

**Contacto CONAMER** GLS-CULS-AMMDC-AMB-B0002/2887

**De:** Aarón E. Hdez. Siller <asiller@cemda.org.mx>  
**Enviado el:** lunes, 11 de octubre de 2021 09:41 p. m.  
**Para:** Contacto CONAMER; avelasco@cemda.org.mx; Francisco Xavier Martínez Esponda  
**Asunto:** Comentarios NOM 001  
**Datos adjuntos:** Comentarios NOM-001 CONAMER.pdf

Buen día, por este medio enviamos los comentarios al "Proyecto de Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales para quedar como Proyecto de Modificación de la Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-001-SEMARNAT-2017, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación".

Saludos!!





Healthy Reefs  
*for healthy people*



## COMENTARIOS SOBRE EL PROYECTO DE MODIFICACIÓN DE LA NOM-001-SEMARNAT-2017

CONAMER, OCTUBRE 2021

### Marco Regulatorio

El derecho internacional ha generado distintos pronunciamientos e instrumentos legales que incitan a los gobiernos que proporcionen una sólida protección de los recursos hídricos y garanticen el derecho humano al agua tanto en sus políticas públicas como en su marco jurídico. A continuación haremos mención de tratados internacionales y legislación aplicables en la materia y que sirven de fundamento para la publicación del borrador de norma en consulta.

El Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales<sup>1</sup>(PIDESC), en su artículo once establece que los Estados Parte reconocen el derecho de toda persona a un nivel de vida adecuado para sí y su familia, incluso alimentación, vestido y vivienda

---

<sup>1</sup> Adoptado y abierto a la firma, ratificación y adhesión por la Asamblea General en su resolución 2200 A (XXI), de 16 de diciembre de 1966.

adecuados, y a una mejora continua de las condiciones de existencia. Los Estados Partes tomarán medidas apropiadas para asegurar la efectividad de este derecho, reconociendo a este efecto la importancia esencial de la cooperación internacional fundada en el libre consentimiento. Al ser México ratificante de este instrumento vinculante, asume la obligación de velar por derechos básicos como a la alimentación, incluyendo el agua.

Por su parte el artículo doce del PIDESC señala que los Estados Partes reconocen el derecho de toda persona al disfrute del más alto nivel posible de salud física y mental, para lo cual definitivamente se requiere de acceso a agua de calidad y cantidad suficiente.

La Observación general N° 15 (2002)<sup>2</sup>, surge de los dos artículos arriba mencionados del PIDESC y define el derecho humano al agua como el derecho de todos a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico. Un abastecimiento adecuado de agua salubre es necesario para evitar la muerte por deshidratación, para reducir el riesgo de las enfermedades relacionadas con el agua y para satisfacer las necesidades de consumo y cocina y las necesidades de higiene personal y doméstica. Así mismo, la observación reconoce que el derecho al agua también está indisolublemente asociado al derecho al más alto nivel posible de salud.

La Convención sobre los Humedales (RAMSAR) es un tratado intergubernamental bajo el cual cada Parte fomentará la conservación y uso sostenible de los humedales. Los humedales incluye "las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.. Para la sobrevivencia de los humedales, la calidad y cantidad suficiente de agua es fundamental, por lo que la actualización de la norma en consulta ayuda a dar cumplimiento a este compromiso internacional ratificado por México.

El Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes reconoce que los contaminantes orgánicos persistentes tienen propiedades tóxicas, son resistentes a la degradación, se bioacumulan y son transportados por el aire, el agua y las especies migratorias a través de las fronteras internacionales y depositados lejos del lugar de su liberación, acumulándose en ecosistemas terrestres y acuáticos; apremia la necesidad de adoptar medidas para prevenir los efectos adversos causados por los contaminantes orgánicos persistentes en todos los estados de su ciclo de vida.

El Protocolo Relativo a la Contaminación Procedente de Fuentes y Actividades Terrestres del Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino de la Región del Gran Caribe define por Contaminación la introducción por el hombre, directa o indirectamente en la zona de aplicación del Convenio, de sustancias o de energía que produzcan o puedan producir efectos nocivos, tales como daños a los recursos vivos y ecosistemas marinos, peligros para la salud humana, obstaculización de las actividades marítimas, incluidos la pesca y otros usos legítimos del mar, deterioro de la calidad del agua del mar para su utilización y menoscabo de los lugares de esparcimiento.

---

<sup>2</sup> Disponible en: <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2012/8789.pdf>

La Iniciativa 7b de la Agenda del Agua 2030 establece elevar el monto de los derechos por descarga de aguas residuales e incluir en las condiciones particulares de descarga un número mayor de parámetros contaminantes de acuerdo con la actividad del generador, y establecer incentivos para su tratamiento y reúso; y cero tolerancia ante problemas graves de contaminación, lo que significa no permitir el presentar acciones de saneamiento a los contaminadores reincidentes cuando se les va a sancionar.

El anteproyecto que se comenta es una de las actualizaciones más esperadas y urgentes dentro del marco regulatorio del sector ambiental. Esta tiene como antecedente la NOM-001-SEMARNAT-1996, norma que fue ratificada en su primera revisión quinquenal (2002) para dar oportunidad a los sujetos regulados a cumplir con la norma, conforme a los plazos que la misma establece. En su segunda revisión quinquenal (2007), se ratificó y determinó su modificación; el 1 de enero de 2010, 25 años después de publicada la norma, se vencieron todos los plazos para su cumplimiento [1].

Puesto que el objeto de la norma es establecer los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpo receptores propiedad de la Nación su aplicación tiene un impacto directo en la cantidad y la calidad de las fuentes de agua y, por lo tanto, un impacto directo en uno de los elementos que conforman al medio ambiente y que es elemento fundamental para desarrollar una vida sana y digna, no sólo un insumo para el crecimiento económico.

## **Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos**

En México, el medio ambiente ha sido reconocido y tutelado como un derecho humano en sí mismo tal como lo establece el Artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), cuyo cumplimiento ha de realizarse de manera progresiva tal como lo mandata el artículo primero de la misma CPEUM. Es en razón de esta progresividad que todos los actos de autoridad - en este caso el proyecto que se comenta- deben garantizar la adopción de parámetros y estándares cuya aplicación deriva en un mayor grado de protección del medio ambiente. De forma que no sólo es deseable sino mandatorio que los parámetros contenidos en el proyecto contribuyan a cumplir con el derecho al medio ambiente sano y no representan una regresión respecto a los parámetros contenidos en la norma vigente.

El reconocimiento del derecho humano al agua en el artículo cuarto la CPEUM hace más apremiante la publicación de una norma que proteja efectivamente los cuerpos de agua nacionales y que ayude a reducir la contaminación de los mismos; pues sin fuentes de agua en cantidad y calidad suficientes difícilmente se podrá cumplir con la cobertura universal de acceso a agua potable para todos los mexicanos. Permitir la descarga de aguas residuales con parámetros obsoletos o laxos es permitir el daño a la salud de las personas -el cual es también un derecho humano reconocido en este mismo artículo- y a los ecosistemas, daños que además del incumplimiento de derechos humanos generan importantes pérdidas económicas al país.

Sirva como ejemplo la problemática de salud pública existente en las comunidades aledañas al Río Santiago, en el cual han incrementado los casos por enfermedad renal

crónica. La enfermedad renal crónica por sus características y por su historia natural implica altos costos sociales y económicos tanto para el paciente, como para la familia. Así pues, de 2015 a 2019, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y la Secretaría de Salud Jalisco (SSJ) atendieron mil 508 casos de insuficiencia renal en 11 municipios cercanos a la cuenca Zula-Santiago-Chapala. En la zona del río Santiago los casos han incrementado en comparación a otras zonas del Estado, según han denunciado habitantes, quienes adjudican esta situación a la contaminación del río y del lago de Chapala.

Debido a esta problemática, se ha construido una política pública, derivado del otorgamiento de medidas cautelares que hizo la Comisión Interamericana de Derechos Humanos en febrero de 2020. En dicha resolución se establece que el Estado mexicano debe adoptar las medidas necesarias para preservar la vida, integridad personal y salud los pobladores de las zonas hasta 5 kilómetros del Río Santiago en los municipios de Juanacatlán y El Salto, así como los pobladores de las localidades de San Pedro Itzicán, Agua Caliente, Chalpicote y Mezcala en el municipio de Poncitlán, Estado de Jalisco, señalados en la solicitud<sup>3</sup>.

Por lo tanto, y en cumplimiento de esta Resolución, el año pasado se anunció la realización de un tamizaje para detectar la enfermedad renal en las primeras etapas, de forma que se realizará la prueba a 49 mil 598 escolares que viven en 7 municipios colindantes al lago. El costo de implementación de esta política es de 4.8 millones de pesos, gasto que podría ahorrarse de tener un mejor tratamiento de aguas residuales<sup>4</sup>.

Además de ello, la norma actualizada considera condiciones biofísicas, importantes y vulnerables como lo son los suelos kársticos, lo que permitiría aumentar el grado de protección de los cenotes y el pleno cumplimiento del marco constitucional de derechos humanos.

## **Medio Ambiente**

Los ecosistemas acuáticos están interconectados por los procesos hidrológicos ocurriendo entre los diferentes cuerpos receptores lenticos y loticos, superficiales y subterráneos. México es un país megadiverso y cuenta con una riqueza de ecosistemas acuáticos sin precedente, esta diversidad y la complejidad de sus relaciones requiere medidas ejemplares de manejo para su uso sostenible.

Es importante mencionar, que la NOM-001-SEMARNAT-2021 al incluir a los suelos cársticos, permitirá mejorar las condiciones de la conectividad ecológica y los intercambios biológicos presentes en los gradientes horizontales y verticales, en los cuales el agua subterránea es el conector entre ecosistemas gracias a los conductos de disolución saturados de agua permanente (ríos subterráneos) y temporalmente que facilitan las conexiones biológicas y que permiten el transporte, movimiento y establecimiento de biota

<sup>3</sup> Comisión Interamericana de Derechos Humanos, Resolución 7/2020, Medida Cautelar No. 708-19 Pobladores de las Zonas Aledañas al Río Santiago respecto de México 5 de febrero de 2020, <https://www.oas.org/es/cidh/prensa/comunicados/2020/MC70819.pdf>

<sup>4</sup> Arranca SSJ tamizaje para detectar enfermedad renal en Ribera de Chapala, <https://riosantiago.jalisco.gob.mx/ciudadania-saludable/noticias/arranca-ssj-tamizaje-para-detectar-enfermedad-renal-en-ribera-de>

de hábitats de agua dulce, salobre y marino. De manera que debería ser prioritario el considerar las características kársticas de la región en la planeación del territorio y de sus diferentes usos del suelo.

## **Agua**

### ***Contaminación del agua***

La contaminación del agua ha sido un problema a nivel mundial, la gestión integral del agua se debe considerar en todo el mundo, el agua dulce es un recurso vital para la biodiversidad del planeta, sin ella estaría asegurada la extinción de casi todos los ecosistemas.

Debido a las actividades humanas, se está agotando el agua dulce del planeta, ya sea por afectación en la calidad o en el volumen. Las reservas de agua subterráneas abastecen al 80% de la población mundial, de las cuales el 4% de ellas ya están contaminadas, según datos de la ONU cada día, 2 millones de metros cúbicos de aguas residuales desembocan en las aguas del mundo. La principal fuente de contaminación del agua es la falta de gestión y la falta de tratamiento adecuados de los residuos humanos, industriales y agrícolas. (AE, Fundación, 2019).

La contaminación del agua por origen doméstico es evaluada por altos porcentajes de materia orgánica y microorganismos de origen fecal, estos agentes de transmisión hídrica son las bacterias, virus y protozoos, que pueden causar enfermedades con diferentes niveles de gravedad, por ejemplo: gastroenteritis simple, diarrea, disentería, hepatitis, fiebre tifoidea, cólera, paludismo, esquistosomiasis, tifus, tracoma. (Oxfam, 2019).

El problema del agua contaminada empieza debido a la eutrofización. La eutrofización es un proceso natural de los ecosistemas en donde entran los nutrientes a los ecosistemas acuáticos. Durante los últimos 200 años, el hombre ha acelerado este proceso, modificando tanto la calidad de las aguas, como la estructura de las comunidades biológicas. El incremento de la carga orgánica en los cuerpos de agua, puede generar la mortandad de especies de animales, así como el crecimiento de los microorganismos (bacterias) y patógenos que pueden convertirse en un riesgo para la salud humana. (Pulido, de Navia, Torres & Prieto, 2005).

La contaminación fecal del agua es cada día más preocupante en los países en vías de desarrollo, esto es debido a la carencia de sistemas de drenaje o a la falta de tratamiento de las aguas residuales, esto ocurre tanto en las zonas rurales como en las urbanas. En la zona rural la contaminación se origina por la defecación al aire, que actúa como nido de agentes patógenos. El agua apta para consumo humano puede contaminarse cuando agentes químicos, físicos o bacteriológicos externos entran al sistema de distribución, a través de conexiones en los sistemas de flujo, caso que pasa en los sistemas kársticos, como el de la península de Yucatán. (Pulido, de Navia, Torres, & Prieto, 2005)

Según un estudio realizado por la Facultad de Ciencias de la Salud del Colegio Mayor de Cundinamarca, que habla sobre los indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua, concluye que cada vez es más frecuente las enfermedades de origen hídrico a nivel mundial, incrementándose más en las dos últimas décadas. Esto ha generado un aumento en los niveles de mortalidad y de costos sanitarios, lo que representa una carga financiera que obliga a los gobiernos a ejercer mayores recursos financieros para el control de brotes epidémicos, para la atención médica y para la de salud pública. (Pulido, de Navia, Torres, & Prieto, 2005)

En ese sentido, esta misma Comisión, el año pasado publicó el libro “*MEJORA REGULATORIA EN MATERIA DE AGUAS RESIDUALES Y CALIDAD DE AGUA: VOL. 1 Reporte de Visitas a las Cuencas de los Ríos Santiago, Atoyac y Magdalena*”<sup>5</sup> dentro de la cual la primera recomendación de manera textual señala<sup>6</sup> (énfasis añadido):

*La norma vigente ha sido superada por la realidad, ya que los límites máximos permisibles son **excesivamente laxos**, lo cual se refleja en los altos porcentajes de sitios monitoreo que muestran altos grados de contaminación. De la misma manera, no se contemplan indicadores esenciales para determinar la calidad del agua como lo es la toxicidad y la DQO. **Es fundamental que se apruebe el PROY-NOM-001- SEMARNAT-2017**, lo cual permitiría contar con una norma que regule de manera más eficaz la realidad que enfrenta México en cuanto el gran volumen de descargas de aguas residuales y la variedad de sustancias químicas que se descargan diariamente. Adicionalmente a la aprobación de la NOM actualizada es necesario **asegurar que se lleve a cabo su revisión quinquenal**, tal como lo ordena el artículo 51 de la Ley Federal de Metrología y Normalización, para que así dicha norma se adapte a la cambiante realidad.*

De forma tal que esta Comisión tiene pleno conocimiento de la necesidad de actualizar este instrumento regulatorio para poder revertir la problemática ambiental que enfrentan los cuerpos de aguas nacionales.

### ***Amenazas a los acuíferos kárstico y a los sistemas de cuevas y cenotes***

Las aguas subterráneas son un componente significativo del ciclo hidrogeológico en la Península de Yucatán, por lo cual los acuíferos son una de las unidades hidrológicas más importantes ya que las aguas subterráneas garantizan la seguridad alimentaria y la vida sustentable en la región.

El no considerar a los suelos kársticos por sus condiciones biofísicas particulares en la NOM-001-SEMARNAT-2021 incrementaría la contaminación de sus aguas, ya que la hidrodinámica y la geomorfología del mismo lo hacen altamente vulnerable a la contaminación, lo que puede limitar la disponibilidad de agua de buena calidad para consumo humano y para los ecosistemas dependientes del agua subterránea en el corto y mediano plazo. Esto generaría una crisis ambiental y económica, siendo un gran riesgo para sitios turísticos de uso recreativo que dependen de la calidad de agua de la región.

---

<sup>5</sup> Publicación Disponible en [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/566636/Libro\\_ri\\_os\\_portal.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/566636/Libro_ri_os_portal.pdf)

<sup>6</sup> *Ibid.* p.83

Aunado a la vulnerabilidad que se presenta, en un futuro próximo (2030) la disminución de la lluvia podría ocasionar una reducción en el nivel de recarga en los acuíferos que proveen de agua a la Riviera Maya, entre 5% y 11%, lo cual reduciría la disponibilidad del agua dulce en el destino (Morales M.A. et al., 2020) (Figura 1). Bajo este escenario, el no publicar la NOM-001-SEMARNAT-2021 llevaría a una crisis socio-ambiental a la Riviera Maya.



**Figura 1.** Esquema representativo del espesor del lente de agua dulce e interfase salina. Se resalta la presencia de conductos de disolución (ríos subterráneos) con conectividad desde la selva hasta el mar (Centinelas del Agua AC 2017).

Al respecto, hay evidencias científicas que han demostrado el deterioro de la calidad del agua en el acuífero de la Península de Yucatán, donde se han encontrado diversos contaminantes: compuestos farmacéuticos, hidrocarburos, herbicidas, pesticidas, coliformes fecales, concentraciones de nutrientes por encima de los límites establecidos en la normatividad mexicana -NOM127, 1994- (Nitritos, Nitratos, Fosfatos) y compuestos organoclorados que limitan la disponibilidad de agua en cuanto a su calidad y han propiciado el deterioro de ecosistemas importantes, que han sido un atractivo turístico (Metcalf et al., 2011, Leal-Bautista et al., 2013, Kaeser, 2016, Baker et al., 2013, Hernández-Terrones et al., 2015, León-Borges J.A. and McField et al., 2018).

### **Arrecifes de coral**

Los servicios ecosistémicos de los arrecifes de coral de México, y del mundo, son muy reconocidos. A pesar de cubrir menos del 1% del área de los océanos, se estima que estos ecosistemas proveen de hábitats para aproximadamente 25% de las especies marinas, teniendo así un papel muy importante para la biodiversidad pero para la seguridad, la protección costera, el bienestar, la seguridad alimentaria y económica de cientos de millones de personas. El valor de los bienes y servicios proporcionados por los arrecifes de coral se estima en 2,7 billones de dólares EE.UU. por año, incluidos 36.000 millones de dólares en turismo de arrecifes de coral. Sin embargo, los arrecifes de coral se encuentran entre los ecosistemas más vulnerables del planeta a las presiones antropogénicas, incluidas las amenazas globales del cambio climático y la acidificación de los océanos, y los impactos locales de la contaminación terrestre, como el aporte de nutrientes y sedimentos de la

agricultura, la contaminación marina, la sobrepesca y prácticas de pesca destructivas (<https://gcrmn.net/2020-report/>).

En reconocimiento al valor de los arrecifes de coral, el gobierno del estado de Quintana Roo aseguró los arrecifes del Caribe mexicano contra daños por huracanes, la primera póliza de seguro para proteger una estructura de vida natural en el mundo (<https://www.nytimes.com/2020/12/05/climate/Mexico-reef-climate-change.html>). La póliza de seguro entró en vigor cuando el huracán Delta tocó tierra en Puerto Morelos el 7 de octubre de 2020, con ráfagas de viento máximas de 175 km / h. El ecosistema del arrecife de coral sufrió daños importantes al absorber la energía de las olas generadas protegiendo así las playas y la inversión millonaria del sector turístico de Quintana Roo que aporta alrededor del 2% del PIB nacional. Los corales afectados son rescatados, reubicados y restaurados, todo ello con financiamiento estatal e internacional, movilizandando muchos recursos humanos y materiales, pero se enfrentan retos crecientes para su sobrevivencia debidos en especial por la calidad del agua.

La hidrogeología kárstica de la península de Yucatán es muy compleja con muy poco suelo y canales de disolución (o “ríos” subterráneos) que permiten una filtración muy rápida con un transporte hacia la zona costera. Este sistema subterráneo facilita la entrada de contaminantes como los efluentes de aguas residuales conteniendo patógenos y nutrientes, fertilizantes, pesticidas etc.

Banaszak (2021)<sup>7</sup> hace un extenso repaso de la literatura y muestra cómo el aumento de nutrientes en las aguas costeras del caribe mexicano han causado la eutroficación de aguas oligotróficas, condición sine qua non para los arrecifes de coral. Estos nutrientes alimentan la proliferación de varios grupos de algas que compiten por el espacio, impiden el reclutamiento y el crecimiento de larvas de coral y son asociados a patógenos que provocan brotes graves de enfermedades en los ecosistemas ([McField et al., 2020](#)). Los arrecifes de coral están enfrentando un cambio de fase hacia un ecosistema dominado por macroalgas, lo cual compromete todos los servicios ecosistémicos y puede representar pérdidas millonarias. En efecto, el Banco Interamericano para el Desarrollo recientemente evaluó que en México, los arrecifes de coral representan beneficios de 4,500 millones de USD al año ([Ruiz de Gauna et al, 2021](#)).

Pocos estándares toman en cuenta ecosistemas marino costeros tan complejos en sus diseños, no obstante, algunos, como el protocolo de Fuentes de contaminación Terrestres del Convenio de Cartagena antes mencionado y los [lineamientos](#) de calidad del agua para la gran barrera de coral de Australia recomiendan límites parecidos a la actual propuesta de norma, y muy por debajo de la anterior. [Hook et al. \(2020\)](#) incluso recomiendan concentraciones inferiores a los 0,1mg/l de nitrógeno disuelto.

El tener límites permisibles estrictos y mejorables permite proteger a los ecosistemas más vulnerables de los cuales la población, y las inversiones, dependen para su uso sostenible y beneficio de las generaciones futuras.

---

<sup>7</sup> Banaszak A.T. (2021) Contamination of Coral Reefs in the Mexican Caribbean. In: Häder DP., Helbling E.W., Villafañe V.E. (eds) Anthropogenic Pollution of Aquatic Ecosystems. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-75602-4\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-75602-4_6)

## **Sociedad y Economía**

### ***Turismo y medio ambiente***

En México, una de las actividades económicas que más se vinculan con el medio ambiente es el turismo, dada la diversidad de ecosistemas que representan una belleza paisajística única con un gran aporte de servicios ambientales. Nuestro país se encuentra entre las naciones más visitadas del mundo y por ello, aproximadamente el 8.7% del Producto Interno Bruto (PIB) se genera por esta actividad terciaria (INEGI, 2019).

En 2017, México se ubicó en sexto lugar de la afluencia turística internacional, con 99.3 millones de visitantes (DATATUR, 2018). Siendo la Riviera Maya (Puerto Morelos, Solidaridad y Tulum) y Cancún uno de los destinos preferidos por dichos visitantes internacionales dada la belleza de sus ecosistemas. Estos destinos recibieron aproximadamente 13.52 millones de turistas, ubicándose en el primer y cuarto lugar respectivamente en el ranking nacional. (DATATUR, 2020).

Sin embargo, estos destinos se encuentran vulnerables y en riesgo frente a los efectos del cambio climático, así como a distintas variables antropogénicas como la falta de planeación del territorio y la falta de tratamiento adecuado de aguas residuales acorde al sistema kárstico que vulnera la conectividad ecosistémica de la región.

La falta de planeación con sustento técnico y científico, así como la falta de tratamiento de aguas residuales con parámetros más estrictos acorde a los sistemas kársticos aunado a los impactos del cambio climático podrían afectar la distribución de los activos naturales (selva) y ocasionar una menor recarga del acuífero (Morales M.A. et al., 2020).

Esta situación, aunada a la disminución de la lente de agua dulce por la intrusión salina y la contaminación de las descargas de aguas residuales, podría conducir un déficit en el suministro de agua, y con ello a la necesidad de obtenerla de alguna fuente alterna como las plantas desalinizadoras, lo cual incrementaría los costos de abastecimiento y vulneraría los ecosistemas regionales derivado de las aguas de rechazo.

A corto plazo (2030) se espera un incremento máximo del 48% en los costos anuales para proveer de agua al sector turismo y a los habitantes de la Riviera Maya (Morales M.A. et al., 2020). A mediano plazo (2060) el costo podría incrementarse hasta en un 282% en el escenario crítico, alcanzando \$156.8 MDD, en caso de que llegue el día crítico (momento en que la afectación del lente de agua dulce limita su aprovechamiento), y la provisión del líquido se realice por medio de plantas desalinizadoras.

Como señalan Morales M.A. et al., 2020 en caso de seguir las prácticas actuales de desarrollo no planificado y considerando los efectos de cambio climático, el principal riesgo que se tendrá a corto plazo (2030) será el servicio de recreación, el cual podría disminuir hasta en un 38% (651.8 MDD) el beneficio económico que brinda al sector, esto sin considerar los efectos adversos y económicos como consecuencia de la pandemia del SARS-COV-2.

Es por ello que se recomienda la publicación de la NOM-001-SEMARNAT-2021 que consideren parámetros específicos para ecosistemas icónicos y frágiles como son los ríos

subterráneos y cenotes, sumado a la adecuación del marco legal acorde a las características hidrogeológicas de la región.

Los impactos del cambio climático aunado a un deficiente tratamiento de aguas residuales en la Riviera Maya podrían ocasionar pérdidas anuales entre \$879 y 1,272 MDD a corto plazo (2030); y entre los \$ 3,191 y 3,204 MDD a mediano plazo (2060). Esto al considerar un escenario crítico en el que no se implementan medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, así como mejores prácticas para la gestión integral del agua (Morales M.A. et al., 2020).

La pérdida del servicio de recreación representa el riesgo económico más alto para la operación de los negocios turísticos, por lo que se coincide en que debe ser prioritario atender las mejores prácticas de un desarrollo sustentable en la región acorde al sistema kárstico para mantener la competitividad en el mercado. Morales M.A. et al., 2020 estimaron una pérdida del 100% del beneficio económico a mediano plazo (2060) al considerar el problema de blanqueamiento y la disminución de la salud arrecifal derivado de la exacerbada contaminación del agua y los recales masivos de sargazo.

Para lograr que los sistemas de tratamiento de aguas residuales sean más eficientes desde el punto de vista económico se deben integrar reactores anaerobios como pretratamiento o un tratamiento de desbaste que elimine la materia orgánica. Esto se puede lograr a un bajo costo ya que permitiría bajar costos operativos y además se puede pulir con la integración de sistemas de cualquier otro tipo (lodos activados completamente mezclados, filtros percoladores, humedales artificiales, lagunas de pulimento), lo cual permite ampliar los usos o aspectos recomendados en las distintas actividades económicas.

Las tecnologías que se están pidiendo o que se requieren integrar son tecnologías existentes y probadas en el mundo, además de que en México también ya se cuenta con una amplia experiencia.

Ninguna empresa cierra por cumplir normas ambientales, al contrario, se posicionan mejor en el mercado y les brinda competitividad. “El medio ambiente ha pasado de ser un factor ajeno a las empresas a convertirse en un factor de competitividad, sobre todo cuando se plantean estrategias de prevención y reducción de residuos y emisiones, muchas de las cuales se han transformado en reducciones de costos o en la generación de productos alternativos a partir de los residuos” (Cerdeira u., Arcadio 2003).

México ya cuenta con desarrollo tecnológico y científico al respecto, por lo cual la recomendación para economizar es tener como primera opción los productos mexicanos.

Retos para los regulados: se tiene que hacer ingeniería de rehabilitación de las plantas o la instalación de nuevas plantas, o ingeniería para ver los procesos productivos y ser más eficientes en el manejo del agua. Es importante desarrollar una planeación de inversiones a 4 años, así como preparar y profesionalizar cuadros técnicos que aseguren el buen funcionamiento de la tecnología y aplicación de los procesos.

El reto más importante lo tiene el gobierno y no el sector privado, pues la gestión integral para el procesamiento de las aguas residuales es necesario lo siguiente:

Análisis del estado de la infraestructura:

- Inventario nacional de plantas de tratamiento de aguas residuales
- Creación de un banco técnico nacional de infraestructura sanitaria
- Análisis de cuenca con enfoque de reúso de agua

Políticas públicas y estrategias generales de acción:

- Definición de políticas públicas en cuanto a las tecnologías a utilizar en el ámbito municipal
- Creación de ENTES técnicos regionales para brindar apoyo técnico al sector público y privado de una región
- Considerar el agua como factor estratégico del desarrollo del país

Plan de implementación de un plan de acción bajo la visión de una gestión integral de los recursos hídricos:

Acciones para la implementación:

- Programa nacional de capacitación
- Desarrollo tecnológico
- Investigación en el tema
- Establecer relaciones intersectoriales
- Esquemas financieros
- Incentivos fiscales

Inversión, fiscalización, monitoreo, evaluación y retroalimentación:

- Actuar con transparencia
- Manejar adecuadamente la información técnica administrativa

La aplicación de la norma es para descarga de aguas, si se reusa el agua está la norma 003, la cual no pide eliminación de nutrientes, por lo cual, no todas las plantas tienen que reconvertirse tecnológicamente para ajustarse a lo que especifica la norma que se va a publicar, siempre y cuando el enfoque sea el reúso de agua.

### ***Costos de la degradación ambiental***

El dejar de invertir y buscar mejorar nuestros sistemas de tratamiento de aguas residuales tiene numerosas consecuencias graves tanto para la salud de la población como de los ecosistemas, que se traducen en costos para la nación. Las descargas no controladas de contaminantes disminuyen la calidad del agua y agotan el oxígeno que peces y demás especies acuáticas requieren para vivir. Según el INEGI, en el 2019, los costos totales por agotamiento y degradación ambiental ascendieron a un 4.5% del PIB, o 1,096,970 millones de pesos, de los cuales 81,978 millones de pesos estuvieron directamente relacionados a la contaminación del agua ([INEGI, com. prensa 623/20, 04/12/20](#)). Las autoridades y las poblaciones locales están cada vez más conscientes de la importancia de los servicios que proveen los ecosistemas y florecen los proyectos de restauración de bosques, cuencas, ríos, humedales, manglares y arrecifes. Por ejemplo, el gobierno del Estado de Quintana Roo invierte cerca de 2 millones de pesos al año para restaurar sus arrecifes, degradados por el cambio climático pero también por la proliferación de macroalgas y enfermedades

emergentes, vinculadas con una mala calidad del agua proveniente de la costa ([McField et al., 2020](#)). La condición de la mayoría de los ríos mexicanos lleva a usar la gestión adaptativa para la restauración de ríos como una herramienta para la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México, que ha iniciado planes para la recuperación de diversos ríos de nuestro país, entre los que destacan el río Atoyac, en Tlaxcala y Puebla; el Yaqui, en Sonora, y el Grijalva, en Tabasco, por mencionar solo algunos ([IMTA, 2020-34](#)). Los convenios administrativos entre la CONABIO y la PROFEPA para llevar a cabo el [Programa de Restauración y Compensación Ambiental](#) han movilizó recursos millonarios (en dólares) para compensar los daños ambientales causados y restaurar los ecosistemas dañados. No obstante, los ecosistemas dañados raras veces regresan a su estado de salud previo a la afectación y en vez de restauración muchos prefieren los términos de remediación, rehabilitación, revitalización etc. Frente a consecuencias cada vez más graves debidas a la degradación de la biodiversidad, como, por ejemplo, brotes pandémicos, se torna indispensable, prevenir y evitar a toda costa que los ecosistemas de los cuales dependemos directamente se vean impactados, sobre todo aquellos que están estrechamente vinculados con el agua.

## Conclusión

Es en razón de estos argumentos que se considera que el proyecto de NOM contribuye al cumplimiento de la legislación nacional, tratados internacionales ratificados por nuestro país, la protección de las fuentes de agua, del medio ambiente, de la salud pública y el desarrollo social, además de presentar un balance positivo en lo económico al reducir el gasto que conyugaría subsanar el deterioro de los ecosistemas, la salud pública y las actividades económicas intrínsecas a los cuerpos de agua, si bien aún pueden ser perfectibles ciertas concentraciones propuestas en la norma, se debe priorizar la publicación de la misma.

---

[1] Manifestación de Impacto Regulatorio del Proyecto de Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales para quedar como Proyecto de Modificación de la Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-001-SEMARNAT-2017, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación., Disponible en <http://www.cofemersimir.gob.mx/expedientes/21218>