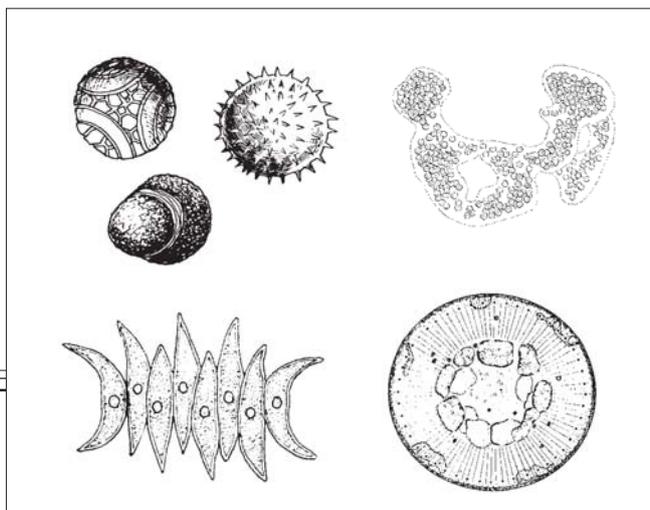


BIOCORROSIONE



PARTICOLATO ABIOTICO E MICROFITE RINVENIBILI NELLE RETI ACQUEDOTTISTICHE

Laura Mancini^(*), Laura Volterra^(*)

Le acque condottate contengono sempre una minima quantità di solidi sospesi non tutti di origine biotica che possono derivare dalla captazione (granuli di quarzo, di sabbia o di calcare) o essere introdotti nelle tubature a seguito di opere di manutenzione o riparazione. A volte possono essere prodotti da batteri installati nella rete come, ad esempio, gli idrossidi di ferro e di manganese prodotti dai ferrobatteri e le sostanze colloidali derivanti dalle SPE (Sostanze Polimeriche Extracellulari). Possono essere presenti anche residui di aggregati prodotti nel corso dei processi di potabilizzazione (chiariflocculazione).

Le acque, inoltre, se stivate in serbatoi non sufficientemente protetti, possono arricchirsi di sostanze aerotrasportate che contengono composti inorganici, pollini e frammenti vegetali.

Qui di seguito si riportano alcune caratteristiche degli elementi includibili nel particolato.

Sostanze colloidali

Hanno consistenza ed apparenza mucosa. Possono essere costituite da materia organica (lo stesso SPE dei batteri o gli escreti di alcune alghe) od inorganica (idrossido di ferro). Presentano caratteristiche intermedie tra quelle dei sali (solubili) e quelle delle sostanze insolubili.

Gli aggregati mucosi sono in genere ritenuti nelle frazioni più grossolane a seguito di filtrazione su setacci con pori da 500-150 μm ; più raramente in filtri con pori di dimensioni inferiori.

Al microscopio la loro morfologia, semmai ne abbiano una, è meglio rilevabile in contrasto di fase.

Sostanze colorate

Il colore "apparente" dipende dalle caratteristiche del materiale particolato mentre quello "reale" è il colore proprio dell'acqua dovuto alla luce assorbita da quanto è in soluzione. Le acque potabili sono per definizione "incolori", tuttavia, concentrando grandi volumi (10-50 L di acqua) si possono mettere meglio

^(*) Istituto Superiore di Sanità - Roma

in evidenza colorazioni legate ai solidi sospesi inorganici e biologici.

Le acque possono risultare colorate per cause diverse quali:

- presenza dei composti del ferro e del manganese allo stato colloidale (in tal caso appaiono rosse o brune);
- decomposizione di sostanze organiche quali acidi umici e tannini (color terra);
- sviluppo di microrganismi che possono dare caratteristiche colorazioni;
- microfite presenti in acque superficiali e non completamente trattenute nella filiera di potabilizzazione.

Il colore di un'acqua potabile si può generare anche in rete. Nel caso di biocorrosione delle tubature i microrganismi eseguono una ossidazione del Fe^{2+} a Fe^{3+} , formando precipitati di ferro che impartiscono colore rossiccio all'acqua. Se i tubi sono realizzati in rame l'effetto corrosivo, darà luogo invece ad acqua di colore blu.

Granuli minerali

Possono essere di diverse dimensioni, colori e natura. Nelle acque potabilizzate si può ritrovare una componente inorganica che proviene dal dilavamento dei suoli e dalla litologia del sito della captazione (sabbiosa, argillosa, ecc.), costituita da ossidi di ferro e di alluminio, idrossidi di quarzo, silicati amorfi, carbonati, feldspati etc.

Il quarzo o ossido di silicio (SiO_2) è un minerale molto comune, talvolta incolore e trasparente, ma alcune volte colorato in rosso, giallo, violetto o verde per effetto di impurità. È un costituente di numerosi tipi di roccia (rocce eruttive acide, sabbie, arenarie, rocce metamorfiche) ed è la componente inorganica maggiormente presente con diverse dimensioni e colori.

Il calcare è una roccia sedimentaria costituita da carbonato di calcio (CaCO_3) che può essere di diversa origine (chimica, organica o detritica).

Frazioni miste di suolo comprendono componenti inerti classificate secondo la Società Italiana della Scienza del Suolo (S.I.S.S.) in:

Sabbia grossa: mm $0,2 < o < 2$ mm

Sabbia fine: mm $0,02 < o < 0,2$ mm

Limo: mm $0,002 < o < 0,02$ mm

Argilla: $0 < 0,002$ mm

Accanto a questi solidi di derivazione esterna, ferro, rame e zinco sono stati frequentemente segnalati in reti acquedottistiche e derivano da fenomeni di corrosione delle tubature.

I granuli minerali si rinvencono nelle frazioni di acqua filtrata su vagli grossolani (500-150 μm); solo raramente sabbie ed argille sono presenti su filtri a minore porosità. All'osservazione microscopica appaiono particolarmente rifrangenti e dotati di spigoli e facce caratteristiche del minerale.

Tubercoli

Sono stati osservati frammenti di tubercoli provenienti dai tubi corrosi a cui erano associati ferrobatteri. Si presentano come scaglie di colore rossastro di piccole dimensioni trattenute dai setacci di 500-150 μm .

Residui vegetali

In quasi tutti i campioni di acqua concentrata possono essere osservati frammenti vegetali e frazioni legnose. Sono facilmente identificabili perché si presentano con un aspetto sfilacciato ed alcune volte al microscopio o all'invertoscopia a 100x si osserva la parete e la forma caratteristica della cellula vegetale.

Essendo di diverse dimensioni, sono rinvenibili in tutti i vagli utilizzabili per la concentrazione di acqua.

Pollini

L'impossibilità di isolare totalmente l'acqua dal contatto con l'aria fa sì che spesso nei concentrati siano presenti pollini di diverse specie, soprattutto anemofili.

Per la loro dimensione, sono trattenuti da filtri con pori da 500-150-25 μm .

Microfite

Le microfite sono organismi tipici degli ambienti idrici. Non solo derivano da acque superficiali, ma possono anche essere presenti, seppure in minore quantità, in acque di falda. Possono ricolonizzare un'acqua al punto di captazione, dentro i serbatoi, o dovunque si possa stabilire un contatto con l'aria.

Molte di esse vengono trasportate nell'atmosfera sotto forma di cisti e ormogoni.

La loro presenza è frequente nei vagli con maglie di diametro 500-150 μm , ma possono anche essere osservate a minori dimensioni, comunque mai al di sotto di 1.2-0.45 μm .

Le microfite rilevati in reti di distribuzione sono riportate in tabella 1.

Una volta che le alghe entrano in rete o in serbatoi possono rimanere vitali e riprodursi: *Scenedesmus*, *Euglena*, *Microcystis*, *Oscillatoria*, *Coelastrum*, *Chlorococcum* si moltiplicano anche al buio purché sia disponibile sostanza organica. Le alghe, pertanto, non devono essere considerate esclusivamente autotrofe. Molte di esse possono, in particolari condizioni, optare per cicli autotrofi od eterotrofi; alcune di esse sono classificabili come eterotrofe obbligate, nel senso che necessitano, per crescere, di molecole organiche che esse stesse non sono in grado di produrre. Solo poche alghe sono autotrofe obbligate.

Le alghe in rete possono resistere al cloro residuo di copertura (in genere 0,2 mg/L) e alcune di esse sono particolarmente resistenti a questo biocida: è il caso di *Closterium*, *Cosmarium*, *Gomphosphaeria*, *Chlorella*, *Elaktothrix*.

Una volta in rete, al buio, debbono utilizzare sistemi eterotrofici di sopravvivenza: si possono nutrire di batteri (fagotrofia) o di escreti/secreti degli stessi, così come quelli di chironomidi, nematodi e di altri organismi indesiderati. A loro volta, le alghe costituiscono nutrimento per i predatori dell'ecosistema rete e secerono o rilasciano molecole utili alla vita microbica.

Nell'acqua potabile, le alghe possono influenzare i caratteri organolettici grazie alla produzione di geosmina, metil-iso-borneolo e una congerie di idrocarburi lineari e, a volte, aromatici.

Una volta in rete, le alghe si innestano nei processi di corrosione producendo ossigeno che depolarizza i sistemi anodo/catodo prodotti dai batteri.

La produzione ed il rilascio di acidi (ac. carbonico, silicico, ossalico) aiuta il processo di disintegrazione di molti materiali compreso il cemento.

Alcune alghe possiedono efficienti strategie di adesione a qualsiasi superficie e/o manufatto. Tra le cianoficee basti citare *Oscillatoria*, e *Microcystis*; tra le cloroficee: *Chlorella*, e *Pediastrum*, tra le diatomee: *Cyclotella* e *Navicula*; tra le flagellate: *Euglena* e *Synura*.

Tab. 1- Alghe persistenti nei sistemi di distribuzione (da PALMER, C.M., 1962. *Algae in water supply. Publ. n. 657 U.S. Publ. Health. Serv., Washington D.C.*)

Genere	Alghe
<i>Anabaena</i>	Blu-verdi
<i>Anacystis</i>	Blu-verdi
<i>Aphanizomenon</i>	Blu-verdi
<i>Asterionella</i>	Diatomee
<i>Chlamydomonas</i>	Verdi
<i>Chlorella</i>	Verdi
<i>Chlorococcum</i>	Verdi
<i>Closterium</i>	Diatomee
<i>Coelastrum</i>	Verdi
<i>Cosmarium</i>	Verdi
<i>Cyclotella</i>	Diatomee
<i>Cylindrospermopsis</i>	Blu-verdi
<i>Dinobryon</i>	Flagellate
<i>Elaktothrix</i>	Verdi
<i>Epithemia</i>	Diatomee
<i>Euglena</i>	Verdi
<i>Fragilaria</i>	Diatomee
<i>Gomphosphaeria</i>	Blu-verdi
<i>Microcystis</i>	Blu-verdi
<i>Oscillatoria</i>	Blu-verdi
<i>Navicula</i>	Diatomee
<i>Nodularia</i>	Blu-verdi
<i>Nostoc</i>	Blu-verdi
<i>Pediastrum</i>	Verde
<i>Phormidium</i>	Blu-verdi
<i>Scenedesmus</i>	Verdi
<i>Spirogyra</i>	Verdi
<i>Synedra</i>	Diatomee
<i>Synura</i>	Verdi
<i>Tabellaria</i>	Diatomee
<i>Tribonema</i>	Diatomee