

Divulga UAB

Revista de difusió de la recerca de la
Universitat Autònoma de Barcelona

27/03/2026

Hidrogen a partir de les aigües residuals: del laboratori a la depuradora



Des de fa més de 15 anys el grup de recerca GENOCOV del Departament d'Enginyeria Química, Biològica i Ambiental ha estudiat les cèl·lules d'electròlisi microbiana per aprofitar l'energia química que contenen les aigües residuals. Els resultats més recents mostren que aquesta tecnologia no només té resultats prometedors i eficients produint hidrogen en el laboratori, sinó també de forma escalada a llarg termini.

Contenedor situat al costat dels decantadors primaris d'una EDAR (El Prat de Llobregat, Barcelona, Espanya) que conté la cel·la d'electròlisi microbiana d'1 m³.

Els sistemes de tractaments d'aigües residuals convencionals consumeixen grans quantitats d'energia, però les aigües residuals contenen per si mateixes una quantitat considerable d'energia química que es podria recuperar. En les darreres dècades, les tecnologies electroquímiques microbianes (METs, de l'anglès *Microbial Electrochemical Technologies*) han emergit com una alternativa prometedora, replantejant les aigües residuals no pas com un corrent de rebuig, sinó com un recurs valuós per a la recuperació d'energia i materials. Entre aquestes tecnologies, les cèl·lules d'electròlisi microbiana (MECs, de l'anglès *Microbial Electrolisis Cells*) destaquen per la seva doble funció: tractar aigües residuals mentre generen productes de valor afegit, com l'hidrogen.

Les MECs consten de dos elèctrodes separats per membranes i connectats a una font d'alimentació externa. A l'ànode, microorganismes electroactius oxiden la matèria orgànica present a les aigües residuals, alliberant electrons que després són transferits al càtode, on es produeix l'hidrogen. Tot i que les MECs a escala laboratori han demostrat un rendiment excel·lent, l'escalat de la tecnologia mantenint-ne l'eficiència continua sent un gran repte.

En el grup de recerca GENOCOV del Departament d'Enginyeria Química, Biològica i Ambiental (DEQBA) hem investigat les MECs des de fa més de 15 anys. Tot i que a petita escala han demostrat alts rendiments d'hidrogen i una eliminació de matèria orgànica eficient, el rendiment sol disminuir quan s'augmenta l'escala. El progrés de les MECs cap a aplicacions reals ha estat restringit fins ara per problemes d'enginyeria fonamentals, com les limitacions en la transferència de matèria, la distància entre elèctrodes i els costos dels materials. Per abordar aquestes mancances, el disseny dels reactors i les estratègies operatives s'han d'adaptar a condicions pràctiques a gran escala. Gràcies al projecte Life Nimbus, hem pogut col·laborar amb Cetaqua, Aigües de Barcelona i TMB per a la validació d'aquesta tecnologia a escala pilot a l'estació depuradora d'aigües residuals (EDAR) del Prat de Llobregat.

 Il·lustracions de la tecnologia feta servir dins del contenidor. A) Sistema de monitoratge i fonts d'alimentació; B) Planta pilot MEC; i C) Diferents mòduls tipus casset col·locats dins del reactor abans de l'operació.

En aquest estudi presentem el disseny, la construcció i l'operació d'una MEC de doble cambra d'1 m³, la planta pilot més gran instal·lada fins ara al món en una EDAR. El sistema, basat en una configuració modular de cassets, va operar durant més de 250 dies amb aigües residuals reals i sintètiques per avaluar el seu màxim rendiment. La planta pilot va aconseguir el desenvolupament d'un biofilm electroactiu directament a partir de l'efluent primari de l'EDAR sense tractar, sense necessitat de fonts externes de carboni ni d'addicions químiques. En condicions òptimes, la MEC va assolir taxes de producció contínua d'hidrogen de 8,59 litres d'hidrogen per metre quadrat i dia amb aigües residuals sintètiques i 7,29 litres d'hidrogen per metre quadrat i dia amb aigües residuals reals. L'eliminació de matèria orgànica va arribar fins al 51 %, demostrant un tractament simultani d'aigües residuals i una recuperació d'energia en un sistema a una escala no demostrada fins ara. És important destacar que aquests resultats són comparables als obtinguts en reactors pilot més petits, fet que confirma que el rendiment de les MECs es pot mantenir durant l'escalat. A més a més, una anàlisi tecnoeconòmica va revelar que, sota certes condicions, les MECs poden assolir un funcionament neutre o positiu en termes energètics.

En demostrar un funcionament estable a llarg termini, una elevada puresa de l'hidrogen i un rendiment comparable al de sistemes més petits, l'estudi mostra que l'escalat de les MECs és tècnicament factible. Els esforços futurs per fer la tecnologia aplicable a escala real haurien de centrar-se en augmentar la productivitat, reduir els costos d'inversió, minimitzar les fugites d'hidrogen i dirigir-se cap a aigües residuals industrials d'alta càrrega, on les MECs poden oferir millors beneficis. Amb aquestes millores, podrien esdevenir una tecnologia competitiva per a la producció d'hidrogen renovable, la recuperació de recursos i l'impuls de l'economia circular.

Agraïments:

Aquest treball ha sigut possible gràcies al suport del projecte LIFE NIMBUS (LIFE19 ENV/ES/000191), i a la col·laboració de CETAQUA, Aigües de Barcelona i TMB.

Òscar Guerrero Sodric, Albert Guisasola Canudas, Juan Antonio Baeza Labat

Grup de recerca en tractament biològic d'efluents líquids i gasosos, GENOCOV
Departament d'Enginyeria Química, Biològica i Ambiental
Escola d'Enginyeria
Universitat Autònoma de Barcelona
oscar.guerrero@uab.cat

Referències

- (1) Guerrero-Sodric, Oscar, Juan Antonio Baeza, and Albert Guisasola. **"Exploring key operational factors for improving hydrogen production in a pilot-scale microbial electrolysis cell treating urban wastewater."** *Chemical Engineering Journal* 469 (2023): 144001. (<https://doi.org/10.1016/j.cej.2023.144001>).
- (2) Guerrero-Sodric, Oscar, Juan Antonio Baeza, and Albert Guisasola. **"Enhancing bioelectrochemical hydrogen production from industrial wastewater using Ni-foam cathodes in a microbial electrolysis cell pilot plant."** *Water Research* 256 (2024): 121616. (<https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.121616>).
- (3) Guerrero-Sodric, Oscar, Juan Antonio Baeza, and Albert Guisasola. **"Scaling up microbial electrolysis cells (MECs) for hydrogen production: Design, construction and operation of a 1 m3 pilot plant in an urban wastewater treatment plant."** *Chemical Engineering Journal* (2025): 168035. (<https://doi.org/10.1016/j.cej.2025.168035>).

[View low-bandwidth version](#)