

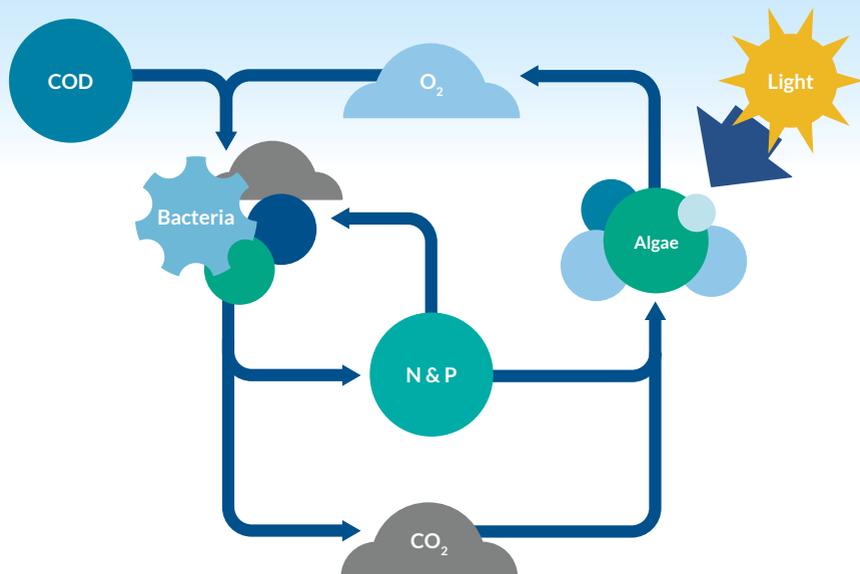
DEPURARE metodologie innovative per il trattamento delle acque reflue

*Mauro Bressan, AMAG Reti Idriche - Marco Ginepro, Università di Torino -
Eleonora Sforza, Università di Padova - Paolo Trivero, Università del Piemonte Orientale*

Il progetto **DEPURARE** (Disinfezione **E PUR**ificazione Acque **RE**flue) si pone l'obiettivo di recuperare completamente le acque reflue derivanti da ogni tipo di processo, anche quelli dello smaltimento dei rifiuti, e restituirle all'ambiente per un pieno riutilizzo, estraendo tutte le sostanze in essa contenute che potranno essere impiegate in vari settori. Nell'ottica dell'economia circolare, le acque reflue sono considerate come una risorsa da recuperare e non scarto da smaltire. Infatti, il progetto permette di valorizzare ulteriormente i sottoprodotti derivanti (fanghi) per un impiego consapevole ed ergonomicamente ed economicamente vantaggioso in svariati ambiti (in natura, uso cosmetico, uso alimentare). **DEPURARE** si propone dunque di testare metodologie alternative

per la depurazione e la disinfezione finale nel processo di trattamento delle acque reflue, al fine di evitare l'impatto legato al cloro residuo e a sostanze non completamente eliminate, dannose per l'ambiente con la finalità del loro riutilizzo. Il progetto coniuga metodologie diverse e innovative, sostenibili dal punto di vista energetico e ambientale: phyco-depurazione con microalghe, zeoliti e nanospugne e soluzioni elettrochimicamente attive. Il gruppo di lavoro di **DEPURARE** integra le competenze del personale AMAG Reti Idriche con quelle di chimici, fisici, biologi e ingegneri energetici. I partner sono: Università del Piemonte Orientale, Università di Torino, Università di Padova, Tea Sistemi (Vino, TO), 3i Efficientamento Energetico (Alessandria), Bioredux (Asti).





Schema esemplificativo delle interazioni alghe e batteri che possono instaurarsi all'interno di acque reflue

Descrizione delle tecnologie Microalghe

L'applicazione delle microalghe e dei cianobatteri ai processi di depurazione è un tema innovativo, che sta riscuotendo molto interesse a livello internazionale. Risponde da una parte alla necessità di trovare dei sistemi di depurazione delle acque, sostenibili dal punto di vista energetico e ambientale, dall'altra alla possibilità di considerare le acque reflue come una risorsa da recuperare, più che uno scarto da smaltire. In questo contesto, le microalghe sono molto promettenti perché, essendo organismi fotosintetici, sfruttano l'energia solare per utilizzare efficacemente azoto e fosforo, rimuovendoli quindi dalle acque reflue, inoltre possono essere una fonte di molecole con un ampio spettro di applicazioni.

Il gruppo di ricerca PAR-Lab dell'Università di Padova ha competenze multidisciplinari per lo studio della coltivazione delle microalghe per applicazioni energetiche e ambientali. In particolare, PAR-Lab, sotto la direzione del prof. Bertucco e della d.ssa Sforza, sta attualmente investigando la possibilità di depurare i reflui urbani con consorzi di alghe e batteri. L'idea è di sfruttare



Coltivazioni di laboratorio di microalghe

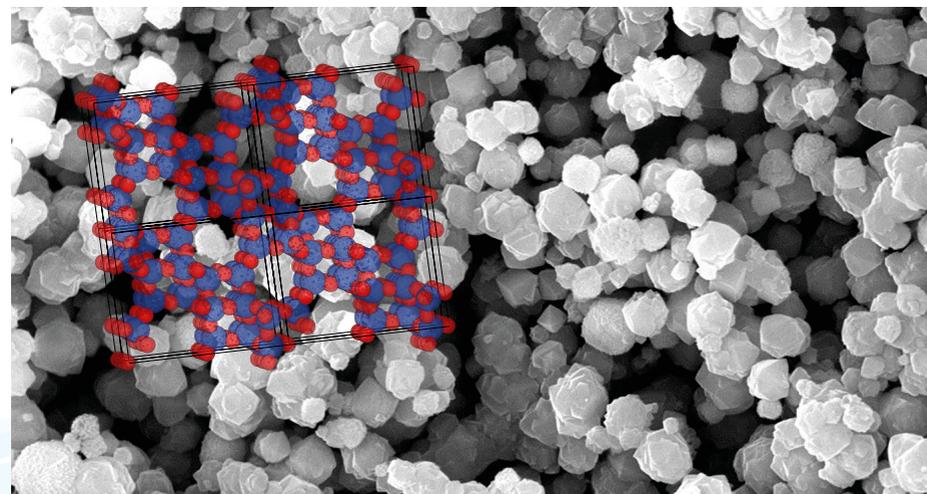
l'ossigeno prodotto per fotosintesi per sostenere le richieste metaboliche dei batteri, sulla base anche di altre relazioni simbiotiche che si possono instaurare tra queste popolazioni per abbattere efficacemente gli inquinanti. Per inciso, l'aerazione delle vasche aerobiche di un convenzionale processo di depurazione costituisce circa il 50% dei costi operativi di impianto.

Un altro risultato significativo riguarda il tipo di metabolismo che le alghe operano in presenza di composti organici contenuti nei reflui. Infatti, sia in esperimenti di crescita che in test respirometrici, è stata osservata la capacità di alcune specie microalgali di crescere mixotroficamente e quindi di contribuire all'abbattimento della materia organica. All'interno del progetto DEPURARE, le microalghe vengono utilizzate come una tecnologia complementare da affiancare ad altri trattamenti innovativi come zeoliti o microspugne. Una parte

del progetto viene quindi dedicata ad esperimenti in cui si verificherà l'effetto combinato dell'applicazione dei diversi trattamenti, allo scopo anche di individuare e proporre il miglior schema di processo che sia applicabile specificatamente al tipo di refluo da trattare.

Abbattimento dell'azoto nelle acque: zeoliti e nanospugne

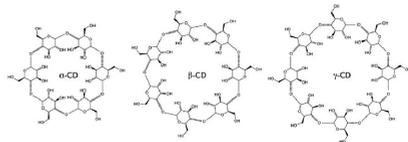
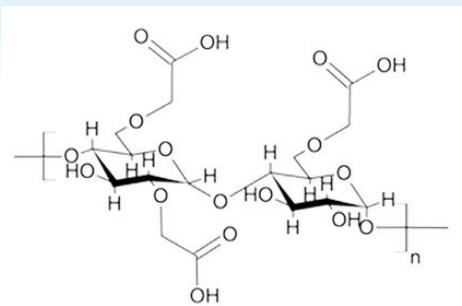
L'utilizzo delle zeoliti è giustificato dal loro potere di abbattere l'azoto in forma ammoniacale. Le zeoliti sono minerali che presentano un'intelaiatura strutturale a base di alluminosilicati con formula bruta $\text{Na}_{12}[(\text{SiO}_2)_{12}(\text{AlO}_2)_{12}] \cdot 27\text{H}_2\text{O}$ e cationi intrappolati all'interno di cavità a "tunnel" o a "gabbia". La loro peculiarità consiste nello scambio ionico, processo chimico-fisico consistente nello scambio del catione contenuto all'interno della struttura cristallina. Per tale motivo, l'utilizzo di zeoliti per l'abbattimento di azoto ammoniacale nelle acque reflue è tuttora



Microscopia elettronica a scansione di una zeolite e struttura



Le maltodestrine sono una famiglia di oligosaccaridi ottenuti a partire dall'amido contenuto in differenti biomasse



È possibile ottenere maltodestrine cicliche mediante processi enzimatici o di idrolisi parziale

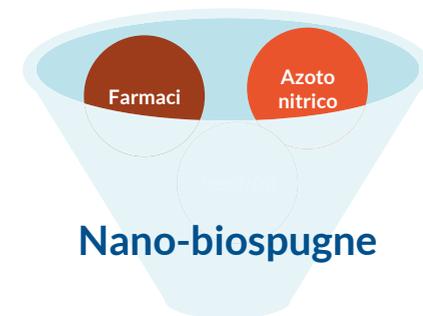
auspicabile. Le prove di laboratorio hanno mostrato valori molto alti di abbattimento, intorno all'80-90% nelle migliori condizioni. Le prove sono state condotte sia in batch sia in continuo, registrando risultati analoghi. Oltre alle soluzioni sintetiche, il materiale è stato testato su acque reflue, mostrando anche in questo caso un ottimo abbattimento. Si hanno quindi evidenze sperimentali dell'efficienza della zeolite in tale campo e delle sue potenzialità per una loro futura applicazione in acque reflue con alto contenuto di azoto ammoniacale. Per quanto riguarda l'abbattimento dell'azoto nitrico, la ricerca dell'Università degli Studi di Torino, si è focalizzata su materiali innovativi nano-strutturati, ovvero le

nanospugne, appositamente analizzate nei propri laboratori. Con il termine nanospugne ci si riferisce ad una classe di materiali insolubili con pori di dimensioni nanometriche e proprietà superiori di assorbimento e complessazione. Si sono svolte delle prove analitiche al fine di valutare l'effettiva capacità e potenzialità delle nanospugne per l'abbattimento di nitrati.

Le prove sono state effettuate in maniera analoga alle zeoliti e hanno mostrato risultati incoraggianti: anche in questo caso si sono riscontrati abbattimenti che variano dall'80 al 90% nell'arco di breve tempo. Entrambi i materiali si sono mostrati efficienti nell'abbattimento dell'azoto ed è per questo motivo che la ricerca è tutt'ora in corso.



Zeoliti



Nano-biospugne



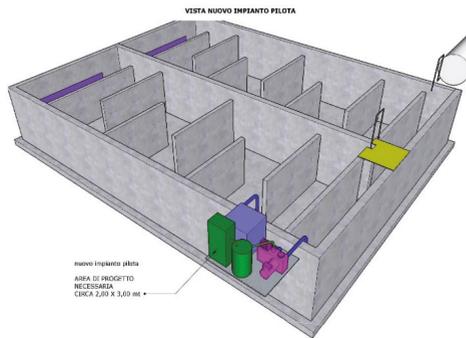
Sistema ECA

Il sistema ECA (ElectroChemical Activation) necessita unicamente di acqua, sale da cucina e corrente elettrica e si basa su un processo di elettrolisi consistente nel passaggio di corrente elettrica ad alto amperaggio ma a basso voltaggio attraverso una soluzione salina. Produce differenti tipi di soluzioni elettrochimicamente attivate, completamente atossiche e disinfettanti che consentono la sterilizzazione, disinfezione e depurazione dell'acqua con la distruzione di batteri, spore, virus, muffe, lieviti, funghi, biofilm, cattivi odori. Il progetto ha realizzato un prototipo ECA con migliorata affidabilità e durata rispetto a quelli esistenti sul mercato, da applicare prima del processo di clorazione o in alternativa, e valuta i benefici sulla disinfezione e depurazione delle acque reflue e sul risparmio energetico prima di passare alla fase di produzione industriale in serie del sistema.

Risultati

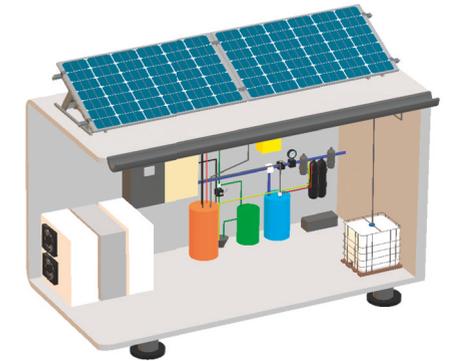
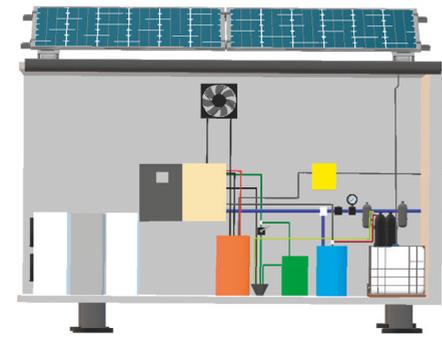
La catena di trattamento di acque reflue (zeoliti, nanospugne, microaghe e disinfezione finale con anolita ECA) ha già fornito i primi risultati anche se richiede una sperimentazione prima di adattarla ai diversi tipi di reflui.

La finalità della sperimentazione oggi in atto è di fornire prodotti e metodologie testate per il miglioramento del trattamento delle acque reflue cercando non solo di rendere efficiente tale trattamento dal punto di vista ambientale ma anche dal punto di vista economico, e di fornire la strumentazione per un impiego sulle acque reflue, oltre a recuperare sostanze preziose per diversi usi. La tecnologia ECA si conferma valida per potabilizzare l'acqua, per il trattamento finale delle acque reflue, per l'igienizzazione degli alimenti per il trasporto (es. verdure, in particolare i prodotti biologici contro la salmonella, ecc.), per il trattamento delle colture (viti, ortaggi, frutta ecc.) in



Tecnologia ECA (Electro Chemical Activation, attivazione elettrochimica)

Stazione mobile "Acqua di rugiada"



alternativa ai trattamenti chimici, oltre che per la sanificazione delle tubature (distribuzione acqua potabile, ospedali, case di cura, contro la legionella, ecc.).

Sviluppi

La metodologia di DEPURARE ha ispirato la creazione della stazione mobile e autonoma "Acqua di rugiada" che produce disinfettante (anolita) tramite ECA ed è quindi in grado di garantire la disponibilità di acqua potabile; in caso di mancanza di acqua pura per generare il liquido disinfettante, la stazione mobile produce acqua dall'atmosfera. La stazione è anche in grado di produrre energia elettrica e di autoalimentarsi.

AMAG, Bioredox (Asti) e RTP (Novara) hanno depositato il 24/11/17 la domanda di brevetto n. 102017000135520 per questa invenzione.

La stazione mobile sarà utilizzata presso due acquedotti in Cambogia e per le emergenze della Protezione civile.

Può essere installata su un automezzo

o su un carrello per il trasporto e sarà dotata di un impianto fotovoltaico di 500-600 kWp. È in grado di produrre 105 litri all'ora di anolita. La produzione di acqua avviene attraverso uno o più gruppi frigo, opportunamente studiati per avere il massimo rendimento nella condensazione del vapore d'acqua atmosferico. Un sistema di controllo valuta la temperatura e l'umidità atmosferica tenendo conto del punto di rugiada. L'acqua raccolta viene trasformata in liquido sanificante mediante aggiunta di sale, applicando la tecnologia ECA. L'apparecchiatura è studiata per avere il massimo di automatismo in modo da ridurre gli interventi degli operatori ed è dotata di addolcitore dell'acqua.

Il progetto è promosso da Lions Club Bosco Marengo Santa Croce e AMAG Reti Idriche, con finanziamento del Comitato di Solidarietà Ato 6 e la direzione scientifica dell'Università del Piemonte Orientale.

Fonte

Servizi a Rete Settembre-Ottobre 2018

Gli autori

Mauro Bressan Amministratore unico AMAG Reti Idriche di Alessandria

Marco Ginepro Università di Torino (Dipartimento di Chimica - Gruppo di ricerca GZ)

Eleonora Sforza Università di Padova (Dipartimento Ingegneria Industriale - Gruppo PAR-Lab)

Paolo Trivero Università del Piemonte Orientale (DISIT)



Per informazioni

AMAG Reti Idriche

Via Damiano Chiesa 18
15121 Alessandria

comunicazione@gruppoamag.it