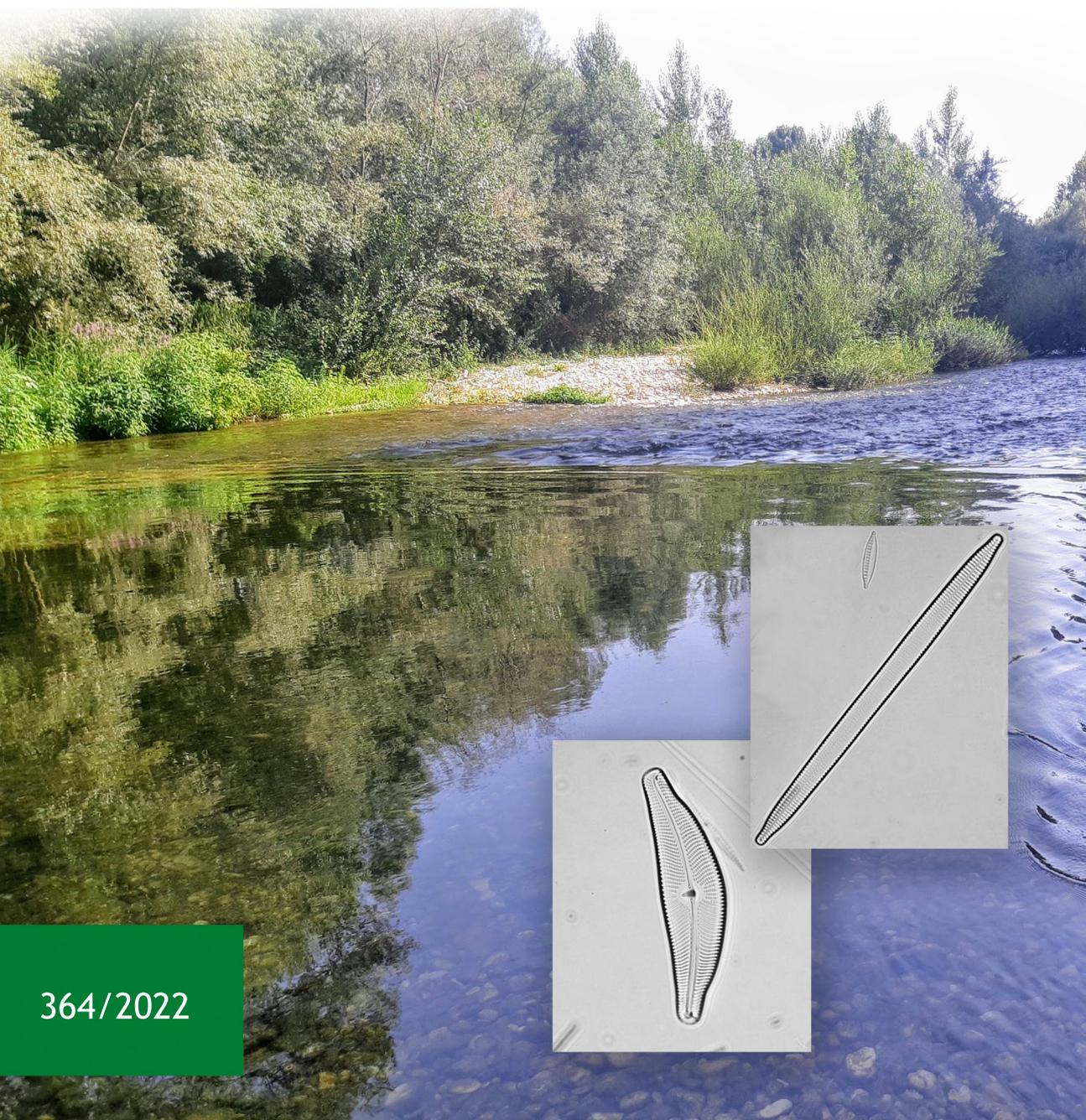


Interconfronto 2020-2021 sulla tassonomia delle diatomee bentoniche d'acqua dolce





ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Interconfronto 2020-2021 sulla tassonomia delle diatomee bentoniche d'acqua dolce

Informazioni legali

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), insieme alle 21 Agenzie Regionali (ARPA) e Provinciali (APPA) per la protezione dell'ambiente, a partire dal 14 gennaio 2017 fa parte del Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), istituito con la Legge 28 giugno 2016, n.132.

Le persone che agiscono per conto dell'Istituto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo rapporto.

ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma
www.isprambiente.gov.it

ISPRA, Rapporti 364/2022
ISBN 978-88-448-1108-2

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Elaborazione grafica

Grafica di copertina: Antonella Monterisi – ISPRA – Area Comunicazione Ufficio Grafica
Foto di copertina: Cristina Martone – ISPRA – Area Metrologia

Coordinamento pubblicazione online:

Daria Mazzella
ISPRA – Area Comunicazione

Aprile 2022

Autori

Elisa Falasco (Università di Torino – ALPSTREAM), Francesca Bona (Università di Torino – ALPSTREAM), Marta Zoppi (Università di Torino – ALPSTREAM), Elena Arnaud (ARPA Lombardia), Raffaella Zorza (ARPA FVG), Cristina Martone (ISPRA), Sabrina Barbizzi (ISPRA).

Ringraziamenti

Si ringrazia la Fondazione CRT che con il progetto D- Network (Bando 2018) ha contribuito alle spese sostenute dall'Università di Torino per il presente esercizio di intercalibrazione.

INDICE

INTRODUZIONE	5
1. ACRONIMI E ABBREVIAZIONI	6
2. MATERIALI DI PROVA E PROPRIETÀ DI INTERESSE	6
2.1 Valori assegnati.....	7
3. ESECUZIONE DELL'ESERCIZIO DI INTERCALIBRAZIONE	7
4. ELABORAZIONE STATISTICA E CRITERI DI VALUTAZIONE DELL'ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI	7
4.1 Calcolo ICMi	7
4.2 Calcolo dello z-score	7
4.3 Analisi multivariata di ordinamento	8
5. RISULTATI	8
5.1 Trattazione tassonomica.....	8
DIATOMEAE ARAFIDEAE.....	10
DIATOMEAE MONORAFIDEAE.....	19
5.2 Analisi multivariata	39
5.3 Analisi indici diatomici (z-score).....	40
6. CONCLUSIONI	42
7. BIBLIOGRAFIA	44
ALLEGATO A	46
ALLEGATO B	47
ALLEGATO C	54

INTRODUZIONE

In Italia l'applicazione della normativa di riferimento per i controlli sulla qualità delle acque superficiali interne (Direttiva 2000/60, DLgs 152/2006, D.M. 260/2010) richiede tra l'altro il monitoraggio degli elementi di qualità biologica (EQB) che, per la classificazione dei corpi idrici fluviali, sono: macroinvertebrati bentonici, fauna ittica, diatomee, macrofite. Nello specifico, per la valutazione della qualità dei corpi idrici tramite diatomee, viene utilizzato l'Indice Multimetrico di Intercalibrazione (ICMi).

Le Diatomee (Divisione Bacillariophyta, Classe Bacillariophyceae) sono alghe microscopiche e costituiscono una grande frazione del fitoplancton e fitobenthos delle acque interne superficiali. Questi organismi sono particolarmente idonei al monitoraggio delle acque correnti, essendo presenti in questi ambienti con una elevata diversità e grazie alla loro spiccata capacità reattiva al variare delle condizioni ambientali.

L'uso delle diatomee per il monitoraggio dei corpi idrici richiede solitamente l'identificazione a livello di specie o a una risoluzione più alta, inoltre, le diatomee sono un gruppo tassonomico molto ricco di specie. Tali caratteristiche possono rappresentare delle criticità ai fini di una valutazione di qualità ecologica dei corpi idrici in quanto sono alla base di errori di identificazione da parte degli operatori e quindi fonte di variabilità associata ai risultati del monitoraggio tramite questo EQB (Kelly & Lewis 1996, Prygiel et al. 2002, Besse-Lototskaya et al. 2006, Kahlert et al. 2009). Quindi, per utilizzare valutazioni basate sulle diatomee nella pratica, è essenziale conoscere e ridurre al minimo la variabilità dipendente dall'operatore che effettua il monitoraggio e l'analisi del campione di diatomee (Kelly & Lewis 1996).

La valutazione biologica tramite l'EQB diatomee è basata sull'identificazione tassonomica e il conteggio delle specie presenti nel campione prelevato, ed è quindi evidente come l'abilità degli operatori in queste fasi possa influenzare l'attendibilità e la precisione della classificazione dello stato di qualità ecologica dei corpi idrici. Minimizzare i problemi di identificazione e di conteggio riduce anche l'errore associato agli indici, dando un quadro più affidabile della valutazione di qualità del contesto studiato (Prygiel et al. 2002).

Da anni ISPRA, con il SNPA, CISBA, Università ed altri Istituti di Ricerca, collabora per garantire percorsi di qualità nei diversi campi di attività relativa al controllo e monitoraggio ambientale. La comparabilità nel tempo dei dati prodotti dai diversi laboratori viene generalmente garantita dall'utilizzo di metodi analitici ufficiali (EN 14996:2006), dall'uso di materiali di riferimento per il controllo interno al laboratorio della qualità dei dati analitici e dalla partecipazione a circuiti interlaboratorio (ISO/IEC 17043:2010) in cui vengono utilizzati materiali di riferimento preparati secondo criteri definiti a livello internazionale (ISO Guide 35:2006). In particolare, la partecipazione ai circuiti di interconfronto rappresenta un passaggio obbligato sia per le strutture che intraprendono l'iter dell'accreditamento sia per implementare la robustezza del metodo.

Il presente Rapporto espone i risultati del confronto interlaboratorio organizzato da Università di Torino, ISPRA ARPA Lombardia e ARPA Friuli Venezia Giulia. Tale confronto è stato finalizzato a valutare le prestazioni dei laboratori partecipanti sull'identificazione tassonomica delle diatomee bentoniche delle acque superficiali, tramite una attenta valutazione delle fasi più critiche della metodica di analisi delle diatomee: l'identificazione a livello di specie e il conteggio delle diatomee presenti sul vetrino. Ciò ha consentito di verificare le criticità associate allo svolgimento di tali fasi della metodica, di valutare la capacità di ciascun operatore di applicare il metodo biologico basato su questo organismo e di garantire un percorso di assicurazione della qualità dei dati prodotti da diversi laboratori che risponda anche alle richieste di comparabilità dettate dalla Direttiva 2000/60/CE.

Agli operatori partecipanti al confronto inter-laboratorio è stata richiesta l'identificazione tassonomica e il conteggio delle specie utilizzate per l'applicazione del Metodo ICMi (*Intercalibration Common Metric Index*) utilizzando vetrini di riferimento appositamente preparati e relativi ad un campione di corpo idrico superficiale appartenente al Macrotipo M1.

Al confronto hanno partecipato 36 laboratori. I dati sperimentali, costituiti dalle liste tassonomiche, unitamente ad alcune informazioni relative alle procedure di misura utilizzate (microscopi, iconografie) sono stati restituiti dai laboratori partecipanti all'organizzatore mediante la "Scheda dei Risultati".

I risultati preliminari del confronto sono stati presentati a settembre 2021 nel Workshop finale on-line "Circuito di interconfronto sulla tassonomia delle diatomee bentoniche di acqua dolce".

Nel presente rapporto viene riportata la trattazione tassonomica per le specie di dubbia identificazione emersa dal confronto con l'esperto Bart Van de Vijver del Meise Botanic Garden (Belgio). Vengono inoltre illustrate le analisi dei risultati ottenuti dagli operatori nella compilazione degli inventari tassonomici e nel calcolo dell'indice ICMi. In particolare, è stato calcolato lo z-score sui risultati del calcolo dell'ICMi ottenuto tramite software OMNIDIA. Inoltre, l'analisi multivariata di ordinamento elaborata tramite l'indice di Bray Curtis ha permesso un confronto tra le liste tassonomiche dei singoli partecipanti e la lista elaborata dal riferimento.

I risultati hanno evidenziato che la maggioranza degli operatori non ha problemi nel riconoscimento tassonomico, mostrando infatti valori di z-score accettabili nell'83% dei casi per il campione di Macrotipo M1 analizzato.

Questo risultato evidenzia l'importanza di proseguire nelle attività di confronto tra operatori per assicurare la comparabilità dei dati a livello nazionale e quindi l'affidabilità della classificazione su tutto il territorio nazionale.

In **Allegato A** è riportata la lista di riferimento prodotta dall'esperto, Prof. Van de Vijver.

In **Allegato B** sono riportati il Protocollo del confronto interlaboratorio e la Scheda Risultati.

In **Allegato C** è riportata la lista delle specie rinvenute dai partecipanti.

1. ACRONIMIE ABBREVIAZIONI

ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

CISBA Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale

ARPA/APPA Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale – Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente

CI Confronto Inter-laboratorio

2. MATERIALI DI PROVA E PROPRIETÀ DI INTERESSE

Il materiale di prova, denominato BOPA02, è stato preparato presso il Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi dell'Università di Torino ed è costituito da frustuli di diatomee fissati su vetrini permanenti, montati con una resina ad alto indice di rifrazione. Per questo confronto interlaboratorio sono stati prodotti 36 vetrini identificati da un codice numerico progressivo. Il campione biologico costituente il materiale di prova è stato prelevato da ARPA Liguria sul fiume Bormida di Pallare; l'idroecoregione di appartenenza è la HER09 ed il suo ecotipo è HER9-N-Pss-Bpi. La stazione di monitoraggio è classificata come macrotipo fluviale M1 (mediterraneo) ed è caratterizzata da substrato prevalentemente ciottoloso-ghiaioso ed alveo rimodellato. La stazione si trova in località S. Giuseppe di Cairo (SV) ed è ubicata a 337 m s.l.m a circa 20 km dalla sorgente. Il campione è stato prelevato nel fiume Bormida di Pallare in data 09/10/2018.

2.1 Valori assegnati

Produzione degli inventari

Il protocollo ha previsto l'identificazione di 400 valve per ciascun vetrino analizzato dai partecipanti e dall'esperto di riferimento (Prof. Van de Vijver). Gli inventari così prodotti sono stati elaborati per il calcolo dell'indice ICMi.

ICMi

L'indice ICMi, messo a punto durante il processo di intercalibrazione europea, deriva dall'Indice di Sensibilità agli Inquinanti IPS (CEMAGREF, 1982) e l'Indice Trofico TI (Rott. et al., 1999). Tale indice prevede quindi, così come gli indici di cui è composto, l'identificazione a livello di specie e l'attribuzione a ciascuna di queste di un valore di sensibilità (affinità/tolleranza) all'inquinamento e un valore di affidabilità come indicatore. L'ICMi è dato dalla media aritmetica dei Rapporti di Qualità Ecologica (Ecological Quality Ratio, EQR) dei due indici IPS e TI.

PCoA

L'analisi multivariata di ordinamento (PCoA) è stata eseguita sulla base degli inventari ottenuti dai diversi partecipanti e dall'esperto.

3. ESECUZIONE DELL'ESERCIZIO DI INTERCALIBRAZIONE

Le procedure di campionamento e preparazione dei campioni hanno seguito le indicazioni riportate nella metodica ufficiale (MLG 111/2014); in laboratorio i campioni sono stati ossidati con perossido di idrogeno a caldo (Metodo 1). Le analisi di laboratorio sono state eseguite nel rispetto delle procedure per il controllo di qualità ed i vetrini allestiti per l'osservazione al microscopio ottico, opportunamente siglati ed archiviati, sono da considerarsi materiali di riferimento. L'esperto di riferimento ha quindi effettuato le operazioni di identificazione fino a livello di specie e il conteggio degli individui. La provenienza del campione è rimasta incognita ai partecipanti per garantire l'imparzialità dell'operatore nell'effettuazione della lettura del vetrino. Il protocollo e i vetrini sono stati inviati ai partecipanti al CI che, dopo aver effettuato la lettura ed il conteggio delle specie di diatomee presenti (per un conteggio pari a 400 valve) hanno rimandato ad UNITO la scheda risultati contenente la lista floristica.

4. ELABORAZIONE STATISTICA E CRITERI DI VALUTAZIONE DELL'ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

4.1 Calcolo ICMi

Sono stati calcolati i valori di ICMi (Intercalibration Common Metric index) con il software OMNIDIA versione 6.1.2 - database aggiornato al 17/03/2021 sui dati di conteggio tassonomico ottenuti dai partecipanti e dall'esperto. Il valore di ICMi dell'operatore esperto costituisce il valore di riferimento rispetto al quale viene calcolato il valore di prestazione z-score.

4.2 Calcolo dello z-score

La valutazione dello z-score è stata effettuata sui risultati del calcolo dell'ICMi ottenuti tramite software OMNIDIA in base all'Equazione 1 (ISO 13528:2015).

L'accettabilità dello z-score associato al risultato di ciascun operatore partecipante alla prova valutativa, espresso in valore assoluto e calcolato in accordo alla Equazione 1, è eseguita secondo la scala riportata di seguito:

Tabella 4.1 – limiti di accettabilità dello Z-score

	$ z \leq 2$	Accettabile
$2 <$	$ z < 3$	Discutibile
	$ z \geq 3$	Non Accettabile

$$z = \frac{X_{Lab} - X_{Rif}}{\sigma} \quad \text{Equazione 1}$$

dove:

X_{Lab} = valore corrispondente al vetrino letto dall'operatore partecipante

X_{Rif} = valore di riferimento determinato dall'esperto

σ = scarto tipo target del circuito

Il valore di riferimento determinato dall'esperto è da intendersi come media dei 36 valori ICMi calcolati per i rispettivi vetrini.

Lo scarto tipo target del circuito, pari al 5% del valore di riferimento, è fissato dall'Organizzatore della prova sulla base di esperienze pregresse.

4.3 Analisi multivariata di ordinamento

Al fine di fornire un esempio di ulteriori elaborazioni applicabili nel campo delle indagini biologiche in oggetto, che possano essere utili a integrare la valutazione della prestazione tramite z-score, riportiamo nel presente Rapporto l'elaborazione delle liste tassonomiche tramite analisi multivariata di ordinamento PCoA (Principal Coordinates Analysis). Tramite tale analisi è possibile ottenere una rappresentazione grafica di n oggetti in uno spazio a k dimensioni, partendo da informazioni relative alla "similarità" (o dissimilarità) tra ciascuna coppia di oggetti. Per questa intercalibrazione è stata costruita una matrice specie X abbondanza relativa (in percentuale) ed è stato utilizzato Bray-Curtis come indice di similarità (Bray & Curtis, 1957). La matrice in questione è stata costruita partendo dai singoli inventari ottenuti dai laboratori partecipanti; per rendere maggiormente realistica l'analisi, le specie che presentavano sinonimie nei diversi inventari, sono state accorpate sotto un unico nome, utilizzando la nomenclatura più recente.

5. RISULTATI

5.1 Trattazione tassonomica

Di seguito, viene riportata la trattazione tassonomica per le specie di dubbia identificazione emersa dal confronto con l'esperto, Prof. Bart Van de Vijver. Per le immagini delle specie è stato utilizzato un microscopio ottico (LM) Leica DM2500 LED con obiettivo 100X in contrasto interferenziale ubicato presso il DBIOS di Torino. Al fine di ottenere informazioni aggiuntive su alcune specie problematiche, il campione è stato ulteriormente analizzato dal Dott. Carlos Wetzel e dal Dott. Luc Ector al microscopio elettronico (SEM). Tale strumento è ubicato presso il Public Research Centre –Gabriel Lippmann, Department of Environment and Agrobiotechnologies (EVA) of Luxembourg.

Nell'Allegato A si riporta l'inventario prodotto dall'esperto a seguito dell'analisi del vetrino.

In totale, sono stati identificati dall'esperto 44 taxa appartenenti a 18 generi, mentre i partecipanti hanno identificato un totale di 219 taxa (si veda Allegato C).

DIATOMEE CENTRICHE

Partendo dalle diatomee **centriche**, le specie rinvenute nel vetrino sono state identificate dall'esperto come *Cyclotella meneghiniana* e *Melosira varians* (Tabella 5.1). I partecipanti hanno identificato 6 specie di diatomee centriche, 4 in più rispetto al riferimento; tuttavia, le abbondanze relative percentuali registrate dalla maggior parte dei partecipanti sono piuttosto basse (valore massimo per *Melosira varians* = 3.25%).

Tabella 5.1 – Diatomee centriche identificate dall'esperto (a sinistra) e dai partecipanti (a destra).

IDENTIFICATE DAL RIFERIMENTO	IDENTIFICATE DAI PARTECIPANTI
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing
<i>Melosira varians</i> Agardh	<i>Melosira varians</i> Agardh
	<i>Cyclotella distinguenda</i> Hustedt
	<i>Cyclotella meduanae</i> Germain
	<i>Cyclotella polymorpha</i> Meyer & Håkansson
	<i>Cyclotella pseudostelligera</i> Hustedt

Cyclotella meneghiniana

Questa specie, difficilmente confondibile con altri taxa colonizza prevalentemente corsi d'acqua salmastri, con conducibilità elevate; presenta nell'area centrale una (a volte più di una) fultoportula che appare al microscopio ottico come un punto. Probabilmente rappresenta un complesso di specie.

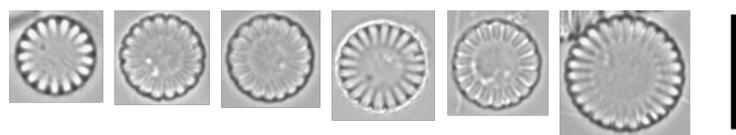


Figura 5.1 – *Cyclotella meneghiniana* (LM)

Melosira varians

Molto rara nel vetrino. Specie cilindrica. In vista valvare la superficie è apparentemente priva di strie: solo al microscopio elettronico si possono osservare delle delicate ornamentazioni.

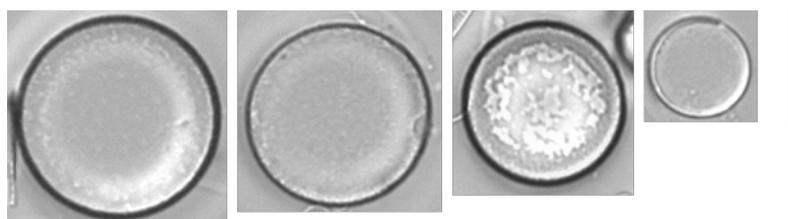


Figura 5.2 – *Melosira varians* (LM)

DIATOMEE ARAFIDEE

Passando alle **arafidee** si possono osservare principalmente specie appartenenti ai generi *Diatoma* e *Fragilaria*.

Per quanto riguarda il genere *Diatoma*, il riferimento ha rinvenuto nel vetrino esclusivamente *Diatoma vulgaris*, identificata correttamente dal 100% dei partecipanti con una abbondanza relativa media pari al 5.4%. Quattro partecipanti su 36 hanno inoltre identificato *Diatoma vulgaris* f. *lineare* (abbondanza relativa <1%).

Tabella 5. 2 - *Diatomee arafidee appartenenti al genere Diatoma identificate dall'esperto (a sinistra) e dai partecipanti (a destra).*

IDENTIFICATE DAL RIFERIMENTO	IDENTIFICATE DAI PARTECIPANTI
<i>Diatoma vulgaris</i> Bory	<i>Diatoma vulgaris</i> Bory
	<i>Diatoma vulgaris</i> f. <i>lineare</i> (Grunow in V. Heurck) Bukhtiyarova
	<i>Diatoma vulgaris</i> f. <i>anormale</i>
	<i>Diatoma ehrenbergii</i> Kützing

Diatoma vulgaris

Il concetto di *Diatoma vulgaris* è piuttosto ampio dal momento che questa specie presenta una plasticità morfotipica piuttosto elevata. Nel vetrino oggetto di studio, accanto agli individui morfologicamente più tipici (margini delle valve convessi) si possono osservare individui dal profilo più lineare. Alcuni partecipanti hanno identificato questi ultimi come *Diatoma vulgaris* f. *lineare* (Grunow) Bukhtiyarova. In attesa di effettuare studi più approfonditi su questo complesso di specie, l'esperto suggerisce di identificare tutte le forme presenti nel vetrino come *Diatoma vulgaris*. Si distingue da *Diatoma ehrenbergii* perché quest'ultima presenta poli fortemente capitati.

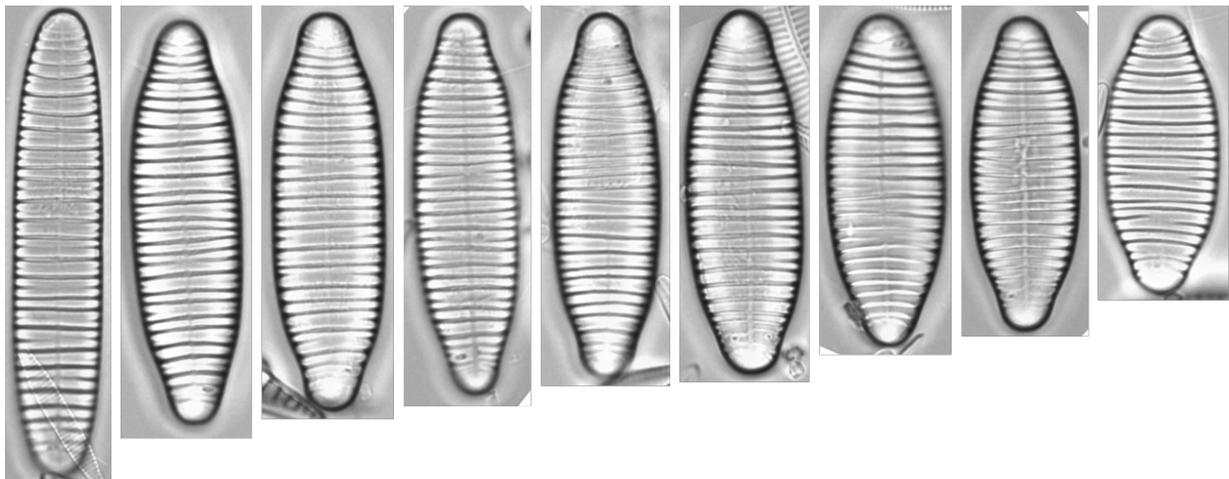


Figura 5. 3 – *Diatoma vulgaris* (LM)

Passando al genere *Fragilaria* osserviamo che il riferimento ha identificato 4 specie, mentre i partecipanti 18. Da notare che in alcuni casi, per la stessa specie sono stati utilizzati nomi differenti, alcuni dei quali attualmente in disuso (es. *Fragilaria gracilis* Østrup = *Fragilaria capucina* Desmazières var. *gracilis* (Østrup) Hustedt). L'elenco di specie appartenenti al genere *Fragilaria* fornito dai partecipanti include 22 taxa.

Nella Tabella 5.3 sottostante riportiamo l'elenco delle specie identificate dal riferimento e accanto quello dei partecipanti, formulando alcune ipotesi in merito agli errori di identificazione commessi.

Tabella 5.3 - Diatomee arafidee appartenenti al genere *Fragilaria* identificate dall'esperto (a sinistra) e dai partecipanti (a destra).

IDENTIFICATE DAL RIFERIMENTO	IDENTIFICATE DAI PARTECIPANTI
<i>Fragilaria gracilis</i> Østrup	<i>Fragilaria gracilis</i> Østrup
	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières var. <i>gracilis</i> (Østrup) Hustedt
	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières
	<i>Fragilaria tenera</i> (W. Smith) Lange-Bertalot
	<i>Fragilaria rumpens</i> (Kützing) G.W.F. Carlson
<i>Fragilaria neointermedia</i> Tuji et D.M. Williams	<i>Fragilaria neointermedia</i> Tuji et D.M. Williams
	<i>Fragilaria radians</i> (Kützing) Lange-Bertalot
	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières var. <i>vaucheriae</i> (Kützing) Lange-Bertalot
	<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) Petersen
<i>Fragilaria pararumpens</i> Lange-Bertalot et al.	<i>Fragilaria pectinalis</i> (O.F.Müller) Lyngbye
	<i>Fragilaria pararumpens</i> Lange-Bertalot et al.
<i>Fragilaria recapitellata</i> Lange-Bertalot & Metzeltin	<i>Fragilaria parva</i> Tuiji et Williams
	<i>Fragilaria recapitellata</i> Lange-Bertalot & Metzeltin
	<i>Fragilaria austriaca</i> (Grunow) Lange-Bertalot
	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières f. <i>sublanceolata-baikali</i> Flower & Williams fo.nov.
	<i>Fragilaria sublanceolata-baikali</i> (Flower & D.M. Williams) Novais et al.
	<i>Fragilaria perminuta</i> (Grunow) Lange-Bertalot
	<i>Fragilaria</i> sp.1
	<i>Fragilaria</i> sp.2
	<i>Fragilaria mesolepta</i> Rabenhorst
	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières var. <i>vaucheriae</i> (Kützing) Lange-Bertalot f. anormale

Fragilaria cf. *gracilis* Østrup 1910

Relativamente comune nel campione. Basandosi sulla letteratura attualmente a disposizione, la popolazione all'interno di questo vetrino appartiene al complesso di specie denominato *Fragilaria gracilis* che, proprio perché un complesso di specie, presenta un ampio range ecologico che va dall'oligo all'eutrofico. Studi relativamente recenti hanno però evidenziato come in realtà, la vera *F. gracilis*, presenti valve più sottili e allungate e sia una specie in grado di colonizzare ambienti mesotrofici, caratterizzati da conducibilità elevate (non necessariamente dovuta ad inquinamento, ma anche dovuta a substrato calcareo). Questo si deduce dal fatto che le specie accompagnatrici all'interno della slide del *type material* sono *Diatoma problematica*, *Nitzschia dissipata*, *Gomphonema gregaria* etc. Gli individui di *Fragilaria gracilis* presenti nel vetrino analizzato sono più corti e meno slanciati, presentando dunque un rapporto lunghezza/larghezza inferiore rispetto alla popolazione all'interno del materiale tipo. Saranno dunque necessari approfondimenti mirati ad una migliore caratterizzazione morfologica e morfometrica di questa specie e delle popolazioni affini, a seguito della quale sarà possibile delineare in maniera più precisa le preferenze ecologiche dei taxa appartenenti a questo complesso di specie.

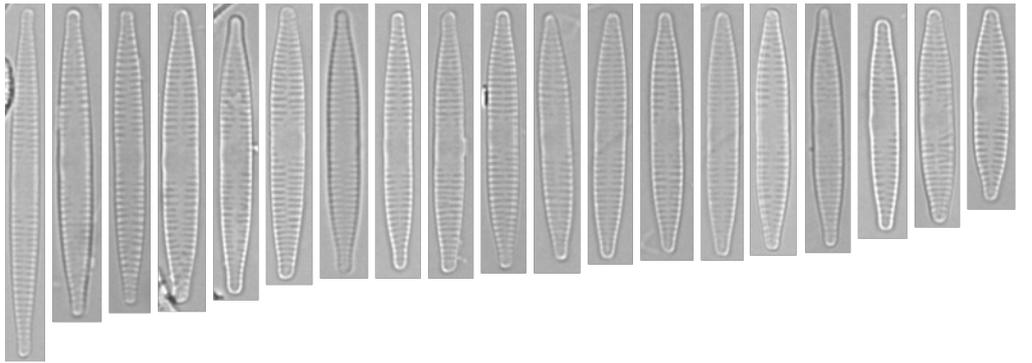


Figura 5.4 – *Fragilaria cf. gracilis* (LM)

Fragilaria neointermedia Tuji & Williams 2013

Specie in grado di formare lunghe colonie, visibili ovviamente in vista connettivale, ma anche valvare: in alcuni individui, infatti, non è possibile mettere a fuoco correttamente le strie, che appaiono quasi doppie; in questo caso significa che stiamo osservando due valve appartenenti a due individui diversi, facenti parte di una colonia. Queste colonie sono molto forti e sono tenute insieme da robuste spine disposte sul margine della superficie valvare e che connettono gli individui uno con l'altro. Quando la colonia si spezza, lo fa in corrispondenza della banda connettivale di un individuo, non in corrispondenza della superficie. La caratteristica di formare colonie distingue *F. neointermedia* da *Fragilaria vaucheriae*, che è molto simile per forma e densità di strie, ma non forma colonie.

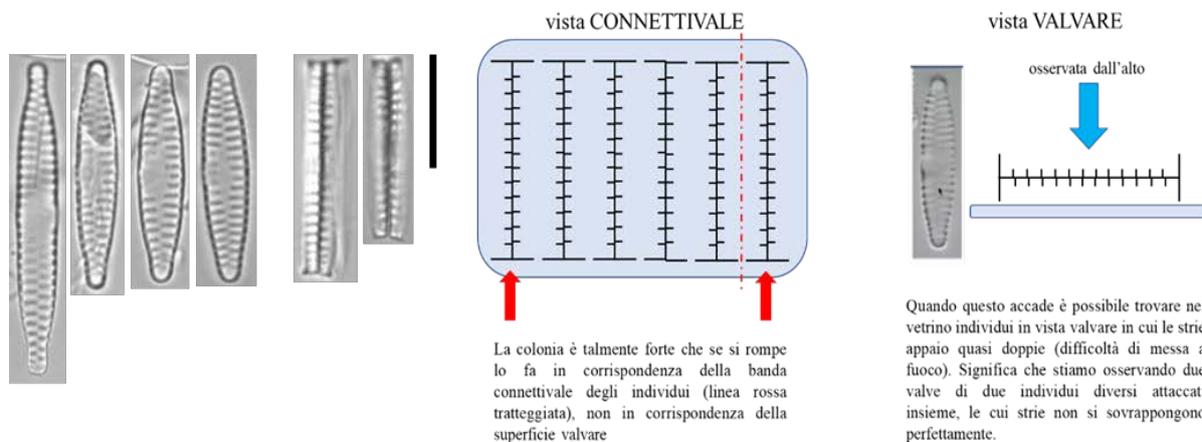


Figura 5.5 – Microfotografie della popolazione di *Fragilaria intermedia* rinvenuta nel vetrino. Schema riassuntivo di come possono essere osservati gli individui al microscopio ottico: a sinistra una colonia in vista connettivale, a destra un individuo in vista valvare

Fragilaria mesolepta Rabenhorst 1861

Anche *Fragilaria mesolepta* è in grado di formare colonie. Possiamo distinguere le colonie di *F. mesolepta* da quelle di *F. neointermedia* osservando l'area centrale, che in *F. mesolepta* appare schiacciata e inspessita in termini di silice. Anche in questo caso, è possibile osservare come in alcuni individui in vista valvare, non sia facile mettere a fuoco le strie: questo accade perché ci troviamo di fronte a due valve, appartenenti a due individui diversi, che fino al momento del trattamento facevano parte di una colonia. Da notare che nel libro "Freshwater benthic diatoms of Central Europe" le tavole di *F. mesolepta* includono individui appartenenti a specie differenti: PLATE 9, le figure 26 e 30 appartengono a *F. subconstricta*, notare i poli differenti, così come l'area centrale che in questo caso non presenta la costrizione tipica di *F. mesolepta*. Inoltre, alcuni individui rappresentati nella tavola sembrano appartenere a *Fragilaria aequalis*.

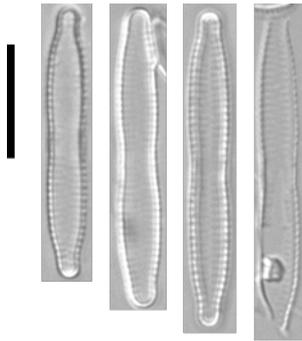


Figura 5.6 -*Fragilaria mesolepta* (LM)

Fragilaria pararumpens Lange- Bertalot et al. 2013

Specie piuttosto tollerante. Coloniale: in questo caso in vista connettivale le colonie hanno un aspetto caratteristico poiché non tutti gli individui sono attaccati uno all'altro con l'intera superficie valvare, ma in alcuni casi in corrispondenza dei poli si osserva uno spazio a forma di "V". Questo accade perché le spine marginali in corrispondenza dell'area centrale, sono robuste ed in grado di unire due individui saldamente; al contrario nella zona distale le spine sono forma di uncino e sono meno robuste: può accadere dunque che in corrispondenza dei poli due individui si stacchino uno dell'altro. *Fragilaria pararumpens* si distingue da *F. campyla* (= *F. parva*) perché quest'ultima non produce mai colonie dal momento che possiede spine molto piccole e non funzionali. Inoltre, *F. pararumpens* presenta 15-16 strie in 10 µm, mentre in *F. campyla* (= *F. parva*) si osservano 19-21 strie in 10 µm. Entrambe presentano strie fantasma in corrispondenza dell'area centrale.

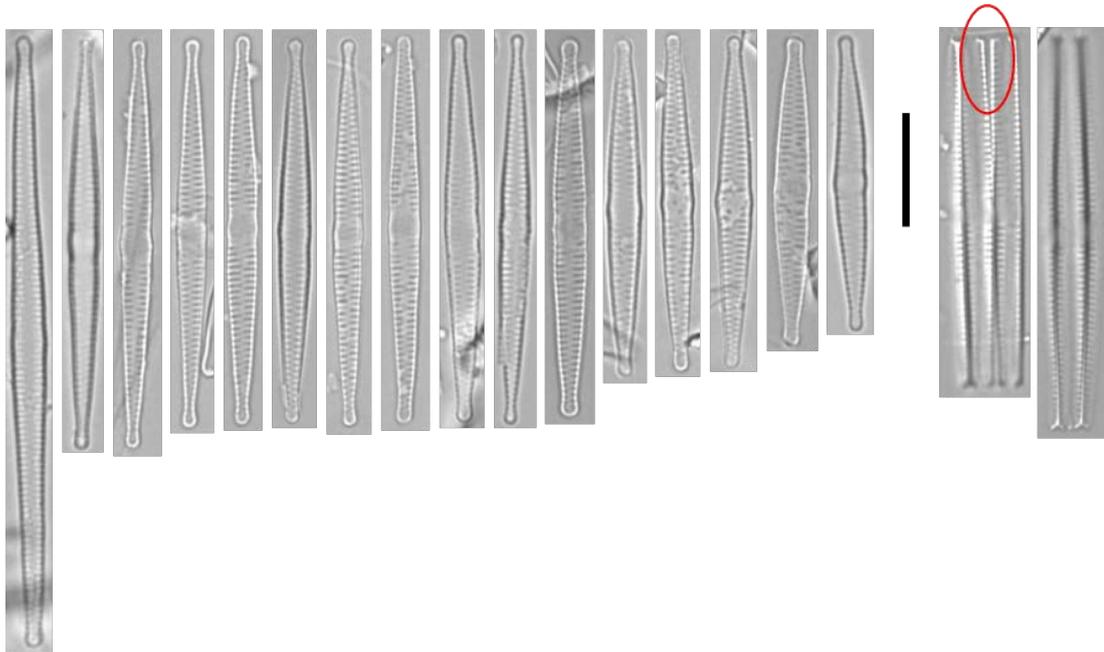


Figura 5.7 – *Fragilaria pararumpens* (LM), vista valvare e vista connettivale in cui si osservano alcuni individui in colonia: notare il caratteristico spazio a forma di "V" in corrispondenza dei poli (cerchio rosso)

Fragilaria recapitellata Lange- Bertalot & Metzeltin 2009

Questa specie, in corrispondenza dell'area centrale, presenta una caratteristica depressione asimmetrica sulla superficie valvare (simile al "sinus" del *Planothidium lanceolatum*) che corrisponde ad un rigonfiamento del margine della valva. Presenta piccole spine marginali, che non sono funzionali. *Fragilaria sublanceolata-baikalii* è più lunga ed è caratteristica del Lago Bajkal. Da notare che nel libro

“Freshwater benthic diatoms of Central Europe” le tavole di *F. recapitellata* (Plate 9: 41-46) rappresentano in realtà *Fragilaria deformis*.

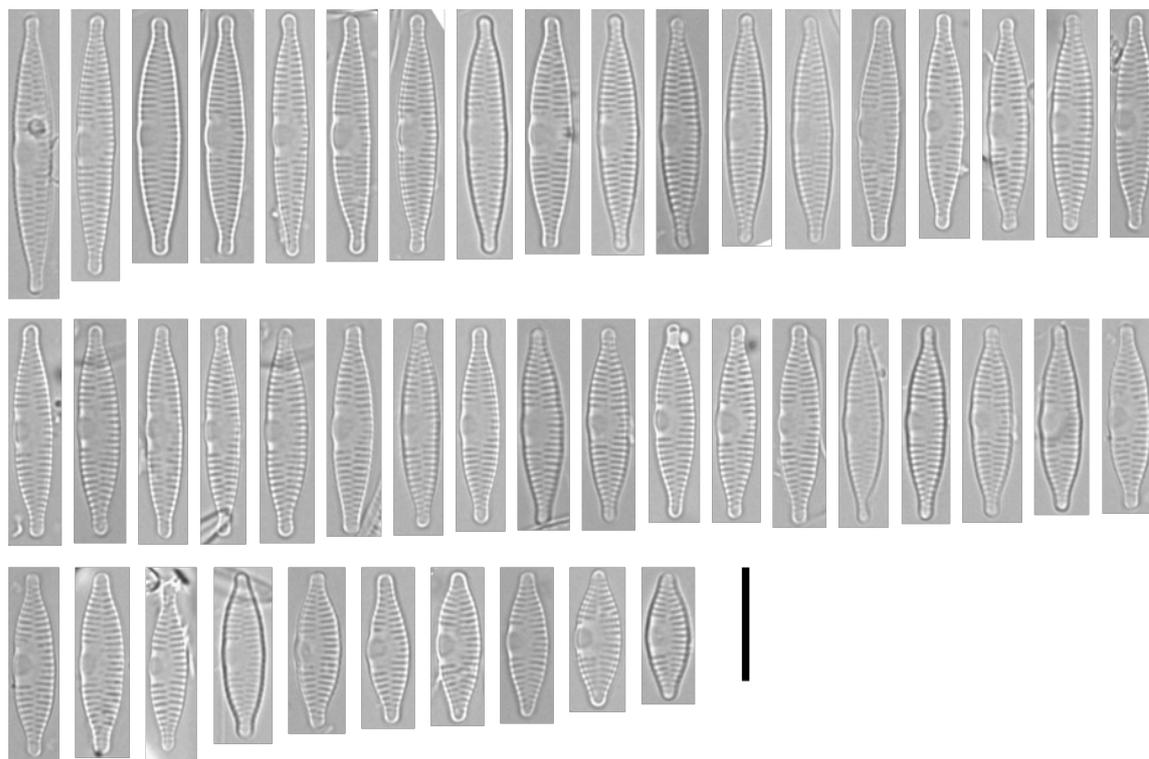


Figura 5.8 - *Fragilaria recapitellata* (LM)

In merito alle specie appartenenti al genere *Ulnaria*, il riferimento ha individuato nel vetrino due specie, correttamente identificate dai partecipanti con una densità relativa bassa (max = 1.25%).

Tabella 5.4 - Diatomee arafidee appartenenti al genere *Ulnaria* identificate dall'esperto (a sinistra) e dai partecipanti (a destra).

IDENTIFICATE DAL RIFERIMENTO	IDENTIFICATE DAI PARTECIPANTI
<i>Ulnaria</i> cf. <i>acus</i> (Kützing) Aboal	<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère

Ulnaria ulna (Nitzsch) Compère 2001

Complesso di specie molto difficile, per cui manca il materiale tipo. *Ulnaria ulna* è una specie allungata, con una caratteristica area centrale quadrata che presenta strie fantasma. In corrispondenza di entrambe i poli è presente una rimoportula, ben visibile al microscopio ottico (in totale, dunque, ciascun individuo presenta 2 rimoportule).

Ulnaria cf. acus (Kützing) Aboal & al. 2003

Nel vetrino oggetto di studio, è stata rinvenuta una specie simile ad *Ulnaria acus*, denominata dal riferimento come *Ulnaria cf. acus*. Questa specie si distingue da *U. ulna* perché i margini delle valve si restringono a partire dal centro verso i poli.

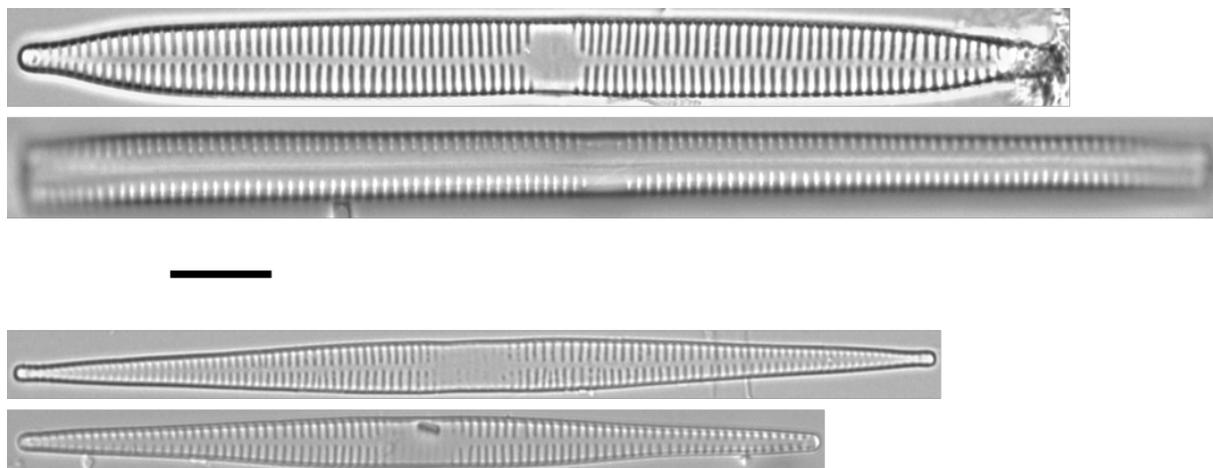


Figura 5.9 – In alto: *Ulnaria ulna* in vista valvare (sopra) e in vista connettivale (sotto); in basso: *Ulnaria cf. acus*

L'identificazione delle specie appartenenti al genere *Staurosira* è risultata particolarmente ostica, a causa delle dimensioni ridotte degli individui e dal momento che alcuni dettagli ultrastrutturali (osservabili solo al microscopio elettronico) risultano un carattere sistematico di fondamentale importanza per la corretta identificazione delle specie. La maggior parte dei partecipanti ha identificato *Staurosira sviridae* come *Staurosira binodis* (utilizzando un'ampia varietà di nomi e sinonimi); solo un partecipante ha correttamente identificato questa specie. Al contrario, 14 partecipanti su 36 hanno correttamente identificato *Staurosira venter*, chiamandola però in 5 modi diversi.

Tabella 5.5 - Diatomee arafidee appartenenti al genere *Staurosira* identificate dall'esperto (a sinistra) e dai partecipanti (a destra).

IDENTIFICATE DAL RIFERIMENTO	IDENTIFICATE DAI PARTECIPANTI
<i>Staurosira sviridae</i> Kulikovskiy, Genkal & Mikheyeva	<i>Staurosira sviridae</i> Kulikovskiy, Genkal & Mikheyeva
	<i>Staurosira binodis</i> (Ehrenberg) Kulikovskiy & Genkal
	<i>Staurosira binodis</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot
	<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow f. <i>binodis</i> (Ehr.) Hustedt
<i>Staurosira venter</i> (Ehrenberg) Cleve et Moeller	<i>Staurosira venter</i> (Ehrenberg) H. Kobayasi
	<i>Staurosira venter</i> (Ehrenberg) Cleve et Moeller
	<i>Staurosira venter</i> (Ehrenberg) Grunow
	<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow f. <i>construens</i> var. <i>construens</i>
	<i>Staurosira ambigua</i> Morales, Edlund & Spaulding

Staurosira sviridae Kulikovskiy et al.

Si distingue da *Staurosira incerta* perché quest'ultima è più rombica. Si distingue da *Staurosira binodis* perché quest'ultima presenta sempre una costrizione nella zona centrale, sia negli individui più lunghi, sia in quelli più stretti; nella popolazione in oggetto di studio, la maggior parte degli individui presentano invece margini convessi.

Staurosira cf. venter (Ehrenberg) Grunow in Pantocsek 1889

Specie di piccole dimensioni, in grado di formare lunghe colonie grazie alle robuste spine presenti sul margine della superficie valvare. Le strie sono fini (carattere che la distingue da *Staurosirella neopinnata*), composte da piccole areole.

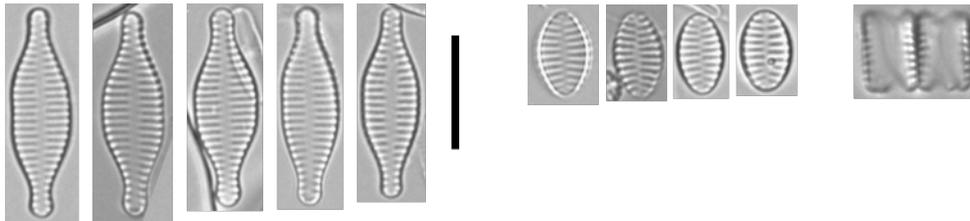


Figura 5.10 – A sinistra: *Staurosira sviridae*; a destra: *Staurosira cf. venter* in vista valvare e connettivale (colonia di due individui)

Anche nel caso del genere *Pseudostaurosira*, si osserva eterogeneità in merito ai nomi utilizzati per indicare una stessa specie. Il riferimento ha individuato due sole specie appartenenti a questo genere: *Pseudostaurosira brevistriata* e *Pseudostaurosira alvareziae*.

Tabella 5.6 - Diatomee arafidee appartenenti al genere *Pseudostaurosira* identificate dall'esperto (a sinistra) e dai partecipanti (a destra).

IDENTIFICATE DAL RIFERIMENTO	IDENTIFICATE DAI PARTECIPANTI
<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grun.in Van Heurck) Williams et Round	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grun.in Van Heurck) Williams et Round
	<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow
	<i>Staurosira brevistriata</i> (Grunow) Grunow
<i>Pseudostaurosira alvareziae</i> Cejudo-Figuera Morales & Ector	<i>Pseudostaurosira alvareziae</i> Cejudo-Figuera Morales & Ector
	<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow var. <i>subsalina</i> Hustedt
	<i>Pseudostaurosira parasitica</i> (W.Smith) Morales
	<i>Pseudostaurosira parasitica</i> var. <i>subconstricta</i> (Grunow) Morales
	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> f. anormale
	<i>Fragilaria parasitica</i> var. <i>subconstricta</i> Grunow

Pseudostaurosira brevistriata (Grunow) D.M: Williams & Round 1987

Specie di forma allungata, con strie fortemente corte. In vista connettivale è impossibile mettere a fuoco allo stesso tempo la zona centrale e i poli, questo è dovuto al fatto che i margini sono fortemente convessi e si stringono nella zona distale.

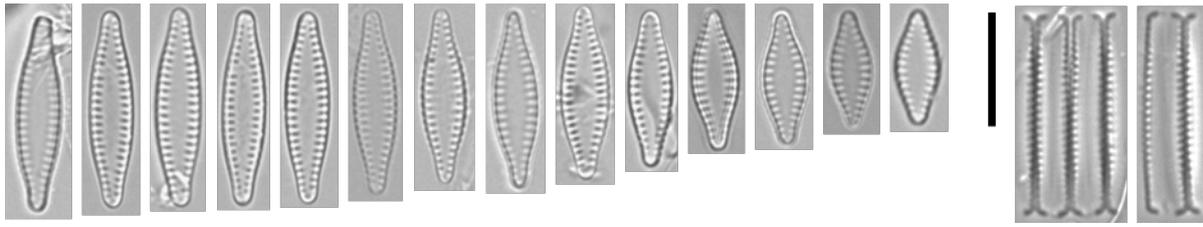


Figura 5.11 – *Pseudostaurosira brevistriata* (LM)

Pseudostaurosira alvareziae Cejudo-Figueiras et al. 2011

Si distingue da *Pseudostaurosira subsalina* (= *Fragilaria construens* var. *subsalina*) perchè quest'ultima è leggermente più lunga ed ha un'ornamentazione differente, inoltre *P. subsalina* presenta poli leggermente più protratti ed appuntiti, rispetto a *P. alvareziae* che ha i poli sempre arrotondati. *P. alvareziae* può formare lunghe colonie in cui gli individui sono fortemente adesi uno all'altro.

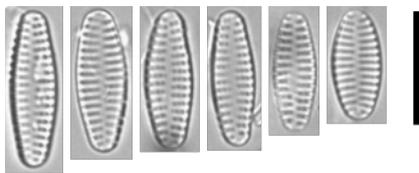
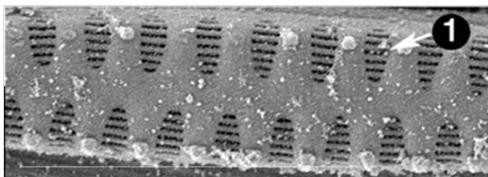
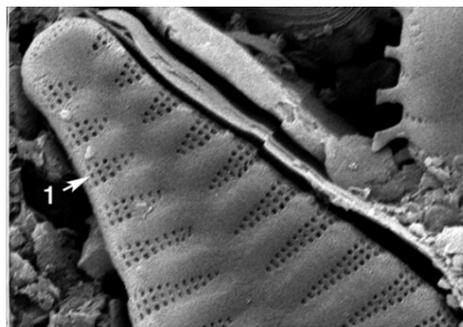


Figura 5.12 – *Pseudostaurosira alvareziae* (LM)

Come già osservato nel caso del genere *Staurosira*, anche l'identificazione delle specie appartenenti al genere *Punctastriata* è risultata ostica, a causa delle dimensioni ridotte degli individui e dal momento che i dettagli ultrastrutturali osservabili solo al microscopio elettronico, risultano un carattere sistematico di fondamentale importanza per la corretta identificazione delle specie. L'unica specie identificata dal riferimento è *Punctastriata catenata*, identificata dalla maggior parte degli operatori come *Staurosirella neopinnata*.



Credit: Eduardo Morales



Credit: Sarah Spaulding

STAUROSIRELLA:
strie composte da areole allungate

PUNCTASTRIATA: strie composte da areole, a formare una rete

Figura 5.13 – Differenze ultrastrutturali tra il genere *Staurosirella* (a sinistra) e il genere *Punctastriata* (a destra). Immagini al SEM - www.diatoms.org -

Tabella 5.7 - Diatomee arafidee appartenenti al genere *Punctastriata* identificate dall'esperto (a sinistra) e dai partecipanti (a destra).

IDENTIFICATE DAL RIFERIMENTO	IDENTIFICATE DAI PARTECIPANTI
<i>Punctastriata catenata</i> C.E. Wetzel & Ector sp.nov.	<i>Punctastriata catenata</i> C.E. Wetzel & Ector sp.nov.
	<i>Staurosirella neopinnata</i> E.A. Morales, C.E. Wetzel, E. Y. Haworth & L. Ector
	<i>Punctastriata ovalis</i> Williams & Round
	<i>Punctastriata lancettula</i> (Schumann) Hamilton & Siver
	<i>Punctastriata mimetica</i> Morales

Punctastriata catenata Wetzel & Ector 2020

Facilmente confondibile con *Staurosirella neopinnata*, da cui si distingue per l'ultrastruttura delle ornamentazioni: *P. catenata* presenta strie composte da numerose areole, mentre in *S. neopinnata* le strie sono formate da perforazioni allungate. Questa caratteristica è visibile esclusivamente al SEM. Al microscopio ottico *S. neopinnata* appare leggermente più arrotondata e le strie sono leggermente più corte. *P. catenata* ha i poli leggermente più appuntiti.

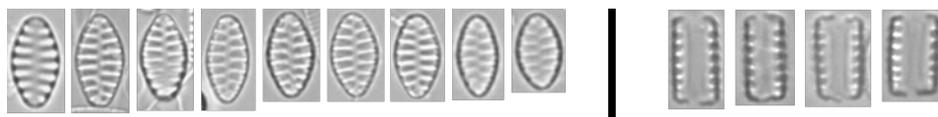


Figura 5.14 – *Punctastriata catenata* (LM)

DIATOMEI MONORAFIDEE

Nel caso delle diatomee monorafidee, il genere più rappresentato e complesso all'interno del vetrino è *Achnanthydium*. Il 50% dei partecipanti ha correttamente identificato *Achnanthydium eutrophilum*. Per quanto riguarda *Achnanthydium druartii* e *Achnanthydium latecephalum* sono state entrambe, correttamente, identificate nel campione dal 50% dei partecipanti, mentre il 25% ha riconosciuto come presente esclusivamente una delle due specie (o *A. druartii* o *A. latecephalum*); il restante 25% non ha registrato la presenza di queste due specie. Il gruppo più problematico è rappresentato da *Achnanthydium minutissimum* sensu lato, che all'interno del vetrino racchiude probabilmente numerose specie.

Tabella 5.8 - Diatomee monorafidee appartenenti al genere *Achnanthydium* identificate dall'esperto (a sinistra) e dai partecipanti (a destra).

IDENTIFICATE DAL RIFERIMENTO	IDENTIFICATE DAI PARTECIPANTI
<i>Achnanthydium eutrophilum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	<i>Achnanthydium eutrophilum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot
<i>Achnanthydium druartii</i> Rimet & Couté in Rimet & al.	<i>Achnanthydium druartii</i> Rimet & Couté
	<i>Achnanthydium rostroyrenaicum</i> Jüttner & Cox
	<i>Achnanthydium delmontii</i> Peres, Le Cohu et Barthes
	<i>Achnanthydium pyrenaicum</i> (Hustedt) Kobayasi
	<i>Achnanthydium subatomus</i> (Hustedt) Lange-Bertalot
<i>Achnanthydium latecephalum</i> Kobayasi	<i>Achnanthydium latecephalum</i> Kobayasi
	<i>Achnanthydium gracillimum</i> (Meister) Lange-Bertalot
<i>Achnanthydium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	<i>Achnanthydium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki
	<i>Achnanthydium affine</i> (Grunow) Czarnecki
	<i>Achnanthydium atomoides</i> Monnier et al.
	<i>Achnanthydium atomus</i> (Hustedt) Monnier et al.
	<i>Achnanthydium catenatum</i> (Bily & Marvan) Lange-Bertalot
	<i>Achnanthydium ertzii</i> Van de Vijver & Lange-Bertalot
	<i>Achnanthydium</i> sp.
	<i>Achnanthydium jackii</i> Rabenhorst
	<i>Achnanthydium lineare</i> W. Smith
	<i>Achnanthydium microcephalum</i> Kützing
	<i>Achnanthydium nanum</i> (F. Meister) Novais & Jüttner
	<i>Achnanthydium rivulare</i> Potapova & Ponader
	<i>Achnanthydium saprophyllum</i> (Kobayasi et Mayama) Round & Bukhtiyarova
	<i>Achnanthydium straubianum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot

Achnanthydium druartii Rimet & Couté 2010

Descritta recentemente, a partire dal 2010 ha ampliato il suo areale di distribuzione, facendo pensare che possa presentare un certo carattere invasivo. È una specie di grosse dimensioni; presenta ornamentazioni regolari e ben evidenti in prossimità dell'area centrale, che si intensificano in corrispondenza dei poli, risultando più dense (ma comunque ben visibili anche al microscopio ottico).

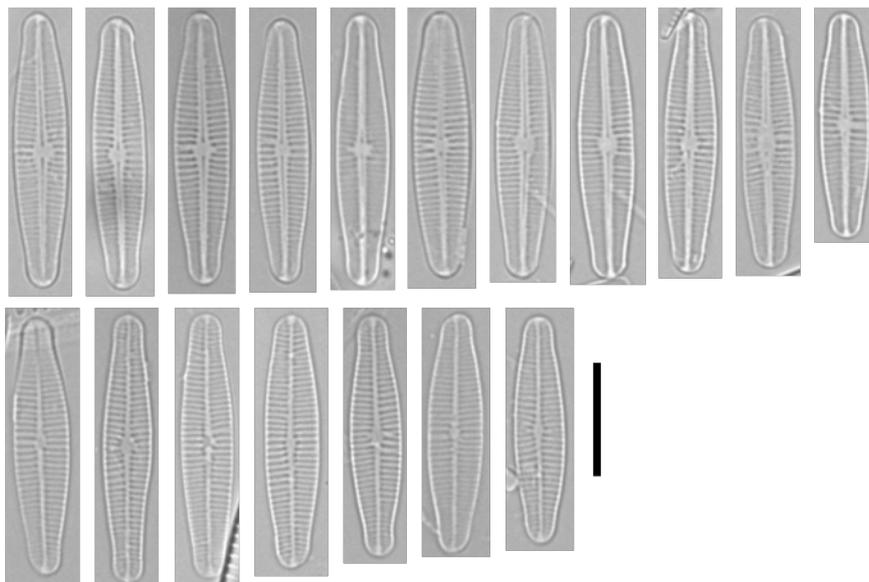


Figura 5.15 – *Achnanthydium druartii*: ipovalve (in alto) ed epivalve (in basso)

Achnanthydium latecephalum Kobayasi

Piuttosto comune nel campione. Il profilo della valva appare variabile: negli individui più lunghi presenta grossi poli arrotondati e margini convessi in corrispondenza del centro. Poche specie nel gruppo *A. minutissimum* presentano questo caratteristico aspetto (*A. saprophilum*, *A. tepidaricola*), ma in *A. latecephalum* le strie sono molto ben visibili.

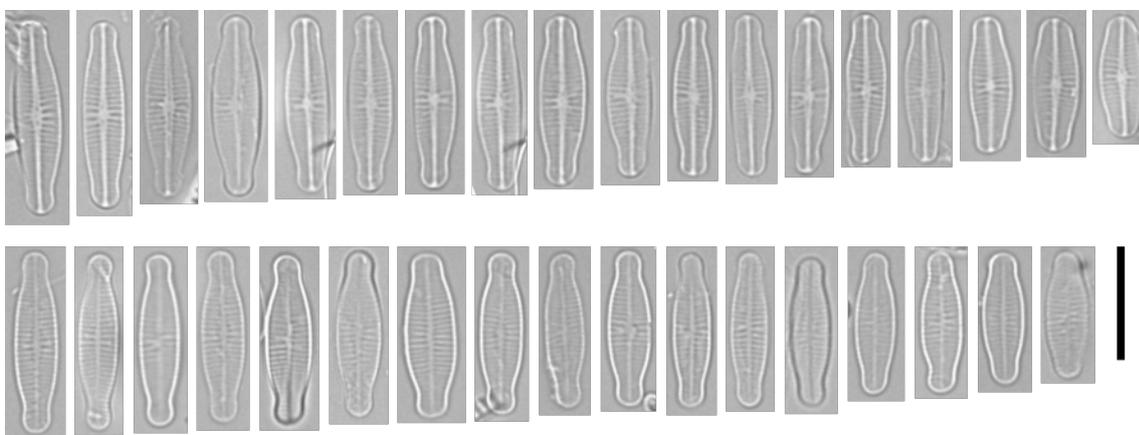


Figura 5.16 - *Achnanthydium latecephalum*: ipovalve (in alto) ed epivalve (in basso)

A. eutrophilum (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot

L'unica popolazione che si può distinguere in maniera netta è quella denominata *A. eutrophilum*. Questa specie presenta numerose affinità con *Achnanthydium caravalense*, ma confrontando individui della stessa lunghezza, *A. eutrophilum* è sempre più larga rispetto a *A. caravalense*. Inoltre, *A. eutrophilum* è quasi sempre rombica, mentre *A. caravalense* convessa-lanceolata (soprattutto nell'ipovalva).

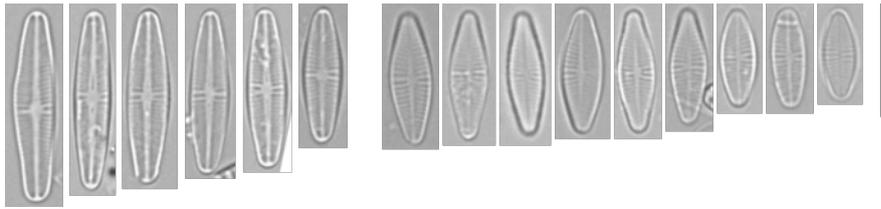


Figura 5.17 – *Achnanthydium eutrophilum* (LM)

Achnanthydium minutissimum sensu lato (Kützing) Czarnecki 1994

Questo taxon è dominante all'interno del campione. Nel vetrino oggetto di studio sono presenti differenti specie, per il momento raggruppate sotto il nome di *Achnanthydium minutissimum* sensu lato. Dal punto di vista ecologico, viene proposto di adottare il metodo svedese, che prevede di distinguere all'interno del gruppo *Achnanthydium minutissimum* sensu lato 3 categorie sulla base della larghezza delle valve: a) <2.2µm -principalmente presente in ambiente oligotrofico- b) larghezza compresa tra 2.2 e 2.7 µm - ambiente mesotrofico- c) larghezza > 2.7 µm -ambiente eutrofico-.

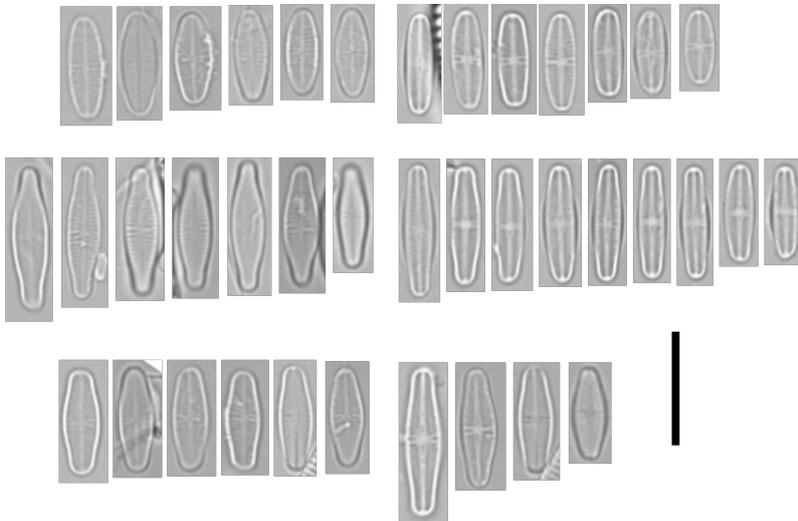


Figura 5.18 – *Diverse morfologie di Achnanthydium minutissimum s.l. presenti nel campione (LM)*

Per quanto riguarda il genere *Planothydium*, il riferimento ha individuato un'unica specie, *Planothydium frequentissimum*, riconosciuta da 14 partecipanti su 36. Una seconda specie, *Planothydium lanceolatum*, è stata riconosciuta da 5 operatori, ma non dal riferimento.

Tabella 5.9 - *Diatomee monorafidee appartenenti al genere Planothydium identificate dall'esperto (a sinistra) e dai partecipanti (a destra).*

IDENTIFICATE DAL RIFERIMENTO	IDENTIFICATE DAI PARTECIPANTI
<i>Planothydium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	<i>Planothydium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot
	<i>Planothydium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot

Planothydium frequentissimum (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot 1999

Specie caratterizzata da un "cavum": una depressione asimmetrica in corrispondenza dell'area centrale, che presenta una copertura di silice (al SEM appare come una grotta, da qui il nome "cavum"); al microscopio ottico appare come un ferro di cavallo doppio. *P. frequentissimum* si distingue da *P.*

lanceolatum poiché quest'ultima in corrispondenza dell'area centrale presenta un "sinus": una depressione priva di ornamentazioni.

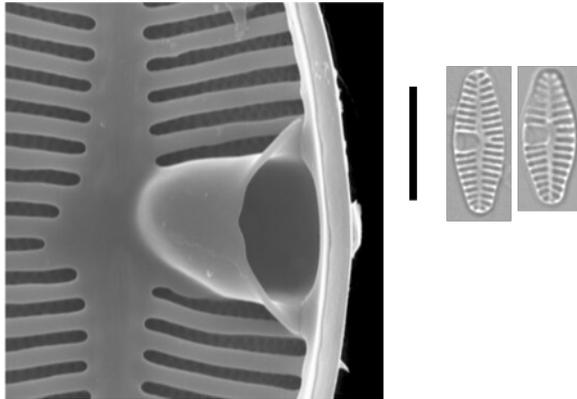


Figura 5. 19 – *Planothidium frequentissimum*: a sinistra dettaglio al SEM del "cavum" localizzato nell'area centrale (Credit: Eduardo Morales, Marina Potapova, Ditmar Metzeltin - <https://diatoms.org/genera/planothidium/guide> -); a destra microfotografie al microscopio ottico di due individui rinvenuti all'interno del campione

Le specie del genere *Cocconeis* sono state correttamente identificate dalla quasi totalità dei partecipanti.

Tabella 5. 10 - *Diatomee monorafidee appartenenti al genere Diatome identificate dall'esperto (a sinistra) e dai partecipanti (a destra).*

IDENTIFICATE DAL RIFERIMENTO	IDENTIFICATE DAI PARTECIPANTI
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg
<i>Cocconeis euglypta</i> Ehrenberg	<i>Cocconeis euglypta</i> Ehrenberg
	<i>Cocconeis lineata</i> Ehrenberg
	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg
	<i>Cocconeis pseudolineata</i> (Geitler) Lange-Bertalot

Cocconeis pediculus Ehrenbergii 1838

Specie epifitica, caratterizzata da una superficie valvare curva, non piatta.

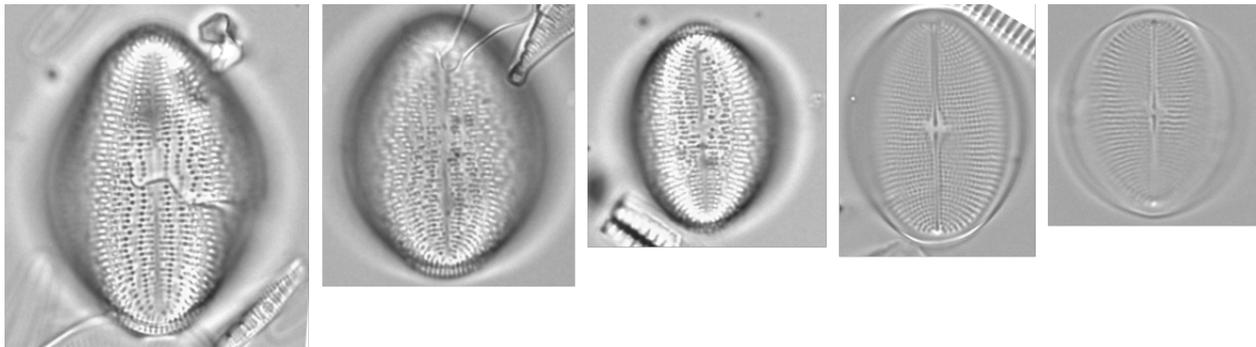


Figura 5.20 – *Cocconeis pediculus*: a sinistra epivalva; a destra ipoivalva

Cocconeis euglypta Ehrenbergii 1854

L'ipoivalva è impossibile da identificare. I caratteri sistematici per distinguere le diverse specie si trovano sull'epivalva: nel caso di *C. euglypta* si osservano poche file di punti in ciascuna emivalva (porzione che va dall'area longitudinale al margine della valva).

Il Prof. Van de Vijver fornisce alcuni dettagli che possono essere utili per l'identificazione delle più comuni *Cocconeis* appartenenti al complesso *placentula*:

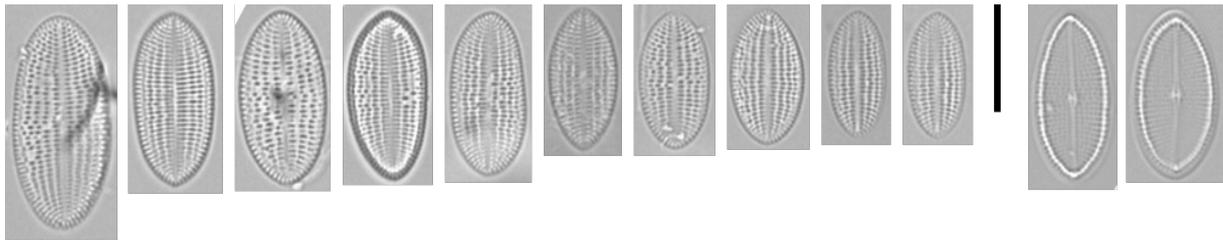


Figura 5.21 – *Cocconeis euglypta*: a sinistra epivalve; a destra ipoivalve

Cocconeis placentula (specie più rara)

Lunghezza 10.9-36.2 μm

Larghezza 7.2-25.7 μm

Strie 18-26 in 10 μm

File di strie longitudinali chiaramente separate

Cocconeis lineata (leggermente più sensibile di *C. euglypta*)

Lunghezza 18.6-22.7 μm

Larghezza 6.4-13.1 μm

Strie 20-28 in 10 μm

Più di 7 file di areole per ciascuna emivalva

Cocconeis euglypta

Lunghezza 15.9-29.5 μm

Larghezza 9.8-17.7 μm

Strie 17-22 in 10 μm

Massimo 6 file di areole per ciascuna emivalva

DIATOME E BIRAFIDEE

La trattazione tassonomica delle diatomee birafidee inizia con il genere *Navicula*. Il riferimento ha identificato nel vetrino 8 taxa appartenenti a questo genere; i partecipanti, hanno individuato 23 specie.

Tabella 5. 11 - Diatomee birafidee appartenenti al genere *Navicula* identificate dall'esperto (a sinistra) e dai partecipanti (a destra).

IDENTIFICATE DAL RIFERIMENTO	IDENTIFICATE DAI PARTECIPANTI
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain
<i>Navicula catalanogermanica</i> Lange-Bertalot & Hofmann	<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot
<i>Navicula caterva</i> Hohn & Hellerman	<i>Navicula caterva</i> Hohn & Hellerman
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	<i>Navicula gregaria</i> Donkin
<i>Navicula</i> sp.	<i>Navicula</i> sp.
<i>Navicula metareichardtiana</i> Lange-Bertalot & Kusber nom.nov.	<i>Navicula metareichardtiana</i> Lange-Bertalot & Kusber nom.nov.
<i>Navicula rostellata</i> Kützing	<i>Navicula rostellata</i> Kützing
	<i>Navicula amphiceropsis</i> Lange-Bertalot & Rumrich
	<i>Navicula perminuta</i> Grunow in Van Heurck
	<i>Navicula phylleptosoma</i> Lange-Bertalot
	<i>Navicula pseudotuscula</i> Hustedt
	<i>Navicula radiosa</i> Kützing
	<i>Navicula reichardtiana</i> f. anormale
	<i>Navicula subalpina</i> Reichardt
	<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory
	<i>Navicula vandamii</i> Schoeman et Archibald
	<i>Navicula veneta</i> Kützing
	<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot
	<i>Navicula cryptotenelloides</i> Lange-Bertalot
	<i>Navicula exilis</i> Kützing
	<i>Navicula germainii</i> Wallace
	<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg

Navicula capitatoradiata Germain 1981

Nell'area centrale le strie sono convergenti verso il centro. Piuttosto tollerante, in acque eutrofiche.

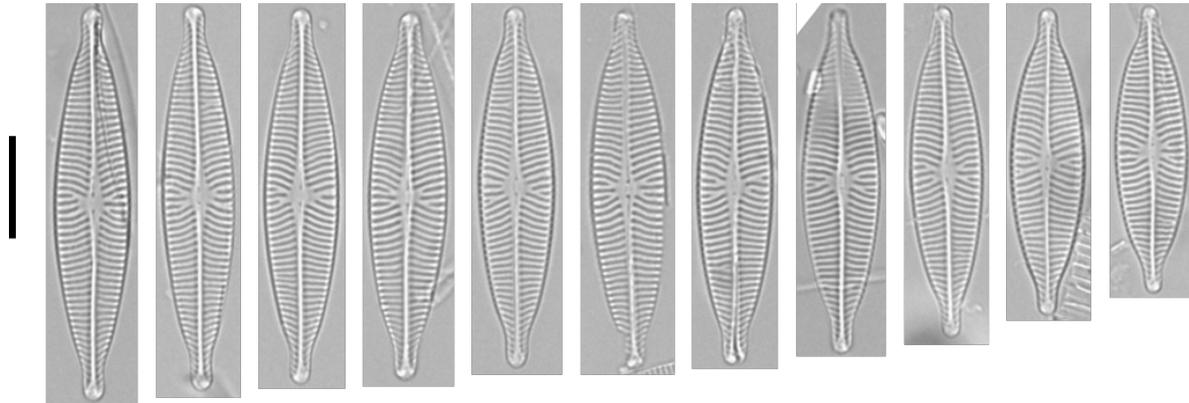


Figura 5.22 – *Navicula capitatoradiata* (LM)

Navicula catalanogermanica Lange-Bertalot & Hofmann 1993

Confusa da molti operatori con *Navicula antonii*: se ne distingue perché in *N. catalanogermanica* si possono vedere le areole che compongono le strie (cosa impossibile in *N. antonii*).

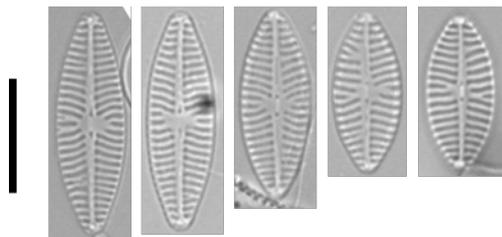


Figura 5.23 – *Navicula catalanogermanica* (LM)

Navicula caterva Hohn & Hellerman 1963

Somiglia ad una piccola *Navicula cryptocephala*, ma possiede una struttura più fine rispetto a quest'ultima. È una specie americana, ma che negli ultimi anni è stata rinvenuta anche in Europa. Le sue strie sono fini e leggermente curve nell'area centrale.

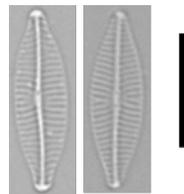


Figura 5.24 – *Navicula caterva* (LM)

Navicula cryptocephala Kützing 1844

Specie più larga e lunga rispetto a *Navicula caterva*, con strie ben visibili che in corrispondenza dell'area centrale sono più corte e delimitano un'area tonda.

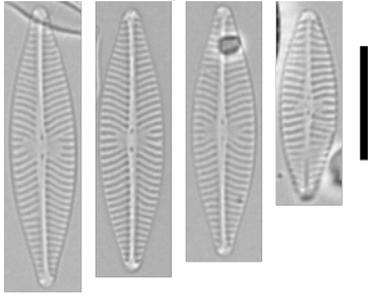


Figura 5. 25 – *Navicula cryptocephala* (LM)

Navicula cryptotenella Lange-Bertalot 1985

Specie con poli appuntiti e stretti. Larghezza a partire da 5 µm (fino a 7 µm). Presenta un'area centrale poco sviluppata.

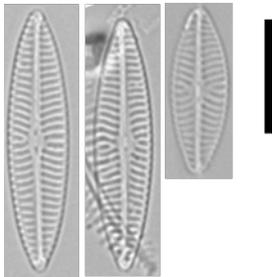


Figura 5. 26 – *Navicula cryptotenella* (LM)

Navicula cryptotenelloides Lange-Bertalot 1993

Simile per forma a *Navicula cryptotenella*, ma con una larghezza massima di 4.2µm. *Navicula cryptotenella* e *Navicula cryptotenelloides* sono spesso associate nei campioni. Specie lacustre, ma spesso presente in corsi d'acqua.

NB nel caso di un campione con una dominanza assoluta di *Navicula cryptotenella* e pochi individui dubbi di *Navicula cryptotenelloides* (o viceversa) l'esperto suggerisce di non dividere le due specie, ma accorparle sotto il nome del taxon più abbondante.

Navicula gregaria Donkin 1861

Strie con areole ben visibili anche al microscopio ottico. Specie tollerante, presente in acque eutrofiche con conducibilità elevata.

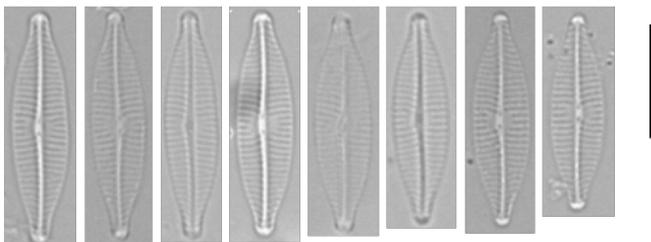


Figura 5. 27 – *Navicula gregaria* (LM)

Navicula metareichardtiana Lange-Bertalot & Kusber

Finora conosciuta come *Navicula reichardtiana*. Poli protratti e rostrati, che negli individui di piccola taglia sono più ridotti.

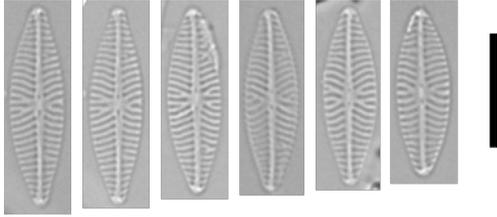


Figura 5.28 – *Navicula metareichardtiana* (LM)

Navicula rostellata Kützing 1844

Profilo lineare e strie curvate verso il centro; le areole che compongono le strie sono ben visibili.

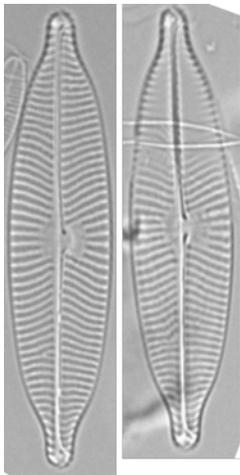


Figura 5.29 – *Navicula rostellata* (LM)

L'analisi si concentra di seguito su altre diatomee birafidee appartenenti all'ordine delle Naviculales e Mastogloiales, meno abbondanti nel vetrino.

Geissleria decussis (Hustedt) Lange-Bertalot & Metzeltin 1996

Specie rara nel vetrino. Le strie in corrispondenza del centro sono lunghe, mentre quelle che le circondano sono corte. Nel centro è presente uno stigma.

Sellaphora bacillum (Ehrenberg) Mann 1989

Appartiene al gruppo "pupula", se ne distingue perché non ha i poli protratti, bensì arrotondati. Le strie nella zona centrale sono più distanziate rispetto a quelle dei poli. Alle estremità si può osservare un inspessimento, tipico di questo gruppo. Rappresenta un complesso di specie.

Aneumastus stroesei (Østrup) Mann & Stickle 1990

Il profilo della valva è rettangolare e le strie sono composte da areole singole per tutta la loro lunghezza, anche alle estremità. Molto raro nel campione, generalmente lacustre.



Per quanto riguarda il genere *Cymbella*, l'esperto ha identificato due specie: *Cymbella affinis* e *Cymbella perparva*; al contrario i partecipanti hanno identificato 19 specie. Particolare confusione, si è generata sulla specie *Cymbella affinis*, identificata da molti partecipanti con il vecchio nome di *Cymbella excisa*. Inoltre, molti partecipanti, hanno evidenziato differenze morfologiche e morfometriche all'interno di questo gruppo riconoscendo pertanto differenti varietà della stessa specie. Per quanto riguarda *C. perparva* le diverse denominazioni assegnate dai partecipanti, sono probabilmente dovute a una carenza in letteratura di materiale iconografico che rappresenti adeguatamente la specie.

Tabella 5. 12 - Diatomee birafidee appartenenti al genere *Cymbella* identificate dall'esperto (a sinistra) e dai partecipanti (a destra).

IDENTIFICATE DAL RIFERIMENTO	IDENTIFICATE DAI PARTECIPANTI
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	<i>Cymbella affinis</i> Kützing
	<i>Cymbella affiniformis</i> Krammer
	<i>Cymbella affinis</i> Kützing var. <i>angusta</i> (Krammer) W. Silva
	<i>Cymbella affinis</i> var. <i>excisa</i> (Kützing) Grunow
	<i>Cymbella affinis</i> var. <i>neoprocera</i> Da Silva
	<i>Cymbella excisa</i> Kützing
	<i>Cymbella excisiformis</i> Krammer
<i>Cymbella perparva</i> Krammer	<i>Cymbella perparva</i> Krammer
	<i>Cymbella parva</i> (W. Sm.) Kirchner
	<i>Cymbella hustedtii</i> Krasske
	<i>Cymbella kappii</i> (Cholnoky) Cholnoky
	<i>Cymbella kolbei</i> Hustedt
	<i>Cymbella neoleptoceros</i> Krammer
	<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) Van Heurck
	<i>Cymbella turgidula</i> Grunow
	<i>Cymbella vulgata</i> Krammer
	<i>Cymbopleura hustedtii</i> Novelo Tavera & Ibarra
	<i>Cymbella compacta</i> Østrup
	<i>Cymbella cymbiformis</i> Agardh

Cymbella affinis Kützing 1844

Conosciuta fino a poco tempo fa come *Cymbella excisa*. Presenta uno stigma ben evidente nell'area centrale. Il rafe è curvo e segue la linea del dorso; in prossimità dei poli il rafe è rivolto verso il lato dorsale.

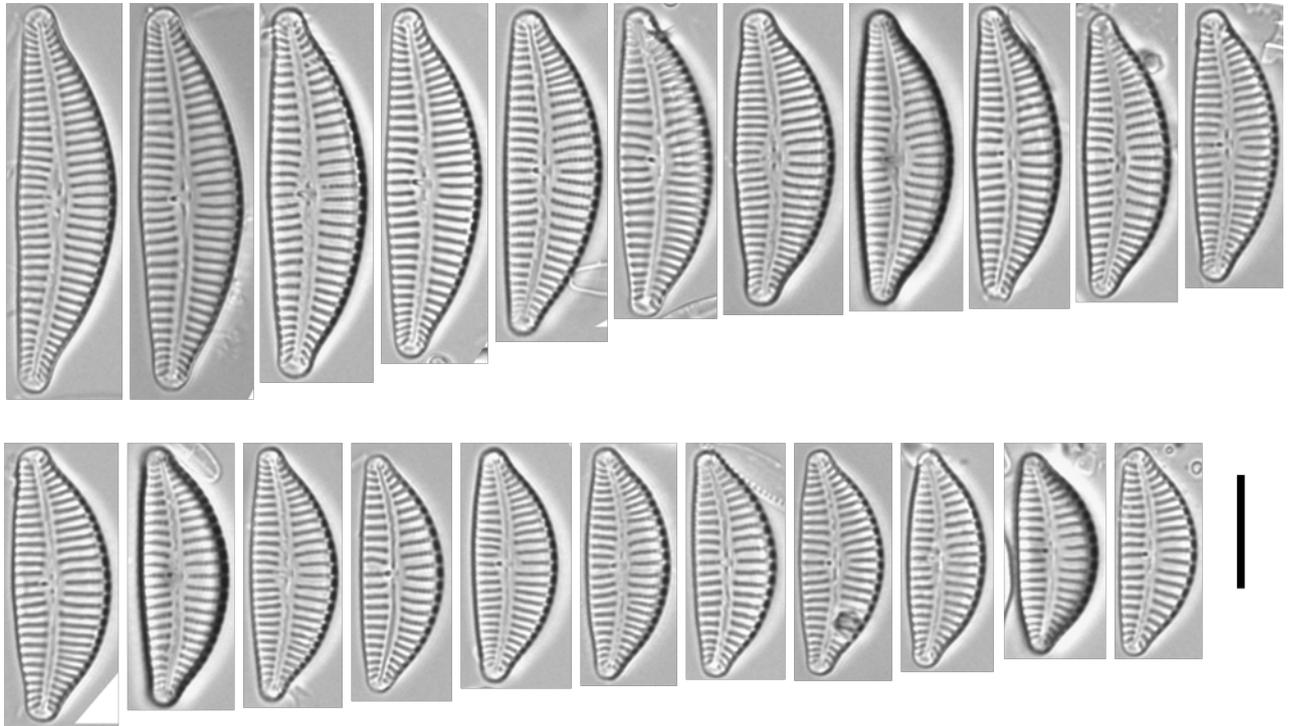


Figura 5.30 – *Cymbella affinis* (LM)

Cymbella perparva Krammer

Presenta due stigmi nell'area centrale (a volte tre). Profilo della valva più slanciato ed allungato rispetto a *C. affinis*. Rafe in prossimità dei poli curvo verso il lato dorsale. *Cymbella kappii* tende a essere più larga (fino a 11µm) e lunga, mentre *C. perparva* arriva fino a 8.5 µm. *Cymbella kappii* è una specie Sudafricana.

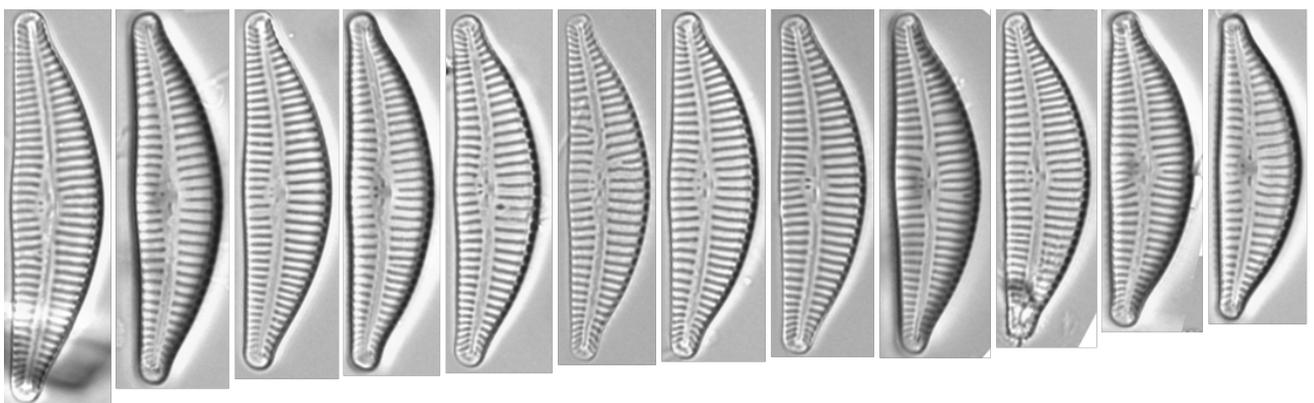


Figura 5.31 – *Cymbella perparva* (LM)

Cymbella hustedtii Krasske 2002

Assenza di stigma. Rafe in prossimità dei poli curvo verso il lato dorsale.

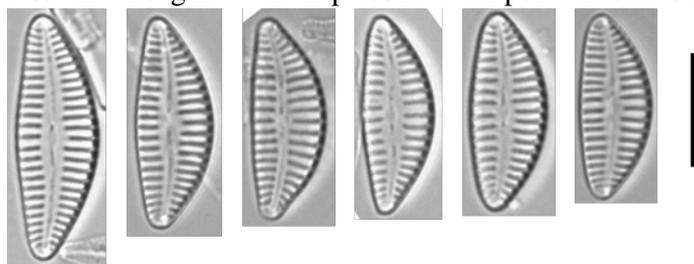


Figura 5.32 – *Cymbella hustedtii* (LM)

Le specie appartenenti al genere *Encyonema*, all'interno del vetrino sono *Encyonema auerswaldii* e *Encyonema silesiacum*. Alcuni partecipanti hanno individuato *Encyonema caespitosum*, *Encyonema lange-bertalotii*, *Encyonema minutum*, *Encyonema ventricosum* ed *Encyonema prostratum*.

Tabella 5.13 - Diatomee birafidee appartenenti al genere *Encyonema* identificate dall'esperto (a sinistra) e dai partecipanti (a destra).

IDENTIFICATE DAL RIFERIMENTO	IDENTIFICATE DAI PARTECIPANTI
<i>Encyonema auerswaldii</i> Rabenhorst	<i>Encyonema auerswaldii</i> Rabenhorst
	<i>Encyonema caespitosum</i> Kützing
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G. Mann	<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G. Mann
	<i>Encyonema lange-bertalotii</i> Krammer
	<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G. Mann
	<i>Encyonema ventricosum</i> (Kützing) Grunow
	<i>Encyonema prostratum</i> (Berkeley) Kützing

Encyonema silesiacum (Bleisch) Mann 1990

Rafe curvo verso il lato ventrale in prossimità dei poli. Gli apici sono sullo stesso piano del margine ventrale e non rivolti verso il basso come ad es. in *Encyonema ventricosum*. *E. silesiacum* è un ampio gruppo composto da numerose varietà, attualmente tutte raggruppate sotto il nome di *E. silesiacum*.

Encyonema auerswaldii Rabenhorst 1853

Rara nel vetrino oggetto di studio. Specie piuttosto larga, profilo della valva quasi ellittico; areole che compongono le strie sono ben visibili.

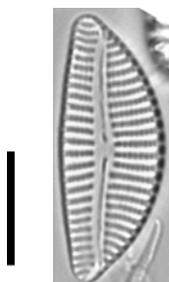


Figura 5.33 – *Encyonema auerswaldii* (LM)

Presenti all'interno del vetrino ed identificate dall'esperto, anche due specie appartenenti al genere *Encyonopsis*: *E. minuta* e *E. subminuta*; alcuni partecipanti hanno identificato nel campione anche *Encyonopsis microcephala*.

Encyonopsis minuta Krammer & Reichardt 1997

Specie di piccole dimensioni, striae dritte e poli capitati. Si distingue da *E. microcephala* per la larghezza, ma anche perché *E. minuta* non ha le “spalle” ossia, a partire dal centro il margine si restringe in maniera graduale fino ad arrivare alla strozzatura del polo. Al contrario, in *E. microcephala* “le spalle” sono più pronunciate cioè la variazione di pendenza tra i margini laterali e la strozzatura del polo è più brusca.

Encyonopsis subminuta Krammer & Reichardt 1997

Non completamente simmetrica, si distingue una emivalva più piccola ed una più grossa. La più allungata rispetto alle specie di questo gruppo. Si trova generalmente in acque ricche di calcio, substrati calcarei.

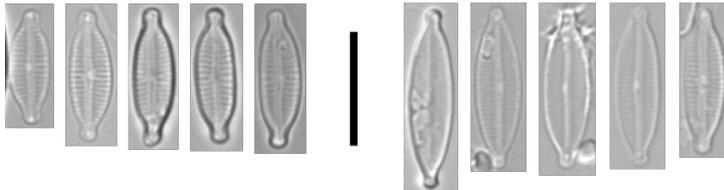


Figura 5.34 -A sinistra *Encyonopsis minuta*; a destra *Encyonopsis subminuta*.

Per quanto riguarda il genere *Gomphonema*, il riferimento ha identificato 4 specie. Tra queste, *Gomphonema parvulum* ha generato confusione tra i partecipanti: il 58% di essi ha correttamente identificato la varietà nominale, mentre circa l'11% ha attribuito al taxon la varietà *exilissimum*, generalmente più stretta, utilizzando due nomi differenti (la forma corretta *Gomphonema exilissimum*, e il sinonimo ormai in disuso *Gomphonema parvulum* var. *exilissimum* Grunow). Per quanto riguarda *Gomphonema pumilum*, il riferimento ha identificato la varietà *rigidum*, al contrario nessuno dei partecipanti ha correttamente identificato il taxon. Pur avendo identificato il complesso di specie, circa il 25% dei partecipanti lo ha identificato come *Gomphonema elegantissimum* (spesso utilizzando la vecchia nomenclatura *Gomphonema pumilum* var. *elegans*). Circa il 25% dei partecipanti ha individuato all'interno del vetrino *Gomphonella olivacea*: anche in questo caso si segnala la necessità di un aggiornamento della nomenclatura da parte dei partecipanti, poiché la maggior parte di essi (ca. 22%) ha utilizzato il nome meno recente *Gomphonema olivaceum* (si veda Jahn, R., Kusber, W-F., Skibbe, O., Zimmermann, J., Van, A.T., Buczkó, K. and Abarca, N. (2019) *Gomphonella olivacea* (Bacillariophyceae) – a new phylogenetic position for a well-known taxon, its typification, new species and combinations *Plant Ecology and Evolution* 152 (2): 219–247).

Tabella 5. 14 - Diatomee birafidee appartenenti al genere *Gomphonema* identificate dall'esperto (a sinistra) e dai partecipanti (a destra).

IDENTIFICATE DAL RIFERIMENTO	IDENTIFICATE DAI PARTECIPANTI
<i>Gomphonema minutum</i> (Agardh) Agardh	<i>Gomphonema minutum</i> (Agardh) Agardh
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing
	<i>Gomphonema exilissimum</i> (Grun.) Lange-Bertalot & Reichardt
	<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>exilissimum</i> Grunow
<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>rigidum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	<i>Gomphonema elegantissimum</i> Reichardt & Lange-Bertalot
	<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>elegans</i> Reichardt & Lange-Bertalot
	<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) Reichardt et Lange-Bertalot
<i>Gomphonema</i> sp.	<i>Gomphonema</i> sp.
	<i>Gomphoneis calcifuga</i> (Lange-Bertalot & Reichardt) Tuji
	<i>Gomphonella olivacea</i> (Hornemann) Rabenhorst
	<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson
	<i>Gomphonema occultum</i> Reichardt & Lange-Bertalot
	<i>Gomphonema pseudobohemicum</i> Lange-Bertalot & Reichardt
	<i>Gomphonema italicum</i> Kützing
	<i>Gomphonema micropus</i> Kützing var. <i>micropus</i>
	<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst

Gomphonema minutum (Agardh) Agardh 1831

Specie mediamente piccola, con strie ben visibili (biseriate). L'area assiale è stretta perché le strie sono piuttosto lunghe. Presenta uno stigma nell'area centrale, dove si osservano anche una stria più lunga e all'opposto, una più corta.

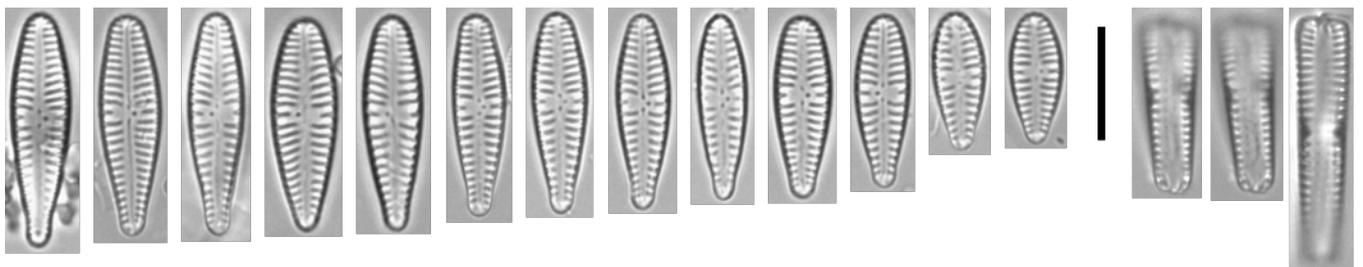


Figura 5. 35 – *Gomphonema minutum*: vista valvare (a sinistra), vista connettivale (a destra)

Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing 1849

Specie tollerante. È un complesso di specie. Si potrebbe confondere con *Gomphonema saprophilum*, che però è più largo (almeno 6.5 µm; *G. parvulum* è largo al massimo 6). Presenta poli rostrati, capitati

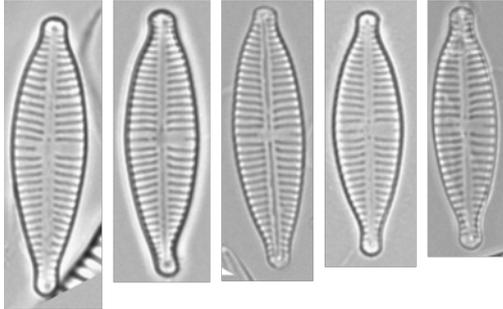


Figura 5.36 – *Gomphonema parvulum* (LM)

o sub-capitati.

Gomphonema capitatum Ehrenberg 1838

Tra la porzione centrale della valva e i poli si nota una evidente costrizione (meno pronunciata ad es. in *G. truncatum*). *G. capitatum* presenta areole ben visibili lungo tutta la stria (in *G. truncatum* questo non accade perché in prossimità del margine le strie diventano multiseriate, composte da 2-3 areole). Vive generalmente in ambienti oligo-mesotrofici.

Il genere *Nitzschia* è ben rappresentato all'interno del vetrino. Il riferimento ha identificato *Nitzschia acicularis*, *Nitzschia amphibia*, *Nitzschia fonticola* e *Nitzschia tabellaria*. La specie che ha generato maggiore confusione a livello di identificazione è *Nitzschia fonticola*, da alcuni partecipanti identificata come *Nitzschia costei*, da altri *Nitzschia supralitorea* e infine *Nitzschia lacuum*. Una delle specie più abbondanti è *Nitzschia tabellaria*, correttamente identificata da tutti i partecipanti, anche se in alcuni casi denominata utilizzando il vecchio nome (*Nitzschia sinuata* var. *tabellaria*). Numerose altre specie appartenenti al genere *Nitzschia* sono state identificate dai partecipanti, ma non dal riferimento; in questo caso, però si tratta di specie poco abbondanti all'interno del vetrino.

Tabella 5. 15 - Diatomee birafidee appartenenti al genere *Nitzschia* identificate dall'esperto (a sinistra) e dai partecipanti (a destra).

IDENTIFICATE DAL RIFERIMENTO	IDENTIFICATE DAI PARTECIPANTI
<i>Nitzschia acicularis</i> Kützing) W.M.Smith	<i>Nitzschia acicularis</i> Kützing) W.M.Smith
	<i>Nitzschia draveillensis</i> Coste & Ricard
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow
<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow	<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow
	<i>Nitzschia costei</i> Tudesque, Rimet & Ector
	<i>Nitzschia lacuum</i> Lange-Bertalot
	<i>Nitzschia supralitorea</i> Lange-Bertalot
<i>Grunowia tabellaria</i> (Grunow) Rabenhorst	<i>Nitzschia tabellaria</i> (Grun.) Grunow
	<i>Nitzschia sinuata</i> var. <i>tabellaria</i> (Grunow) Grunow
	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith
	<i>Nitzschia palea</i> var. <i>debilis</i> (Kützing) Grunow
	<i>Nitzschia archibaldii</i> Lange-Bertalot
	<i>Nitzschia soratensis</i> Morales & Vis
	<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow
	<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow
	<i>Nitzschia alicae</i> Hlubikova & Ector
	<i>Nitzschia angustatula</i> Lange-Bertalot
	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow
	<i>Nitzschia microcephala</i> Grunow
	<i>Nitzschia parvula</i> W.M.Smith
	<i>Nitzschia perminuta</i> (Grunow) M.Peragallo
	<i>Nitzschia solgensis</i> Cleve-Euler
	<i>Nitzschia</i> sp.
	<i>Nitzschia alpinobacillum</i> Lange-Bertalot

Nitzschia amphibia Grunow 1862

Strie composte da areole ben visibili al microscopio ottico. Valve lineari-lanceolate. Il rafe è interrotto nella porzione centrale (nodulo centrale presente), per cui le fibule corrispondenti sono maggiormente distanziate rispetto a quelle nella porzione superiore ed inferiore.

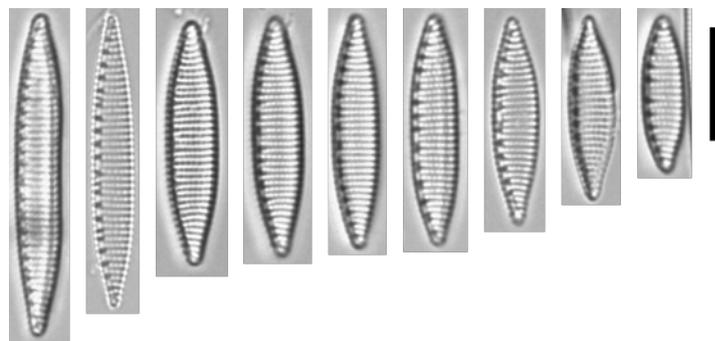


Figura 5. 37 – *Nitzschia amphibia* (LM)

Nitzschia fonticola Grunow 1879

Si distingue da *Nitzschia lacuum* perché quest'ultima ha le strie non particolarmente visibili, perché molto dense (>30 in 10 µm); in *N. fonticola* le strie sono maggiormente visibili poiché meno dense (30 µm). Inoltre, *N. fonticola* ha le fibule centrali maggiormente distanziate (carattere che la distingue per es. da *N. supralitorea*).

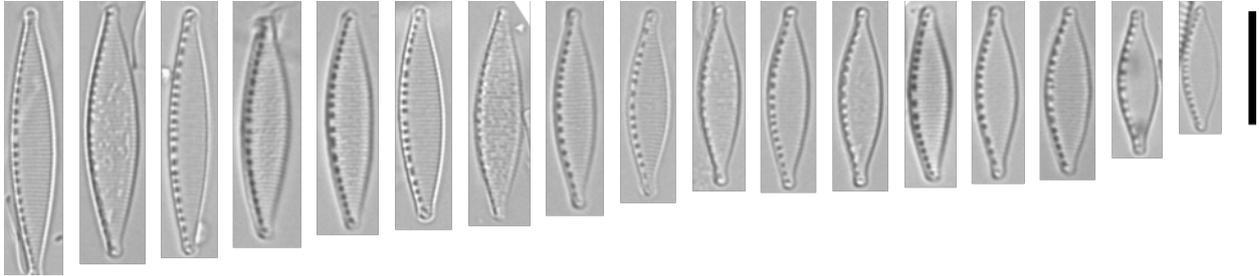


Figura 5.37 – *Nitzschia fonticola* (LM)

Nitzschia microcephala Grunow 1881

Poli sempre fortemente capitati. Dimensioni ridotte. Strie difficilmente risolvibili.

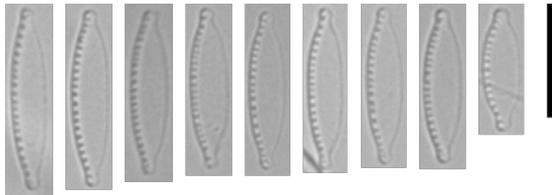


Figura 5.38 – *Nitzschia microcephala* (LM)

Nitzschia palea (Kützing) Smith 1856

Valve lanceolate. Fibule disordinate, alcune più vicine, altre più lontane. Si distingue da *N. paleacea* perché quest'ultima ha le due fibule centrali distanziate. *Nitzschia palea* var. *debilis* è più stretta e slanciata.

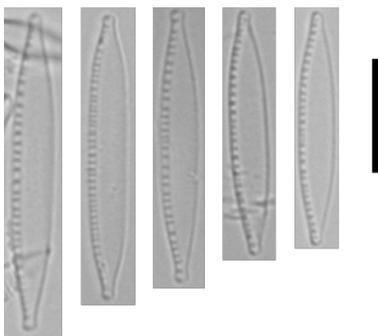


Figura 5.39 – *Nitzschia palea* (LM)

Grunowia tabellaria (Grunow) Rabenhorst

Identificata fino a poco tempo fa come *Nitzschia tabellaria* (Grunow) Grunow. Simile nel profilo della valva ad alcune specie del genere *Tabellaria*: isopolare, caratterizzata da un significativo rigonfiamento nei pressi dell'area centrale. Presenta fibule molto lunghe e una striatura molto visibile. *Grunowia tabellaria* è molto costante come morfologia e morfometria, si può confondere unicamente con *Nitzschia sinuata*, che però presenta sempre valve molto ondulate e un rigonfiamento meno pronunciato.

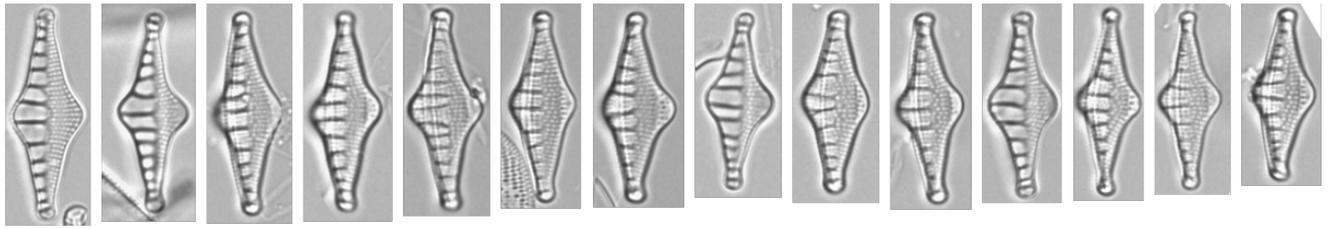


Figura 5.40 – *Grunowia tabellaria* (LM)

Vengono di seguito prese in esame alcune specie meno abbondanti, ma comunque presenti nel vetrino.

Reimeria sinuata (Gregory) Kociolek & Stoermer 1987

Specie con area centrale asimmetrica in cui è presente uno stigma isolato in mezzo, tra i noduli centrali del rafe. Si potrebbe confondere con *Reimeria uniseriata* che però è più lunga, più larga e presenta areole ben visibili sulle strie poiché, appunto, uniseriate.

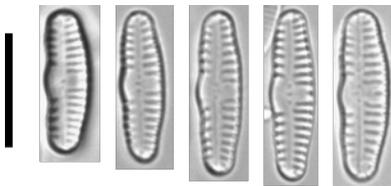


Figura 5.41 – *Reimeria sinuata* (LM)

Amphora copulata (Kützing) Schoeman & Archibald 1986

Presenta in corrispondenza dell'area centrale un buco, assenza di strie. I poli sono appuntiti (a differenza di *A. lange-bertalotii* che ha i poli più grossi e arrotondati)

Amphora ovalis (Kützing) Kützing 1844

Nell'area centrale le strie continuano, il gap di strie è assente.

Amphora pediculus (Kützing) Grunow 1875

Nella porzione dorsale della valva si possono chiaramente distinguere, anche al microscopio ottico, le areole (generalmente 2 o 3) che compongono le strie.

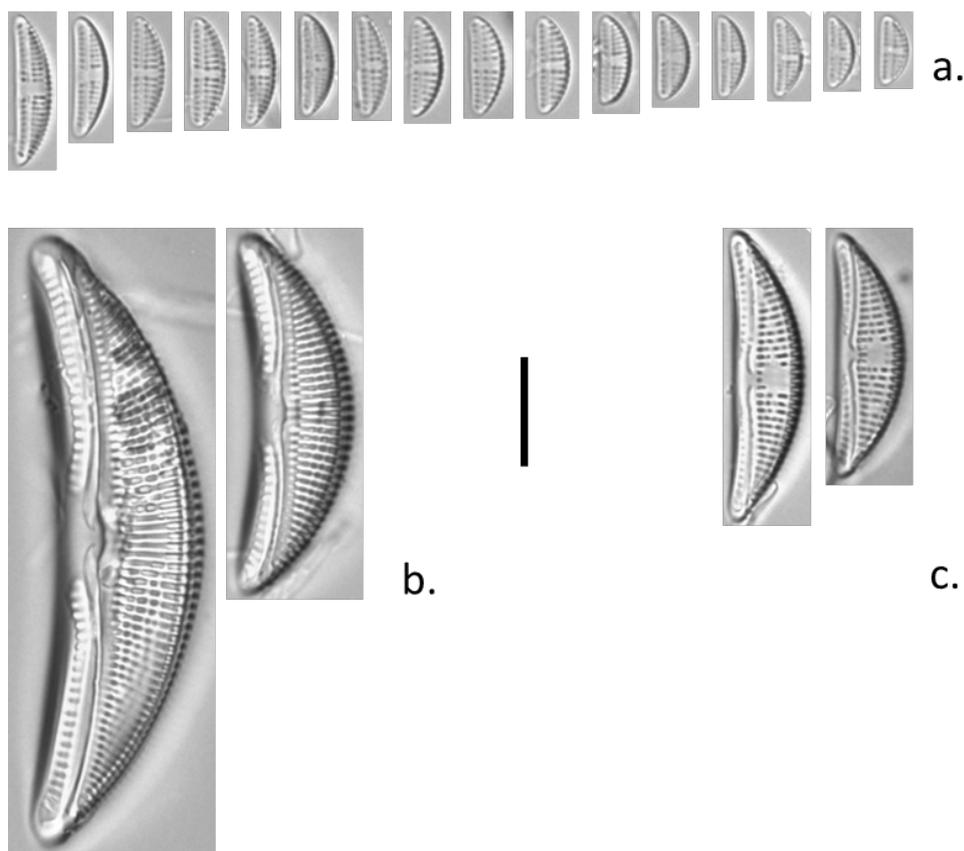


Figura 5.42 – (a.) *Amphora pediculus* (LM); (b.) *Amphora ovalis* (LM); (c.) *Amphora copulata* (LM)

Amphora indistincta Levkov 2009

Si differenzia da *Amphora pediculus* perché in *A. indistincta* non si riescono a discernere le areole che compongono le strie dorsali, che appaiono come un'unica linea. *Amphora pediculus* e *A. indistincta* sono ecologicamente simili.

Halamphora veneta (Kützing) Levkov 2009

Molto simile a *A. oligotraphenta*, se ne distingue perché quest'ultima ha apici molto ben sviluppati. *Halamphora veneta* è tipica di ambienti meso-eutrofici, mentre *A. oligotraphenta* si trova in acque oligotrofiche.

Caloneis lancettula (Schulz-Danzig) Lange-Bertalot & Witkowski 1996

Facilmente confondibile con *Caloneis bacillum*, che però è una specie marina. *C. lancettula* presenta un'area centrale leggermente asimmetrica.

Grunowia solgensis (Cleve) Aboal 2003

Rara nel campione. Presenta fibule molto lunghe che arrivano fino al centro della valva. Le strie sono formate da areole ben visibili

5.2 Analisi multivariata

Il risultato grafico dell'analisi PCoA realizzata sulla base degli inventari è riportato in Figura 5.43. Ciascun punto nel grafico rappresenta un inventario, caratterizzato da una specifica lista di specie e abbondanza relativa. L'inventario di riferimento è rappresentato dal numero "0" (cerchiato in rosso nella Figura); tutti gli altri simboli sono caratterizzati da un numero, corrispondente ai laboratori partecipanti all'intercalibrazione. Tanto più vicini sono i simboli, tanto più simili sono gli inventari. Per una corretta interpretazione del grafico, è necessario però fare alcune considerazioni:

- 1) l'analisi considera le singole specie come oggetti, aventi tutti lo stesso peso; pertanto, non è possibile dedurre, a partire dal solo grafico, se siano stati commessi errori di identificazione più o meno gravi. Nello specifico, è possibile che per alcuni inventari molto vicini al riferimento, siano stati commessi errori di identificazione piuttosto gravi (es. identificazione di specie che in realtà non sono presenti nel vetrino) e al contrario in inventari più lontani dal riferimento siano stati commessi errori di identificazione maggiormente giustificabili (attribuzione di una specie piuttosto che un'altra all'interno di uno stesso complesso di specie, confusione tra specie molto simili per cui è richiesta l'analisi al SEM per la corretta identificazione).
- 2) questa analisi non rispecchia i risultati ottenuti attraverso il calcolo degli indici diatomici. È pertanto possibile che inventari molto simili a livello di composizione in specie, presentino valori differenti in termini di indici diatomici (analizzabili tramite z-score).

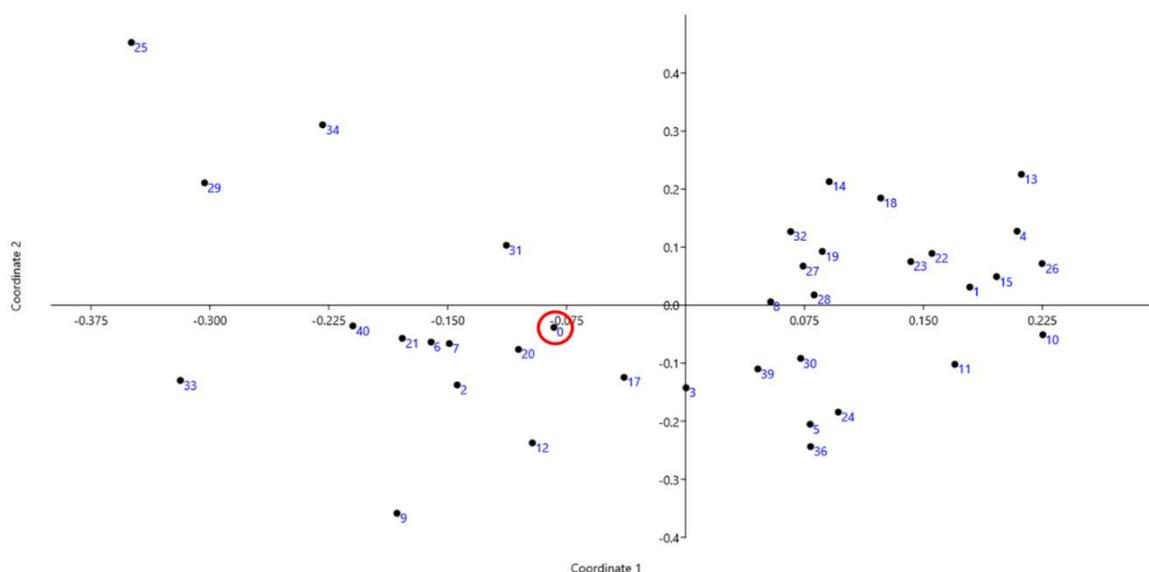


Figura 5.43 - Risultato grafico dell'analisi PCoA realizzata sulla base degli inventari, ciascun punto rappresenta un partecipante, identificato con un numero.

5.3 Analisi indici diatomici (z-score)

In Tabella 5.16 sono riepilogati il valore di riferimento e i valori z-score conseguiti da ciascun operatore partecipante, elaborati a partire dai valori di ICMi calcolati utilizzando il software OMNIDIA.

L'elaborazione finale presentata in questo rapporto è stata effettuata sulla lista di riferimento aggiornata dall'esperto per le specie *Achnanthydium eutrophilum* e *Staurosira sviridae*, in seguito al confronto avuto sui dati preliminari durante il workshop finale.

Tabella 5.16 - Riepilogo: valore di riferimento, ICMi operatori e z-score

	ICMi Esperto	
	0,87	
Cod. Vetrino	ICMi Operatori	z-score
1	0,90	0,7
2	0,93	1,2
3	0,85	-0,5
4	0,89	0,3
5	0,86	-0,3
6	0,80	-1,8
7	0,79	-1,9
8	0,86	-0,4
9	0,69	-4,1
10	0,89	0,4
11	0,88	0,2
12	0,73	-3,3
13	0,96	1,9
14	0,82	-1,3
15	0,93	1,3
17	0,79	-2,0
18	0,92	1,2
19	0,85	-0,5
20	0,90	0,7
21	0,78	-2,1
22	0,87	0,0
23	0,83	-1,0
24	0,75	-2,7
25	0,76	-2,5
26	0,88	0,1
27	0,82	-1,1
28	0,94	1,4
29	0,77	-2,4
30	0,84	-0,9
31	0,83	-1,1
32	0,83	-0,9
33	0,80	-1,6
34	0,86	-0,3
36	0,81	-1,5

39	0,82	-1,2
40	0,83	-0,9

Il campione di Macrotipo M1 analizzato è risultato di classe di qualità elevata sulla base del valore di riferimento fornito dall'esperto. I valori di ICMi relativi ai 36 vetrini, calcolati a partire dagli elenchi forniti da ciascun operatore, hanno dato nel complesso una valutazione di qualità che si colloca tra le classi elevata e buona, con la maggioranza dei valori (72%) attestanti la classe elevata.

In Figura 5.44 vengono riportati i risultati degli operatori partecipanti e messi a confronto con il valore di riferimento

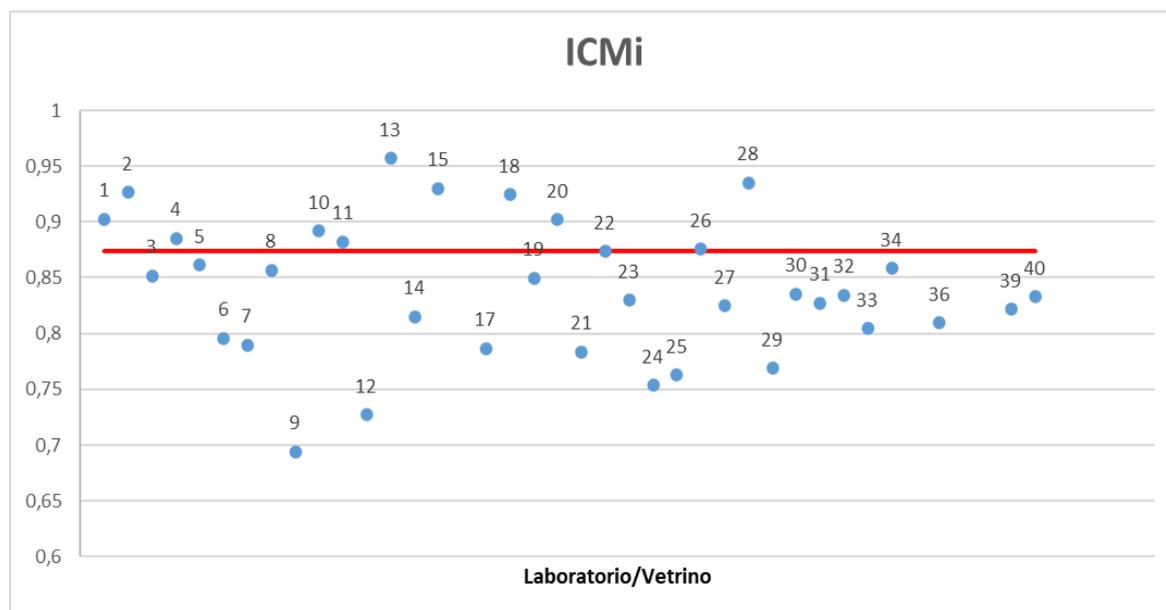


Figura 5. 44 - Risultati degli operatori partecipanti in termini di indice ICMi, messi a confronto con il valore di riferimento (linea rossa)

In figura 5.45 sono riepilogati i valori z-score conseguiti da ciascun operatore partecipante

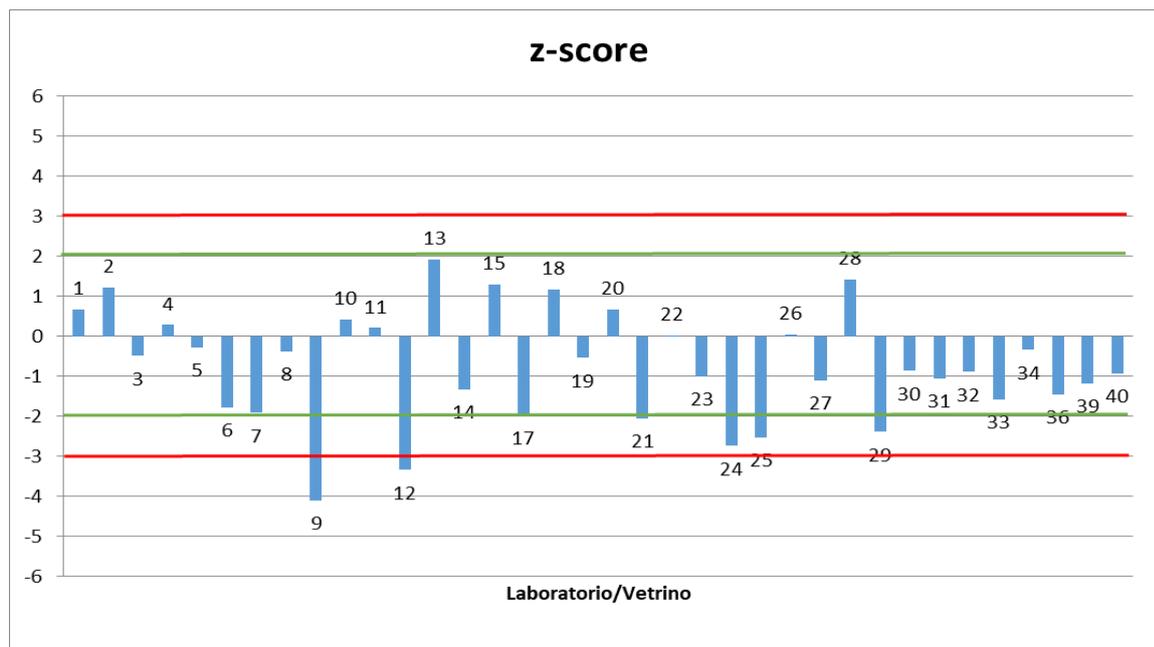


Figura 5. 45 - valori z-score conseguiti da ciascun operatore partecipante

6. CONCLUSIONI

L'esercizio di intercalibrazione ha messo in luce la scarsa armonizzazione tra i partecipanti in termini di nomenclatura utilizzata. In più di una occasione la stessa specie è stata infatti chiamata in modi diversi, talvolta utilizzando nomi obsoleti o errati. L'utilizzo della nomenclatura corretta è alla base della produzione degli inventari e rende i dati biologici provenienti da più laboratori confrontabili. Vista l'esigenza di rendere omogeneo il dato, durante il workshop è stato spiegato come verificare quale sia il nome corretto da utilizzare per una data specie (il più valido e recente) a partire dal software OMNIDIA. Particolarmente problematici da questo punto di vista sono i taxa appartenenti ai generi di arafidee che fino a poco tempo fa erano considerate parte del gruppo *Fragilaria* sensu lato, ossia *Staurosira*, *Staurosirella*, *Pseudostaurosira* etc.

Come spesso accade i generi più problematici all'interno del vetrino in termini di identificazione sono stati *Achnantheidium* e *Fragilaria*. Le ridotte dimensioni degli individui e la scarsità di caratteri morfologici e sistematici visibili al microscopio ottico giocano un ruolo fondamentale nella corretta identificazione delle specie. A complicare ulteriormente la situazione è la scarsità, in letteratura, di materiale iconografico adeguato e verificato. Negli ultimi anni, però, lo sforzo congiunto di numerosi ricercatori ha portato alla pubblicazione di molti articoli scientifici in cui sono state analizzate e ben rappresentate graficamente molte popolazioni provenienti da collezioni museali (materiale tipo). Durante il workshop parte di questa recente letteratura è stata presentata e fornita dal Prof. Van de Vijver. Durante la sua presentazione, in particolare, sono state messe in luce le più significative e caratteristiche differenze tra le specie che hanno generato maggiore confusione tra i partecipanti, e sono state fornite chiare indicazioni su come distinguerle al microscopio ottico. Queste informazioni sono riportate nel presente report.

Alcuni complessi di specie sono risultati particolarmente ostici. In particolare, alcuni partecipanti hanno avuto difficoltà a distinguere *Achnantheidium druarti/A. latecephalum*, così come *Fragilaria gracilis/F. rumpens/F. tenera*; o ancora *Fragilaria vaucheriae/F. neointermedia*, *Gomphonema parvulum/G. exilissimum* oppure il complesso *Gomphonema pumilum*, e ancora *Nitzschia fonticola/N. costei/N. lacuum/N. supralitorea* ed infine *Pseudostaurosira alvareziae* e *Fragilaria construens* var. *subsalina*. Anche in questo caso nel corso del workshop sono state fornite le indicazioni necessarie per identificare correttamente queste specie così simili tra di loro e sono stati condivisi i relativi articoli scientifici. Anche in questo caso, le informazioni sono riportate nel presente report.

Alcune specie rare nel vetrino sono state identificate da più del 50% dei partecipanti, ma risultano assenti nella lista di riferimento. In questo caso si ipotizza che le specie siano effettivamente presenti nel vetrino ma che non siano state rilevate dal riferimento all'atto della compilazione dell'inventario (per esempio *Nitzschia palea* o *Nitzschia palea* var. *debilis*). Al contrario, in altri casi sono stati identificati come abbondanti o dominanti taxa completamente assenti nelle liste di riferimento (per es. *Achnantheidium pyrenaicum*, *Achnantheidium nanum*, *Fragilaria sub lanceolata-baikali*). Considerando che queste specie erroneamente identificate presentano un'abbondanza relativa maggiore del 10% in alcuni inventari, potrebbero essere sorgente di significativi errori nel calcolo dell'indice diatamico.

Per la valutazione della performance degli operatori è stato calcolato lo z-score basandosi sui dati elaborati tramite software OMNIDIA ed utilizzando come valore di riferimento il valore determinato dall'esperto, Prof. Van de Vijver, e cioè: $ICMi = 0.87$ e un σ (scarto tipo target percentuale) pari a 5.

Nonostante le problematiche relative all'utilizzo della nomenclatura, il giudizio sulle prestazioni degli operatori partecipanti è generalmente positivo, mostrando valori di z-score accettabili nell'83% dei casi. I risultati negativi riportati da alcuni laboratori sono per la maggior parte riconducibili a problemi di identificazione e scostamenti nel conteggio delle specie più abbondanti.

La rielaborazione dei dati originali dei laboratori da parte dell'organizzatore tramite un unico software ha permesso di evidenziare le prestazioni dei partecipanti nell'identificazione e conteggio delle specie, senza dover tener conto delle eventuali differenze nei diversi software o fogli di calcolo utilizzati dai partecipanti.

Anche in questa occasione, considerata la complessità dell'attività di identificazione delle diatomee e la continua evoluzione della tassonomia e della nomenclatura relative a questi organismi, il workshop finale si è dimostrato di fondamentale importanza, permettendo il confronto e la discussione tra operatori

ed esperti, la verifica ed integrazione dei dati preliminari, e la conseguente trattazione tassonomica riportata in questo documento.

I confronti interlaboratorio e le occasioni di interazione tra operatori ed esperti, contribuiscono ad accrescere la capacità di identificare le fonti di errore e di difformità nell'identificazione delle specie di diatomee, e consentono agli operatori, nonostante le problematiche evidenziate, di mantenere ed accrescere continuamente le proprie competenze in questo ambito.

Il confronto interlaboratorio si conferma un utile strumento per la valutazione esterna della qualità della prestazione dei laboratori ed un momento di fondamentale importanza nel percorso di armonizzazione e aggiornamento delle conoscenze degli operatori che si occupano di monitoraggio biologico delle acque superficiali.

7. BIBLIOGRAFIA

Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, "Norme in materia ambientale" GU n. 88 del 14 aprile 2006 - Supplemento Ordinario n. 96.

Decreto Ministeriale 14 aprile 2009, n. 56 Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento 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 3, del decreto legislativo medesimo".

ISPRA "Metodi biologici per le acque superficiali interne", Manuale e Linee Guida 111/14.

ISO 13528:2015 (E) "Statistical Methods for use in Proficiency testing by Interlaboratory Comparisons".

Unione Europea. Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. Official Journal L327 del 22 Dicembre 2000:1-72.

ISO 17034:2016 "General requirements for the competence of reference material producers".

ISO Guide 35:2017 "Reference materials — Guidance for characterization and assessment of homogeneity and stability".

ISO/IEC 17043:2010 "Conformity assessment – general requirements for proficiency testing.

EN 14996:2006 "Qualità dell'acqua – Guidance on assuring the quality of biological and ecological assessments in the aquatic environment".

ISO/IEC Guide 98-3:2008, guide to the expression of uncertainty in measurement.

Mancini L., Sollazzo C. (Ed.), 2009. Metodo per la valutazione dello stato ecologico delle acque correnti: comunità diatomee. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2009. (Rapporti ISTISAN) 09/19).

ISPRA "Interconfronto sull'identificazione tassonomica delle diatomee bentoniche delle acque superficiali e sull'applicazione del Metodo ICMi (Intercalibration Common Metric Index)". ISPRA, Rapporti 157/2012.

'Atlante delle diatomee bentoniche dei corsi d'acqua italiani'. Manuali e Linee Guida 110/2014.

Bey M.Y., Ector L (2013) - *Atlas des diatomées des cours d'eau de la région Rhone-Alpes*, Centre de Recherche Public Gabriel Lippmann.

Catalogue of Diatom Names, California Academy of Sciences, on-line Version updated 19 sep 2011. Compiled by Elisabeth Fourtanier & J. Patrick Kociolek. Available online at: <http://research.calacademy.org/research/diatoms/names/index.asp>.

Erwin R. (1999) - *Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs. Taxonomy: Zur Revision der Gattung Gomphonema, die Arten um G. affine/insigne, G. angustatum/micropus, G. acuminatum sowie gomphonemoide Diatomeen aus dem Oberoligozän in Böhmen*. Volume 08, A.R.G. Gantner Verlag, Ruggell.

Falasco E., Piano E., Bona F. (2013) - *Guida al riconoscimento e all'ecologia delle principali diatomee bentoniche fluviali dell'Italia nord occidentale*. *Biologia Ambientale*, 27 (1), 292 pp..

Guiry M.D., Guiry G.M. (2015) – *AlgaeBase, World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway, <http://www.algaebase.org>*

Hofmann G., Werum M. & Lange-Bertalot H. (2011) – *Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa*, A.R.G. Gantner Verlag K.G., 908 pp..

Krammer K., Lange-Bertalot H. (1986) - *Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae, Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2/1*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. Neuauflage 1997. REPRINT 2007.

Krammer K., Lange-Bertalot H. (1988) - *Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2/2*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. Neuauflage 1997. REPRINT 2007.

Krammer K., Lange-Bertalot H. (1991a) - *Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2/3*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. CORRECTED REPRINT 2004.

Krammer K., Lange-Bertalot H. (1991b) - *Bacillariophyceae. 4 Teil: Achnanthes s.l., Navicula s.str. und Gomphonema. Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2/4*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. REV. ED. 2004.

Krammer K., Lange-Bertalot H. (2000) - *Bacillariophyceae. Part 5: English and French translation of the keys. Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2/5*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

Krammer K. (2000) – *The genus Pinnularia – Diatoms of Europe, Volume 1. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats*, A. R. G. Gantner Verlag, Rugel.

Krammer K. (2002) – *Cymbella - Diatoms of Europe Volume 3. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats*, A. R. G. Gantner Verlag, Rugel.

Krammer K. (2003) - *Cymbopleura, Delicata, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocybella - Diatoms of Europe, Volume 4. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats*, A. R. G. Gantner Verlag, Rugell.

Lange-Bertalot H. (2001) - *Navicula sensu stricto, 10 Genera Separated from Navicula sensu lato, Frustulia - Diatoms of Europe, Volume 2. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats*, A. R. G. Gantner Verlag, Rugell.

Lange-Bertalot H., Malgorzata Bak, Andrzej Witkowski and Nadia Tagliaventi (2011) – *Eunotia and some related genera - Diatoms of Europe, Volume 6. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats*, A. R. G. Gantner Verlag, Rugell.

Levkov Z. (2009) – *Amphora in sensu lato – Diatoms of Europe, Volume 5. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats*, A. R. G. Gantner Verlag, Rugell.

Reichardt E. (1997) - *Taxonomische Revision des Artenkomplexes um Gomphonema pumilum (Bacillariophyceae)*. Nova Hedwigia 65 (1-4): 99-129.

Spaulding S.A., Lubinski D.J. Potapova M. (2010) - *Diatoms of the United States, www.westerndiatoms.colorado.edu* Werum, M. & Lange-Bertalot, H. (2004) – *Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs Vol. 13 Diatoms from Springs*. Koeltz Scientific Books. 480 pp.

ALLEGATO A

Inventario di riferimento prodotto dal Prof. Van de Vijver

TAXA	CODICE OMNIDIA	ABBONDANZA RELATIVA (%)
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	ADMI	23.5
<i>Cymbella perparva</i> Krammer	CPPV	8.5
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	CAFF	8.25
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	DVUL	7
<i>Fragilaria pararumpens</i> Lange-Bertalot et al.	FPRU	6
<i>Achnantheidium latecephalum</i> Kobayasi	ADLA	4.75
<i>Achnantheidium druartii</i> Rimet & Couté	ADRU	3.75
<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grunow) Williams et Round	PSBR	3.75
<i>Fragilaria recapitellata</i> Lange-Bertalot & Metzeltin	FRCP	3.5
<i>Nitzschia tabellaria</i> (Grunow) Grunow	NTAB	3.25
<i>Staurosira sviridae</i> Kulikovskiy et al.	SSVI	3.25
<i>Fragilaria gracilis</i> ØstrupSta	FGRA	2.75
<i>Achnantheidium eutrophilum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	ADEU	2.25
<i>Fragilaria neointermedia</i> Tuji et D.M. Williams	FNIN	2.25
<i>Gomphonema minutum</i> (Agardh) Agardh	GMIN	2.25
<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow	NFON	2
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	NAMP	1.75
<i>Cocconeis euglypta</i> Ehrenberg	CEUG	1.25
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	CPED	0.75
<i>Navicula caterva</i> Hohn & Hellerman	NCTV	0.75
<i>Nitzschia acicularis</i> Kützing) W.M.Smith	NACI	0.75
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	APED	0.5
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	CMEN	0.5
<i>Gomphonema</i> sp. Ehrenberg	GOMP	0.5
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	NCPR	0.5
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	NCRY	0.5
<i>Navicula metareichardtiana</i> Lange-Bertalot & Kusber	NMTA	0.5
<i>Pseudostaurosira alvareziae</i> Cejudo-Figueras et al.	PALV	0.5
<i>Staurosira venter</i> (Ehrenberg) Cleve et Moeller	SSVE	0.5
<i>Encyonema auerswaldii</i> Rabenhorst	EAUE	0.25
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) Mann	ESLE	0.25
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	GPAR	0.25
<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>rigidum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	GPRI	0.25
<i>Navicula catalanogermanica</i> Lange-Bertalot & Hofmann	NCAT	0.25
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	NGRE	0.25
<i>Navicula</i> sp.	NAVI	0.25
<i>Navicula rostellata</i> Kützing	NROS	0.25
<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	PLFR	0.25
<i>Punctastriata catenata</i> Wetzel & Ector sp.nov.	PCTN	0.25
<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer	RSIN	0.25
<i>Sellaphora atomoides</i> (Grunow) Wetzel et Van de Vijver	SEAT	0.25
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowksy	SPUP	0.25
<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	UACU	0.25
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	UULN	0.25

ALLEGATO B

Protocollo del confronto interlaboratorio e la Scheda Risultati



Circuito di interconfronto sulla tassonomia delle diatomee bentoniche d'acqua dolce Torino, 12-13 Maggio 2020

1. DESCRIZIONE E SCOPO

L'applicazione del metodo di monitoraggio biologico basato sull'analisi delle comunità di diatomee bentoniche volto alla valutazione della qualità ecologica dei corsi d'acqua comprende diverse fasi, tra cui: campionamento, analisi di laboratorio, identificazione degli organismi. Il presente interconfronto si propone di valutare le prestazioni degli operatori nell'applicazione della fase finale della metodica di analisi della comunità diatomica dei corsi d'acqua, in particolare è centrato sull'identificazione tassonomica e sul conteggio delle diatomee, essendo tale fase una tra le principali sorgenti di errore associata al metodo.

2. DESTINATARI

Il confronto è riservato agli operatori delle Agenzie Ambientali (ARPA/APPA), delle Università e delle Società che si occupano di analisi ambientali. Ogni partecipante dovrà aver maturato comprovata esperienza nel campo del monitoraggio biologico dei corsi d'acqua tramite l'analisi delle comunità fitobentoniche a diatomee.

È ammessa la partecipazione al confronto ad un numero massimo di 35 partecipanti, selezionati sulla base del curriculum vitae e dell'equiripartizione territoriale.

3. Esecuzione della prova

- a. La tipologia fluviale scelta per il presente interconfronto è quella "mediterranea" (M1). Ogni partecipante riceverà 2 vetrini corrispondenti a due siti di monitoraggio differenti e 2 aliquote di campione già trattato, per eventuali ulteriori analisi (non oggetto del presente esercizio) al SEM o rifacimento dei vetrini. Ad ogni partecipante viene attribuito un codice identificativo a cui saranno associati i propri risultati.
- b. La fase di campionamento è stata condotta dalle agenzie ambientali della Liguria (ARPAL) e dell'Umbria (ARPA Umbria), mentre la procedura di preparazione del materiale di prova (vetrino) è stata condotta dall'Università di Torino. In entrambe le fasi, sono state applicate le procedure ufficiali riportate nel protocollo di campionamento ed analisi delle diatomee bentoniche dei corsi d'acqua (Metodo 2020, Manuali e Linee Guida ISPRA 111/2014). Tutti i vetrini permanenti utilizzati per il confronto interlaboratorio sono stati preparati a partire

da un'unica diluizione del campione ossidato. Ogni vetrino è identificato univocamente da un codice numerico progressivo.

- c. Ai partecipanti viene richiesto di identificare e conteggiare le diatomee bentoniche presenti nei 2 vetrini e di fornire come risultato la lista tassonomica delle specie e la loro relativa abbondanza. Le diatomee dovranno essere contate seguendo le indicazioni del paragrafo 6.3 del Metodo 2020 "Protocollo di campionamento e analisi delle diatomee bentoniche dei corsi d'acqua" contenuto nel Manuale e Linee Guida ISPRA 111/2014.

Per il test è necessario contare esattamente 400 individui (valve).

- d. I partecipanti restituiranno i risultati mediante la Scheda dei Risultati (file excel predisposto per il test contenente il modulo per l'inserimento delle liste tassonomiche), che sarà inviata via e-mail dopo la spedizione dei vetrini ed a cui saranno allegate le modalità di compilazione della stessa.
- e. Ogni partecipante, per essere valutato, dovrà effettuare singolarmente le analisi. Non è consentito contattare colleghi o esperti per le analisi.
- f. Prima dell'elaborazione dei dati, l'organizzatore potrà eventualmente chiedere ai partecipanti una conferma dei dati trasmessi.

4. Workshop

Verrà organizzato un workshop di due giornate (12-13 Maggio 2020) presso l'Università di Torino, durante il quale gli esperti internazionali, coinvolti come riferimenti nella lettura dei vetrini, interverranno ad illustrare le problematiche tassonomiche riscontrate nei conteggi e dove verranno presentati i primi risultati derivanti dalle analisi statistiche effettuate sui dati finali. Gli esperti individuati per questo interconfronto sono: il Prof. Bart Van de Vijver (Botanic Garden Meise, Belgio) e il Prof. Luc Ector (LIST, Lussemburgo). I partecipanti all'interconfronto riceveranno un attestato di partecipazione. Saranno attribuiti 27 crediti ECM ai partecipanti alle varie fasi dell'interconfronto.

5. Elaborazione statistica e valutazioni

Le liste ricevute dai partecipanti verranno messe a confronto con quelle dei due esperti di riferimento.

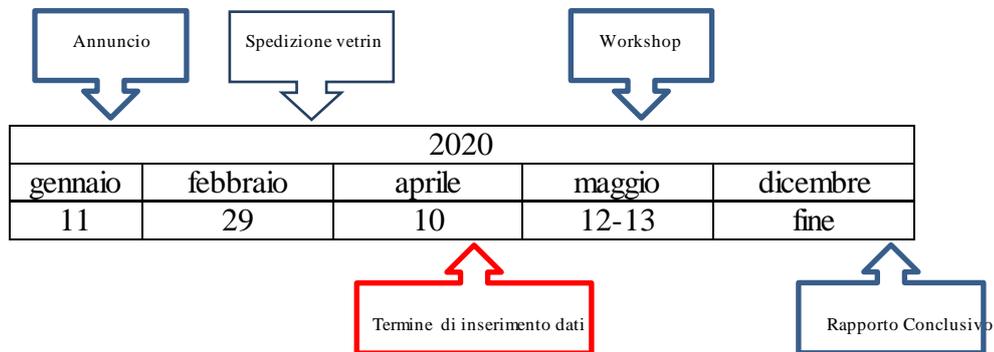
I conteggi forniti dagli operatori verranno inoltre utilizzati per elaborazioni aggiuntive da parte degli organizzatori, tali elaborazioni saranno finalizzate alla comparazione delle liste tassonomiche tramite analisi multivariata di ordinamento N-mDS (Non-metric Multi Dimensional Scaling), calcolo dell'ICMi e valutazione tramite z-score.

Ad ogni partecipante sarà inviato inoltre un Rapporto Conclusivo con le valutazioni tassonomiche e statistiche (viene garantita la confidenzialità dei risultati tramite codice identificativo) ed una sintesi delle considerazioni generali emerse dal workshop.

6. Calendario delle attività

- ✓ Invio dei vetrini ai partecipanti entro fine febbraio 2020.
- ✓ Scadenza per la presentazione dei risultati di conteggio da parte dei partecipanti: 10 Aprile 2020
- ✓ Workshop a Torino: 12-13 Maggio 2020; gli aggiornamenti verranno inviati via e-mail.

✓ Completamento del Rapporto Conclusivo: dicembre 2020



Informazioni:

Letteratura di identificazione consigliata da utilizzare in base alla disponibilità dei laboratori,:

- Peeters V., Ector L. (2017-2019) - *Atlas des diatomées des cours d'eau du territoire bourguignon Vol. 1-3*. Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Bourgogne-Franche-Comté.
- Bey M.Y., Ector L. (2013) - *Atlas des diatomées des cours d'eau de la région Rhone-Alpes*, Centre de Recherche Public Gabriel Lippmann.
- *Catalogue of Diatom Names*, California Academy of Sciences, on-line Version updated 19 sep 2011. Compiled by Elisabeth Fourtanier & J. Patrick Kociolek. Available online at: <http://research.calacademy.org/research/diatoms/names/index.asp>
- Erwin R. (1999) - *Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs. Taxonomy: Zur Revision der Gattung Gomphonema, die Arten um G. affine/insigne, G. angustatum/micropus, G. acuminatum sowie gomphonemoide Diatomeen aus dem Oberoligozän in Böhmen*. Volume 08, A.R.G. Gantner Verlag, Ruggell.
- Falasco E., Piano E., Bona F. (2013) - *Guida al riconoscimento e all'ecologia delle principali diatomee bentoniche fluviali dell'Italia nord occidentale*. *Biologia Ambientale*, 27 (1), 292 pp..
- Guiry M.D., Guiry G.M. (2015) – *AlgaeBase, World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway*, <http://www.algaebase.org>
- Hofmann G., Werum M. & Lange-Bertalot H. (2011) – *Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa*, A.R.G. Gantner Verlag K.G., 908 pp..
- Krammer K., Lange-Bertalot H. (1986) - *Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae, Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2/1*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. Neuauflage 1997. REPRINT 2007.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. (1988) - *Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2/2*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. Neuauflage 1997. REPRINT 2007.

-
- Krammer K., Lange-Bertalot H. (1991a) - *Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2/3*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. CORRECTED REPRINT 2004.
 - Krammer K., Lange-Bertalot H. (1991b) - *Bacillariophyceae. 4 Teil: Achnantheaceae, kritische Ergänzungen zu Achnanthes s.l., Navicula s.str. und Gomphonema. Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2/4*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. REV. ED. 2004.
 - Krammer K., Lange-Bertalot H. (2000) - *Bacillariophyceae. Part 5: English and French translation of the keys. Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2/5*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
 - Krammer K. (2000) – *The genus Pinnularia – Diatoms of Europe, Volume 1. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats*, A. R. G. Gantner Verlag, Rugel.
 - Krammer K. (2002) – *Cymbella - Diatoms of Europe Volume 3. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats*, A. R. G. Gantner Verlag, Rugel.
 - Krammer K. (2003) - *Cymbopleura, Delicata, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocymbella - Diatoms of Europe, Volume 4. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats*, A. R. G. Gantner Verlag, Rugell.
 - Lange-Bertalot H. (2001) - *Navicula sensu stricto, 10 Genera Separated from Navicula sensu lato, Frustulia - Diatoms of Europe, Volume 2. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats*, A. R. G. Gantner Verlag, Rugell.
 - Lange-Bertalot H., Malgorzata Bak, Andrzej Witkowski and Nadia Tagliaventi (2011) – *Eunotia and some related genera - Diatoms of Europe, Volume 6. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats*, A. R. G. Gantner Verlag, Rugell.
 - Levkov Z. (2009) – *Amphora in sensu lato – Diatoms of Europe, Volume 5. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats*, A. R. G. Gantner Verlag, Rugell.
 - Reichardt E. (1997) - *Taxonomische Revision des Artenkomplexes um Gomphonema pumilum (Bacillariophyceae)*. Nova Hedwigia 65 (1-4): 99-129.
 - Spaulding S.A., Lubinski D.J. Potapova M. (2010) - *Diatoms of the United States*, www.westerndiatoms.colorado.edu
 - Werum, M. & Lange-Bertalot, H. (2004) – *Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs Vol. 13 Diatoms from Springs*. Koeltz Scientific Books. 480 pp.

Confronto tassonomico diatomee bentoniche TO2020

Codice Vetrino

Generalità del partecipante

Istituzione	
Struttura d'appartenenza	
Indirizzo	
Referente	
Tel.	
e-mail	
CORREGGERE e/o INTEGRARE OVE NECESSARIO	
Altri nominativi cui far riferimento in caso di assenza del Referente	
Note	

Data:		Firma:	
--------------	--	---------------	--

Confronto tassonomico diatomee bentoniche TO2020

Codice vetrino

Metodi di misura e strumentazione

Microscopio/Ingrandimento	
Contrasto di fase	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Guide di identificazione	

ALLEGATO C

Lista delle specie rinvenute dai partecipanti. In questa tabella le eventuali sinonimie non sono state accorpate, così come i nomi ormai obsoleti non sono stati convertiti utilizzando la nomenclatura corretta e più recente. Ciò permette di avere una panoramica dell'ampia nomenclatura utilizzata dai partecipanti.

TAXA	CODICE OMNIDIA
<i>Achnanthidium affine</i> (Grun) Czarnecki	ACAF
<i>Achnanthidium atomoides</i> Monnier, Lange-Bertalot & Ector	ADAM
<i>Achnanthidium atomus</i> (Hustedt) Monnier, Lange-Bertalot & Ector	ADAT
<i>Achnanthidium caravelense</i> Novais et Ector	ADCV
<i>Achnanthidium catenatum</i> (Bily & Marvan) Lange-Bertalot	ADCT
<i>Achnanthidium delmontii</i> Peres, Le Cohu et Barthes	ADMO
<i>Achnanthidium druartii</i> Rimet & Couté in Rimet & al.	ADRU
<i>Achnanthidium ertzii</i> Van de Vijver & Lange-Bertalot	AERT
<i>Achnanthidium eutrophilum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	ADEU
<i>Achnanthidium gracillimum</i> (Meister) Lange-Bertalot	ADGL
<i>Achnanthidium jackii</i> Rabenhorst	ADJK
<i>Achnanthidium latecephalum</i> Kobayasi	ADLA
<i>Achnanthidium lineare</i> W. Smith	ACLI
<i>Achnanthidium microcephalum</i> Kützing	ADMC
<i>Achnanthidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	ADMI
<i>Achnanthidium nanum</i> (F. Meister) Novais & Jüttner	ADNU
<i>Achnanthidium pyrenaicum</i> (Hustedt) Kobayasi	ADPY
<i>Achnanthidium rivulare</i> Potapova & Ponader	ADRI
<i>Achnanthidium rostrumpyrenaicum</i> Jüttner & Cox	ARPY
<i>Achnanthidium saprophilum</i> (Kobayasi et Mayama) Round & Bukhtiyarova	ADSA
<i>Achnanthidium</i> sp.	ADCS
<i>Achnanthidium straubianum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	ADSB
<i>Achnanthidium subatomus</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	ADSU
<i>Adlafia minuscula</i> (Grunow) Lange-Bertalot	ADMS
<i>Amphora copulata</i> (Kützing) Schoeman et Archibald	ACOP
<i>Amphora indistincta</i> Levkov	AMID
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	AOVA
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	APED
<i>Aneumastus stroesei</i> (Østrup) Mann et Stickle	ANSS
<i>Brachysira neoexilis</i> Lange-Bertalot	BNEO
<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve	CBAC
<i>Caloneis bacillum</i> f. <i>inflata</i> Hustedt	CBFI
<i>Caloneis lancettula</i> (Schulz) Lange-Bertalot et Witkowski	CLCT
<i>Cocconeis euglypta</i> Ehrenberg	CEUG
<i>Cocconeis lineata</i> Ehrenberg	CLNT
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	CPED
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	CPLA
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	CPLE
<i>Cocconeis pseudolineata</i> (Geitler) Lange-Bertalot	COPL
<i>Craticula accomoda</i> (Hustedt) D.G. Mann	CRAC
<i>Craticula buderi</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	CRBU
<i>Cyclotella distinguenda</i> Hustedt	CDTG

<i>Cyclotella meduanae</i> Germain	CMED
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	CMEN
<i>Cyclotella polymorpha</i> Meyer & Håkansson	CPOL
<i>Cyclotella pseudostelligera</i> Hustedt	CPST
<i>Cymbella affinisformis</i> Krammer	CAFM
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	CAFF
<i>Cymbella affinis</i> Kützing var. <i>angusta</i> (Krammer) W. Silva	CAFG
<i>Cymbella affinis</i> var. <i>excisa</i> (Kützing) Grunow	CAFX
<i>Cymbella affinis</i> var. <i>neoprocera</i> Da Silva	CNPC
<i>Cymbella compacta</i> Østrup	CCMP
<i>Cymbella cymbiformis</i> Agardh	CCYM
<i>Cymbella excisa</i> Kützing	CAEX
<i>Cymbella excisiformis</i> Krammer	CEXF
<i>Cymbella hustedtii</i> Kras ske	CHUS
<i>Cymbella kappii</i> (Cholnoky) Cholnoky	CKPP
<i>Cymbella kolbei</i> Hustedt	CKOL
<i>Cymbella neoleptoceros</i> Krammer	CNLP
<i>Cymbella parva</i> (W. Sm.) Kirchner	CPAR
<i>Cymbella perparva</i> Krammer	CPPV
<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) Van Heurck	CTUM
<i>Cymbella turgidula</i> Grunow	CTGL
<i>Cymbella vulgata</i> Krammer	CVUL
<i>Cymbopleura hustedtii</i> Novelo Tavera & Ibarra	CBHD
<i>Denticula tenuis</i> Kützing	DTEN
<i>Diatoma ehrenbergii</i> Kützing	DEHR
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	DVUL
<i>Diatoma vulgare</i> f. <i>anormale</i>	DVUT
<i>Diatoma vulgare</i> f. <i>lineare</i> (Grunow) Bukhtiyarova	DVLN
<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) W.M. Schmidt	DGEM
<i>Encyonema auerswaldii</i> Rabenhorst	EAUE
<i>Encyonema caespitosum</i> Kützing	ECAE
<i>Encyonema lange-bertalotii</i> Krammer	ENLB
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) Mann	ENMI
<i>Encyonema prostratum</i> (Berkeley) Kützing	EPRO
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G. Mann	ESLE
<i>Encyonema ventricosum</i> (Kützing) Grunow	ENVE
<i>Encyonopsis microcephala</i> (Grunow) Krammer	ENCM
<i>Encyonopsis minuta</i> Krammer & Reichardt	ECPM
<i>Encyonopsis subminuta</i> Krammer & Reichardt	ESUM
<i>Eolimna minima</i> (Grunow) Lange-Bertalot	EOMI
<i>Eolimna subminuscula</i> (Manguin) Moser Lange-Bertalot & Metzeltin	ESBM
<i>Eolimna subminuscula</i> (Manguin) Moser Lange-Bertalot et Metzeltin f. <i>anormale</i>	ESBT
<i>Fallacia subhamulata</i> (Grunow in V. Heurck) D.G. Mann	FSBH
<i>Fistulifera saprophila</i> (Lange-Bertalot & Bonik) Lange-Bertalot	FSAP
<i>Fragilaria austriaca</i> (Grunow) Lange-Bertalot	FAUT
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow in Van Heurck	FBRE
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières f. <i>sublanceolata-baikali</i> Flower & Williams fo.nov.	FCSB
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	FCAP
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières var. <i>gracilis</i> (Østrup) Hustedt	FCGR
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières var. <i>vaucheriae</i> (Kützing) Lange-Bertalot	FCVA

<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières var. <i>vaucheriae</i> (Kütz.) Lange-Bertalot f. anormale	FCVT
<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow f. <i>binodis</i> (Ehr.) Hustedt	FCBI
<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow	FCON
<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow var. <i>subsalina</i> Hustedt	FCSS
<i>Fragilaria gracilis</i> Østrup	FCRA
<i>Fragilaria mesolepta</i> Rabenhorst	FMES
<i>Fragilaria neointermedia</i> Tuji et D.M. Williams	FNIN
<i>Fragilaria pararumpens</i> Lange-Bertalot, G.Hofmann et Werum	FPRU
<i>Fragilaria parasitica</i> var. <i>subconstricta</i> Grunow in Van Heurck	FPSC
<i>Fragilaria parva</i> Tuji et Williams	FPAV
<i>Fragilaria pectinalis</i> (O.F.Müller) Lyngbye	FPEC
<i>Fragilaria perminuta</i> (Grunow) Lange-Bertalot	FPEM
<i>Fragilaria radians</i> (Kützing) Lange-Bertalot	FRDS
<i>Fragilaria rumpens</i> (Kütz.) G.W.F. Carlson	FRUM
<i>Fragilaria</i> sp.	FRAS
<i>Fragilaria sublaceolata-baikali</i> (Flower & D.M. Williams) Novais et al.	FSBK
<i>Fragilaria tenera</i> (W. Smith) Lange-Bertalot	FTEN
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) Petersen	FVAU
<i>Geissleria decussis</i> (Østrup) Lange-Bertalot et Metzeltin	GDEC
<i>Gomphoneis calcifuga</i> (Lange-Bertalot & Reichardt) Tuji	GCFU
<i>Gomphonella olivacea</i> (Homemann) Rabenhorst	GLOV
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst	GANG
<i>Gomphonema elegantissimum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	GELG
<i>Gomphonema exilissimum</i> (Grun.) Lange-Bertalot & Reichardt	GEXL
<i>Gomphonema italicum</i> Kützing	GITA
<i>Gomphonema micropus</i> Kützing	GMIC
<i>Gomphonema minutum</i> (Agardh) Agardh	GMIN
<i>Gomphonema occultum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	GOCU
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Homemann) Brébisson	GOLI
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	GPAR
<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>exilissimum</i> Grunow	GPXS
<i>Gomphonema pseudoboheicum</i> Lange-Bertalot & Reichardt	GPBO
<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) Reichardt et Lange-Bertalot	GPUM
<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>elegans</i> Reichardt & Lange-Bertalot	GPEL
<i>Gomphonema</i> sp.	GOMS
<i>Hippodonta capitata</i> (Ehr.) Lange-Bertalot Metzeltin & Witkowski	HCAP
<i>Hippodonta pseudacceptata</i> (Kobayasi) Lange-Bertalot Metzeltin & Witkowski	HPDA
<i>Melosira varians</i> Agardh	MVAR
<i>Navicula amphiceropsis</i> Lange-Bertalot & Rumrich	NAAM
<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot	NANT
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	NCPR
<i>Navicula caterva</i> Hohn & Helleman	NCTV
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	NCRY
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	NCTE
<i>Navicula cryptotenelloides</i> Lange-Bertalot	NCTO
<i>Navicula exilis</i> Kützing	NEXI
<i>Navicula germainii</i> Wallace	NGER
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	NGRE
<i>Navicula</i> sp.	NAVI
<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg	NLAN

<i>Navicula perminuta</i> Grunow	NPNU
<i>Navicula phylleptosoma</i> Lange-Bertalot	NPHP
<i>Navicula pseudotuscula</i> Hustedt	NPTU
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	NRAD
<i>Navicula reichardtiana</i> f. anormale	NRCF
<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot	NRCH
<i>Navicula rostellata</i> Kützing	NROS
<i>Navicula subalpina</i> Reichardt	NSBN
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	NTPT
<i>Navicula vandamii</i> Schoeman et Archibald	NVDA
<i>Navicula veneta</i> Kützing	NVEN
<i>Navicula viridula</i> var. <i>rostellata</i> (Kützing) Cleve	NVRO
<i>Nitzschia acicularis</i> Kützing) W.M.Smith	NACI
<i>Nitzschia alicae</i> Hlubikova & Ector	NALC
<i>Nitzschia alpinobacillum</i> Lange-Bertalot	NAPB
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	NAMP
<i>Nitzschia angustatula</i> Lange-Bertalot	NZAG
<i>Nitzschia archibaldii</i> Lange-Bertalot	NIAR
<i>Nitzschia costei</i> Tudesque, Rimet & Ector	NYCO
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow	NDIS
<i>Nitzschia draveillensis</i> Coste & Ricard	NDRA
<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow	NFON
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow	NIFR
<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	NINC
<i>Nitzschia lacuum</i> Lange-Bertalot	NILA
<i>Nitzschia microcephala</i> Grunow	NMIC
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	NPAL
<i>Nitzschia palea</i> var. <i>debilis</i> (Kützing) Grunow	NPAD
<i>Nitzschia parvula</i> W.M.Smith	NPAR
<i>Nitzschia perminuta</i> (Grunow) M.Peragallo	NIPM
<i>Nitzschia sinuata</i> var. <i>tabellaria</i> (Grunow) Grunow	NSIT
<i>Nitzschia solgensis</i> Cleve-Euler	NSOL
<i>Nitzschia soratensis</i> Morales & Vis	NSTS
<i>Nitzschia</i> sp.	NZSS
<i>Nitzschia supralitorea</i> Lange-Bertalot	NZSU
<i>Nitzschia tabellaria</i> (Grun.) Grunow	NTAB
<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	PLFR
<i>Planothidium frequentissimum</i> Round & Bukhtiyarova	PFQS
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	PTLA
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson) Bukhtiyarova	PTLC
<i>Psammothidium subatomoides</i> (Hustedt) Bukhtiyarova et Round	PSAT
<i>Pseudostaurosira alvareziae</i> Cejudo-Figueras Morales & Ector	PALV
<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grunow) Williams et Round	PSBR
<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> f. anormale	PBTG
<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> var. <i>binodis</i> (Pantocsek) Andresen Stoermer et Kreis	PBBI
<i>Pseudostaurosira parasitica</i> (W.Smith) Morales var. <i>parasitica</i>	PPRS
<i>Pseudostaurosira parasitica</i> var. <i>subconstricta</i> (Grunow) Morales	PPSC
<i>Punctastriata lancettula</i> (Schumann) Hamilton & Siver	PULA
<i>Punctastriata mimetica</i> Morales	PMIM
<i>Punctastriata ovalis</i> Williams & Round	POVA

<i>Reimeria sinuata</i> (Greg.) Kociolek et Stoermer forme teratogene	RSIT
<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer	RSIN
<i>Reimeria uniseriata</i> Sala Guerrero & Ferrario	RUNI
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	RABB
<i>Sellaphora atomoides</i> (Grunow) Wetzel et Van de Vijver	SEAT
<i>Sellaphora bacillum</i> (Ehrenberg) D.G.Mann	SEBA
<i>Sellaphora mutatooides</i> Lange-Bertalot & Metzeltin	SMTO
<i>Sellaphora nigri</i> (De Not.) C.E. Wetzel et Ector comb. nov. emend.	SNIG
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowsky var. pupula	SPUP
<i>Sellaphora saugerresii</i> (Desm.) C.E. Wetzel & D.G. Mann	SSGE
<i>Sellaphora seminulum</i> (Grunow) D.G. Mann	SSEM
<i>Staurosira ambigua</i> Morales, Edlund & Spaulding	SAMB
<i>Staurosira binodis</i> (Ehrenb.) Kulikovskiy & Genkal	SBNO
<i>Staurosira binodis</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot	SBND
<i>Staurosira brevistriata</i> (Grunow) Grunow	SBRV
<i>Staurosira incerta</i> Morales	SICT
<i>Staurosira pinnata</i> Ehrenberg	SRPI
<i>Staurosira sviridae</i> Kulikovskiy, Genkal & Mikheyeva	SSVI
<i>Staurosira venter</i> (Ehr.) H.Kobayasi	SSVT
<i>Staurosira venter</i> (Ehrenberg) Cleve et Moeller var. venter	SSVE
<i>Staurosira venter</i> (Ehrenberg) Grunow	SVNT
<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenberg) Williams et Round	SPIN
<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot	SBRE
<i>Tabularia fasciculata</i> (Agardh) Williams et Round	TFAS
<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal in Aboal et al.	UACU
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère var. <i>acus</i> (Kütz.) Lange-Bertalot	UUAC
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	UULN

