

COLORAZIONI ANOMALE IN CORPI IDRICI SUPERFICIALI

ALTERAZIONI CROMATICHE DELLE ACQUE SUPERFICIALI NON COINCIDONO SEMPRE CON UN INQUINAMENTO. I NATURALI PROCESSI DI DEGRADAZIONE DELLA MATERIA ORGANICA, ASSOCIATI A DETERMINATE CONDIZIONI AMBIENTALI, FAVORISCONO FIORITURE ALGALI E BATTERICHE, CAUSA DIRETTA DELLE COLORAZIONI ANOMALE DELLE ACQUE.

Nell'ultimo decennio, le segnalazioni da parte di cittadini di fenomeni che riguardano la presenza di colorazioni anomale nei corsi d'acqua superficiali sono in costante aumento. Spesso non è facile risalire nell'immediato alla causa di tali eventi, nonché spiegare come queste colorazioni non sempre siano legate a specifici fenomeni di inquinamento delle acque. Nelle pagine seguenti verranno illustrati i principali casi di colorazioni anomale delle acque superficiali segnalati ad Arpa Emilia-Romagna e ne verranno illustrate le cause, principalmente riconducibili a fenomeni naturali.

Il caso di *Euglena sanguinea*

Nel periodo primaverile ed estivo, quando le acque sono interessate da un forte irraggiamento solare, da alte temperature e da un considerevole apporto di nutrienti, si possono riscontrare fenomeni di fioriture algali che determinano un cambiamento nella colorazione dell'acqua a seconda dell'organismo fitoplanctonico prevalente e dei pigmenti fotosintetici dominanti.

Tra gli eventi di fioriture algali trasmessi ai diversi distretti di Arpa nel corso degli ultimi anni, si riportano i casi segnalati per il canale di Migliarina a Migliarina di Carpi (MO) nell'agosto 2009 (figura 1 a, b), per il canale di Cento (FE) nell'agosto 2017 (figura 1 c, d), il Fosso Vallicella a San Felice sul Panaro (MO) e infine per la Canala dei Canali e per lo Scolo Traversagno in provincia di Ravenna tra luglio e agosto 2020 (figura 2). Tutte queste segnalazioni riguardavano la presenza di estese colorazioni rosse delle acque superficiali che, dopo un'analisi al microscopio ottico, sono state associate alla presenza dell'alga flagellata *Euglena sanguinea* (figura 3).

Euglena sanguinea è un organismo planctonico unicellulare che possiede un complesso di pigmenti rossi, l'ematocroma,



FIG. 1 CORPI IDRICI

a, b) Canale di Migliarina, Migliarina di Carpi. Estesa colorazione rossa dello strato superficiale. c, d) Canale di Cento, Corporeno, comune di Cento. Corpo idrico caratterizzato da una pellicola rossa in superficie, in alcuni tratti addensata in forma di agglomerati circolari.



FIG. 2 CANALA DEI CANALI, RAVENNA

Estesa colorazione rossa lungo tutto il corpo idrico.

composto da differenti carotenoidi la cui funzione principale è quella di proteggere la cellula dall'elevata intensità luminosa. Nelle ore centrali della giornata, in presenza di un elevato irraggiamento solare, i pigmenti dell'ematocroma si distribuiscono in tutto il volume cellulare a protezione della cellula che appare rossa e assume una forma sferica (figura 3b). Nelle ore serali e notturne, interessate da un basso irraggiamento, i pigmenti rossi si concentrano al centro della cellula che riassume il suo classico colore verde (figura 3a). [1]

Di conseguenza, le acque in cui si sviluppa una fioritura di *Euglena sanguinea*, appaiono interessate da una pellicola rossa in superficie durante le ore a più intensa illuminazione [2], mentre al di sotto dello strato superficiale l'acqua del corpo idrico di solito si presenta trasparente e pulita. Generalmente le acque dove si presenta un fenomeno di fioritura algale sono caratterizzate da una sovrassaturazione dell'ossigeno disciolto e un valore basico del pH. Le condizioni favorevoli allo sviluppo delle fioriture algali di *Euglena* si creano pertanto durante il periodo estivo e sono favorite nelle acque canalizzate con elevato carico organico anche per la presenza di una notevole stasi idrodinamica. L'alga non risulta essere pericolosa per l'uomo, ma può produrre l'euglenoficina, una tossina ittiotossica cioè potenzialmente dannosa e letale per la vita dei pesci. Nei nostri casi non sono stati registrati disturbi alla fauna ittica.

Solfobatteri

In altri casi, la presenza di "colorazioni anomale" non è dovuta a fioriture algali, ma allo sviluppo di solfobatteri purpurei che, in determinate condizioni ambientali, possono proliferare determinando lo sviluppo di una colorazione roseo-violacea dell'acqua. Questi casi si sono verificati a Ravenna, in un laghetto privato nelle vicinanze della pista ciclabile Pasi Miserocchi nell'agosto 2017 e in marzo 2021 e nella Bassa del Pirottolo, all'interno della Pineta San Vitale, nell'agosto 2020 (figura 4), con segnalazione da parte dei cittadini di acqua di colore rosso-rosata e maleodorante.

Le analisi al microscopio ottico hanno confermato la presenza di solfobatteri purpurei (figura 5), mentre le analisi fisico-chimiche hanno evidenziato un'elevata presenza di cloruri e solfati, forte carenza di ossigeno e grande quantità di acido solfidrico responsabile

delle esalazioni maleodoranti (tabella 1). Inoltre, alcune di queste forme batteriche sono state ritrovate in acque fortemente salate come nel lago eutrofico in via Sacca e nella Bassa del Pirottolo (tabella 1). Il meccanismo di proliferazione di questi batteri si innesca con i naturali processi di degradazione della sostanza organica che possono determinare il totale consumo di ossigeno disciolto e la produzione di acido solfidrico, provocando la fioritura di colore rosato dei solfobatteri purpurei. Infatti, questi organismi utilizzano composti inorganici dello zolfo (ad esempio H₂S e HS⁻) come agenti

riducenti nei loro processi metabolici con conseguente ossidazione dell'acido solfidrico e con produzione di granuli di zolfo che vengono accumulati all'interno o esterno della cellula a seconda delle specie batteriche interessate. Lo zolfo a sua volta può essere ossidato con formazione di solfati e acido solforico [3]. Questi organismi sono generalmente presenti in zone anossiche, in cui sono in atto i naturali meccanismi di degradazione della materia organica, con elevata presenza di luce e dove vi è un accumulo di acido solfidrico. Essi contengono pigmenti fotosintetici,

TAB. 1
ANALISI CHIMICA

Parametri fisico-chimici analizzati nei campioni della Bassa del Pirottolo, della Penisola Trattaroli e del laghetto privato nei pressi della pista ciclabile Pasi Miserocchi.

Parametro	Laghetto - Classe (2017)	Penisola Trattaroli (2017)	Bassa del Pirottolo (2020)
pH	8.6	7.34	7.8
Cod mg/l O ₂	-	-	408
Solfati (mg/l)	1425	-	1.225
Cloruri (mg/l)	20.075	142.000	10.668
Conducibilità (µS/cm)	45.100	-	30.800
Solfuri (H ₂ S) (mg/l)	12,02	-	0,9
Ossigeno disciolto (mg/l)	<1	-	3,0

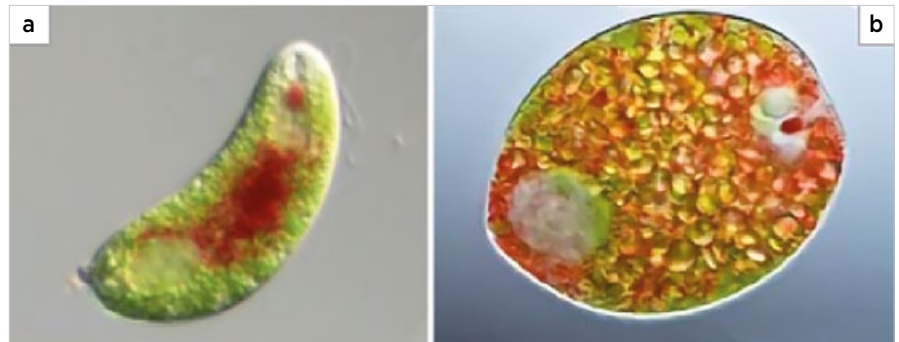


FIG. 3 EUGLENA SANGUINEA (1000X)

a) forma allungata e flagellata in cui i pigmenti rossi si trovano al centro della cellula
b) forma sferica in cui il complesso di pigmenti rossi si distribuisce in tutta la superficie della cellula.



FIG. 4 LAGHETTO PRIVATO

Adiacenze alla pista ciclabile Pasi-Miserocchi in località Classe. a, b) Fotografie dell'estesa colorazione rossa delle acque segnalata nel 2017. c, d) ammassi galleggianti di natura organica di colore violaceo segnalati nel 2021.

come carotenoidi e batterioclorofille, responsabili della colorazione rosso-violacea dell'acqua che si sviluppa in presenza di una loro proliferazione [3].

Ferrobatteri

L'azione di altri microrganismi è responsabile di ulteriori eventi di colorazioni anomale rosso ruggine delle acque superficiali caratterizzati dalla presenza di deposito e materiale colloidale in sospensione della medesima colorazione. Questi casi sono stati riscontrati lungo un fosso stradale a San Giovanni in Persiceto (BO) negli anni 2000, 2004, 2006, 2016 e 2017 (figura 6 a, b); nell'alveo del fiume Reno, in località Lama di Reno (BO) nel corso del 2015, a San Zeno di Galeata (FC) nel 2020, lungo il fiume Savio nel comune di Bagno di Romagna (FC) a gennaio e febbraio 2021 (figura 6 c), e infine in località Borgo Maggiore (San Marino) a marzo 2021.

Per quanto riguarda i fenomeni segnalati a San Giovanni in Persiceto (BO), a Lama di Reno (BO) e a San Zeno di Galeata (FC), gli esiti analitici relativi ai campioni sia di acqua che di sedimento, hanno rilevato l'assenza di sostanze di natura antropica (idrocarburi, metalli pesanti), mentre hanno mostrato una concentrazione molto elevata di ferro e manganese (tabella 2).

In merito alle segnalazioni rinvenute nel comune di Bagno di Romagna (FC) lungo il fiume Savio, l'analisi dei campioni al microscopio ottico ha permesso di osservare la struttura del materiale colloidale costituito prevalentemente da batteri filamentosi ferroprecipitanti probabilmente appartenenti alla specie *Leptothrix ochracea* e al genere *Spirophyllum* e *Gallionella* (figura 7), mentre gli esiti delle analisi chimiche hanno evidenziato un'elevata concentrazione di ferro e manganese (tabella 2), in linea con quanto rilevato nei casi descritti sopra.

A seguito delle analisi effettuate, il fenomeno legato alla colorazione rossastra dei corpi idrici e al materiale colloidale, è stato attribuito alla presenza dei ferrobatteri. Infatti, questi batteri possono esistere allo stato latente nell'acqua di falda, ma a contatto con l'ossigeno e in acque ricche di sostanza organica e soprattutto di ferro, possono svilupparsi grazie all'energia che ricavano dall'ossidazione degli ioni ferrosi presenti nell'acqua che poi depositano sotto forma di idrossido ferrico che compare come catabolita

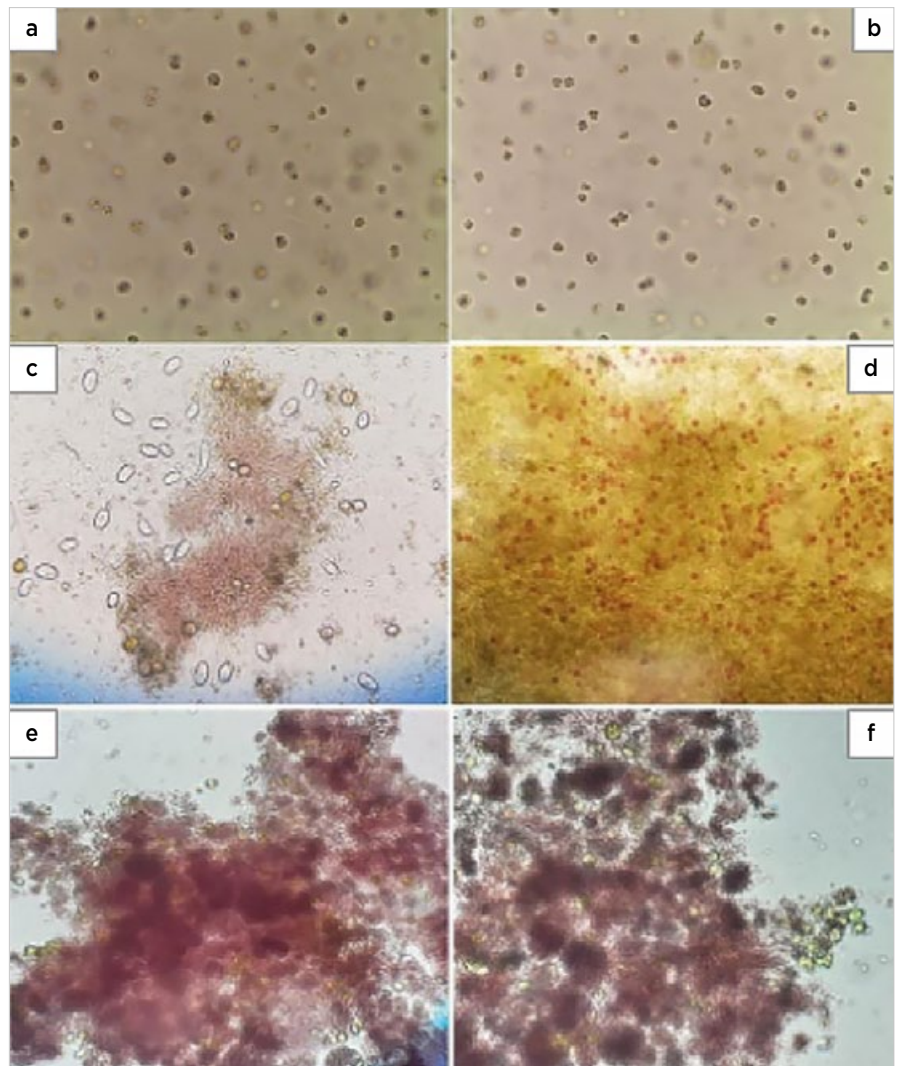


FIG. 5 SOLFOBATTERI PURPUREI

a, b) cellule batteriche probabilmente appartenenti alla specie *Thiohalocapsa halofila*, solfobatterio purpureo che cresce in ambienti ipersalini, rinvenuto nel laghetto privato vicino Classe nel 2017 (1000x).
c, d) solfobatteri purpurei probabilmente appartenenti al genere *Halochromatium* rinvenuti nei campioni prelevati nella Bassa del Pirotto (400x, 1000x).
e, f) forme batteriche probabilmente appartenenti al genere *Thiocapsa* identificate nei campioni del laghetto privato di Classe segnalati in marzo 2021 (1000x).

sulle loro secrezioni mucillaginose [4]. Anche il manganese, soprattutto se presente in elevate concentrazioni, può essere ossidato da questi microrganismi. I prodotti di ossidazione possono essere immagazzinati all'interno della cellula, come può avvenire per il genere *Leptothrix* (figura 7 a, b), o accumularsi sotto forma di depositi di colorazione rossastra come matrici extracellulari, come accade per il genere *Spirophyllum* e *Gallionella* (figura 7 c, d). La presenza di ferro e manganese rilevata nei campioni può essere riconducibile alle caratteristiche dell'ambiente idrico sotterraneo e legata alla natura dei minerali presenti nei terreni e nelle rocce dell'area in esame. Per esempio, gli accertamenti effettuati a San Giovanni in Persiceto (BO) hanno evidenziato come le caratteristiche idrodinamiche dell'acquifero in provincia di Bologna

condizionino la presenza nelle acque sotterranee del ferro, che compare in consistenti concentrazioni dove l'acquifero è confinato e dove al variare delle condizioni ossidoriducenti possono essere mobilizzati i minerali del ferro (o del manganese) naturalmente presenti nelle rocce e nei sedimenti. Si riporta a proposito che livelli significativi di ferro e manganese, di origine naturale e quindi non antropica, si riscontrano nelle porzioni distali delle conoidi del Samoggia e del Panaro.

In conclusione, è importante sottolineare quanto sia fondamentale inquadrare correttamente questi fenomeni e fornire risposte esaurienti ai cittadini al fine di evitare e contenere le loro comprensibili preoccupazioni. La maggior esperienza acquisita e la collaborazione tra le diverse figure

Parametro	San Giovanni in Persiceto 2016 (acqua)	San Giovanni in Persiceto 2016 (sedimento)	San Zeno di Galeata 2020	Fiume Savio-Bagno di Romagna 01/2021	Fiume Savio-Bagno di Romagna 02/2021	Borgo Maggiore (San Marino) 03/2021
Ferro (µg/l)	6.440	674.000	67.930	63.900	530.000	736.000
Manganese (µg/l)	1.827	4.300	1.138	2.820	5.300	67.000

TAB. 2 ANALISI CHIMICA

Esiti analitici delle analisi chimiche effettuate sui campioni di acqua e di sedimento relativi al fosso stradale in località San Giovanni in Persiceto, al fiume Savio in comune di Bagno di Romagna e agli eventi segnalati a San Zeno di Galeata e a San Marino.

professionali dell’Agenzia hanno consentito di inquadrare più chiaramente questi eventi.

I risultati di questa complementarietà sono molteplici e, tra questi, vi è la tempestiva comunicazione alle Forze dell’ordine impegnate nella difesa dell’ambiente e la risposta alle segnalazioni dei cittadini.

La corretta comunicazione della natura di questi eventi tramite pubblicazione sui siti di informazione locale e su quelli istituzionali oltre a determinare una maggiore tranquillità nella popolazione, può contribuire sia a creare nei cittadini la sensazione di una effettiva e professionale sorveglianza dell’ambiente da parte dell’Agenzia, che a creare un reciproco rapporto di collaborativa fiducia tra i cittadini e la pubblica amministrazione.

Fabrizio Bandini¹, Davide Calvani², Michela Del Pasqua¹, Elena Morandi¹, Patrizia Spazzoli²

Arpae Emilia-Romagna

1. Laboratorio multisito Unità microbiologia e biologia ambientale, Ravenna
2. Distretto territoriale di Forlì-Cesena

Si ringraziano i colleghi dei Servizi territoriali che hanno fornito documentazione utile alla stesura dei testi.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] Zakrys B., Walne P.L., 1994, “Floristic, taxonomic and phytogeographic studies of green Euglenophyta from the Southeastern United States, with emphasis on new and rare species”, *Arch. Hydrobiol. Suppl.*, 102: 71-114.

[2] Bourrelly P., 1985, *Les algues d’eau douce: initiation a la systématique. Les Algues bleue et rouges les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines*, Société Nouvelle des Editions Boubée, 3: 123-184.

[3] Madigan M.T., Jung D.O., 2008, “An overview of purple bacteria: systematics, physiology, and habitats” *Adv. Photosynth. Respir.* 28:1-15. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8815-5_1

[4] Fontani N., Pedroni M., 1994, “I batteri implicati nei fenomeni di corrosione”, *Biologia Ambientale*, 6:14-21, www.cisba.eu/images/rivista/bollettino_cisba/Ba1994/Ba_1994-6/Ba_1994-6_3_Fontani-Batteri_della_corrosione.pdf



FIG. 6 COLORAZIONE DEI CANALI

a, b) Estesa colorazione rosso ruggine di un canale stradale a San Giovanni in Persiceto con presenza di deposito e materiale colloidale in sospensione. c) colorazione rosso ruggine e presenza di materiale colloidale lungo il fiume Savio nel comune di Bagno di Romagna.

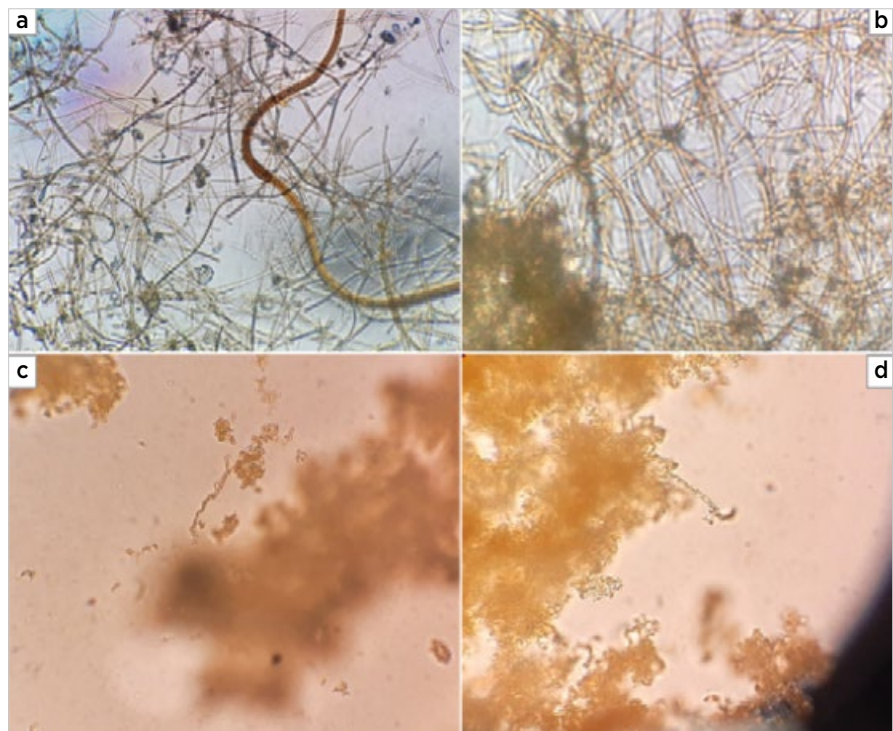


FIG. 7 BATTERI FILAMENTOSI FERROPRECIPITANTI

a, b) ferrobatteri probabilmente appartenenti alla specie *Leptothrix ochracea*, si notano le guaine di colore arancione contenenti idrossidi di ferro (1000x). c, d) ferrobatteri probabilmente appartenenti al genere *Spirophyllum*, si notano i prodotti dell’ossidazione che si depositano come matrici extracellulari (400x).