¿Y si le echamos plástico al reactor?

What if we add plastic to the reactor?

Por Daniel Dionisio Rojas Rendón, Cheikh Fall y Verónica Martínez Miranda

Resumen: El MMBBR (moving bed biofilm reactor) o reactor de biopelícula de lecho móvil combina la tecnología de lodos activados con cilindros plásticos y ofrece una superficie de soporte bacteriano. Su estudio y uso se popularizaron en los noventa y ahora vuelven a tomar protagonismo en las investigaciones. Este texto describe la situación de las aguas residuales en el Estado de México y las ventajas de usar el reactor de lecho móvil.

Palabras clave: tratamiento de aguas residuales, lodo activado, sedimentación en lodos activados.

Abstract: The MMBBR (moving bed biofilm reactor) combines activated sludge technology with plastic cylinders and provides a surface for bacterial colonization. Research and use of this technology became widespread in the 1990s and are now once again taking center stage in research. This text describes the wastewater situation in the State of Mexico and the advantages of using the moving-bed reactor.

Keywords: wastewater treatment, activated sludge, sedimentation in activated sludge.

Según el censo de población total de INEGI 2020, la población del Estado de México era de casi diecisiete millones, con una tendencia de crecimiento cercana a los dos millones cada diez años. Este escenario plantea un reto importante en el suministro de agua, debido a que las actividades cotidianas (preparación de alimentos, aseo personal, limpieza y riego) conllevan el consumo de miles de litros al día en nuestras viviendas, sin contar las actividades industriales. El problema de esta alta demanda y la disminución de la disponibilidad de este recurso se encuentra en que 80% de la dotación (consumo por casa-habitación) se convierte en agua residual, es decir, casi tres millones de metros cúbicos (m^3) al día solo en la entidad (Conagua, 2019). Toda esa agua debería ir a plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), pero la realidad es distinta: aún se descarga directamente en los cuerpos de agua naturales, como el Río Lerma (Hernández, 2026a).

ESTE SISTEMA DE LIMPIEZA DE AGUAS RESIDUALES USA PEQUEÑOS CILINDROS PLÁSTICOS QUE ATRAEN BACTERIAS Y MEJORA EL PROCESO DE LODOS ACTIVADOS

Si bien tratar las aguas residuales de la población es tarea de cada uno de los municipios, estos se han visto rebasados (Hernández, 2026b). Dada la falta de pago de gran parte de la población y el bajo presupuesto para ptar, las plantas de tratamiento van quedando "chicas" ante el creciente caudal de agua residual.

El lodo activado es uno de los procesos de tratamiento de aguas residuales más antiguos y uno de los más utilizados a lo largo del tiempo, pues tiene bajos requerimientos y facilidad de operación (Metcalf & Eddy Inc., 2004). Sin embargo, en diversas ocasiones, los reactores dejan de ser suficientes por el aumento del caudal, ya sea por proyecciones más bajas, estimaciones de crecimiento menor o, simplemente, por el aumento de consumo sin motivo aparente.

Ante esta problemática, muchos investigadores durante los ochenta y noventa empezaron a buscar soluciones de tratamiento que necesitaran poca o nula infraestructura adicional,

Foto propia

baja inversión, y ofrecieran resultados significativos. Como resultado, encontraron sistemas híbridos como el mbbr (moving bed biofilm reactor), reactor de biopelícula de lecho móvil. Este sistema combina materiales flotantes (que ofrecen superficie para adhesión biológica) y el proceso de lodos activados. Su funcionamiento consiste en agregar pequeños cilindros de plástico a un reactor de lodo activado convencional, estos cilindros fungen como soportes móviles de las bacterias y están hechos de polietileno de alta densidad (0.95 – 0.98 g/cm^3) (Madam *et al*., 2022).

Esto hace que el reactor de biopelícula de lecho móvil ofrezca algunas ventajas respecto al sistema tradicional, como el aprovechamiento de todo el volumen del reactor, menor obstrucción de los soportes y menor pérdida de carga. A diferencia de los reactores de lodo activado convencionales, no es necesario recircular los lodos, lo que evita la purga o eliminación del exceso de biomasa. Además, el reactor de lecho móvil puede evaluar el volumen del soporte en función de las necesidades y cantidades de tratamiento.

Referencias

Conagua (Comisión Nacional del Agua) (2019). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Datos básicos para proyectos de agua potable y alcantarillado*. Tomo 4. <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf>.

Hernández, Sandra (2026a). "Alertan por descargas de aguas residuales contaminadas de la industria textil hacia el río Lerma", en *El Sol de Toluca*, 9 de agosto. <https://oem.com.mx/elsoldetoluca/local/alertan-por-descargas-de-aguas-contaminadas-de-la-industria-textil-hacia-el-rio-lerma-31498243>.

_____ (2026b). "Parque Industrial Toluca 2000 construirá plantas para tratar aguas residuales", en *El Sol de Toluca*, 3 de mayo. <https://oem.com.mx/elsoldetoluca/local/parque-industrial-toluca-2000-construira-plantas-para-tratar-aguas-residuales-29793279>.

Madan, Sangeeta, Richa Madan y Athar Hussain (2022). "Advancement in biological wastewater treatment using hybrid moving bed biofilm reactor (MBBR): a review", en *Applied Water Science*, vol. 12, núm. 141. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13201-022-01662-y#citeas>.

INEGI (2020). *Población total por entidad federativa y grupo quinquenal de edad según sexo, serie de años censales de 1990 a 2020.* <https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=Poblacion_Poblacion_01_e60cd8cf-927f-4b94-823e-972457a12d4b&idrt=123&opc=t>

Metcalf & Eddy Inc. (con la colaboración de George Tchobanoglous y Franklin L. Burton) (2004). Ingeniería de agua residual: Tratamiento y reutilización, 4ª ed. McGraw-Hill.

Strabag (s/f). *Water.* <https://energy.strabag.com/en/solutions/water>.

Daniel Dionisio Rojas Rendón es investigador en la UAEMéx. Ha estudiado y operado reactores de lodo aerobio granular con énfasis en la remoción de nutrientes y estabilidad a mediano plazo, Trabaja en la innovación de esta tecnología aplicada al manejo de aguas residuales en municipios del Estado de México.

Cheikh Fall es especialista en agua y saneamiento con más de veinte años de experiencia en procesos de tratamiento de agua residual y modelación de depuradoras, evaluación ambiental y control de la contaminación. Profesor investigador de tiempo completo en el Instituto Interamericano de Ciencias del Agua de la UAEMéx. Actualmente centra sus esfuerzos en el estudio, mejora y aplicación del lodo aerobio granular, miembro del SNII nivel II. En 2009, fue reconocido con el Premio Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de México. Continúa generando alianzas estratégicas con universidades de Canadá, Senegal y la Universidad de Tecnología de Delft (Países bajos).

Verónica Martínez Miranda es Doctora en Ingeniería, Maestra y Licenciada en Química; profesora investigadora adscrita al Instituto Interamericano de Ciencias del Agua de la UAEMéx, en el área de fisicoquímica. Perfil deseable-PRODEP y SNII nivel II. Cuenta con diversos premios y reconocimientos, como en el de Mujeres en la Ciencia-2021 y Mujeres que dejan huella 2026 CAEM, entre muchos otros. Colaboradora en proyectos de investigación en México y en el Departamento de Estado de la Casa Blanca, Estados Unidos.