



Alberto Figoli<sup>a</sup>, Simone Arizzi<sup>b</sup>, Francesco Galiano<sup>a</sup>, Francesca Russo<sup>a</sup>

<sup>a</sup>WembraneX e CNR-ITM (Rende, CS)

<sup>b</sup>WembraneX

alberto.figoli@cnr.it

## WEMBRANEX: MEMBRANE PER LE ACQUE

***La scarsità di acqua richiede soluzioni sostenibili ed efficienti. Le membrane SAFTEK di WembraneX, sviluppate con tecnologia brevettata CNR, offrono elevate prestazioni e resistenza al (bio-)fouling grazie a un rivestimento antimicrobico stabile, efficiente e duraturo, consentendo di ridurre i costi, la manutenzione e l'impatto ambientale nei processi a membrana di trattamento delle acque.***

La scarsità di acqua è un problema globale rilevante che si sta intensificando a causa della crescita della popolazione, dell'industrializzazione e dei cambiamenti climatici [1]. Meno del 3% dell'acqua presente sul pianeta è dolce e gran parte di essa non è accessibile. In questo contesto, le tecnologie a membrana giocano un ruolo sempre più cruciale, offrendo soluzioni efficienti e sostenibili per il trattamento e il riutilizzo delle acque reflue, contribuendo così a preservare le risorse idriche disponibili e a garantire un approvvigionamento sicuro anche in scenari di crescente pressione ambientale.

I processi a membrana sono oggi una realtà consolidata in numerosi ambiti, grazie alla loro capacità di separare, concentrare e frazionare diverse sostanze in modo efficace. Ciò che li rende particolarmente apprezzati è la loro semplice gestione e scalabilità, l'elevata selettività, la flessibilità nelle applicazioni, il basso consumo energetico e la possibilità di operare in diverse condizioni operative.

Tra le tecnologie a membrana più diffuse rientrano quelle basate sulla differenza di pressione, come la microfiltrazione, l'ultrafiltrazione, la nanofiltrazione e l'osmosi inversa. Questi sistemi sono ampiamente impiegati nel trattamento e nella purificazione delle acque, dove rappresentano una soluzione ormai largamente consolidata [2].

Tuttavia, nonostante i molti vantaggi, un problema comune ed inevitabile della maggior parte dei processi a membrana per il trattamento delle acque è il cosiddetto *fouling*, ovvero lo sporco della membrana. Questo fenomeno riduce l'efficienza e

la durata delle membrane, influenzando negativamente sia le prestazioni che la qualità dell'acqua prodotta.

Il fouling avviene quando particelle, colloidali o macromolecole si depositano o si legano alla superficie o ai pori della membrana, a causa di interazioni fisiche e/o chimiche. Il risultato più diretto è una riduzione o completa ostruzione dei pori, con un netto calo del flusso attraverso la membrana.

Al fenomeno del fouling si affianca spesso un'ulteriore criticità: il biofouling. Si tratta di una forma specifica di sporco causata dalla crescita e dall'accumulo di microrganismi, come batteri, alghe o funghi, sulla superficie della membrana. Questi organismi formano veri e propri biofilm che, oltre a ridurre le prestazioni del sistema, rendono più difficile la pulizia e aumentano i costi operativi. Per gestire queste problematiche, oggi si adottano principalmente due strategie: la pulizia delle membrane e la prevenzione del (bio-)fouling. La prima prevede l'uso di sostanze come acidi, basi o enzimi per rimuovere i depositi e cercare di ripristinare le prestazioni iniziali della membrana. La seconda si basa su una serie di accorgimenti, come il pretrattamento delle acque in ingresso, l'ottimizzazione delle condizioni operative, oppure l'uso di membrane con superfici modificate *ad hoc* per contrastare l'insorgenza di questi fenomeni.

Tuttavia, tutte queste soluzioni, seppur efficaci, hanno un costo in termini economici e/o ambientali: che si tratti di ridurre i flussi, aumentare l'aerazione, effettuare controlavaggi o usare prodotti chimici,

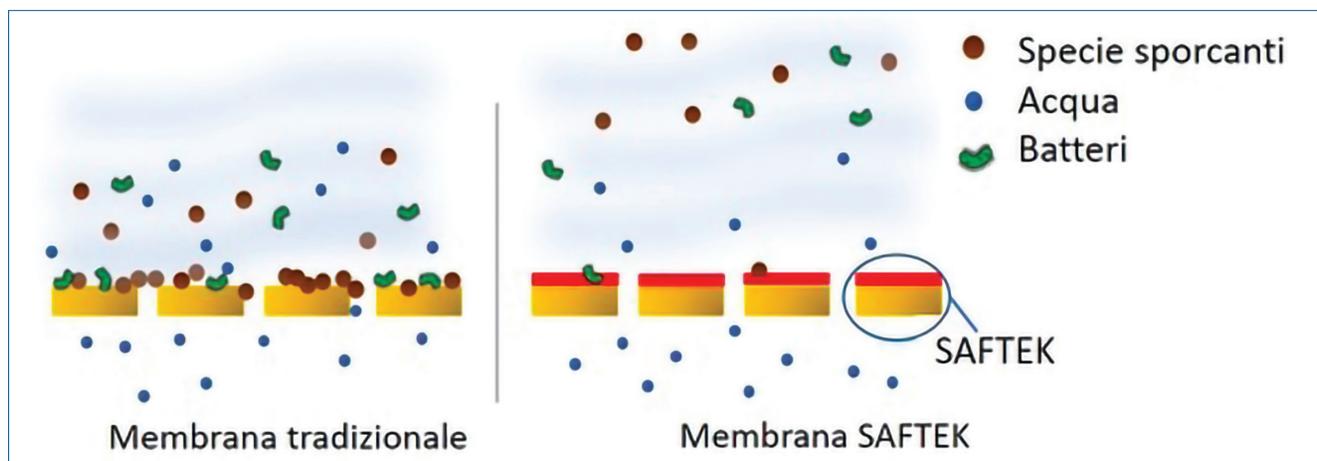


Fig. 1 - Rappresentazione schematica dell'insorgenza del (bio-)fouling in membrane tradizionali e membrane SAFTEK

ogni strategia comporta, infatti, un compromesso. Una delle strade più promettenti è basata su sviluppo e produzione di membrane che abbiano intrinseche proprietà anti-fouling. In altre parole, materiali in grado di resistere allo sporco grazie a caratteristiche strutturali progettate appositamente per questo scopo. Un approccio innovativo che potrebbe davvero fare la differenza, rendendo i processi a membrana ancora più sostenibili, efficienti e duraturi.

È proprio all'interno di questo contesto che entra in gioco Wembranex ([www.wembranex.com](http://www.wembranex.com)) che ha introdotto membrane di nuova concezione, pensate per rispondere alle sfide attuali nel campo del trattamento e della purificazione delle acque.

Wembranex Srl è una start-up italiana, spin-off del Consiglio Nazionale delle Ricerche, fondata nel 2023 con l'ambizione di contribuire concretamente al Sesto Obiettivo di Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite: garantire a tutti l'accesso ad acqua pulita entro il 2030.

La tecnologia alla base di Wembranex è stata originariamente sviluppata dai ricercatori dell'Istituto per la Tecnologia delle Membrane (CNR-ITM), del Laboratorio LISOC-CTC dell'Università della Calabria e della University of Applied Sciences di Karlsruhe (HSKA), nell'ambito del progetto europeo BIONEXGEN (GA n. 246039, 2010-2014), con l'obiettivo di realizzare membrane avanzate con proprietà anti-fouling superiori [3]. La validazione della tecnologia è proseguita nel progetto VICINAQUA (GA n. 689427, 2016-2019), dove le membrane sono state testate in impianti di trattamento

delle acque reflue nella regione del Lago Vittoria. La tecnologia è attualmente protetta da un brevetto internazionale (WO 2015/044335), di cui Wembranex è licenziataria esclusiva [4].

Nel 2021, la tecnologia è stata selezionata da Progress Tech Transfer per un programma di Proof of Concept (PoC), con lo scopo di accelerarne lo sviluppo e favorirne il trasferimento al mercato.

Wembranex è stata costituita ufficialmente a settembre 2023, con l'obiettivo di industrializzare e commercializzare la tecnologia SAFTEK. Nel 2024, Progress Tech Transfer è entrata nel capitale sociale per supportare lo sviluppo e la crescita dell'azienda. Il cuore della tecnologia di Wembranex sono le membrane SAFTEK, progettate per offrire elevate prestazioni nel trattamento delle acque e ridurre in modo significativo il fenomeno del (bio-)fouling. Grazie a un rivestimento antimicrobico, modulabile e altamente stabile, applicato su supporti commerciali, le membrane SAFTEK combinano efficienza, durata e sostenibilità (Fig. 1). Questa tecnologia consente di migliorare la qualità dell'acqua trattata, ridurre i costi operativi legati alla manutenzione e prolungare la vita utile degli impianti.

La tecnologia SAFTEK si basa su una speciale formulazione a base di acrilati, applicata sulla superficie di membrane polimeriche. In presenza di un opportuno stimolo (es. radiazione UV), la formulazione polimerizza formando un sottile strato continuo che ne modifica e potenzia le proprietà superficiali.

Le membrane SAFTEK hanno già dimostrato eccellenti benefici in test di laboratorio in impianti pilota, quando applicate in bioreattori a membrana (MBR)

per il trattamento di acque reflue provenienti da industrie tessili, in confronto a membrane commerciali da ultrafiltrazione [5-7].

I principali vantaggi offerti dalle membrane SAFTEK rispetto a quelle commerciali, risiedono nelle sue peculiari proprietà chimico-fisiche (Fig. 2) che si traducono in una serie di benefici:

- proprietà anti-fouling superiori, conferite principalmente da una superficie liscia, da una natura idrofila e da una caratteristica microstruttura a canali;
- proprietà antimicrobiche grazie alla presenza di uno specifico tensioattivo polimerizzabile, che contrasta l'adesione e la proliferazione di microrganismi sulla superficie della membrana, garantendo un'azione efficace contro il biofouling;
- stabilità intrinseca del rivestimento ottenuta tramite la fase di polimerizzazione;
- capacità di modulazione del rivestimento, che permette di affrontare specifici problemi di separazione industriale, adattando la formulazione e le condizioni di polimerizzazione alle necessità applicative.

Un'analisi comparativa delle prestazioni di filtrazione (permeabilità, tendenza al fouling, capacità di separazione) in sistemi MBR tra membrane SAFTEK e membrane commerciali ha evidenziato una riduzione fino a:

- 75% nell'utilizzo di agenti chimici per la pulizia delle membrane;
- 75% nel tempo necessario per le operazioni di pulizia;
- 30% nella frequenza di sostituzione delle membrane;
- 50% nell'aumento della vita utile delle membrane.

Questi risultati dimostrano come l'adozione di tecnologie innovative, come le membrane SAFTEK sviluppate da WembraneX, possa rappresentare un cambiamento di paradigma nel settore del trattamento delle acque. Riducendo drasticamente i costi operativi e ambientali legati alla gestione del (bio-)fouling delle membrane e prolungando la vita utile degli impianti, tali soluzioni offrono un contributo concreto alla sostenibilità e all'efficienza dei processi di depurazione. In un mondo dove la disponibilità di acqua pulita è sempre più minacciata, l'innovazione tecnologica diventa una leva fondamentale per garantire un futuro più resiliente e accessibile per tutti.

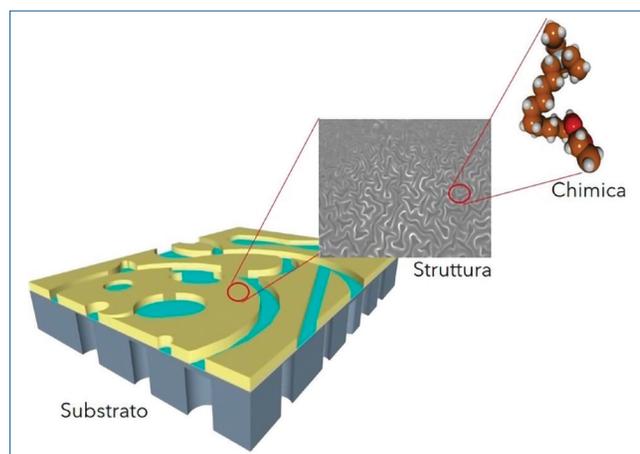


Fig. 2 - Caratteristiche delle membrane SAFTEK

## BIBLIOGRAFIA

- [1] J. Harlin, Water supply in shared waters, in *Drinking Water - Sources, Sanitation and Safeguarding*, J. Förare (Ed.), Formas Publisher, 2009, 9.
- [2] K. Zuo, K. Wang *et al.*, *Materials Today*, 2021, **50**, 516.
- [3] A. Figoli, J. Hoinkis *et al.*, Bicontinuous microemulsion polymerized coating for water treatment, 2015, PCT/EP2014/070603; WO 2015/044335 A2. Granted in EU on 08.04.2020
- [4] F. Galiano, A. Figoli *et al.*, *J. Memb. Sci.*, 2015, **482**, 103.
- [5] S.A. Deowan, F. Galiano *et al.*, *J. Memb. Sci.*, 2016, **510**, 524.
- [6] F. Galiano, S. André Schmidt *et al.*, *Sep. Purif. Technol.*, 2018, **194**, 149.
- [7] F. Galiano, I. Friha *et al.*, *J. Colloid Interface Sci.*, 2018, **515**, 208.

## WembraneX: Membranes for Water

Water scarcity demands sustainable and efficient solutions. SAFTEK membranes developed by WembraneX with a patented CNR technology deliver high filtration performance and resistance to (bio-)fouling thanks to a stable, efficient, and long-lasting antimicrobial coating helping to reduce operating costs, maintenance costs and environmental impact in membrane-based water treatment and industrial separation processes.