

RETOS Y ÁREAS DE OPORTUNIDAD ANTE LA PUBLICACIÓN DE LA NUEVA NORMA NOM-001-SEMARNAT-2021 QUE LIMITA LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES ¿QUÉ DEBEMOS Y QUÉ PODEMOS HACER?

JUAN MANUEL MORGAN SAGASTUME

De acuerdo con la reforma al artículo 4º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, publicada el 8 de febrero de 2012, toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. También, establece la participación de los tres órdenes de gobierno y la sociedad misma para garantizar este derecho. El suministro de estos servicios es responsabilidad de los municipios con el concurso de los Estados y la Federación, de acuerdo con lo que establece el artículo 115 Constitucional.

El pasado 27 de diciembre de 2021, la Comisión Nacional de Mejora Regulatoria (CONAMER, oficio 21/5779) emitió la autorización final para que la SEMARNAT pudiera continuar con las formalidades necesarias para la publicación en el Diario Oficial de la Federación (DOF) de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la Nación. La norma se publicó en el DOF el 11 de marzo de 2022. La publicación de esta nueva norma viene a suplir la antigua NOM-001-SEMARNAT-1996 ya con 26 años de antigüedad, a todas luces anacrónica con las demandas y retos que hay en el país en relación con la contaminación de sus cuerpos de agua.

En este momento, en México la acumulación de problemas y conflictos del agua es muy alta; por otro lado, la tasa de oferta de soluciones efectivas es bajísima. En marzo de 2011, la CONAGUA publicó la *Agenda 2030 del agua*, señalando que el costo de remediar los problemas acumulados (deterioro del suministro de agua potable, falta de saneamiento doméstico, ríos contaminados, flujos de aguas subterráneas destruidos y avenidas no controladas, entre otros) se elevaba a más de 100 mil millones de pesos. Al margen del rigor (o falta de rigor) científico del análisis, esta agenda pronto se

convirtió en letra muerta; muy poco se hizo en la década posterior a su publicación y a la fecha, todos estos problemas se han agudizado, aumentando los costos de la remediación por lo menos en 20 por ciento (<https://www.jornada.com.mx/2021/02/24/opinion/017a1pol>).

Aspectos importantes atendidos en la nueva NOM-001-SEMARNAT-2021

Dentro de los factores más importantes, la nueva norma modifica los límites máximos de descarga de la temperatura de 40 a 35°C, así como del nitrógeno y fósforo total, que, a diferencia de la antigua norma, para nitrógeno, ahora pide su remoción indistintamente del tipo de cuerpo receptor A, B o C con valores que oscilan entre 15 a 25 mg/L para el promedio mensual siendo que, para el fósforo, los valores especificados oscilan entre 5 a 15 mg/L.

Por otra parte, la nueva norma añade la DQO (Demanda Química de Oxígeno), y para los casos con alta concentración de cloruros se debe determinar el Carbono Orgánico Total (COT), en sustitución de la DBO₅ (Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días). Añade también el color verdadero y la toxicidad aguda. Se expone en el Programa Nacional Hídrico (PNH) 2020-2024, que para 2017 las industrias en conjunto generaron 2 millones de toneladas de DBO₅ que junto con las descargas municipales aportaron hasta 340% más de contaminantes a los cuerpos de agua superficial.

Entre los expertos en tratamiento de aguas residuales, es muy común emitir el siguiente comentario ante una caracterización de aguas residuales: "...Este valor de DBO₅ es pequeño para la DQO que tiene la descarga de agua residual; podría indicar compuestos orgánicos recalcitrantes o alguna toxicidad para los microorganismos. Podría confirmarse con un análisis de COT...". Ciertamente, ello refleja la utilidad de haber incorporado a la nueva norma la DQO en sustitución de la DBO₅, pues ahora se puede cuantificar con efectividad la materia orgánica sin que ello dependa de las interferencias que pudiera tener la prueba de DBO₅. Un agua con compuestos tóxicos a la prueba de DBO₅, y a su vez con un alto contenido de DQO (no regulado en la antigua norma) puede arrojar un valor por debajo de los límites máximos permisibles permitiendo su descarga sin tratamiento al cuerpo de agua; con la regulación de la DQO propuesta, ello ya no es posible. Por otra parte, es una tendencia en el mundo, tanto en el ámbito de la ingeniería como en la academia, sustituir la DBO₅ por la DQO para el diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales (Van Loosdrecht *et al.*, 2008).

Aunado a lo anterior, la norma adiciona el parámetro de color verdadero con tres longitudes de onda que abarcan casi por completo el espectro de color visible y no se limita solamente al color amarillento de la escala Pt-Co utilizado típicamente para la medición de este parámetro. Sin duda, este parámetro fue dedicado a regular todas aquellas descargas con colores diversos que se presentan, entre otras, como los de la industria textil y alimentaria.

La simple evaluación fisicoquímica del agua no es suficiente para fines de manejo y conservación de los ecosistemas acuáticos (Iannacone *et al.*, 2000); sin embargo, los parámetros fisicoquímicos son muy importantes para definir la calidad del agua (INE, 2000) aunque no representan de manera real el impacto de los contaminantes sobre el ambiente (Núñez y Hurtado, 2005), ni su influencia en la vida acuática (Samboni-Ruiz *et al.*, 2007), por lo que los recursos ecotoxicológicos son el complemento perfecto para un análisis total de un medio impactado (Iannacone *et al.*, 2000; Carballo-Hondal *et al.*, 2003). En este sentido, se introdujo el parámetro de toxicidad con un valor de 2 Unidades de Toxicidad (UT) a 15 minutos de exposición que corresponde a una toxicidad moderada, apostando de nueva cuenta a la capacidad de dilución en los cuerpos de agua receptores. Esto es relevante y riesgoso

al tomar en consideración que en lo que respecta a los usos consuntivos, aproximadamente 61 % del agua proviene de fuentes superficiales (ríos, arroyos y lagos), mientras que 39 % restante se extrae de fuentes subterráneas (acuíferos) (PNH 2020-2024-CONAGUA). La UT debió haber sido regulada con un valor menor a 1 dentro de un intervalo que correspondiera a una toxicidad no detectable, sin embargo, es comprensible que ello debe evolucionar en el tiempo con mayor consenso.

La norma ya publicada es coherente y balanceada en sus puntos más importantes; donde un parámetro no alcance a regular adecuadamente la contaminación en el cuerpo de agua, lo hace otro. Se establece un sistema donde la DQO, temperatura, color verdadero y toxicidad se complementan y actúan sinérgicamente.

Sin embargo, el punto más importante en cuanto al reto técnico-económico que supone la publicación de la nueva norma, lo define la regulación de los nutrientes (Nitrógeno y Fósforo). Con base en ello se deben ajustar la temperatura, la DQO, la toxicidad y el color verdadero. Una planta de tratamiento de aguas residuales que esté orientada a la remoción de nutrientes, por sí sola, en términos generales debe tender a cumplir automáticamente con estos parámetros.



Retos tecnológicos para atender la nueva norma

Las tecnologías sustentables para el tratamiento de aguas residuales son aquellas que emplean la menor cantidad de energía posible para realizar con eficacia y eficiencia los procesos para los cuales fueron diseñadas, empleando, además, la menor cantidad de insumos químicos y materiales en general para su construcción, puesta en marcha, estabilización y operación continua. Una característica inherente de estas tecnologías es que no deben impactar negativamente el medio ambiente natural y social; por el contrario, deben potenciar su desarrollo mediante la producción de agua tratada y la generación de subproductos reutilizables bajo el esquema de una economía circular. Las plantas de tratamiento de aguas residuales deben dejar de ser conceptualizadas como tales para dar paso a plantas de “procesamiento” de aguas residuales con un enfoque de uso y reciclaje de sus productos y subproductos (agua, lodos, biogás, energía).

El abanico de opciones tecnológicas para el tratamiento de las aguas residuales lo concentra el tratamiento secundario. Dentro de los sistemas biológicos existen los sistemas aerobios (requieren oxígeno molecular disuelto) y los anaerobios.

La característica fundamental que poseen los sistemas anaerobios es que su operación no depende del suministro de oxígeno, por tanto, no se requieren equipos de aireación ni todo lo relacionado con su mantenimiento, operación y costo energético. Es por ello, que la consideración del uso de sistemas anaerobios dentro de un tren de tratamiento de aguas residuales, en específico, en el ámbito industrial es altamente recomendable, es un punto que le confiere sustentabilidad al tratamiento de las aguas residuales. Así mismo, lo es en el ámbito municipal cuando la temperatura del agua lo permita (superior a los 20°C). Información sobre la conformación sustentable de trenes de tratamiento de aguas residuales se puede consultar en Morgan-Sagastume *et al.*, (2022) y Noyola *et al.*, (2013) entre otros.

La nueva norma, como ya se apuntó, se enfoca esencialmente a la remoción de nutrientes. Las tecnologías para llevarla a cabo no son nuevas en el ámbito mundial, ni requieren un desarrollo tecnológico desde cero. Hay muchos ejemplos de plantas de tratamiento en México con procesos anaerobios y aquellas orientadas a la eliminación de nutrientes tanto para la industria como para el sector municipal.

Los retos científicos y tecnológicos para dar cumplimiento a la nueva norma se pueden abordar sin problema en el país; existen universidades, institutos, asociaciones, consejos, organismos operadores e iniciativa privada capaces de hacerlo bajo un necesario ambiente de colaboración. En este sentido, se hace

imprescindible la educación y formación de cuadros técnicos de alto nivel, la investigación científica, el desarrollo tecnológico nacional que derive en patentes y que se promueva la transferencia de tecnología mediante la vinculación academia-industria.

¿Qué hacer?

La atención a la nueva norma requiere de acciones en lo inmediato, se tiene solamente un año de plazo para cumplir con la mayoría de los parámetros. El sector industrial público y privado deben hacer ingeniería para la rehabilitación o instalación de plantas, planear las inversiones necesarias y enfocarse en la preparación de cuadros técnicos. Así mismo, es necesario que los laboratorios acreditados puedan efectuar las mediciones de los parámetros de la norma. Es previsible mayor apertura y dinamización del mercado nacional en estos aspectos al incrementarse la demanda de servicios de ingeniería y de laboratorio. El IUNAM debe estar preparado para contribuir a atender ello.

En las sesiones de discusión para la aprobación de la norma, donde el autor participó, hubo oposición del sector industrial representado en diversas cámaras de industriales. Por ejemplo, el Consejo Coordinador Empresarial acusó que la aprobación de la Norma fue “unilateral” con votos en contra de la industria privada, de Petróleos Mexicanos (Pemex) y de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). El sector empresarial alegó “parámetros excesivos” que “violan el T-MEC” –lo cual negó el Centro Mexicano de Derecho Ambiental pues cumple el capítulo 24 sobre protección ambiental– y aseguró que afecta “severamente” en materia económica a productores agropecuarios, industria privada y pública, al tener que modificar las plantas tratadoras y, alertaron, quienes carecen de esta tecnología tienen que instalarlas, lo que implica costos adicionales “que serán repercutidos al precio” de los productos agrícolas, industriales, tarifas eléctricas, del agua y en los productos derivados del petróleo (<https://www.sinembargo.mx/21-09-2021/4030941> y <https://www.jornada.com.mx/2021/09/22/politica/019n1pol>).

¡No!, todo lo contrario. La nueva norma debe ser vista como un factor potenciador de una industria desarrollada adecuada al país, no como una traba que genere pérdidas de empleo o incrementos de precios de productos. Ninguna empresa cierra por cumplir normas ambientales, todo lo contrario, les confiere competitividad en el mercado nacional e internacional y es la puerta para implementar políticas productivas enfocadas en la reducción de costos. Lo aducido por ciertos sectores industriales en contra de la nueva norma es un mito que no es compartido por un sector industrial

consciente y dispuesto a atenderla. En este sentido, Cerda (2003) comenta que el medio ambiente ha pasado de ser un factor ajeno a las empresas para convertirse en un factor de competitividad, sobre todo cuando se plantean estrategias de prevención y reducción tanto de residuos como de emisiones, muchas de las cuales se han transformado en reducciones de costos o en la generación de productos alternativos a partir de los residuos.

Una interesante discusión al respecto puede ser consultada en los conversatorios: Aspectos técnicos para el cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-2021-SUSMAI-UNAM (<https://www.youtube.com/watch?v=pWlp1GRHxT4&t=3186s>) y en Actualización de la NOM 001 SEMARNAT 2021: hacia una mejor calidad en los cuerpos de agua-IMTA (<https://www.youtube.com/watch?v=714VUy59NjI&t=3553s>).

Un aspecto de particular interés es el caso de los municipios. En estos momentos, difícilmente la inmensa mayoría de

los mismos podrían dar cumplimiento a la nueva norma por aspectos asociados con su economía y conocimiento técnico. Sin embargo, ello no es argumento para no actualizar la norma. Se requiere un apoyo decidido de los Estados y del Gobierno Federal para atender de inmediato a este sector.

En este sentido, contrario a lo que pudiera pensarse, son los sectores público Federal y Estatal quienes tienen el mayor reto, no solamente para atender las nuevas disposiciones de la norma, sino para crear las condiciones adecuadas en el país para su implementación. No debe tratarse solamente de publicar una norma y dejar al destino su cumplimiento como sucedió con la vieja norma NOM-001-SEMARNAT-1996. Se debe atender el incremento de inversión en el sector; el monitoreo de descargas y cuerpos de agua, la fiscalización en general y la creación de esquemas financieros atractivos aunado a incentivos fiscales. A pesar de los retos de todo tipo que hay que enfrentar, sea bienvenida la nueva norma. |

Referencias

- Carballo-Hontal, O.; Arencibia-Carballo, G.; Concepción, J. e Isla-Molleda, M. (2003). Los bioensayos de toxicidad en sedimentos marinos. Retel: revista de toxicología en línea. Recuperado en <http://www.sertox.com.ar/retel/default.htm>.
- Cerda U. Arcadio (2003) Empresa, Competitividad y Medio Ambiente. Panorama Socioeconómico, ISSN: 0716-1921, núm. 26, mayo, 2003, Universidad de Talca, Talca, Chile.
- Iannacone, J.; Dale, W. y Alvaríño, L. (2000). Monitoreo ecotoxicológico del Río Rímac (Lima-Perú) empleando a *Chironomusacalligraphus Goeldi*, (*Dipteria: Chironomidae*). Revista Chilena Ent., 27: 25-34.
- Instituto Nacional de Ecología (INE) (2000). La calidad del agua en los ecosistemas costeros de México. DGOEIA. <http://revistaenar.univalle.edu.co/revista/ejemplares/12/i.htm>.
- Morgan-Sagastume* J. M.; Castro-Martínez** M. y Noyola A.* (2022). Tecnologías para el desarrollo de un esquema integral de tratamiento de aguas residuales en la Península de Yucatán. *Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, **ELNSYST SA de CV (IBTech). Editado por Amigos de Sian KAAAN AC (en prensa).
- Noyola A.; Morgan-Sagastume, J. M. y Güereca L. P. (2013). Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales. Guía de apoyo para ciudades pequeñas y medianas. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ingeniería. ISBN es 978-607-02-4822-1. (<http://proyectos2.iingen.unam.mx/LACClimateChange/LibroTratamiento.html>).
- Núñez, M. y Hurtado, J. (2005). Bioensayos de toxicidad aguda utilizando *Daphnia magna Straus (Cladocera, Daphniidae)* desarrollada en medio de cultivo modificado. Rev. Peru. Biol. 12(1): 165-170.
- Samboni-Ruiz, N. E.; Carvajal-Escobar, Y. y Escobar, J. C. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. Revista de ingeniería e investigación. Vol. 27. No. 3:171-181.
- Van Loosdrecht M.; Ekama G.; Wentzel M.; Brdjanovic M y Hooijmans C. (2008). Modelling Activated Sludge Processes. Chapter 14, page 369. Biological Wastewater Treatment. Principles, modelling and design. Mogens Henze, Mark C.M. van Loosdrecht, George A. Ekama, Damir Brdjanovic. IWA Publishing. ISBN 1843391880.