

Caratterizzazione delle comunità di diatomee bentoniche del bacino idrografico del fiume Simeto (Sicilia orientale) mediante applicazione dell'Indice Diatomico di Eutrofizzazione/Polluzione (EPI-D)

Marta Finocchiaro^{1*}, Mariacristina Torrisi², Annalisa Ferlito¹

¹ A.R.P.A. Sicilia, Dipartimento Provinciale di Catania, Via C. Ardizzone 35, 95124 Catania

² Department of Environmental Sciences, Section of Botany and Ecology, University of Camerino, Via Pontoni 5, I-62032 Camerino (MC), Italy, e-mail: mariacristina.torrisi@unicam.it.

* Referente per la corrispondenza: mfinocchiaro@arpa.sicilia.it

Pervenuto il 19.5.2009; accettato il 17.6.2009

Riassunto

Le comunità di diatomee del bacino idrografico del fiume Simeto, localizzato tra le due idrocoregioni (HER) individuate per la Sicilia, più precisamente tra la HER n. 19 "Calabria-Nebrodi" e la n. 20 "Sicilia", sono state studiate per la prima volta nel periodo autunno 2005-estate 2007. Nel corso di questa indagine sono stati osservati 171 *taxa* di diatomee. Numerose e abbondanti sono le specie alofile, la cui presenza è giustificata dalla elevata mineralizzazione dell'acqua di alcuni affluenti del Simeto. Alcune di queste diatomee sono state osservate esclusivamente nell'una o nell'altra delle due HER, di cui appaiono perciò caratterizzanti. Anche la *cluster analysis*, effettuata sui *taxa* osservati nelle varie stazioni considerate, separa distintamente in due gruppi i siti appartenenti alle due HER. In generale, dall'applicazione dell'Indice Diatomico di Eutrofizzazione/Polluzione (EPI-D) la qualità biologica del bacino del Simeto risulta fra mediocre e cattiva. Il basso stato ecologico rilevato potrebbe però in parte essere dovuto alla struttura dell'indice EPI-D che, come la maggior parte degli altri indici diatomici europei, considera le specie alofile come indicatori di ambienti più o meno degradati. Nel caso del bacino idrografico del Simeto l'elevata salinità sembra infatti dovuta più alla natura geologica del terreno che a livelli di elevata antropizzazione, che tuttavia sono presenti. Le informazioni ottenute tramite questa ricerca appaiono utili per una futura corretta applicazione della normativa europea (Direttiva 2000/60/CE).

PAROLE CHIAVE: fiume Simeto / biomonitoraggio / diatomee / idrocoregioni / indice EPI-D

Characterization of the diatom communities in the basin of the Simeto River (Eastern Sicily) through the Diatom-based Eutrophication/Pollution Index (EPI-D)

Diatom communities of the hydrographic basin of the Simeto River, localized between the two hydrocoregions (HER) identified for Sicily (HER n. 19 "Calabria-Nebrodi" and n. 20 "Sicilia"), were studied for the first time during the period autumn 2005-summer 2007. During this investigation 171 *taxa* of diatoms were observed. The halophilous species are numerous and abundant, and their presence is explained by the high mineralization of some tributaries of the Simeto. Some of these diatoms were observed exclusively in a single HER, therefore they were found to be characteristic. Also the cluster analysis distinctly separates the sites belonging to the two HER into two groups. In general, the biological quality of the hydrographic basin of the Simeto River, evaluated by the Diatom-based Eutrophication/Pollution Index (EPI-D), is mediocre to poor. This ecological state could be partially due to the structure of the EPI-D, because this index, as well as the majority of the other European diatom-based indices, considers the halophilous species as general indicators of degraded environments. In this case, the high salinity of the water of the Simeto River does not seem so much due to anthropogenic causes but rather to natural causes and essentially to the lithology of the substrate. The information obtained through this research is considered useful for a correct future application of the Water Framework Directive 2000/60/CE.

KEY WORDS: river Simeto / biomonitoring / diatoms / hydrocoregions / EPI-D index

INTRODUZIONE

Nel corso degli anni 2005-2007 sono state effettuate delle ricerche nel bacino idrografico del fiume Simeto (Sicilia centro-orientale) per dare seguito alla Direttiva quadro europea sulle acque (2000/60/CE) (CEU, 2000), secondo la quale lo stato ecologico dei corsi d'acqua deve essere valutato considerando gli elementi di qualità biologica appartenenti ai vari livelli trofici e tassonomici, oltre alla componente abiotica.

Tra le indagini necessarie alla classificazione dello stato ecologico delle acque interne proposte dalla suddetta normativa, significativo è lo studio della composizione e dell'abbondanza del fitobenthos, nel quale sono molto bene rappresentate le *Bacillariophyceae* (Diatomee). Questi organismi vivono completamente immersi nel corso d'acqua e sono molto sensibili alle variazioni dei parametri chimici e fisici dell'ambiente in cui si sviluppano. Le diatomee vengono utilizzate di "routine" nei controlli delle acque correnti superficiali in molti paesi europei ed extraeuropei e la loro efficienza come bioindicatori è dimostrata in vari lavori (WHITTON *et al.*, 1991; WHITTON e ROTT, 1996; PRYGIEL *et al.* 1999; ECTOR *et al.*, 2004; RIMET *et al.*, 2005; ÁCS *et al.*, 2007).

In Italia, per la valutazione della qualità biologica dei corsi d'acqua, è stato elaborato, con riferimento soprattutto ai corsi d'acqua delle idroecoregioni n. 12 "Costa adriatica" e n. 13 "Appennino centrale" (DELL'UOMO, 1981, 1991, 1996, 2003; DELL'UOMO *et al.*, 1999; TORRISI e DELL'UOMO, 2001a, 2001b, 2003), l'Indice Diatomico integrato di Eutrofizzazione/Polluzione o EPI-D (DELL'UOMO, 2004). Solo recentemente sono state avviate, in maniera sistematica, attività di biomonitoraggio in altre realtà territoriali (BATTEGAZZORE *et al.*, 2004; BELTRAMI *et al.*, 2009; BONA *et al.*, 2007; CIUTTI *et al.*, 2003; DELLA BELLA *et al.*, 2007; ZORZA *et al.*, 2005).

Questo lavoro svolto nel bacino idrografico del Simeto costituisce l'approfondimento di una ricerca iniziata da FINOCCHIARO *et al.* (2008), presentata in occasione del XXXVII Congresso della Società Italiana di Biogeografia, con la quale si è voluto intraprendere lo studio delle comunità diatomiche nell'area centro-orientale della Sicilia, che non era stata mai indagata in precedenza da questo punto di vista. Lo scopo di questo studio è stato quello di fornire una prima caratterizzazione delle comunità diatomiche presenti nel suddetto bacino e di valutarne la qualità biologica tramite applicazione dell'EPI-D (DELL'UOMO, 2004). Le informazioni fornite da questa ricerca appaiono utili per una futura corretta applicazione della Direttiva 2000/60/CE.

AREA DI STUDIO

Il Simeto è il maggiore fiume siciliano per ampiezza di bacino idrografico (4.186 km²). Esso si estende su gran parte dei rilievi montuosi della Sicilia orientale interessando le province di Catania, Enna e Messina. Il Simeto ha origine, a valle del centro abitato di Maniace (787 m s.l.m.), dalla confluenza di tre torrenti, il Cutò, il Martello e il Saracena, che forniscono il più importante contributo idrico in quanto raccolgono le acque dai monti Nebrodi, situati nell'area più piovosa dell'isola; dopo un percorso di circa 116 km il Simeto sfocia nel Golfo di Catania. Lungo il suo corso il fiume riceve in sponda destra diversi affluenti. Procedendo da monte verso valle il primo importante tributario è il fiume Troina, che si origina dai monti Nebrodi e che, nei pressi di Bronte, sbocca nel Simeto subito a valle delle strette Gole della Cantera. Il secondo affluente di rilievo è il fiume Salso che sfocia nel Simeto a valle dell'abitato di Adrano, mentre il fiume Dittaino, il cui bacino occupa una parte delle colline della Sicilia centrale, in aree quasi del tutto disboscate, vi confluisce a livello della Piana di Catania. L'ultimo affluente del Simeto, nel suo tratto prefociale, è il fiume Gornalunga.

La maggior parte del territorio del versante sinistro invece, essendo ricoperto dagli espandimenti lavici del sistema vulcanico etneo, estremamente permeabili, non è in grado di supportare la formazione di un reticolo idrografico superficiale. Per questa ragione gli affluenti in sinistra idrografica sono pochi e hanno un brevissimo percorso, ma le acque meteoriche che si infiltrano nel sottosuolo, alimentando falde acquifere e sorgenti, contribuiscono comunque alla portata del fiume attraverso le manifestazioni sorgentizie.

Le portate idriche dei corsi d'acqua del bacino del Simeto si sono drasticamente ridotte negli ultimi decenni per la realizzazione di grandi opere pubbliche di presa, realizzate a partire dagli anni '50, che ne hanno alterato il regime naturale. Sugli affluenti Troina, Salso, Dittaino, Gornalunga, sbarrando le aste fluviali, sono stati realizzati grossi invasi, rispettivamente i laghi di Ancipa, Pozzillo, Nicoletti, Ogliastro. Le acque dell'Ancipa, dopo opportuno trattamento, sono prevalentemente destinate all'uso potabile, mentre quelle immagazzinate negli altri invasi vengono utilizzate per scopi irrigui ed idroelettrici.

I bacini dei fiumi Salso, Dittaino e Gornalunga si estendono in parte su affioramenti evaporitici della serie gessoso-solfifera che conferiscono alle acque un'elevata concentrazione salina. Il bacino idrografico del Simeto, secondo quanto riportato nel Decreto del Ministero dell'Ambiente n. 131/08, è situato a cavallo tra le due diverse idroecoregioni (HER) individuate per la Sicilia (Fig. 1), precisamente tra la n. 19 "Calabria-Nebrodi" e la n. 20 "Sicilia".

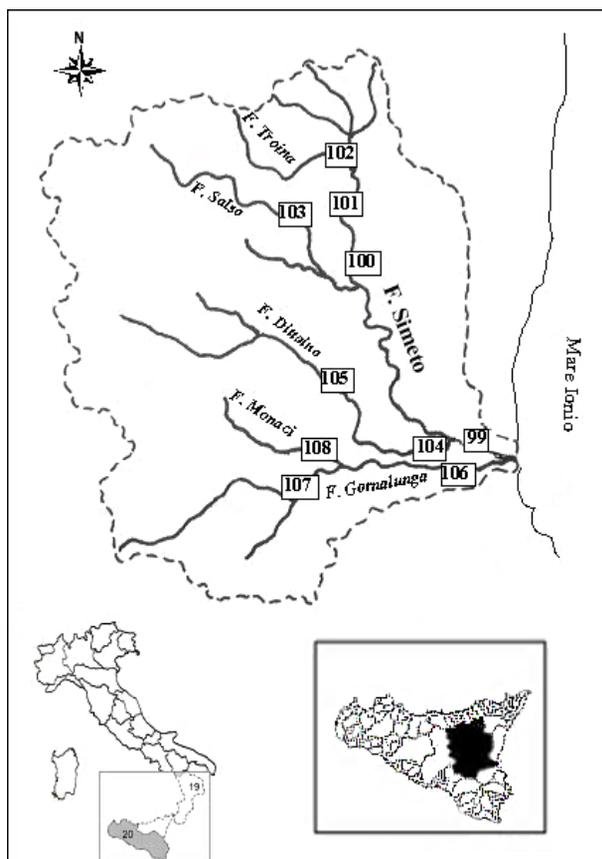


Fig. 1. Ubicazione delle dieci stazioni considerate nel bacino idrografico del fiume Simeto. Le stazioni vengono denominate con il codice numerico utilizzato anche negli elaborati cartografici del Piano di Tutela delle Acque (A.R.R.A., 2008). In basso a sinistra vengono evidenziate le idroecoregioni n. 19 “Calabria-Nebrodi” e la n. 20 “Sicilia”; nel riquadro in basso a destra viene mostrata la localizzazione del bacino del Simeto nella regione Sicilia.

MATERIALI E METODI

Nel periodo che va dall'autunno 2005 all'estate 2007 sono state monitorate dieci stazioni nel bacino idrografico del Simeto (Fig. 1): tre situate lungo l'asse principale e le rimanenti sette sugli affluenti sopra citati (una sul Troina, una sul Salso, due sul Dittaino, due sul Gornalunga ed una su un affluente di quest'ultimo, il fiume Monaci).

Queste stazioni, che ricadono nei territori provinciali di Catania ed Enna e fanno parte della rete di monitoraggio chimico-biologico delle acque superficiali individuata dalla Regione Sicilia ai sensi del D.Lgs. n. 152/99, vengono indicate con i codici regionali di riferimento utilizzati anche negli elaborati cartografici del Piano di Tutela delle Acque (A.R.R.A., 2008). In ogni stazione sono stati prelevati in periodi diversi numerosi campioni di diatomee, uno per ciascun campionamento (Tab. I), eccetto che nella Stazione 107 in cui, a causa della scarsa accessibilità del sito, ne è stato raccolto solamente uno; in totale sono stati esaminati 62 campioni. Sono state campionate in prevalenza diatomee epilittiche ma, in assenza di substrati litici, nelle Stazioni 99, 105, 106 e 107 a lento deflusso con substrati fini e macrofite acquatiche, sono state prelevate le diatomee epifittiche, seguendo la metodica riportata nella norma europea EN 13946 (CEN, 2003). I campioni sono stati trattati con perossido di idrogeno a freddo e i frustuli ben puliti sono stati montati su vetrini permanenti con resina ad elevato indice di rifrazione (Naphrax®). Per l'osservazione dei campioni e il conteggio delle diatomee ai fini della valutazione della qualità biologica dell'acqua è stata seguita la norma europea EN 14407 (CEN, 2004).

Le determinazioni dei *taxa* sono state eseguite in accordo con la monografia di KRAMMER e LANGE-BERTALOT (1986, 1988, 1991a, 1991b), la guida meto-

Tab. I. Numero di campionamenti effettuati nelle stazioni considerate nel bacino idrografico del Simeto. Per ogni campionamento è stato prelevato un campione di diatomee. Per ogni stazione sono riportati il codice regionale identificativo (A.R.R.A., 2008) e i dati relativi al posizionamento geografico.

Codice stazione	Corso d'acqua	Coordinate UTM		metri s.l.m.	Numero campionamenti
99	Simeto	E_499.320	N_4141.427	10	7
100	Simeto	E_481.665	N_4168.441	220	8
101	Simeto	E_481.090	N_4175.485	360	8
102	Troina	E_482.019	N_4184.165	560	6
103	Salso	E_458.810	N_4169.803	373	6
104	Dittaino	E_496.769	N_4141.445	15	8
105	Dittaino	E_455.875	N_4156.867	231	7
106	Gornalunga	E_500.614	N_4137.885	10	4
107	Gornalunga	E_479.810	N_4139.976	56	1
108	Monaci	E_479.815	N_4137.796	45	7

dologica dell'indice diatomico IBD (PRYGIEL e COSTE, 2000) e l'atlante iconografico delle diatomee dell'Africa del Sud (TAYLOR *et al.*, 2006). La nomenclatura dei taxa segue la sinonimia più recente riportata in vari volumi della *Iconographia Diatomologica* (LANGE-BERTALOT, 1995-2004) e di *Diatoms of Europe* (LANGE-BERTALOT, 2000-2003), ad eccezione di *Cymbella minuta* e *Cymbella microcephala*. A seguito di recenti revisioni tassonomiche, difatti, le forme precedentemente attribuite alla prima sono state suddivise in quattro specie ascrivibili al genere *Encyonema* e, parimenti, quelle attribuite alla seconda vengono oggi ricomprese in almeno tre specie afferenti al genere *Encyonopsis*. Poiché le differenze morfologiche tra le specie di questi due generi, che indicano comunque una buona qualità dell'acqua, sono difficilmente distinguibili al microscopio ottico, si è preferito riportarle con la vecchia denominazione: quindi *Cymbella minuta* e *Cymbella microcephala* vanno intese *sensu lato*.

La qualità biologica dei siti esaminati è stata valutata applicando l'Indice di Eutrofizzazione/Polluzione o EPI-D (DELL'UOMO, 2004) che si basa, soprattutto, sulla sensibilità delle diatomee nei confronti dei nutrienti, della sostanza organica e della mineralizzazione dell'acqua, con particolare riferimento ai cloruri, poiché questi sali costituiscono un forte fattore di selezione ambientale nei confronti delle diatomee. L'EPI-D, quindi, esprime un giudizio sulla qualità globale del corpo idrico, integrando fenomeni di eutrofizzazione e di inquinamento organico e minerale. L'indice utilizza la formula matematica di ZELINKA e MARVAN (1961):

$$EPI-D = \sum a \cdot r \cdot i / \sum a \cdot r$$

dove "a" rappresenta l'abbondanza relativa della specie considerata, "i" è il suo messaggio ecologico, ovvero la sensibilità/tolleranza della specie nei confronti dei fenomeni di eutrofizzazione e di inquinazione; "r" rappresenta l'affidabilità della specie come indicatore, ed è inversamente proporzionale al suo "range" ecologico. I valori dei parametri "i" ed "r" utilizzati nel calcolo sono in gran parte quelli proposti da DELL'UOMO (2004). Nella Tab. II, per le diatomee non ancora presenti nella lista EPI-D (DELL'UOMO, 2004), vengono riportati i valori recentemente proposti da FINOCCHIARO *et al.* (2008) alla luce della loro correlazione con le caratteristiche chimico-fisiche registrate nei luoghi di ritrovamento e con i dati disponibili in letteratura (HOFMANN, 1994; VAN DAM *et al.*, 1994). L'interpretazione dei valori numerici dell'EPI-D è mostrata in Tab. III.

Tab. III. Interpretazione dei giudizi di qualità dell'EPI-D espressi in cinque classi principali (in grassetto) e relative classi di passaggio (da TORRISI *et al.*, 2008).

Valori numerici EPI-D	Classe	Qualità
20 ≥ EPI-D > 15,5	I	ottima
15,5 ≥ EPI-D > 14,5	I - II	ottima-buona
14,5 ≥ EPI-D > 12,5	II	buona
12,5 ≥ EPI-D > 11,5	II - III	buona-mediocre
11,5 ≥ EPI-D > 9,5	III	mediocre
9,5 ≥ EPI-D > 8,5	III - IV	mediocre-cattiva
8,5 ≥ EPI-D > 6,5	IV	cattiva
6,5 ≥ EPI-D > 5,5	IV - V	cattiva-pessima
5,5 ≥ EPI-D > 1	V	pessima

Tab. II. Valori dei parametri "i" ed "r" delle specie che risultano di nuova segnalazione rispetto alle diatomee riportate nella lista EPI-D e considerate per la valutazione della qualità biologica dei corsi d'acqua italiani (DELL'UOMO, 2004). (Da FINOCCHIARO *et al.*, 2008).

Taxa	i	r	Taxa	i	r
<i>Achnanthes thermalis</i> (Rabenhorst) Schöenfeld	2,0	1	<i>Navicula germainii</i> Wallace	2,2	5
<i>Amphora holsatica</i> Hustedt	3,5	3	<i>Navicula margalithii</i> Lange-Bertalot	2,5	3
<i>Caloneis</i> aff. <i>pseudocleveii</i> Cholnoky	-	-	<i>Navicula symmetrica</i> Patrick	2,5	3
<i>Caloneis thermalis</i> (Grunow) Krammer	2,2	1	<i>Nitzschia amplexens</i> Hustedt	2,8	5
<i>Campylodiscus bicostatus</i> W. Smith	2,3	3	<i>Nitzschia bulnheimiana</i> (Rabenhorst) H.L. Smith	3,0	1
<i>Entomoneis costata</i> (Hustedt) Reimer	4,0	5	<i>Nitzschia dissipata</i> v. <i>media</i> (Hantzsch) Grunow	2,0	1
<i>Entomoneis paludosa</i> v. <i>subsalina</i> (Cleve) Krammer	3,5	3	<i>Nitzschia linearis</i> v. <i>subtilis</i> (Grunow) Hustedt	2,5	3
<i>Epithemia sorex</i> Kützing	1,5	3	<i>Nitzschia obtusa</i> W.M. Smith	3,2	5
<i>Fragilaria pulchella</i> (Ralfs ex Kützing) Lange-Bertalot	2,7	3	<i>Nitzschia scalpelliformis</i> (Grunow) Grunow	3,0	5
<i>Frustulia spicula</i> Amosse	0,8	5	<i>Nitzschia vitrea</i> v. <i>salinarum</i> Grunow	3,5	3
<i>Gomphonema italicum</i> Kützing	1,5	3	<i>Pleurosigma elongatum</i> W. Smith	3,5	3
<i>Gomphonema olivaceum</i> v. <i>salinum</i> Grunow	2,0	1	<i>Seminavis strigosa</i> (Hustedt) Danielidis et Economou-Amilli	3,2	5
<i>Gyrosigma eximium</i> (Thwaites) Boyer	3,0	5	<i>Surirella peisonis</i> Pantocsek	3,0	5
<i>Haslea spicula</i> (Hickie) Lange-Bertalot	3,0	3	<i>Thalassiosira bramaputrae</i> (Ehrenberg) Håkansson et Locker	2,0	5
<i>Navicula duerrenbergiana</i> Hustedt	3,5	3	<i>Tryblionella navicularis</i> (Bréb. ex Kützing) Ralfs	2,0	5
<i>Navicula erifuga</i> Lange-Bertalot	3,0	5			

Contestualmente alla raccolta di diatomee è stato anche effettuato il monitoraggio chimico, di cui vengono riportati solamente i principali parametri chimico-fisici che maggiormente influenzano la distribuzione e la struttura delle comunità diatomiche, ovvero: conducibilità, BOD₅, COD, ortofosfati, azoto nitrico, cloruri e solfati. Tutti questi parametri sono stati misurati secondo le metodiche standard APAT-IRSA CNR (2003).

I risultati delle analisi chimiche sono stati utilizzati anche per calcolare l'Indice di Inquinamento da Macrodescriptors (LIM) come previsto dal D.Lgs. n. 152/99; questo è stato infine messo in relazione, per ogni stazione, con le classi di qualità biologica espresse dall' EPI-D.

Infine, con il software PAST (HAMMER *et al.*, 2007), i siti di campionamento sono stati sottoposti a *cluster analysis*, per evidenziare le stazioni che presentavano similarità per il tipo di comunità di diatomee che in esse sono state osservate. La *cluster analysis* è stata fatta utilizzando la distanza Euclidea come misura di similarità e l'algoritmo di Ward come metodo di aggregazione.

RISULTATI

Come confermano i dati chimici (Tab. IV e Tab. V) le acque dei siti studiati sono fortemente mineralizzate per cause naturali riferibili alla geologia del bacino, dove sono presenti evaporiti fossili sia in affioramento che in profondità.

Tab. IV. Parametri chimici e fisici dei fiumi Simeto e dei suoi affluenti Troina e Salso.

Parametri chimici	Fiume Simeto									Fiume Troina			Fiume Salso		
	Stazione 99			Stazione 100			Stazione 101			Stazione 102			Stazione 103		
	75° percentile	MAX	MIN	75° percentile	MAX	MIN									
Conducibilità (µS/cm 20°C)	2210	2540	1010	1206	1478	341	655	896	278	797	1083	379	4560	7710	929
BOD ₅ (O ₂ mg/L)	5	6,8	1,6	2	6,2	0,8	2,2	3,5	1,1	2,6	8,9	0,9	5	6	1
COD (O ₂ mg/L)	13,9	17	3,8	4,6	13,8	1,8	4,2	6,9	2,4	5,3	26	1,7	45,5	111	10,0
Ortofosfati (PO ₄ ³⁻ mg/L)	0,15	0,32	0,01	0,18	0,21	0,04	0,1	0,22	0,01	0,06	0,98	0,02	<0,03	<0,03	<0,03
Azoto nitrico (NO ₃ mg/L)	5,38	7,2	0,4	2,19	3,43	0,82	2,31	5,13	0,39	0,5	2,17	0,07	7,78	12,2	0,01
Cloruri (Cl mg/L)	297	437	109	103	123	18,7	37,3	59,4	14,8	48,2	78,4	13,9	853	2048	136
Solfati (SO ₄ ²⁻ mg/L)	465	745	199	151	955	40,4	91,7	134	10,3	186	2939	49,3	794	1555	175

Tab. V. Parametri chimici e fisici degli affluenti del Simeto: fiumi Dittaino, Gornalunga e Monaci.

Parametri chimici	Fiume Dittaino						Fiume Gornalunga						Fiume Monaci		
	Stazione 104			Stazione 105			Stazione 106			Stazione 107			Stazione 108		
	75° percentile	MAX	MIN	75° percentile	MAX	MIN	75° percentile	MAX	MIN	75° percentile	MAX	MIN	75° percentile	MAX	MIN
Conducibilità (µS/cm 20°C)	4415	5425	1534	3150	8610	1670	3345	3530	2120	5713	6190	1876	3345	3530	2120
BOD ₅ (O ₂ mg/L)	6,3	14,2	1,2	5,8	14	0,8	7,2	96	2,9	14,7	18	3,3	7,2	96	2,9
COD (O ₂ mg/L)	15,2	26,7	4,2	55,5	113	1,5	18,3	136	9,6	31,5	40	8,4	18,3	136	9,6
Ortofosfati (PO ₄ ³⁻ mg/L)	0,07	0,13	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,12	0,39	0,02	0,17	0,51	0,04	0,12	0,39	0,02
Azoto nitrico (NO ₃ mg/L)	5,34	9,8	0,39	6,12	7,45	0,46	14,1	17,3	3,74	14	16,1	1,68	14,1	17,3	3,74
Cloruri (Cl mg/L)	846	1046	221	311	1883	149	547	616	308	1124	1289	293	547	616	308
Solfati (SO ₄ ²⁻ mg/L)	1445	1725	324	939	1578	353	1026	1136	474	1804	2079	420	1026	1136	474

Tab. VI. Elenco delle diatomee presenti nel bacino idrografico del Simeto, suddivise nelle due diverse idroecoregioni. In grassetto vengono evidenziate le stazioni con il grado di mineralizzazione più elevato e le specie alofile in esse osservate.

Taxa e Autori	HER	HER				HER				
	19/20	100	101	102	103	104	105	106	107	108
<i>Achnanthes thermalis</i> (Rabenhorst) Schönfeld	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>Amphipleura pellucida</i> Kützing	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-
<i>Amphora copulata</i> (Kützing) Schoeman et Archibald	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Amphora holsatica</i> Hustedt	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Amphora montana</i> Krasske	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>Amphora veneta</i> Kützing	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+
<i>Anomooneis sphaerophora</i> (Ehrenberg) Pfitzer	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bacillaria paxillifera</i> (O.F. Müller) Hendey	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
<i>Brachysira vitrea</i> (Grunow) Ross	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-
<i>Caloneis amphisbaena</i> (Bory) Cleve	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-
<i>Caloneis</i> aff. <i>pseudoclevei</i> Cholnocky	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Campylodiscus bicostatus</i> W. Smith	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-
<i>Cocconeis placentula</i> v. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
<i>Craticula ambigua</i> (Ehrenberg) D.G. Mann	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G. Mann	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Craticula halophila</i> (Grun. ex Van Heurck) D.G. Mann	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Cyclotella atomus</i> Hustedt	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brébisson) W.M. Smith	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.M. Smith	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella cistula</i> (Ehrenberg) Kirchner	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Cymbella excisa</i> Kützing	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
<i>Cymbella microcephala</i> Grunow	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+
<i>Cymbella minuta</i> Hilse ex Rabenhorst	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) Van Heurck	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbopleura amphicephala</i> Krammer	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-
<i>Denticula kuetzingii</i> Grunow	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+
<i>Diatoma tenue</i> Agardh	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-
<i>Diatoma moniliformis</i> Kützing	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Diploneis oblongella</i> (Naegeli) Cleve-Euler	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Encyonema caespitosum</i> Kützing	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+
<i>Encyonema prostratum</i> (Berkeley) Kützing	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G. Mann	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-
<i>Eolimna minima</i> (Grunow) Lange-Bertalot	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Entomoneis costata</i> (Hustedt) Reimer	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-
<i>Entomoneis paludosa</i> v. <i>subsalina</i> (Cleve) Krammer	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+
<i>Eolimna subminiscula</i> (Manguin) Moser, Lange-Bertalot et Metzeltin	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+
<i>Epithemia sorex</i> Kützing	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Stickle et D.G. Mann	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+
<i>Fistulifera saprophila</i> (Lange-Bertalot et Bonik) Lange-Bertalot	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Fragilaria capucina</i> v. <i>vaucheriae</i> (Kützing) Lange-Bertalot	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>Fragilaria fasciculata</i> (C.A. Agardh) Lange-Bertalot	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+
<i>Fragilaria pulchella</i> (Ralfs ex Kützing) Lange-Bertalot	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+
<i>Fragilaria ulna</i> v. <i>acus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+
<i>Frustulia spicula</i> Amosse	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+

Taxa e Autori	HER	HER				HER				
	19/20	100	101	102	103	104	105	106	107	108
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
<i>Gomphonema italicum</i> Kützing	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema oliveceum</i> (Hornemann) Brébisson	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>Gomphonema olivaceum</i> v. <i>salinum</i> Grunow	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) Reichardt et Lange-Bertalot	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>Gomphonema tergestinum</i> Fricke	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gyrosigma eximium</i> (Thwaites) Boyer	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Gyrosigma nodiferum</i> (Grunow) Reimer	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Gyrosigma scalpoides</i> (Rabenhorst) Cleve	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-
<i>Haslea spicula</i> (Hickie) Bukthiyarova	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin et Witkowsky	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Luticola goeppertiana</i> (Bleisch) D.G. Mann	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Luticola mutica</i> (Kützing) D.G. Mann	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Luticola nivalis</i> (Ehrenberg) D.G. Mann	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Luticola ventricosa</i> (Kützing) D.G. Mann	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Mastogloia smithii</i> Thwaites	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+
<i>Mayamaea atomus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	-	+	+	+	-	-	+	-	-	+
<i>Mayamaea atomus</i> v. <i>permitis</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	-	+	+	+	-	+	-	-	-	+
<i>Melosira varians</i> Agardh	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.A. Agardh	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Navicula angusta</i> Grunow	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Navicula cari</i> Ehrenberg	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+
<i>Navicula duerrenbergiana</i> Hustedt	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+
<i>Navicula erifuga</i> Lange-Bertalot	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>Navicula germainii</i> Wallace	+	-	-	-	+	-	+	+	-	-
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>Navicula margalithii</i> Lange-Bertalot	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>Navicula menisculus</i> Schumann	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-
<i>Navicula phyllepta</i> Kützing	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula radiosafallax</i> Lange-Bertalot	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>Navicula recens</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Navicula schroeterii</i> Meister	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+
<i>Navicula symmetrica</i> Patrick	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F. Müller) Bory	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
<i>Navicula veneta</i> Kützing	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula viridula</i> v. <i>rostrellata</i> (Kützing) Cleve	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Naviculadicta seminulum</i> (Grunow) Lange-Bertalot	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.M. Smith	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Nitzschia amplexens</i> Hustedt	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
<i>Nitzschia bulnheimiana</i> (Rabenhorst) H.L. Smith	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Nitzschia clausii</i> Hantzsch	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+
<i>Nitzschia communis</i> Rabenhorst	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+
<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Nitzschia dissipata</i> v. <i>media</i> (Hantzsch) Grunow	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-

Taxa e Autori	HER 19/20	HER 19				HER 20				
	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
<i>Nitzschia dubia</i> W.M. Smith	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+
<i>Nitzschia elegantula</i> Grunow	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia filiformis</i> (W.M. Smith) Van Heurck	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>Nitzschia geitleri</i> Hustedt	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia hantzschiana</i> Rabenhorst	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Nitzschia heufleriana</i> Grunow	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia incospicua</i> Grunow	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch ex Cleve et Grunow	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-
<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W.M. Smith	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+
<i>Nitzschia linearis v. subtilis</i> (Grunow) Hustedt	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Nitzschia lorenziana</i> Grunow	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-
<i>Nitzschia microcephala</i> Grunow	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+
<i>Nitzschia nana</i> Grunow	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Nitzschia obtusa</i> W.M. Smith	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>Nitzschia paleacea</i> Grunow	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
<i>Nitzschia pusilla</i> (Kützing) Grunow	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-
<i>Nitzschia reversa</i> W.M. Smith	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Nitzschia scalpelliformis</i> (Grunow) Grunow	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W.M. Smith	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W. Smith	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-
<i>Nitzschia sociabilis</i> Hustedt	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Nitzschia solita</i> Hustedt	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+
<i>Nitzschia thermaloides</i> Hustedt	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-
<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot	-	+	-	-	+	+	-	+	-	+
<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Nitzschia vitrea v. salinarum</i> Grunow	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Pinnularia brebissonii</i> Krammer	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Pleurosira elongatum</i> W. Smith	+	-	-	+	+	+	-	+	-	+
<i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg) Compère	+	+	-	-	-	+	-	+	-	+
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing)	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grunow) Williams et Round	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-
<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek et Stoermer	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-
<i>Reimeria uniseriata</i> Sala, Guerrero et Ferrario	-	+	+	+	+	-	+	-	+	-
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Rhopalodia brebissonii</i> Krammer	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O.F. Müller	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowsky	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Seminavis strigosa</i> (Hustedt) Danieleadis et Economou-Amilli	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+
<i>Surirella angusta</i> Kützing	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
<i>Surirella brebissonii v. kuetzingii</i> Krammer et Lange-Bertalot	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-
<i>Surirella brightwellii</i> W. Smith	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Surirella ovalis</i> Brébisson	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Surirella peisonis</i> Pantocsek	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Surirella splendida</i> (Ehrenberg) Kützing	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Thalassiosira bramaputrae</i> (Ehrenberg) Håkansson	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thalassiosira weissflogii</i> (Grunow) Fryxell et Hasle	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+
<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Tryblionella calida</i> (Grunow) D.G. Mann	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+
<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) D.G. Mann	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Tryblionella levidensis</i> W.M. Smith	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-
<i>Tryblionella littoralis</i> (Grunow) D.G. Mann	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Tryblionella navicularis</i> (Brébisson ex Kützing) Ralfs	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Dalle suddette tabelle si evince che le Stazioni 100, 101 sul Simeto e la 102 sul Troina rientrano nella categoria delle acque dolci, mentre quelle situate sui fiumi Dittaino (Stazioni 104 e 105), Gornalunga (Stazioni 106 e 107), Monaci (Stazione 108) e Salso (Stazione 103) presentano una elevata mineralizzazione (Tab. IV e Tab. V). In particolare il Salso è quello che presenta, nel corso dell'anno, il picco più alto di cloruri, ma anche la maggiore escursione salina; i valori più bassi, registrati nel periodo più piovoso, sono in gran parte da attribuire all'apporto di acque dolci provenienti dai monti Nebrodi, veicolate soprattutto dal fiume Cerami, principale affluente del Salso.

La Stazione 99, posta sul Simeto, a valle delle confluenze con il Salso e con il Dittaino, risente degli apporti provenienti dai relativi sottobacini, mostrando concentrazioni variabili di cloruri che si mantengono però sempre ampiamente al di sotto dei 500 mg/L.

Nell'area in esame è stata riscontrata un'elevata biodiversità algale: infatti sono stati osservati 171 *taxa* di diatomee, un grande numero in relazione alla superficie dell'area indagata. Nella Tab. VI vengono evidenziati in grassetto i *taxa* decisamente alofili, che sono stati osservati esclusivamente nelle stazioni più fortemente mineralizzate.

Nella Tabella VII vengono messe a confronto le classi di qualità biologica rilevate dall'indice diatamico EPI-D con la qualità chimica risultante dal LIM.

L'EPI-D in generale si mostra più pessimista rispetto al LIM, forse perché questo indice fra i sette macrodescrittori non considera affatto i cloruri, nei confronti dei quali le diatomee sono invece molto sensibili.

Nelle tre stazioni situate sul fiume Simeto (Stazioni 99, 100 e 101), recapitano i reflui, non sempre depurati, di diversi centri urbani di piccole e medie dimensio-

ni, e le aree agricole costeggiano l'alveo occupando quasi dappertutto il corridoio fluviale a scapito della vegetazione ripariale. Questa situazione viene evidenziata dall'EPI-D che mostra una qualità dell'acqua nel complesso mediocre (III classe), mentre il LIM è più ottimista e descrive una buona qualità dell'acqua (II classe). Sul fiume Troina (Stazione 102), primo affluente da monte a valle, in cui sono presenti alterazioni idromorfologiche indotte dall'uomo, la qualità dell'acqua osservata da entrambi gli indici nella stazione di chiusura si attesta su un livello buono. Più scadente invece è la qualità degli altri affluenti, in cui si registra un inquinamento organico più consistente dovuto anche a sostanze non biodegradabili ed un livello trofico elevato (Tab. IV e Tab. V). La condizione peggiore è stata rilevata soprattutto nel bacino del fiume Gornalunga (Stazioni 106, 107 e 108); anche in questo caso l'EPI-D è più pessimistico rispetto al LIM.

DISCUSSIONE

Diatomee caratterizzanti il bacino idrografico del Simeto

Molte delle specie osservate, circa il 20% del totale, secondo la classificazione di HUSTEDT (1956), sono considerate forme alofile che prediligono concentrazioni di sali minerali fino al 5 ‰, cosa che si riscontra raramente in altri corsi d'acqua del territorio italiano. Una disamina concernente l'ecologia e la distribuzione geografica di queste specie è stata fatta da FINOCCHIARO *et al.* (2008).

In letteratura sono presenti pochi dati concernenti gli studi sulle comunità di diatomee dei corsi d'acqua della Sicilia e riguardano soprattutto i fiumi della zona nord-occidentale (MANNINO, 2001, 2002, 2007); fra questi è interessante il popolamento diatamico delle acque termo-solfuree del fiume Caldo (MANNINO, 2007). In questo particolare tipo di ambiente sono state trovate numerose diatomee caratteristiche di acque fortemente mineralizzate, rinvenute anche nel bacino idrografico del Simeto, tra le quali: *Fragilaria pulchella*, *Nitzschia clausii*, *N. frustulum*, *Tryblionella apiculata* e *T. levidensis*.

Fra le diatomee individuate nel bacino idrografico del Simeto si rileva che, mentre molte sono presenti in quasi tutte le stazioni, probabilmente per la loro elevata adattabilità agli ambienti a diverso grado di mineralizzazione, altre si osservano solo in determinate stazioni e quindi ne risultano caratterizzanti. Più precisamente nella Tabella VI vengono messi in evidenza (in grassetto) quei *taxa* che hanno una netta predilezione per gli ambienti in cui è più elevato il contenuto salino, e che non sono mai stati osservati nelle Stazioni 100, 101 e 102, nelle quali il 75° percentile della concentrazione

Tab. VII. Confronto fra la qualità biologica rilevata dall'indice EPI-D e la qualità chimica valutata tramite indice LIM nelle dieci stazioni considerate nel bacino idrografico del Simeto. I valori dell'EPI-D sono quelli medi del biennio autunno 2005-estate 2007.

Codice stazione	Fiume	Numero campioni	Valori medi EPI-D	Classi EPI-D	Classi LIM
99	Simeto	7	8,2	III-IV	II
100	Simeto	8	9,7	III	II
101	Simeto	8	10,8	III	II
102	Troina	6	14,2	II	II
103	Salso	6	13,2	II	III
104	Dittaino	8	8,6	III-IV	III
105	Dittaino	7	9,7	III	III
106	Gornalunga	4	7,0	IV	III
107	Gornalunga	1	10,2	III	III
108	Monaci	7	6,5	IV-V	III

dei cloruri si mantiene inferiore ai 105 mg/L, valore ampiamente superato in tutte le altre stazioni (Tab. IV e Tab. V). Tra le specie più significative si notano: *Achnanthes thermalis*, *Amphora holsatica*, *Entomoneis paludosa* v. *subsalina*, *Fragilaria fasciculata*, *Haslea spicula*, *Navicula duerrenbergiana*, e *Semina-vis strigosa*.

Mostrano una grande affinità per i cloruri anche altre diatomee, alcune delle quali caratterizzano le stazioni comprese nella HER 20 (Tab. VIII); tra queste si evidenziano: *Campylodiscus bicostatus*, *Gyrosigma eximium*, *Nitzschia bulnheimiana*, *Nitzschia vitrea* var. *salinarum* e *Tryblionella navicularis*.

Le diatomee caratterizzanti le stazioni localizzate nella HER 19 si osservano invece in ambienti dal medio-basso contenuto salino, come ad esempio *Cymbella tumida*, *Meridion circolare*, *Diploneis oblongella*, *Gomphonema italicum* e *Fragilaria capucina* (Tab. VIII). Alcune di queste, oltre che nelle stazioni che presentano basse concentrazioni di cloruri, vengono tuttavia riscontrate con pochi esemplari anche nella stazione 103 del Salso, mentre risultano sempre assenti negli altri siti pure riccamente mineralizzati. Queste specie vengono probabilmente trasportate sul fiume Salso dalle acque dolci provenienti dai Nebrodi, attraverso gli affluenti di sinistra.

Particolare è, infine, il caso della Stazione 99 che, fra quelle esaminate, presenta il maggior numero di specie (oltre 100): ciò è verosimilmente da attribuire al fatto che, trovandosi nel tratto immediatamente a valle della confluenza dei due sottobacini del Simeto e del Dittaino, che hanno caratteristiche ambientali differenti, funziona da ecotono. Infatti, in questo tratto, insieme alle diatomee ubiquitarie, sono presenti specie tipiche dell'uno o dell'altro sottobacino (Tab. VI). Altre specie, fra le quali *Frustulia spicula*, *Luticola goep-*

pertiana, *Navicula cari*, *Rhopalodia brebissoni* e *Thalassiosira bramaputrae*, sono state trovate esclusivamente nella Stazione 99, seppure con pochi individui (Tab. VI).

Questa prima indagine, soprattutto in base ai risultati concernenti il tipo di comunità diatomiche osservate nei vari campionamenti e per le caratteristiche ambientali, conferma in linea di massima i confini delle HER individuati da WASSON *et al.* (2006) e recepiti anche dalla normativa italiana (Decreto del Ministero dell'Ambiente n. 131/08): il corso dei fiumi Dittaino e Gornalunga sembrerebbe infatti ricadere decisamente e interamente nella HER n. 20 "Sicilia", mentre quello dei fiumi Troina, Salso e di quasi tutto il Simeto nella HER n. 19 "Calabria-Nebrodi". Il tratto terminale del fiume Simeto (Stazione 99), almeno dalla confluenza con il Dittaino fino alla foce sembrerebbe invece collocarsi a cavallo fra queste due idroecoregioni.

Le diatomee di seguito elencate, rare per il reticolo idrografico italiano, sono segnalate per la prima volta nelle acque correnti della Sicilia: *Caloneis thermalis*, *Entomoneis costata*, *Gyrosigma eximium*, *Navicula germainii*, *Nitzschia aequorea*, *N. reversa*, *N. scalpelliformis*, *Surirella peisonis* e *Caloneis* aff. *pseudoclevei*. Quest'ultima merita particolare attenzione in quanto, segnalata finora solo nei fiumi del Sudafrica da CHOLNOKY (1953a, 1953b) e inoltre da TAYLOR *et al.* (2006) con la denominazione errata di *Caloneis aequatorialis* Hustedt. Questo *taxon* è stato sempre osservato in acque alcaline molto degradate e dall'elevato grado trofico. La sua presenza nel fiume Dittaino (Stazione 105) con un buon numero di esemplari è tra le prime segnalazioni per l'Europa, insieme a quella riscontrata in alcuni corpi idrici dell'Albania (MIHO *et al.*, 2006) e in molti corsi d'acqua dell'isola di Cipro (ECTOR, *in litteris*). Sono attualmente in corso verifiche per appurare se il *taxon* osservato nell'area mediterranea e denominato *Caloneis* aff. *pseudoclevei* sia lo stesso descritto da CHOLNOKY (1953a) come *C. pseudoclevei* Cholnoky, o se costituisca invece una nuova varietà o addirittura una nuova specie (MIHO *et al.*, 2006).

Tab. VIII. Diatomee caratterizzanti le HER 19 "Calabria-Nebrodi" e 20 "Sicilia".

HER 19	HER 20
<i>Cymbella cistula</i>	<i>Caloneis</i> aff. <i>pseudoclevei</i>
<i>Cymbella tumida</i>	<i>Campylodiscus bicostatus</i>
<i>Diatoma vulgare</i>	<i>Gyrosigma eximium</i>
<i>Diploneis oblongella</i>	<i>Gyrosigma sclaproides</i>
<i>Encyonema prostratum</i>	<i>Navicula margalithii</i>
<i>Fragilaria capucina</i>	<i>Navicula radiosafallax</i>
<i>Gomphonema italicum</i>	<i>Nitzschia amplexans</i>
<i>Hippodonta capitata</i>	<i>Nitzschia bulnheimiana</i>
<i>Meridion circolare</i>	<i>Nitzschia dissipata</i> v. <i>media</i>
<i>Rhopalodia gibba</i>	<i>Nitzschia recta</i>
<i>Sellaphora pupula</i>	<i>Nitzschia vitrea</i> v. <i>salinarum</i>
	<i>Tryblionella navicularis</i>

Qualità biologica e chimico-fisica del bacino idrografico del Simeto

In generale, la qualità biologica del bacino idrografico del Simeto rilevata tramite l'indice diatamico EPI-D è compresa fra mediocre e cattiva (Tab. VII), mentre solo per due stazioni (102 e 103) la qualità risulta mediamente buona. Tuttavia, i valori di EPI-D ottenuti nella Stazione 103 appaiono sovrastimati: la presenza di un numero elevatissimo di frustuli di *Achnantheidium minutissimum* nei campioni di questa stazione è l'elemento che determina un innalzamento del livello quali-

tativo espresso dall'indice EPI-D, in controtendenza rispetto al messaggio ecologico fornito dal resto della comunità diatomica del sito. Questo fatto, che saltuariamente si verifica anche in altre stazioni, fa pensare alla possibilità di una sopravvalutazione del ruolo indicatore di *Achnantheidium minutissimum*; oppure la microscopia ottica potrebbe essere inadeguata al riconoscimento di specie morfologicamente affini come *Achnantheidium eutrophilum* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot, che predilige ambienti eutrofici, e *Achnantheidium saprophilum* (Kobayasi et Mayama) Round et Bukthiyarova, che indica ambienti molto ricchi di sostanza organica, oltre che di nutrienti. I dettagli morfologici di queste tre specie non sempre sono di facile risoluzione al microscopio ottico.

Come emerge dal confronto in tabella VII, il LIM sembra fornire, in quasi tutti i casi esaminati, un giudizio di qualità più elevato rispetto all'EPI-D; ciò,

senza dubbio, è da attribuire al fatto che fra i sette macrodescrittori che concorrono a determinare il LIM non sono considerati i cloruri, nei confronti dei quali, invece, le diatomee sono fortemente sensibili.

Relazione tra le comunità di diatomee osservate e i siti di campionamento

Sottoponendo alla *cluster analysis* i dati relativi alla presenza/assenza dei *taxa* nelle diverse stazioni considerate, tenendo conto di tutti i campionamenti effettuati dall'autunno 2005 all'estate 2007, si ottengono due gruppi principali nettamente separati (Fig. 2): nel primo (*cluster A*) sono raggruppati i campioni delle stazioni con acque relativamente più dolci (100, 101, 102) e nel secondo (*cluster B*) quelli delle stazioni più mineralizzate (99, 104, 105, 106, 107, 108). Per quanto riguarda i campioni relativi alla Stazione 103 sul Salso, nel *cluster A* ricadono i campioni prelevati nelle

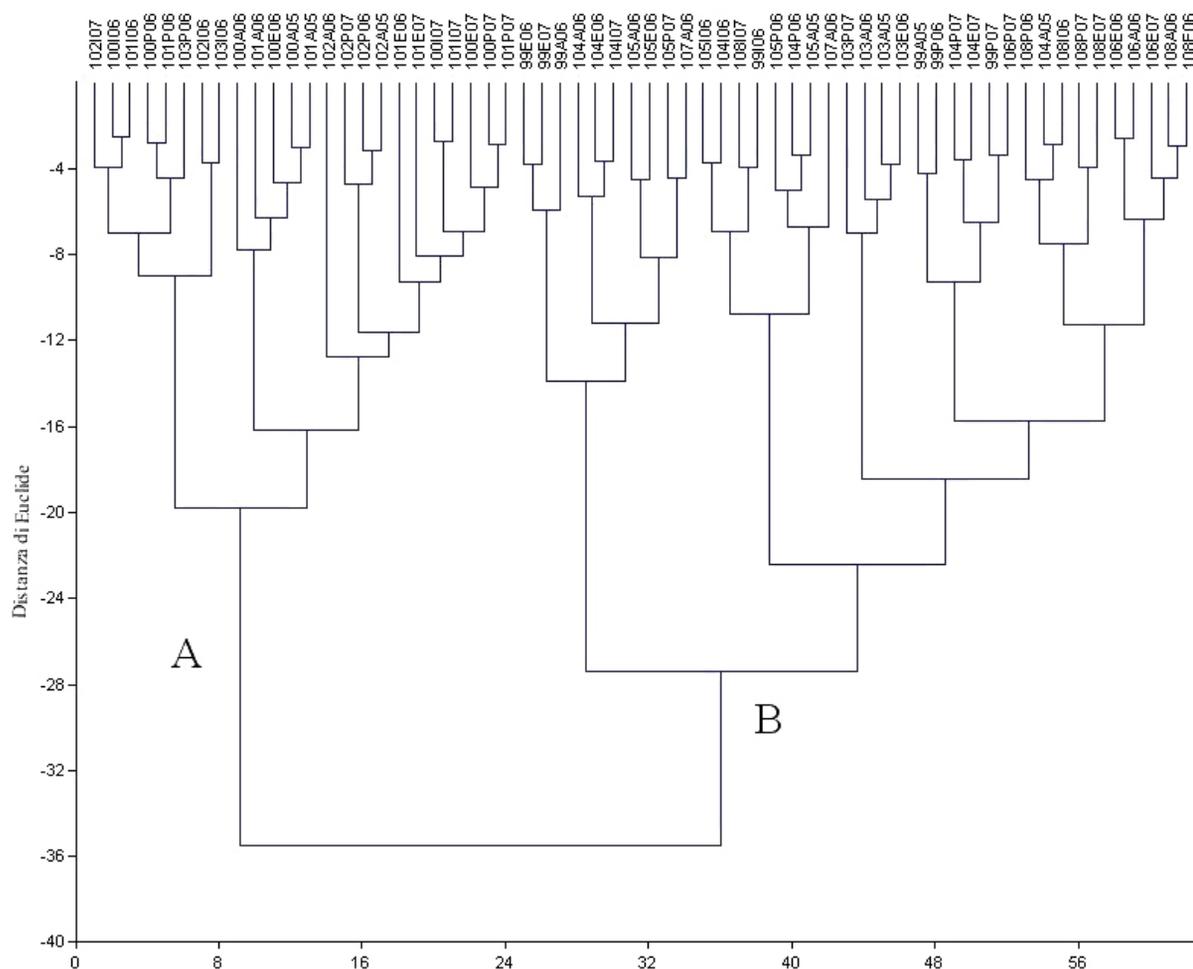


Fig. 2. Raggruppamento dei siti considerati nel bacino idrografico del Simeto in base alla presenza/assenza dei *taxa* di diatomee osservati in ciascuna stazione durante il periodo autunno 2005-estate 2007. Le stazioni vengono riportate con il codice regionale identificativo seguito da una lettera che indica la stagione in cui è stato fatto il campionamento (I=inverno, P=primavera, E=estate, A=autunno) e l'anno.

stagioni più asciutte, in cui maggiore è il contenuto salino, e nel *cluster* B quelli relativi al periodo piovoso, in cui l'apporto idrico del versante meridionale dei Nebrodi fa registrare i valori minimi di cloruri. Anche quest'analisi conferma che il grado di mineralizzazione dell'acqua è l'aspetto abiotico che maggiormente influenza la composizione e la distribuzione delle comunità diatomiche nel bacino idrografico del Simeto. Si pone tuttavia il problema della determinazione di un confine tra la HER 19 e la HER 20, in quanto l'ambivalenza della stazione 103 e la particolare comunità di diatomee che caratterizza la stazione 99 evidenziano la presenza di una fascia territoriale in cui una HER sfuma nell'altra, e per la quale la definizione di comunità e siti di riferimento, per la valutazione della qualità ai sensi della Direttiva 2000/60/CE, diventa piuttosto difficile.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

I dati raccolti confermano che le diatomee sono fortemente sensibili alle caratteristiche chimico-fisiche delle acque. Nel caso in studio, insieme ai nutrienti ed alla sostanza organica in soluzione, i cloruri sono tra i fattori che condizionano maggiormente lo sviluppo e la distribuzione delle diatomee.

In generale, il basso stato ecologico rilevato nel bacino idrografico del Simeto potrebbe in parte essere dovuto ai criteri di valutazione dell'EPI-D, che è stato elaborato e sperimentato su corsi d'acqua dal grado di

mineralizzazione molto più basso; questo indice, come altri indici diatomici integrati europei, associando l'elevato grado di mineralizzazione ad una condizione di inquinamento minerale, considera le specie alofile come indicatori di ambienti più o meno degradati. Ma quando la forte mineralizzazione di un corso d'acqua è dovuta a cause naturali, l'EPI-D rischia di sottostimarne la qualità. Nel caso del bacino del Simeto l'elevata salinità sembra dovuta alla geologia del territorio piuttosto che a livelli di antropizzazione elevata che tuttavia sono presenti. I risultati ottenuti da questa prima applicazione dell'EPI-D ad ambienti particolari come quelli in esame, quindi, mostrano come sia necessario estendere l'indagine a corsi d'acqua di tipologia simile a quelli del bacino del Simeto, in modo da ottimizzare la funzionalità di questo indice diatomico nel valutare la qualità ambientale.

L'EPI-D rappresenta tuttavia un importante punto di partenza nella costruzione di sistemi di valutazione che soddisfino i criteri della Direttiva 2000/60/CE. Il confronto con comunità di riferimento potrebbe portare ad una valutazione più aderente alla realtà, riuscendo probabilmente a distinguere, tra le specie presenti, quelle più propriamente indicatrici di degrado da quelle tipiche degli ambienti salmastri. Ciò pone tuttavia il problema, di difficile risoluzione, del reperimento di appropriati siti di riferimento per queste particolari tipologie fluviali, totalmente inserite in un territorio che presenta un elevato livello di antropizzazione.

BIBLIOGRAFIA

- ÁCS É., KISS K.T., PADISÁK J. (eds.), 2007. Proceeding of 6th International Symposium on Use of algae for monitoring rivers. *Archiv für Hydrobiologie Supplement Large Rivers*, 17 (2): 265-550.
- APAT-IRSA-CNR, 2003. Metodi analitici per le acque. APAT Manuali e Linee Guida 29/2003.
- A.R.R.A. (Agenzia Regionale Rifiuti ed Acque), 2008. http://www.regione.sicilia.it/arra/piano_acque/piano08_allegati1.htm
- BATTEGAZZORE M., MORISI A., GALLINO B., FENOGLIO S., 2004. Environmental quality evaluation of alpine springs in NW Italy using benthic diatoms. *Diatom Research*, 19: 149-165.
- BELTRAMI M.E., ECTOR L., CIUTTI F., CAPPELLETTI C., HOFFMANN L., ROTT E., 2009. Longitudinal variations of benthic diatoms and water quality along a large river (Adige River) in Northern Italy. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 30 (6): 915-918.
- BONA F., FALASCO E., FASSINA S., GRISELLI B., BADINO G., 2007. Characterization of diatom assemblages in mid-altitude streams of NW Italy. *Hydrobiologia*, 583 (1): 265-274.
- CEN, 2003. *Water quality – Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers. EN 13946*. Comité Européen de Normalisation, Geneva, 14 pp.
- CEN, 2004. *Water quality – Guidance standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatoms from rivers. EN 14407*. European Committee for Standardization, Brussels, 12 pp.
- CEU (COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION), 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy. *Off. J. Eur. Communities L327*: 1-72.
- CHOLNOKY B.J., 1953a. Diatomeenassoziationen aus dem Hennops-River bei Pretoria. *Verhandlungen der Zool.-Bot. Ges. in Wien*, 93: 134-149.
- CHOLNOKY B.J., 1953b. Studien zur Ökologie der Diatomeen eines eutrophen subtropischen Gewässers. *Sonderabdruck aus den Berichten der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, 66 (9): 347-356.
- CIUTTI F., CAPPELLETTI C., CORRADINI F., 2003. Applicazione dell'indice EPI-D a un corso d'acqua delle Alpi (Torrente

- Fersina): osservazioni sulla metodica di determinazione delle abbondanze relative. *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Biol.*, **80**: 95-100.
- DECRETO LEGISLATIVO 11 maggio 1999, n. 152. "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole", testo aggiornato a seguito delle disposizioni correttive ed integrative di cui al decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 258. *Gazzetta Ufficiale n. 246 del 20 ottobre 2000 - Supplemento Ordinario n. 172*.
- DECRETO DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE 16 giugno 2008, n. 131. "Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: «Norme in materia ambientale», predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto" *Gazzetta Ufficiale n. 187 del 11-8-2008 - Suppl. Ordinario n.189*.
- DELLA BELLA V., PUCCINELLI C., MARCHEGGIANI S., MANCINI L., 2007. Benthic diatom communities and their relationship to water chemistry in wetlands of central Italy. *Ann. Limnol.* – *Int. J. Limn.*, **43** (2): 88-89.
- DELL'UOMO A., 1981. Alghe di acqua corrente e loro impiego come bioindicatori. *Giorn. Bot. Ital.*, **115**: 327-342.
- DELL'UOMO A., 1991. Use of benthic macroalgae for monitoring rivers in Italy. In: Whitton B. A., Rott E., Friedrich G. (eds), *Use of algae for monitoring rivers I*: 129-137.
- DELL'UOMO A., 1996. Assessment of water quality of an Apennine river as a pilot study for diatom-based monitoring of Italian watercourses. In: Whitton B. A., Rott E. (eds), *Use of algae for monitoring rivers II*. Institut für Botanik, Universität Innsbruck, Studia Student. Ges.m.b.H., Innsbruck: 65-72.
- DELL'UOMO A., 2003. Les algues des milieux lotiques de l'Italie et leur importance dans l'évaluation de la qualité des cours d'eau. *Bocconea*, **16** (1): 367-377.
- DELL'UOMO A., 2004. *L'indice diatamico di eutrofizzazione/polluzione (EPI-D) nel monitoraggio delle acque correnti. Linee guida*. APAT, ARPAT, CTN_AIM, Roma, Firenze, 101 pp.
- DELL'UOMO A., PENSIERI A., CORRADETTI D., 1999. Diatomées épilithiques du fleuve Esino (Italie centrale) et leur utilisation pour l'évaluation de la qualité biologique de l'eau. *Cryptogamie, Algologie*, **20**: 253-269.
- ECTOR L., KINGSTON J.C., CHARLES D.F., DENYS L., DOUGLAS M.S.V., MANOYLOV K., MICHELUTTI N., RIMET F., SMOL J.P., STEVENSON R. J., WINTER J.G., 2004. Workshop report freshwater diatoms and their role as ecological indicators. In: Poulin M. (ed.), *Proc. of the 17th Int. Diatom Symp.* 2002, Ottawa, Canada. Biopress Limited, Bristol: 469-480.
- FINOCCHIARO M., TORRISI M., FERLITO A., DELL'UOMO A., ECTOR L., 2008. Biodiversità algale in Sicilia: diatomee rare o notevoli del bacino idrografico del fiume Simeto. *Atti del XXXVII Congresso della Società Italiana di Biogeografia, Catania 7-10 ottobre 2008, Biogeographia*, in stampa.
- HAMMER Ø., HARPER D.A.T., RYAN P.D., 2007. PAST: PALEontological STatistics, ver. 1.66. <http://folk.uio.no/ohammer/past/>.
- HOFMANN G., 1994. Aufwuchs-Diatomeen in Seen und ihre Eignung als Indikatoren der Trophie. *Biblioth. Diatomol.*, **30**: 1-241.
- HUSTEDT F., 1956. *Kieselalgen (Diatomeen)*. Kosmos-Verlag Franckh, Stuttgart, 70 pp.
- KRAMMER K., LANGE-BERTALOT H., 1986, 1988, 1991a, 1991b. *Bacillariophyceae - Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Fischer G, Stuttgart 2 (1-4), 876+596+576+437 pp.
- LANGE-BERTALOT H. (ed.), 1995-2004. *Iconographia Diatomologica*. Koeltz Scientific Books, Koenigstein, Germany.
- LANGE-BERTALOT H. (ed.), 2000-2003. *Diatoms of the European inland waters and comparable habitats*. 1-4. Gantner Verlag, Berlin, Germany.
- MANNINO A.M., 2001. New records from the Oreto river (N.W. Sicily). *Phycologia Suppl.*, **40**: 71-72.
- MANNINO A.M., 2002. Le peuplement diatomique des eaux sulfureuses-thermales du Fleuve Caldo (Sicile nord-occidentale): premiers resultants. In: *Deuxième Supplément Hors Série Société des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France*. Nantes, pp. 101-104.
- MANNINO A.M., 2007. Diatoms from thermal-sulphur waters of « Fiume Caldo » (North-western Sicily). *Cryptogamie, Algologie*, **28** (4): 385-396.
- MIHO A., ÇULLAJ A., LAZO V., HASKO A., KUPE L., BACHOFEN R., BRANDL H., SCHANZ F., 2006. Assessment of water quality of some Albanian rivers using diatom-based monitoring. *Albanian Journal of Natural and Technical Sciences*, **19** (20): 94-105.
- PRYGIEL J., COSTE M., 2000. *Guide méthodologique pour la mise en oeuvre de l'Indice Biologique Diatomées*. N FT 90-354. Agence de l'Eau – Cemagref – Groupement de Bordeaux. Agence de l'eau, 134 pp.
- PRYGIEL J., WHITTON B.A., BUKOWSKA J., 1999. *Use of algae for monitoring rivers III*. Agence de l'Eau Artois-Picardie, Douai, France, 271 pp.
- RIMET F., CAUCHIE H.-M., HOFFMANN L., ECTOR L., 2005. Response of diatom indices to simulated water quality improvements in a river. *J Appl Phycol* **17**: 119-128.
- TAYLOR J.C., ARCHIBALD C.G.M., HARDING W.R., 2006. *An Illustrated Guide to Some Common Diatom Species from South Africa*. Report to the Water Research Commission by DH Environmental Consulting, 212 pp.
- TORRISI M., DELL'UOMO A., 2001a. Les diatomées benthiques des parties rhithrales et potamales des cours d'eau de l'Apennin central (Italie) et leurs significations écologiques. *Archiv für Hydrobiologie, Algological Studies*, **102**: 35-47.
- TORRISI M., DELL'UOMO A., 2001b. Diatomées benthiques et qualité biologique d'un cours d'eau de l'Apennin central (Italie): le fleuve Chienti. *Actes du 21^{ème} Colloque de l'ADLaF, Deuxième Supplément Hors Série, Société des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France, Nantes*, pp. 230-241.
- TORRISI M., DELL'UOMO A., 2003. Diatomées benthiques et

- qualité biologique d'un cours d'eau de l'Apennin central (Italie): le fleuve Chienti. *Actes du 21 ème Colloque de l'ADLaF, Deuxième Supplement Hors Série, Société des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France, Nantes*, pp. 230-241.
- TORRISI M., DELL'UOMO A., ECTOR L., 2008. Évaluation de la qualité des rivières des Apennins (Italie) au moyen des indices diatomiques: le fleuve Foglia. *Cryptogamie, Algologie*, **29** (1): 45-61.
- VAN DAM H., MERTENS A., SINKELDAM J., 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, **28**: 117-133.
- WASSON J.W., GARCIA BAUTISTA A., CHANDESRIS A., PELLA H., ARMANINI D., BUFFAGNI A., 2006. Approccio delle Idro-Ecoregioni Europee e tipologia fluviale in Francia per la Direttiva Quadro sulle Acque (EC 2000/60). Documento di discussione per il Gruppo di Lavoro MATTM sulla Tipologia Fluviale. *Notiziario IRSA dei Metodi Analitici*, 2006 (1): 20-38.
- WHITTON B.A., ROTT E., 1996. *Use of algae for monitoring rivers II*. Institut für Botanik, Universität Innsbruck, Studia Student. Ges.m.b.H., Innsbruck, 196 pp.
- WHITTON B. A., ROTT E., FRIEDRICH G., 1991. *Use of Algae for Monitoring Rivers*. Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, Germany, Universität Innsbruck, 183 pp.
- ZELINKA M., MARVAN P., 1961. Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der reinheit fließender Gewässer. *Archiv für Hydrobiologie*, **57**: 389-407.
- ZORZA R., ORIOLO G., HONSELL G., BONFANTI P., SIGURA M. 2005. Analisi multidisciplinare e multiscalare di un corso d'acqua: l'ambito fluviale del Natisone (Provincia di Udine). *Società Italiana di Ecologia*, Atti, 1-6.