was undertaken on the Diatom communities and a number of chemical and physical variables in three areas in the basin of the Tanaro River situated in the administrative province of Cuneo, characterised by different altitudes and geological substrates. A total of 19 samples were taken and 109 taxa (species and varieties) were identified. Community based indices of water quality such as EPI-D, IBD, TDI were calculated, as well as the NNS and NNS' indices of physical disturbance. The NNS' index of diatom samples taken in the summer of 2005 showed a longitudinal upstream-downstream gradient of increasing disturbance in agreement with the intensity of human activities in the basin. Moreover, multivariate analysis by means of CCA showed that pH, NO<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> and CaCO<sub>3</sub> are variables discriminating the community data.

*Parole chiave:* Diatomee, indici diatomici, torrenti alpini e prealpini, Piemonte

*Key words:* Diatoms, diatom indices, alpine and prealpine streams, Piedmont (Italy)

### 1. INTRODUZIONE

La Direttiva Europea, *Water Framework Directive* (WFD), CE 2000/60, e il Decreto Legislativo 152/2006 *Testo unico sull'ambiente* prevedono ai fini della tutela dei corsi d'acqua la classificazione del loro stato di qualità: le Diatomee, quali maggiori indicatori biologici del fitobenthos fluviale, assumono a tal fine un interesse rilevante.

Solo per alcune aree italiane, come le Marche (Torrisi & Dell'Uomo 2006), si dispone di una conoscenza approfondita delle Diatomee dei corsi d'acqua. Altre aree, come i versanti alpini del bacino padano, sono meno studiate. Questo lavoro mira ad analizzare la qualità di corsi d'acqua minori in tre aree del cuneese,

usando le Diatomee come indicatori, e a valutare gli effetti di fattori ambientali e geografici sulla struttura delle comunità. Infine, si vuole analizzare l'impatto del disturbo fisico sulle comunità e la rappresentatività di un solo campionamento nell'arco dell'anno.

### 2. AREA DI STUDIO

Lo studio interessa tre aree nel Piemonte sud occidentale (Fig. 1), collocate all'interno del bacino idrografico del Fiume Tanaro, affluente del Fiume Po: il bacino del Rio di Carnino, quello adiacente del Rio di Upega e quello che comprende la Riserva di Crava-Morozzo. I bacini montani di Carnino e Upe-

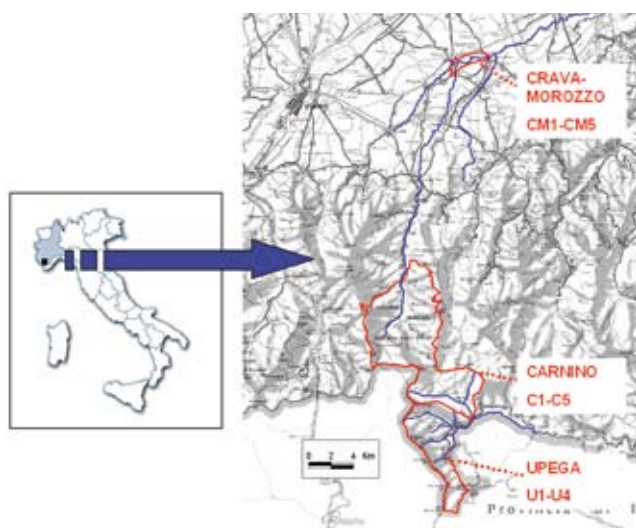


Fig. 1 - Area di studio.  
Fig. 1 - Study area.

ga sono localizzati sulle Alpi Liguri, vicino al confine con la Liguria. L'area di Crava-Morozzo, di grande interesse ornitologico, è situata nell'alta pianura fra Rocca De' Baldi, Morozzo e Mondovì, alla confluenza del Torrente Brobbio nel Torrente Pesio. Dal punto di vista geologico, il bacino di Carnino è costituito da substrati prevalentemente carbonatici (Mg e Ca), quello adiacente di Upega è misto e meno carbonatico, mentre l'area di Crava-Morozzo è caratterizzata da un substrato ricco di silicati. Delle 14 stazioni di campionamento (Tab. 1), cinque sono nell'area di Carnino, altrettante in quella di Crava-Morozzo e quattro in quella di Upega.

### 3. METODI

In tutte le stazioni di Crava-Morozzo e Upega sono stati prelevati campioni rispettivamente a maggio e ad agosto 2005; a Carnino i 5 punti sono stati campionati in due riprese (novembre 2004 e agosto 2005). Si sono campionate le Diatomee epilittiche e l'acqua (per l'analisi chimica). In totale sono stati prelevati 19 campioni.

Il prelievo lungo un transetto è stato realizzato raschiando una superficie di circa 200 cm<sup>2</sup> su 5 ciottoli con uno spazzolino a setole dure, evitando le zone ombreggiate e i tratti a corrente molto bassa. Il campione è stato fissato con formalina e in laboratorio si sono montati i vetrini. Per eliminare la sostanza organica è stato utilizzato il metodo con perossido di idrogeno (Dell'Uomo 2004).

È stato adottato l'Indice EPI-D, Indice Diatomico di Eutrofizzazione/Polluzione (Dell'Uomo 2004), che esprime un giudizio sulla qualità del corpo idrico con riferimento ai fenomeni di inquinamento organico e minerale. È l'indice diatomico più usato in Italia, basato sull'abbondanza delle specie e ponderato per la loro sensibilità e affidabilità. I dati tassonomici sono stati inseriti nell'applicativo informatico Omnidia (Lecoite *et al.* 1999), grazie al quale è stato eseguito, inoltre, il calcolo degli indici IB (Indice Biologique Diatomées, Prygiel & Coste 2000), TDI (Trophic Diatom Index, Kelly & Whitton 1995) e IPS (Index of specific Pollution Sensivity, Coste in CEMAGREF 1982). I nomi di ogni taxon ed i relativi codici Omnidia sono univoci e non possono essere confusi con al-

Tab. 1 - Descrizione sintetica delle stazioni di campionamento.  
Tab. 1 - Synthetical description of the sampling stations.

Codice	Stazione	Altitudine m s.l.m.	Coord. UTM - X	Coord. UTM - Y
C1	Rio di Carnino, a valle della sorgente	1490	397925	4889514
C2	Rio della Soma, cascata	1420	398384	4889447
C3	Rio delle Saline, vicino ad un ponticello	1335	398854	4889383
C4	Rio di Carnino, c/o ponte a valle del paese	1320	398845	4889117
C5	Rio di Carnino, a monte del ponte sulla S.P.	1216	399521	4888176
U1	Torrente Corvo	1270	398351	4887068
U2	Rio Ferla	1331	397705	4887203
U3	Torrente delle Suge	1340	398009	4887323
U4	Rio di Upega	1289	398079	4887201
CM1	Risorgiva S. Quirico superiore	383	399403	4919896
CM2	Rio dei Fontanili (a monte)	411	400450	4918977
CM3	Rio dei Fontanili (a valle)	405	400639	4919103
CM4	Risorgiva S. Rocco (ramo dx)	420	397105	4919523
CM5	Risorgiva S. Rocco (ramo sin)	420	397089	4919599

tri; la nuova nomenclatura proposta per alcuni gruppi di taxa da certi Autori viene automaticamente equiparata dallo stesso software a quella impiegata nei lavori di Krammer K. & Lange-Bertalot H. (1991-1997), ai quali questo lavoro fa riferimento.

È stato calcolato anche l'Indice NNS (Battezzatore *et al.* 2003), basato sulla proporzione delle specie diatomiche mobili appartenenti ai generi *Navicula*, *Nitzschia* e *Surirella* rispetto al numero di specie totale della comunità, per valutare il grado di disturbo fisico. In questo lavoro è stata pure utilizzata la variante quantitativa dell'indice, secondo la formula:

$$(1) \quad \frac{N_{Navicula} + N_{Nitzschia} + N_{Surirella}}{N_{Tot.}} \times 100$$

dove *N* rappresenta il numero di individui dei generi e *N<sub>Tot.</sub>* è l'abbondanza totale del campione.

Tali indici consistono nel calcolo del grado di prevalenza dei taxa (e degli individui, nel caso del *NNS'*) mobili rispetto alla comunità nel suo complesso, e si basano sul principio che questi aumentino sia come numero di entità che di individui a seguito di azioni (sedimentazione, erosione, risospensione) di origine naturale o antropica che li favoriscono a scapito dei taxa meno mobili.

Per quanto riguarda l'analisi statistica complessiva di tutti i campioni chimico-fisici e di Diatomee, i dati sono stati elaborati con il programma PC-ORD (McCune & Mefford 1999), grazie al quale è stata effettuata un'analisi canonica delle corrispondenze (CCA) secondo Jongman *et al.* 1995.

La CCA è un metodo di ordinazione che consente di mettere in relazione i dati tassonomici con quelli relativi a parametri chimici, chimico-fisici e ambientali (altitudine, temperatura, pH, conducibilità, ossigeno disciolto, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub>, alcalinità, CaCO<sub>3</sub>, Mg CO<sub>3</sub>, K, Na, SiO<sub>2</sub>, Mn), al fine di verificare l'importanza degli ultimi nel discriminare le presenze tassonomiche. Si rimanda a Bianco (2006) per i valori ed i metodi analitici.

#### 4. RISULTATI

Le abbondanze dei 30 più comuni taxa dei 109 rinvenuti nei 19 campioni (indicati con i propri codici Omnidia) sono riportati in tabella 2. Si veda in tabella 3 la corrispondenza tra codici e taxa.

In generale, *Achnanthes minutissima* Kutz. var. *minutissima* (Grunow) Lange-Bertalot è abbondante in tutti i corsi d'acqua studiati, *Achnanthes lanceolata* Brebisson e *Cocconeis placentula* Ehrenberg var. *lineata* (Ehr.) Van

Heurck lo sono nelle stazioni di Crava-Morozzo. *Achnanthes biolettiana* Grunow var. *biolettiana* Grunow in Cleve & Grun. è risultata presente in gran quantità sia nel Rio Carnino che nel Rio di Upega. I taxa più abbondanti sono generalmente tipici di un'ottima qualità.

I valori degli indici di qualità sono riportati nella tabella 4. I valori dell'Indice EPI-D sono sempre nella prima classe di qualità, corrispondente ad ambienti incontaminati, e sono discretamente ben correlati con l'Indice diatomico IPS (R= 0,57), ma meno con gli indici IBD (R= 0,31) e TDI (R= 0,40). Secondo l'Indice IBD, infatti, tutti i campioni esaminati rientrano nella prima classe di qualità tranne le tre stazioni di Crava-Morozzo, che risultano appartenenti alla seconda classe.

Per quanto riguarda l'applicazione degli indici di disturbo fisico, si possono osservare i risultati in figura 2. Se si osservano valori dell'Indice quantitativo *NNS'*, in generale appare che i valori di Crava-Morozzo sono i più alti e quelli di Upega i più bassi. Nel bacino del Rio Carnino, a novembre vi è un picco del *NNS* nella stazione C3 e del *NNS'* in C3 e C5. Inoltre, si può osservare una diminuzione del *NNS'* da novembre '04 ad agosto '05; l'*NNS*, invece, in questo periodo di tempo aumenta nelle ultime due stazioni. Nel Rio di Upega si ha un picco relativo per entrambi gli indici di disturbo fisico nella stazione U3.

Nell'area di Crava-Morozzo si può notare come gli

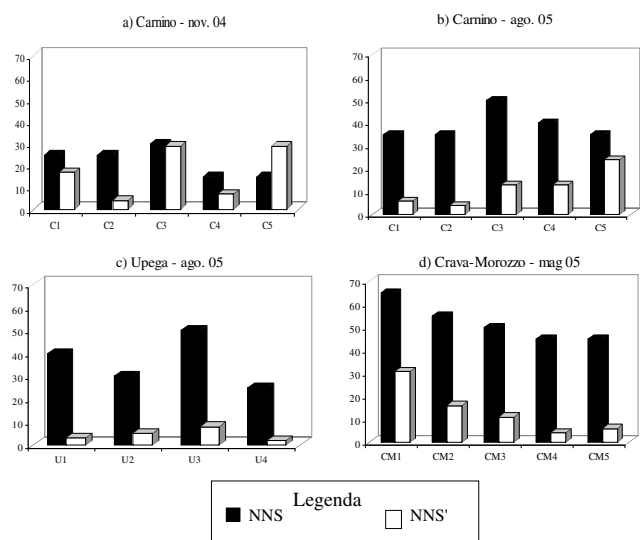


Fig. 2 - Indici di disturbo fisico *NNS* e *NNS'*: a) nelle stazioni dell'area di Carnino a novembre b) nelle stazioni di Carnino ad agosto, c) nelle stazioni di Upega e d) nelle stazioni di Crava-Morozzo.

Fig. 2 - Physical disturbance indices *NNS* e *NNS'*: a) in the Carnino stations in november, b) in the Carnino stations in august, c) in the Upega stations and d) in the Crava-Morozzo stations.

Tab. 2 - Abbondanze dei 30 taxa più comuni di Diatomee nei 19 campioni, rapportate ad una comunità di CIRCA 400 individui. I codici abbreviati dei taxa sono secondo l'applicativo Omnidia (Lecoite *et al.* 1999), vedi tabella 3.

Tab. 2 - List of the 30 most abundant Diatom taxa in the 19 samples, with abundances referred to total community of ca. 400. Taxonomic codes are according to the Omnidia software (Lecoite *et al.* 1999), see table 3.

Codice	C1 nv	C2 nv	C3 nv	C4 nv	C5 nv	C1 ag	C2 ag	C3 ag	C4 ag	C5 ag	CM1	CM2	CM3	CM4	CM5	U1	U2	U3	U4
ABIA	145	68	130	143	99	79	160	138	144	148	12	9	6	2		57	140	30	100
ALAN	5				2	9	1	5		1	49	134	72	103	48	3	1		
AMIN	31	75	51	87	80	162	93	13	12	75	96	118	141	123	158	95	94	170	111
APED	15	3	7	1	1	11	6	11		2	10	1	2	2	68	1	1		1
CAFF	21	7	4	2	2	1	34	66	1	15	4					3	15	17	22
CCES		22			1		10	1								6	21	3	44
CFAL		148					13											5	
CMIC																1	3	38	10
CMIN	2		19	49	9	6	12	10	47	16	2	1	2	1		1	3		29
CPED	3	5	13	4	4	1	1			1	1	1	1	2					
CPLE						14	4	5	14	4	18		30	22	5	12	3	2	1
CPLI	3	8	13	3	5	23	7	43	33	15	65	40	86	59	39	105	13	2	4
CSAE	31		11	11	13	14		1	5	2	1							3	1
DMES	20	4	3	13	7	15	3	3	8	9				8		1	1	1	1
DTEN	4	28	4	3	1	2	3	14	2	2						4	30	2	21
DVUL			7	7	42			3	41	8	3		1			1	5		3
EADN			9	1	1		1	30	2	2						75	6	1	2
FARC	2	4	1	4	2	1	24	1	3	4							3		1
FCAP		9					9									1	18	47	11
FULN	1			1	5	1	2	1	2		5	3	2	2	1	2	5	4	24
FVIR				3					13	1	10	1	1			1			1
GANT		3	4	23	9		4		2	1	1					24	11	16	2
GPUM	30			7	1	36			2	1		2							
MCIR	5			6		5			11		1	8	3	19	6				
NCTE	1					4	6	4	2	1	8		2	1	1	1	6	13	4
NFON	47	6	46	26	109	9	2	35	37	87	48	22	11	2	5		5	5	1
NGRE	4	1	15		3	2		1		1	12	20	5						
NLAN	8	1	35	2		1	2	2											
NRCH	4		1			4	1	3	1	2	8	1	2			2	1	2	
NTPT			4					2	1	2	40	1	21			1		1	

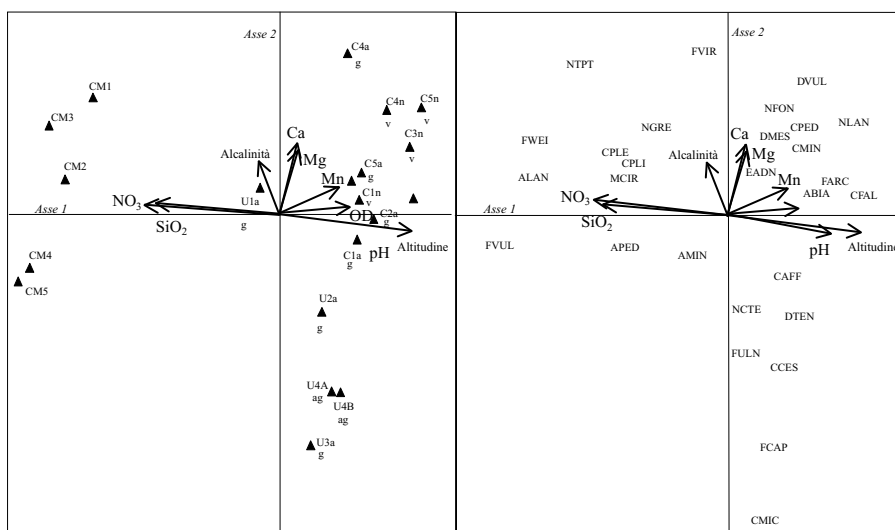


Fig. 3 - Diagramma con i due assi principali dell'analisi canonica delle corrispondenze (CCA), con le variabili ambientali e a) i campioni (si noti come le tre aree di Carnino, di Upega e di Crava-Morozzo siano ben distinte tra loro), b) i 30 principali taxa di Diatomee. nv= novembre, ag=agosto.

Fig. 3 - Diagram with the two main axes of the Canonical Correspondence Analysis (CCA), with the environmental variables and a) samples (observe how the samples of the areas of Carnino, Upega and Crava-Morozzo form 3 distinct groups), b) the 30 main taxa of Diatoms. nv= november, ag=agosto.

Tab. 3 - Nomi dei 30 taxa secondo Krammer &amp; Lange-Bertalot (1991-1997) e relativi codici Omnidia.

Tab. 3 - Names of taxa according to Krammer &amp; Lange-Bertalot (1991-1997) and corresponding Omnidia codes.

Codice	Taxa
ABIA	<i>Achnanthes biasolettiana</i> Grunow var. <i>biasolettiana</i> Grunow
ALAN	<i>Achnanthes lanceolata</i> (Breb.) Grunow var. <i>lanceolata</i>
AMIN	<i>Achnanthes minutissima</i> Kutzing var. <i>minutissima</i> Kutzing
APED	<i>Amphora pediculus</i> (Kutzing) Grunow
CAFF	<i>Cymbella affinis</i> Kutzing var. <i>affinis</i>
CCES	<i>Cymbella cesatii</i> (Rabh.) Grunow
CFAL	<i>Cymbella falaisensis</i> (Grunow) Krammer & Lange-Bertalot
CMIC	<i>Cymbella microcephala</i> Grunow
CMIN	<i>Cymbella minuta</i> Hilse ex Rabenhorst
CPED	<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg
CPLE	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>euglypta</i> (Ehr.) Grunow
CPLI	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>lineata</i> (Ehr.) Van Heurck
CSAE	<i>Cymbella subaequalis</i> Grunow
DMES	<i>Diatoma mesodon</i> (Ehrenberg) Kutzing
DTEN	<i>Denticula tenuis</i> Kutzing
DVUL	<i>Diatoma vulgare</i> Bory 1824
EADN	<i>Epithemia adnata</i> (Kutzing) Brebisson
FARC	<i>Fragilaria arcus</i> (Ehrenberg) Cleve var. <i>arcus</i>
FCAP	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres var. <i>capucina</i>
FULN	<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch.) Lange-Bertalot var. <i>ulna</i>
FVIR	<i>Fragilaria virescens</i> Ralfs
GANT	<i>Gomphonema angustum</i> Agardh
GPUM	<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot
MCIR	<i>Meridion circulare</i> (Greville) Agardh var. <i>circulare</i>
NCTE	<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot
NFON	<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow in Cleve & Moller
NGRE	<i>Navicula gregaria</i> Donkin
NLAN	<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg
NRCH	<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot var. <i>reichardtiana</i>
NTPT	<i>Navicula tripunctata</i> (O.F. Muller) Bory

NNS e gli NNS' presentino lo stesso andamento e valori piuttosto alti. Tra tutte le aree studiate CM1 è la stazione con i valori più alti.

L'analisi CCA con fattori ambientali rappresentati insieme ai campioni (Fig. 3a) ed i taxa (Fig. 3b) ha permesso di individuare altitudine, pH, NO<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> e Ca tra i fattori discriminanti più importanti per le comunità considerate. I 30 taxa più comuni, rappresentati se-

Tab. 4 - Numero di taxa, numero di individui e indici diatomi per i 19 campioni del presente studio.

Tab. 4 - Number of taxa, abundances and diatom indices for the 19 samples.

	Taxa	Ind.	EPI-D	IBD	IPS	TDI	NNS	NNS'
C1 nv	20	382	16,5	19,3	18,9	32,9	25	17
C2 nv	19	400	16,8	18,9	19,6	27,5	25	4
C3 nv	23	405	15,0	18,4	17,9	42,4	30	29
C4 nv	25	405	17,1	19,4	19,3	30,5	15	7
C5 nv	21	402	15,8	17,9	18,0	45,3	15	29
C1 ag	24	404	17,1	18,8	19,3	35,6	35	6
C2 ag	29	407	17,1	19,9	19,1	25,8	35	4
C3 ag	30	407	16,2	19,0	17,7	26,4	50	13
C4 ag	30	403	16,6	19,2	18,7	46,0	40	13
C5 ag	25	406	16,2	19,3	18,5	30,0	35	24
U1	30	409	17,0	19,5	18,0	30,2	40	3
U2	35	406	17,1	19,4	19,1	27,9	30	5
U3	41	412	16,6	17,0	17,9	24,7	50	8
U4	31	407	16,9	18,5	18,8	24,3	25	2
CM1	40	419	15,4	16,4	17,2	57,1	65	31
CM2	32	408	15,9	16,5	17,9	59,9	55	16
CM3	33	411	16,6	17,0	18,2	51,4	50	11
CM4	31	410	17,2	17,0	18,0	54,7	45	4
CM5	28	408	16,7	15,7	17,3	56,1	45	6

condo la codificazione dell'applicativo Omnidia (Leconte *et al.* 1999), sono gli stessi riportati nelle tabelle 2 e 3. Sono evidenti i tre gruppi di campioni e di taxa corrispondenti alle condizioni del bacino di Carnino (positiva correlazione con Ca, Mg, O.D. e altitudine), Upega (come il precedente, ma con correlazione negativa con Ca e Mg) e Crava Morozzo (correlazione positiva con silice e nitrati).

## 5. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

In tutti i campionamenti si sono rinvenuti taxa indicatori di buona o discreta qualità. In tutte le stazioni, l'Indice EPI-D è sempre risultato nella prima classe di qualità. Questo, probabilmente, è dovuto al fatto che le stazioni di campionamento scelte sono ubicate in aree protette o in loro vicinanza, tant'è che, nonostante in certi casi si trovassero in prossimità o a valle di centri abitati, la qualità delle acque era sempre ottima.

I valori di qualità molto elevata rilevati dall'EPI-D nel presente studio collimano con quelli di altri corsi d'ac-

qua minori in una vicina area alpina (Battezzore *et al.* 2004). Il fatto che tutte le stazioni considerate ricadano nella prima classe di qualità sottolinea l'importanza delle aree protette al fine di tutelare l'integrità degli ecosistemi in esse compresi e di quelli confinanti.

Confrontando le osservazioni fatte sugli indici EPI-D, IPS, TDI e IBD con quanto riscontrato da Falasco (2004) in un lavoro sulle Diatomee del Fiume Bormida di Millesimo, si nota che anche in quel caso l'EPI-D era in buon accordo con l'Indice IPS e scarsamente correlato col TDI; EPI-D e IBD risultavano invece ben correlati, contrariamente a quanto visto nel presente studio.

L'importanza del substrato geologico, sostenuta da Cox (1990) e da Leira & Sabater (2005), è emersa anche in questo studio. Altri fattori importanti sono altitudine, pH, NO<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> e CaCO<sub>3</sub>, parametri a loro volta in parte dipendenti dalla geologia.

L'Indice NNS ha evidenziato un grado di disturbo fisico generalmente un po' più marcato in prossimità dei centri abitati e nelle zone agricole, in accordo con i risultati dell'analisi delle corrispondenze e il grado di urbanizzazione e di intensità delle attività agricole. Va rimarcato che l'NNS', nella campagna estiva nel bacino di Carnino, tenda ad un incremento di valore da monte a valle, in accordo con l'intensificazione delle attività umane che si verifica d'estate.

Gli indici di disturbo fisico NNS e NNS' hanno fornito informazioni su aspetti spesso trascurati in studi analoghi. Si ritiene che l'applicazione dell'Indice NNS', che non richiede dati di partenza diversi dall'EPI-D, possa essere utile per la caratterizzazione dell'impatto di tipo fisico.

In generale, sarebbe utile estendere le analisi applicate in questo lavoro ad altre aree italiane, per valutarne la qualità e per mettere alla prova i risultati finora conseguiti su un areale più vasto.

Le Diatomee si sono dimostrate degli ottimi e affidabili bioindicatori: lo sostiene il loro confronto con l'Indice IBE, consolidato ormai da alcuni decenni.

L'estensione dello studio ad altre realtà sarebbe opportuna anche per valutare l'applicabilità dei metodi previsti dalla Direttiva CE n. 2000/60, che in Italia è in fase di recepimento.

## BIBLIOGRAFIA

Battezzore M., Gallo L., Lucadamo L. & Morisi A., 2003 - Quality of the main watercourses in the Pollino National Park (Appennine Mts, S Italy) on the basis of the Diatom

benthic communities. *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Biol.*, 80 (2003): 89-93.

Battezzore M., Morisi A., Gallino B. & Fenoglio S., 2004 - Environmental quality of Alpine springs in NW Italy using benthic Diatoms. *Diatom Research*, 19 (2), 149-165.

Bianco L., 2006 - Le Comunità di Diatomee bentoniche e la qualità dei corsi d'acqua in tre aree montane del cuneese. Tesi di laurea in Ecologia, Università di Torino: 142 pp.

CEMAGREF, 1982 - *Étude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux*. Rapport Division Qualité des Eaux Lyon, Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse CEMAGREF, Lyon: 218 pp.

Cox E.J., 1990 - Studies on the algae of a small softwater stream. *Arch. Hydrobiol.*, 83 (4): 525-552.

Dell'Uomo A., 2004 - *Indice Diatomico di Eutrofizzazione/Polluzione (EPI-D) nel monitoraggio delle acque correnti*. Linee guida. APAT, Roma: 93 pp.

Falasco E., 2004 - La comunità di Diatomee come indicatore della qualità delle acque del fiume Bormida di Millesimo. Tesi di Laurea, Università di Torino: 142 pp.

Jongman R.H.G., Ter Braak C.J.F. & Van Tongeren O.F.R., 1995 - *Data Analysis in community and Landscape Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge: 299 pp.

Kelly M.G. & Whitton B.A., 1995 - The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. *J. Appl. Phycol.*, 7: 433-444.

Krammer K. & Lange-Bertalot H., 1991-1997 - Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae. 1 Teil: Naviculaceae: 876 pp. 2 Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae: 611 pp. 3 Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae: 576 pp. 4 Teil: Achnantaceae Kritische Ergänzung zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema: 437 pp. Fischer, Jena.

Lecoite C., Coste M., Prygiel J. & Ector L., 1999 - Le logiciel Omnidia version 2, une puissante base de données pour les inventaires de diatomées et pour le calcul des indices diatomiques européens. *Cryptogamie, Algologie*, 20: 132-134

Leira M. & Sabater S., 2005 - Diatom assemblages distribution in Catalan rivers, NE Spain, in relation to chemical and physiographical factors. *Water Research*, 39 (1): 73-82.

McCune B. & Mefford M.J., 1999 - Multivariate analysis of ecological data, version 4. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA.

Prygiel J. & Coste M., 2000 - *Guide méthodologique pour la mise en oeuvre de l'Indice Biologique Diatomées NF T 90-354*. Agence de l'Eaux, Artois-Picardie. Cemagref. Bordeaux: 134 pp.

Torrisi M. & Dell'Uomo A., 2006 - Biological monitoring of some apennine rivers (Central Italy) using the diatom-based Eutrophication/pollution index (EPI-D) compared to other European diatom indices. *Diatom research*, 21: 159-174.