

Cristina Cappelletti* e Francesca Ciutti

¹Centro Trasferimento Tecnologico, Fondazione Edmund Mach, via E. Mach 1, 38098 San Michele all'Adige (TN)

* cristina.cappelletti@fmach.it

INTRODUZIONE

I cambiamenti climatici in atto, che agiscono a livello globale, si aggiungono a quelli ambientali, legati alle attività antropiche (eutrofizzazione, acidificazione, contaminazione, alterazione del regime idrologico, alterazioni morfologiche...), che agiscono invece a livello regionale/locale. Come si riorganizzeranno le comunità per rispondere a tali cambiamenti? E quali saranno le implicazioni per il biomonitoraggio?



CAMBIAMENTI CLIMATICI IN AMBIENTI REMOTI, PRISTINI, NON IMPATTATI

Nei laghi di alta quota, delle zone artiche e antartiche, dell' "High Arctic" gli studi limnologici e paleolimnologici hanno dimostrato che le diatomee sono informative dei cambiamenti ambientali nel breve e nel lungo termine. Questi ecosistemi sono campanelli d'allarme, poiché evidenziano per primi i segni legati al cambiamento climatico e al massimo grado. Il riscaldamento globale sta però interessando ora anche le zone temperate, ma come atteso, i laghi di queste aree evidenziano uno slittamento temporale dei cambiamenti (in qualche caso fino a un secolo) (Douglas & Smol, 2010; Lotter *et al.*, 2010; Spauldind & Mcknight, 2010). Anche le sorgenti sembrano promettenti sentinelle degli effetti del cambiamento climatico e le comunità delle diatomee che le popolano evidenziano una correlazione positiva tra abbondanza relativa di specie aerofile e aumento del disturbo idrologico (Cantonati *et al.*, 2022).



DIATOMEI DEI CORSI D'ACQUA: RISPOSTE AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

La bibliografia relativa alle possibili risposte delle diatomee dei corsi d'acqua ai cambiamenti climatici è meno ricca rispetto a quella degli ambienti lacustri. La modellistica sviluppata indica come il cambiamento ambientale determinato da quello climatico, porti in generale ad un'alterazione della composizione delle comunità diatomiche (Pound *et al.*, 2020; Pajunen *et al.*, 2019).

AUMENTO DELLA TEMPERATURA (GLOBAL WARMING)

VARIAZIONE SPECIE STENOTERME CALDE E FREDDI, CALO DELLA BETA-DIVERSITA'

- aumento della distribuzione delle specie stenoterme calde e calo delle stenoterme fredde (Pound *et al.*, 2020);
- perdita di specie stenoterme fredde alle latitudini meridionali (Bahls, 2017);
- "biotic homogenization": aumento della similarità delle comunità con calo della beta-diversità nell'orizzonte temporale 30-50 anni, nonostante l'aumento della ricchezza in specie, poiché la velocità di espansione delle specie calde è superiore di quella di estinzione delle fredde (Pound *et al.*, 2020). La beta diversità è spesso associata ai disturbi antropici, all'alterazione degli habitat, all'arrivo delle specie invasive (Cheng *et al.*, 2018), mentre non è ben conosciuta la relazione tra "biotic homogenization" e cambiamenti climatici.

DIFFUSIONE SPECIE ALLOCTONE, NEONATIVE E INVASIVE

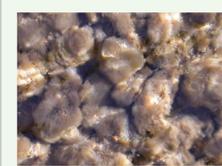
- diffusione delle specie alloctone
- estensione dell'areale delle specie neonative (in senso altitudinale e latitudinale)
- diffusione delle specie invasive sia esotiche sia autoctone (IAS)

Esempi di specie potenzialmente in espansione

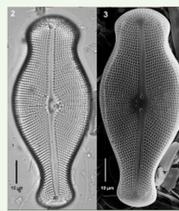
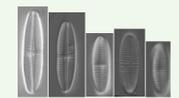
Achnantheidum delmontii Peres, Le Cohu et Barthes
IAS individuata in Francia nel 2007 (Pérès *et al.*, 2012). In rapida espansione in Centro Europa, dove il F. Danubio è un corridoio di invasione; preferisce temperature relativamente alte; esiste quindi una potenziale relazione tra diffusione della specie e riscaldamento globale (Buczko *et al.* 2022).

Segnalata anche in molti corsi d'acqua italiani.

Didymosphaenia geminata (Lyngbye) W.M. Schmidt



Specie autoctona la cui crescita è favorita da basse portate estive, alte invernali, stabilità del substrato; sembra proliferare in corsi d'acqua soggetti a regolazione delle portate (Kilroy *et al.*, 2009): potenzialmente quindi potrebbe espandersi nel caso di portate stabili.

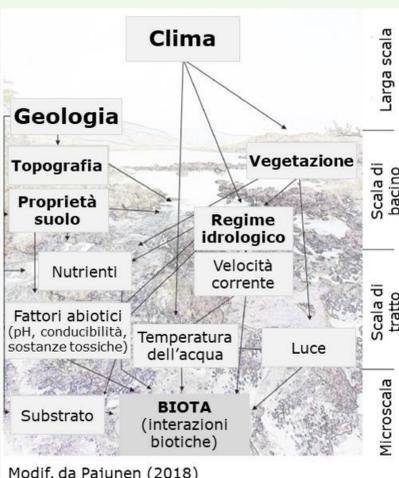


ALTERAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI

RIDUZIONE DELLE PORTATE ED EVENTI ESTREMI (SECHE)

VARIAZIONE DELLA COMPOSIZIONE DELLE COMUNITA' DIATOMICHE

- aumento delle specie più tolleranti a nutrienti e sostanza organica nei tratti a portata ridotta;
- aumento della presenza di specie eurialine nei tratti terminali dei fiumi per la risalita del cuneo salino;
- aumento del turnover con sostituzione delle specie sensibili con tolleranti (corsi d'acqua mediterranei intermittenti - Piano *et al.*, 2016)
- cambiamento della comunità bentonica algale con contrazione della componente diatomica a favore di altri gruppi, che sopportano meglio la scarsità d'acqua fino all'essiccazione, nel caso di siccità sovra stagionale (Falasco *et al.*, 2020).



DIATOMEI DEI CORSI D'ACQUA: MODELLI PER RISPOSTE COMPLESSE AI CAMBIAMENTI CLIMATICI E ALLE VARIABILI AMBIENTALI LOCALI

Modelli sviluppati su estesi dataset di corsi d'acqua hanno evidenziato, in generale, il maggior peso relativo delle variabili climatiche (legate a temperatura e pioggia) rispetto a quelle ambientali locali (chimica dell'acqua) nel determinare la distribuzione delle diatomee (Pajunen *et al.*, 2016a, 2016b, 2019). L'effetto delle variabili ambientali locali diventa maggiore nei corsi d'acqua antropizzati rispetto ai naturali, dove l'effetto clima è dominante (Pajunen *et al.*, 2019). Il peso relativo delle variabili però, può cambiare, dipendere dal contesto e differire in ambienti diversi. Pertanto, nello sviluppo di nuovi indici è necessario utilizzare metodi in grado di riconoscere relazioni complesse, poiché la risposta delle specie ai fattori ambientali può essere non lineare. Tali modelli hanno portato anche alla definizione di una prima lista di specie che risentono in modo prevalente delle variabili climatiche o di quelle ambientali locali (Pajunen *et al.*, 2016b).

IMPLICAZIONI PER IL BIOMONITORAGGIO

- implementare lo studio delle comunità diatomiche di corsi d'acqua naturali, non impattati;
- sviluppare metriche idonee alla valutazione dei diversi impatti legati al cambiamento climatico (aumento delle temperature, diffusione delle specie invasive), analogamente a quanto fatto per il disturbo idrologico (metriche funzionali es. "ecological guides", il cui uso andrebbe implementato);
- rivalutare l'affidabilità degli indici diatomici attualmente utilizzati, che dovrebbero misurare una qualità locale, ma risentono in realtà di fattori a livello superiore, a scala di bacino e a scala globale.

BIBLIOGRAFIA

Bahls 2017 *Diatom Res* 32(4):483-494 - Buczko *et al.* 2022 *Ecol Indic* 135:108547 - Cantonati *et al.* 2022 *Water* 14(3):381 - Cheng *et al.* 2018 *Sci Rep* 8:15960. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34313-x> - Douglas & Smol 2010. In *The Diatoms. Application for the Environmental and Earth Sciences*. Smol & Storer eds. 227-244 - Falasco *et al.* 2020 *J Limnol* 79(2):97-110 - Kilroy *et al.* 2009 *F Biol* 54:1990-2002 - Lotter *et al.*, 2010. In *The Diatoms. Application for the Environmental and Earth Sciences*. Smol & Storer eds. 205-226 - Pajunen *et al.* 2016a *Global Ecol Biogeogr* 25:198-206 - Pajunen *et al.* 2016b *Fresh Biol* 61:876-886 - Pajunen 2018 *The effects of local, catchment and climatic factors on the reliability of microbial bioindicators: diatoms in fluvial ecosystems*. ISBN 978-951-51-2944-4. 44pp - Pajunen *et al.* 2019 *Ecol Appl* 29(5): e01917 - Pérès *et al.* 2012 *Fottea* 12(2):189-198 - Piano *et al.* 2017 *F Biol* 62:1276-1287 - Pound *et al.*, 2020 *Global Ecol Biogeogr* 00:1-16 - Spauldind & Mcknight, 2010. In *The Diatoms. Application for the Environmental and Earth Sciences*. Smol & Storer eds. 245-263.